This electronic version (PDF) was scanned by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an original paper document in the ITU Library & Archives collections.

La présente version électronique (PDF) a été numérisée par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'un document papier original des collections de ce service.

Esta versión electrónica (PDF) ha sido escaneada por el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un documento impreso original de las colecciones del Servicio de Biblioteca y Archivos de la UIT.

هذه النسخة الإلكترونية (PDF) نتاج تصوير بالمسح الضوئي أجراه قسم المكتبة والمحفوظات في الاتحاد الدولي للاتصالات (ITU) نقلاً من وثيقة ورقية أصلية ضمن الوثائق المتوفرة في قسم المكتبة والمحفوظات.

此电子版（PDF版本）由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案室利用存于该处的纸质文件扫描提供。

Настоящий электронный вариант (PDF) был подготовлен в библиотечно-архивной службе Международного союза электросвязи путем сканирования исходного документа в бумажной форме из библиотечно-архивной службы МСЭ.

© International Telecommunication Union

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

LIBRO AZUL

TOMO II – FASCÍCULO II.3

RED TELEFÓNICA Y RDSI

CALIDAD DE SERVICIO, GESTIÓN DE LA RED E INGENIERÍA DE TRÁFICO

RECOMENDACIONES E.401 A E.880

IX ASAMBLEA PLENARIA
MELBOURNE, 14-25 DE NOVIEMBRE DE 1988

Ginebra 1989

UNIÓN INTERNACIONAL DE TELECOMUNICACIONES

CCITT

COMITÉ CONSULTIVO
INTERNACIONAL
TELEGRÁFICO Y TELEFÓNICO

LIBRO AZUL

TOMO II – FASCÍCULO II.3

RED TELEFÓNICA Y RDSI

CALIDAD DE SERVICIO, GESTIÓN DE LA RED E INGENIERÍA DE TRÁFICO

RECOMENDACIONES E.401 A E.880

BIBLIOTHÈQUE DE L'UIT GENÈVE

IX ASAMBLEA PLENARIA
MELBOURNE, 14-25 DE NOVIEMBRE DE 1988

Ginebra 1989

ISBN 92-61-03273-7

© UIT

Impreso en Suiza

CONTENIDO DEL LIBRO DEL CCITT
EN VIGOR DESPUÉS DE LA NOVENA ASAMBLEA PLENARIA (1988)

LIBRO AZUL

Tomo I

FASCÍCULO I.1 – Actas e Informes de la Asamblea Plenaria.

Lista de las Comisiones de Estudio y de las Cuestiones en estudio.

FASCÍCULO I.2 – Ruegos y Resoluciones.

Recomendaciones sobre la organización de los trabajos del CCITT (serie A).

FASCÍCULO I.3 – Términos y definiciones. Abreviaturas y acrónimos. Recomendaciones sobre los medios de expresión (serie B) y las estadísticas generales de las telecomunicaciones (serie C).

FASCÍCULO I.4 – Índice del Libro Azul.

Tomo II

FASCÍCULO II.1 – Principios generales de tarificación – Tasación y contabilidad en los servicios internacionales de telecomunicación. Recomendaciones de la serie D (Comisión de Estudio III).

FASCÍCULO II.2 – Red telefónica y RDSI – Explotación, numeración, encaminamiento y servicio móvil. Recomendaciones E.100 a E.333 (Comisión de Estudio II).

FASCÍCULO II.3 – Red telefónica y RDSI – Calidad de servicio, gestión de la red e ingeniería de tráfico. Recomendaciones E.401 a E.880 (Comisión de Estudio II).

FASCÍCULO II.4 – Servicios de telegrafía y móvil – Explotación y calidad de servicio. Recomendaciones F.1 a F.140 (Comisión de Estudio I).

FASCÍCULO II.5 – Servicios de telemática, transmisión de datos y teleconferencia – Explotación y calidad de servicio. Recomendaciones F.160 a F.353, F.600, F.601 y F.710 a F.730 (Comisión de Estudio I).

FASCÍCULO II.6 – Servicios de tratamiento de mensajes y guía – Explotación y definición del servicio. Recomendaciones F.400 a F.422 y F.500 (Comisión de Estudio I).

Tomo III

FASCÍCULO III.1 – Características generales de las conexiones y circuitos telefónicos internacionales. Recomendaciones G.101 a G.181 (Comisiones de Estudio XII y XV).

FASCÍCULO III.2 – Sistemas internacionales analógicos de portadoras. Recomendaciones G.211 a G.544 (Comisión de Estudio XV).

FASCÍCULO III.3 – Medios de transmisión – Características. Recomendaciones G.601 a G.654 (Comisión de Estudio XV).

FASCÍCULO III.4 – Aspectos generales de los sistemas de transmisión digital; equipos terminales. Recomendaciones G.700 a G.772 (Comisiones de Estudio XV y XVIII).

FASCÍCULO III.5 – Redes digitales, secciones digitales y sistemas de línea digitales. Recomendaciones G.801 a G.956 (Comisiones de Estudio XV y XVIII).

FASCÍCULO III.6 – Transmisión en línea de señales no telefónicas. Transmisión de señales radiofónicas y de televisión. Recomendaciones de las series H y J (Comisión de Estudio XV).

FASCÍCULO III.7 – Red digital de servicios integrados (RDSI). Estructura general y capacidades de servicio. Recomendaciones I.110 a I.257 (Comisión de Estudio XVIII).

FASCÍCULO III.8 – Red digital de servicios integrados (RDSI). Aspectos y funciones globales de la red, interfaces usuario-red de la RDSI. Recomendaciones I.310 a I.470 (Comisión de Estudio XVIII).

FASCÍCULO III.9 – Red digital de servicios integrados (RDSI). Interfaces entre redes y principios de mantenimiento. Recomendaciones I.500 a I.605 (Comisión de Estudio XVIII).

Tomo IV

FASCÍCULO IV.1 – Principios generales de mantenimiento: mantenimiento de los sistemas de transmisión y de los circuitos telefónicos internacionales. Recomendaciones M.10 a M.782 (Comisión de Estudio IV).

FASCÍCULO IV.2 – Mantenimiento de circuitos internacionales de telegrafía y de telefotografía y de circuitos internacionales arrendados. Mantenimiento de la red telefónica pública internacional. Mantenimiento de sistemas marítimos por satélite y de transmisión de datos. Recomendaciones M.800 a M.1375 (Comisión de Estudio IV).

FASCÍCULO IV.3 – Mantenimiento de circuitos internacionales para transmisiones radiofónicas y de televisión. Recomendaciones de la serie N (Comisión de Estudio IV).

FASCÍCULO IV.4 – Especificaciones de los aparatos de medida. Recomendaciones de la serie O (Comisión de Estudio IV).

Tomo V – Calidad de transmisión telefónica. Recomendaciones de la serie P (Comisión de Estudio XII).

Tomo VI

FASCÍCULO VI.1 – Recomendaciones generales sobre la conmutación y la señalización telefónicas. Funciones y flujos de información para los servicios de la RDSI. Suplementos. Recomendaciones Q.1 a Q.118 *bis* (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.2 – Especificaciones de los sistemas de señalización N.os 4 y 5. Recomendaciones Q.120 a Q.180 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.3 – Especificaciones del sistema de señalización N.º 6. Recomendaciones Q.251 a Q.300 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.4 – Especificaciones de los sistemas de señalización R1 y R2. Recomendaciones Q.310 a Q.490 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.5 – Centrales digitales locales, de tránsito, combinadas e internacionales en redes digitales integradas y en redes mixtas analógico-digitales. Suplementos. Recomendaciones Q.500 a Q.554 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.6 – Interfuncionamiento de los sistemas de señalización. Recomendaciones Q.601 a Q.699 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.7 – Especificaciones del sistema de señalización N.º 7. Recomendaciones Q.700 a Q.716 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.8 – Especificaciones del sistema de señalización N.º 7. Recomendaciones Q.721 a Q.766 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.9 – Especificaciones del sistema de señalización N.º 7. Recomendaciones Q.771 a Q.795 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.10 – Sistema de señalización digital de abonado N.º 1 (SDA 1), capa enlace de datos. Recomendaciones Q.920 a Q.921 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.11 – Sistema de señalización digital de abonado N.° 1 (SDA 1), capa red, gestión usuario-red. Recomendaciones Q.930 a Q.940 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.12 – Red móvil terrestre pública, interfuncionamiento con RDSI y RTPC. Recomendaciones Q.1000 a Q.1032 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.13 – Red móvil terrestre pública. Parte aplicación móvil e interfaces. Recomendaciones Q.1051 a Q.1063 (Comisión de Estudio XI).

FASCÍCULO VI.14 – Interfuncionamiento con sistemas móviles por satélite. Recomendaciones Q.1100 a Q.1152 (Comisión de Estudio XI).

Tomo VII

FASCÍCULO VII.1 – Transmisión telegráfica. Recomendaciones de la serie R. Equipos terminales para los servicios de telegrafía. Recomendaciones de la serie S (Comisión de Estudio IX).

FASCÍCULO VII.2 – Conmutación telegráfica. Recomendaciones de la serie U (Comisión de Estudio IX).

FASCÍCULO VII.3 – Equipo terminal y protocolos para los servicios de telemática. Recomendaciones T.0 a T.63 (Comisión de Estudio XVIII).

FASCÍCULO VII.4 – Procedimientos de prueba de conformidad para las Recomendaciones teletex. Recomendación T.64 (Comisión de Estudio VIII).

FASCÍCULO VII.5 – Equipo terminal y protocolos para servicios de telemática. Recomendaciones T.65 a T.101 y T.150 a T.390 (Comisión de Estudio VIII).

FASCÍCULO VII.6 – Equipo terminal y protocolos para servicios de telemática. Recomendaciones T.400 a T.418 (Comisión de Estudio VIII).

FASCÍCULO VII.7 – Equipo terminal y protocolos para servicios de telemática. Recomendaciones T.431 a T.564 (Comisión de Estudio VIII).

Tomo VIII

FASCÍCULO VIII.1 – Comunicación de datos por la red telefónica. Recomendaciones de la serie V (Comisión de Estudio XVII).

FASCÍCULO VIII.2 – Redes de comunicación de datos: servicios y facilidades, interfaces. Recomendaciones X.1 a X.32 (Comisión de Estudio VII).

FASCÍCULO VIII.3 – Redes de comunicación de datos: transmisión, señalización y conmutación, aspectos de red, mantenimiento, disposiciones administrativas. Recomendaciones X.40 a X.181 (Comisión de Estudio VII).

FASCÍCULO VIII.4 – Redes de comunicación de datos: Interconexión de sistemas abiertos (ISA) – Modelo y notación, definición del servicio. Recomendaciones X.200 a X.219 (Comisión de Estudio VII).

FASCÍCULO VIII.5 – Redes de comunicación de datos: Interconexión de sistemas abiertos (ISA) – Especificación de protocolos, pruebas de conformidad. Recomendaciones X.220 a X.290 (Comisión de Estudio VII).

FASCÍCULO VIII.6 – Redes de comunicación de datos: Interfuncionamiento entre redes, sistemas móviles de transmisión de datos, gestión interredes. Recomendaciones X.300 a X.370 (Comisión de Estudio VII).

FASCÍCULO VIII.7 – Redes de comunicación de datos: Sistemas de tratamiento de mensajes. Recomendaciones X.400 a X.420 (Comisión de Estudio VII).

FASCÍCULO VIII.8 – Redes de comunicación de datos: La guía. Recomendaciones X.500 a X.521 (Comisión de Estudio VII).

Tomo IX – Protección contra las perturbaciones. Recomendaciones de la serie K (Comisión de Estudio V) – Construcción, instalación y protección de los cables y otros elementos de planta exterior. Recomendaciones de la serie L (Comisión de Estudio VI).

Tomo X

FASCÍCULO X.1 – Lenguaje de especificación y descripción funcionales (LED). Criterios para la utilización de técnicas de descripción formal (TDF). Recomendación Z.100 y anexos A, B, C y E, Recomendación Z.110 (Comisión de Estudio X).

FASCÍCULO X.2 – Anexo D a la Recomendación Z.100: Directrices para el usuario del LED (Comisión de Estudio X).

FASCÍCULO X.3 – Anexo F.1 a la Recomendación Z.100: Definición formal del LED. Introducción (Comisión de Estudio X).

FASCÍCULO X.4 – Anexo F.2 a la Recomendación Z.100: Definición formal del LED. Semántica estática (Comisión de Estudio X).

FASCÍCULO X.5 – Anexo F.3 a la Recomendación Z.100: Definición formal del LED. Semántica dinámica (Comisión de Estudio X).

FASCÍCULO X.6 – Lenguaje de alto nivel del CCITT (CHILL). Recomendación Z.200 (Comisión de Estudio X).

FASCÍCULO X.7 – Lenguaje hombre-máquina (LHM). Recomendaciones Z.301 a Z.341 (Comisión de Estudio X).

ÍNDICE DEL FASCÍCULO II.3 DEL LIBRO AZUL

Parte I – Recomendaciones E.401 a E.428

Gestión de la red telefónica internacional y comprobación de la calidad de servicio

Rec. N.º		Página
SECCIÓN 1 –	*Estadísticas relativas al servicio internacional*	
E.401	Estadísticas del servicio telefónico internacional (número de circuitos en servicio y tráfico)	3
SECCIÓN 2 –	*Gestión de la red internacional*	
E.410	Gestión de la red internacional – Información general	5
E.411	Gestión de la red internacional – Directrices de explotación	8
E.412	Controles de gestión de la red	21
E.413	Gestión de la red internacional – Planificación	29
E.414	Gestión de la red internacional – Organización	34
SECCIÓN 3 –	*Comprobación de la calidad del servicio telefónico internacional*	
E.420	Comprobación de la calidad del servicio telefónico internacional – Consideraciones generales	37
E.421	Observaciones de la calidad de servicio mediante métodos estadísticos	43
E.422	Observaciones de la calidad del servicio telefónico internacional de salida	47
E.423	Observación del tráfico establecido por las operadoras	54
E.424	Llamadas de prueba	57
E.425	Observaciones automáticas internas	60
E.426	Directrices generales sobre el porcentaje de tentativas de llamada eficaces, que debe observarse en el caso de comunicaciones telefónicas internacionales	63
E.427	Recopilación y análisis estadístico de datos especiales destinados a observar la calidad del servicio telefónico para medir las dificultades que experimentan los usuarios en el servicio automático internacional	64
E.428	Retenibilidad de las conexiones	67

Parte II – Recomendaciones E.500 a E.600

Ingeniería de tráfico

SECCIÓN 1 –	*Medidas y registro del tráfico*	
E.500	Principios de medida de la intensidad de tráfico	71
E.501	Estimación del tráfico ofrecido en la red internacional	83

Rec. N.º | Página

E.502 Requisitos de las medidas de tráfico para las centrales de telecomunicación con control por programa almacenado (en especial las digitales) 90

E.503 Análisis de datos de las medidas de tráfico 105

E.504 Administración de las medidas de tráfico 108

SECCIÓN 2 – *Previsiones del tráfico internacional*

E.506 Previsiones del tráfico internacional 111

E.507 Modelos para la previsión del tráfico internacional 128

E.508 Previsiones para nuevos servicios internacionales 148

SECCIÓN 3 – *Determinación del número de circuitos necesarios en explotación manual*

E.510 Determinación del número de circuitos necesarios en explotación manual 157

SECCIÓN 4 – *Determinación del número de circuitos necesarios en explotación automática y semiautomática*

E.520 Determinación del número de circuitos necesarios en explotación automática y semiautomática (sin posibilidad de desbordamiento) 159

E.521 Cálculo del número de circuitos de un haz utilizado para cursar el tráfico de desbordamiento 161

E.522 Número de circuitos en un haz de gran utilización 171

E.523 Perfiles típicos de distribución de tráfico para corrientes de tráfico internacional 181

E.524 Aproximaciones del tráfico de desbordamiento para flujos de tráfico no aleatorios . . . 187

E.525 Métodos de protección del servicio 196

SECCIÓN 5 – *Grado de servicio*

E.540 Grado de servicio global de la parte internacional de una conexión internacional 201

E.541 Grado de servicio global en las conexiones internacionales (de abonado a abonado) . . 202

E.543 Grado de servicio en las centrales telefónicas internacionales digitales 205

E.550 Grado de servicio y nuevos criterios de calidad de funcionamiento de las centrales telefónicas internacionales en condiciones de fallo 208

SECCIÓN 6 – *Definiciones*

E.600 Términos y definiciones de ingeniería de tráfico 217

SECCIÓN 7 – *Ingeniería de tráfico RDSI*

E.700 Marco de las Recomendaciones de la serie E.700 229

E.701 Conexiones de referencia para ingeniería de tráfico 229

E.710 Descripción general de los requisitos de tráfico de la RDSI 231

E.711 Demanda de los usuarios 232

E.713 Modelos de tráfico del plano de control 244

E.720 Concepto de grado de servicio en la RDSI 251

E.721 Parámetros de grado de servicio de una red en la RDSI 253

Parte III – Recomendaciones E.800 a E.880

Calidad de servicio; conceptos, modelos, objetivos, planificación de la seguridad de funcionamiento

Rec. N.º		Página
SECCIÓN 1 –	*Términos y definiciones relativos a la calidad de los servicios de telecomunicación*	
E.800	Vocabulario de calidad de servicio y seguridad de funcionamiento	257
SECCIÓN 2 –	*Modelos para servicios de telecomunicación*	
E.810	Modelo de servibilidad para una comunicación básica por la red telefónica	269
E.830	Modelos para la atribución de la retenibilidad, accesibilidad e integridad de una conexión telefónica internacional	272
SECCIÓN 3 –	*Objetivos para la calidad de servicio y conceptos conexos de servicio de telecomunicación*	
E.845	Objetivo de accesibilidad de una conexión para el servicio telefónico internacional	275
E.850	Objetivo de retenibilidad de una conexión para el servicio telefónico internacional	281
E.855	Objetivo de integridad de la conexión en el servicio telefónico internacional	286
SECCIÓN 4 –	*Utilización de los objetivos de calidad de servicio para la planificación de redes de telecomunicación*	
E.862	Planificación de la seguridad de funcionamiento de las redes de telecomunicación	291
SECCIÓN 5 –	*Recopilación, análisis y evaluación de datos reales sobre la calidad de funcionamiento de equipos, redes y servicios*	
E.880	Recopilación y evaluación de datos reales sobre la calidad de funcionamiento de equipos, redes y servicios	303

Parte IV – Suplementos a las Recomendaciones de la serie E relativos a la gestión de la red telefónica y a la ingeniería del tráfico telefónico

Suplemento N.º 1	Cuadro de la fórmula de erlang	313
Suplemento N.º 2	Curvas que muestran la relación entre el tráfico ofrecido y el número de circuitos necesarios	314
Suplemento N.º 3	Información sobre el encaminamiento del tráfico por la red internacional	315
Suplemento N.º 4	Utilización de computadores para la planificación de las redes y el dimensionado de los medios para cursar el tráfico	316
Suplemento N.º 5	Repercusiones en la conmutación y en los procedimientos de explotación internacionales resultantes de las perturbaciones al tráfico debidas al fallo de un medio de transmisión	316
Suplemento N.º 6	Términos y definiciones para los estudios sobre calidad de servicio, calidad de funcionamiento de la red, seguridad de funcionamiento y aptitud para cursar tráfico	317
Suplemento N.º 7	Guía para evaluar y realizar redes de encaminamiento alternativo	366

REESTRUCTURACIÓN DE LAS RECOMENDACIONES DE LA SERIE E

1 *Fascículo II.2*

1.1 Las Recomendaciones y el suplemento que se enumeran a continuación no figuraban en el fascículo II.2 del *Libro Rojo*; son nuevos y se desarrollaron durante el periodo de estudios 1985-1988:

Recomendaciones

E.118	E.184
E.133	E.214
E.152	E.215
E.165	E.216
E.166	E.301
E.167	E.330
E.170[1]	Suplemento N.° 7
E.172	

1.2 Las Recomendaciones que se enumeran a continuación que figuraban en el fascículo II.2 del *Libro Rojo*, se han revisado, en muchos casos extensamente, durante el periodo de estudios 1985-1988:

Recomendaciones

E.100	E.160
E.110	E.161
E.112	E.163
E.115	E.164
E.116	E.171
E.121	E.180
E.123	E.182
E.141	

1.3 El texto de la Recomendación y del suplemento que figuran a continuación se ha suprimido en el *Libro Azul*; no obstante, en la presente edición se hace referencia al texto íntegro que aparecía en el fascículo II.2 del *Libro Rojo*:

E.125	Suplemento N.° 5

2 *Fascículo II.3*

2.1 Las Recomendaciones y el suplemento que se enumeran a continuación no figuraban en el fascículo II.3 del *Libro Rojo*; son nuevos y se desarrollaron durante el periodo de estudios 1985-1988:

Recomendaciones

E.412	E.710
E.428	E.711
E.503	E.713
E.504	E.720
E.507	E.721
E.508	E.855
E.524	E.862
E.525	E.880
E.700	Suplemento N.° 6
E.701	

[1] Esta Recomendación ha sido completamente modificada con respecto a la que figuraba con el mismo número en el *Libro Rojo*.

2.2 Las Recomendaciones que se enumeran a continuación, que figuraban en el fascículo II.3 del *Libro Rojo*, se han revisado, en muchos casos extensamente, durante el periodo de estudios 1985-1988:

Recomendaciones

E.410

E.411

E.413 (anteriormente Rec. E.412)

E.414 (anteriormente Rec. E.413)

E.420

E.424

E.500

E.501

E.502

E.506

E.550

E.600

E.800 (anteriormente Rec. G.106)

E.810 (anteriormente Rec. G.107)

E.830 (anteriormente Rec. G.108)

E.845 (anteriormente Rec. G.180)

E.850 (anteriormente Rec. G.181)

2.3 Los suplementos que se enumeran a continuación, que figuraban en el fascículo II.3 del *Libro Rojo*, se han suprimido en el *Libro Azul*:

Suplementos

N.º 6[2)]

N.º 8 (puesto al día y convertido en Rec. E.301, que figura en el fascículo II.2)

NOTAS

1 Las Cuestiones asignadas a cada Comisión de Estudio para el periodo de estudios 1989-1992 figuran en la contribución N.º 1 de dicha Comisión.

2 En este fascículo, la expresión «Administración» se utiliza para designar, en forma abreviada, tanto una Administración de telecomunicaciones como una empresa privada de explotación de telecomunicaciones reconocida.

---

2) Este suplemento ha sido reemplazado por la información contenida en las Recomendaciones E.411 y Q.297.

PARTE I

Recomendaciones E.401 a E.428

GESTIÓN DE LA RED TELEFÓNICA INTERNACIONAL Y COMPROBACIÓN DE LA CALIDAD DE SERVICIO

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECCIÓN 1

ESTADÍSTICAS RELATIVAS AL SERVICIO INTERNACIONAL

Recomendación E.401

ESTADÍSTICAS DEL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL (NÚMERO DE CIRCUITOS EN SERVICIO Y TRÁFICO)

(Estadísticas intercambiadas entre Administraciones)

Las Administraciones intercambiarán anualmente *en febrero* estadísticas relativas al número de circuitos utilizados y al tráfico registrado el año anterior, así como estimaciones sobre los circuitos que se consideran necesarios en los tres y en los cinco años siguientes. Estas estadísticas se establecerán de acuerdo con el modelo que figura a continuación.

Se enviará copia de tales estadísticas a la Secretaría del CCITT, para su información.

ANEXO A

(a la Recomendación E.401)

Explicaciones para rellenar el cuadro de la estadística del tráfico telefónico internacional

Columna 1	Designación del enlace indicando, en primer término, el nombre de la central de salida y, después, el de la central de llegada. Los enlaces con explotación bidireccional se indicarán en orden alfabético.
Columnas 2 y 3	Número de circuitos en servicio el *31 de diciembre* del año a que se refiere la estadística. Este número se indicará en la columna 2 si se trata de circuitos de salida, y en la columna 3 si se trata de circuitos bidireccionales.
Columnas 4 y 5	Número de circuitos que hubiesen sido necesarios durante el año a que se refiere la estadística.
Columna 6	Modo de explotación. Se emplearán las siguientes abreviaturas: A para automático. SA para semiautomático, M para manual, A + SA para automático y semiautomático.
Columna 7	Destino del tráfico. En esta columna se indicarán, utilizando cada vez un renglón distinto, las diferentes relaciones. En el ejemplo dado, el tráfico cursado por los circuitos Zürich-København está destinado a Dinamarca (terminal), Suecia, Noruega y Finlandia (tránsito). En este caso, para cada uno de los destinos del tráfico, se indicarán los datos en las columnas 8, 9, 10 y 11. Sin embargo, no se omitirá indicar el tráfico global. Estos datos se unirán con una llave. Si el enlace considerado sólo encamina tráfico destinado al país en el que se halle la central de destino, la columna 7 no contendrá más que la mención «terminal».

Columnas 8 y 9 Tráfico en la hora cargada, expresado en *erlangs* (véase la Recomendación E.600).

En la columna 9 se indicará el tráfico medido durante el mes más cargado del año de la estadística. Para los haces de circuitos bidireccionales, se indicará el tráfico total de salida y de llegada. En la columna 8 se indicará, en números romanos (I a XII), el mes del año durante el que se haya medido el tráfico.

Columna 10 Hora cargada (UTC).

Se trata de la hora cargada definida en la Recomendación E.600.

Columna 11 Porcentaje de aumento anual del tráfico. Cada Administración indicará en esta columna el procentaje de aumento anual del tráfico, con relación al año precedente.

Columnas 12 y 13 En las columnas 12 y 13 se indicará el número de circuitos probablemente necesarios para cursar el tráfico tres y cinco años más tarde, respectivamente. Si, por ejemplo, la estadística se refiere al año 1982 y se prepara en febrero de 1983, se indicará en la columna 12 el número de circuitos probablemente necesarios en 1986, y en la columna 13 los que se necesitarán en 1988.

Estadística del tráfico telefónico internacional

Año .....

Circuitos	Número de circuitos en servicio		Número de circuitos necesarios		Modo de explotación	Destino del tráfico	Tráfico en la hora cargada		Principio de la hora cargada (UTC)	Porcentaje de aumento anual del tráfico	Circuitos previsibles		Observaciones
	Salida	Bidireccionales	Salida	Bidireccionales			Mes	Erlangs			en tres años	en cinco años	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
(Ejemplo)													
Zürich-Kobenhavn	24	—	20	—	SA	Terminal	X	8	10.00	15 %			
						Suecia [a]	X	4	10.15	12 %			[a] Tráfico de desbordamiento del haz de circuitos Zürich-Stockholm
						Noruega	X	2	9.45	13 %			
						Finlandia	X	1	10.30	7 %			
						Total	X	15	10.00	14 %	28	32	
Zürich-Stockholm	12	—	11	—	SA	Terminal	IX	5,5	10.15	12 %	13	15	

SECCIÓN 2

GESTIÓN DE LA RED INTERNACIONAL

Recomendación E.410

GESTIÓN DE LA RED INTERNACIONAL – INFORMACIÓN GENERAL

1 Introducción

La demanda de servicios telefónicos internacionales continúa su importante crecimiento. Esta demanda ha podido satisfacerse merced a los progresos de la tecnología y de las técnicas de explotación. El crecimiento del tráfico ha hecho también necesario desarrollar sistemas de transmisión y centros de conmutación para proporcionar la capacidad y satisfacer el grado de servicio requerido. Con el continuo crecimiento del servicio automático internacional, se ha reducido la supervisión y el control directos del tráfico, pues las operadoras ya no intervienen en el establecimiento de la mayor parte de las comunicaciones.

Además, la introducción de sistemas de transmisión y comunicación de mayor capacidad, así como de la señalización por canal común, ha dado por resultado una red telefónica internacional sumamente interconectada e interactiva, y que cada vez es más sensible a la sobrecarga y la congestión, las cuales pueden producirse sin previo aviso, o casi sin previo aviso.

Existe una serie de situaciones que pueden producir un efecto perjudicial en el servicio telefónico internacional. Figuran entre estas situaciones las siguientes:

- fallos de sistemas de transmisión internacionales o nacionales;
- fallos de centrales internacionales o nacionales;
- interrupciones previstas en sistemas de transmisión y centrales;
- crecimientos anormales de la demanda de tráfico. Los hechos que originan esta demanda de tráfico pueden ser previstos (por ejemplo, festividades nacionales o religiosas, acontecimientos deportivos internacionales) o imprevistos (por ejemplo, catástrofes naturales, crisis políticas);
- sobrecargas localizadas, y en particular (llamadas en masa);
- dificultades para atender las necesidades del tráfico internacional motivadas, por ejemplo, por retrasos en la implantación de circuitos o equipos adicionales;
- congestión en redes conectadas.

Estas situaciones pueden provocar una congestión que, de no controlarse, puede generalizarse y, por consiguiente, degradar el servicio en otras partes de la red internacional. Puede ser conveniente para el conjunto de la red internacional la adopción de medidas rápidas para controlar el efecto que sobre el servicio tienen dichas situaciones.

Por otra parte, puesto que la red telefónica evoluciona hacia la red digital de servicios integrados (RDSI), se desarrollará un interfuncionamiento con otras redes. En caso de interfuncionamiento, el fallo o la congestión en una red, o en un interfaz entre redes, puede afectar adversamente al funcionamiento de la red o las redes conectadas.

Estas consideraciones han conducido al concepto de «gestión de la red internacional», que engloba todas las actividades destinadas a reducir los efectos sobre el servicio de cualesquiera situaciones que afecten a la red telefónica internacional, y en el futuro a la RDSI.

Nota – Debe señalarse que gran parte de las orientaciones sobre la gestión de la red internacional son aplicables a las redes nacionales.

2 Definición de la gestión de la red internacional

Se entiende por **gestión de la red internacional** la función de supervisar la red internacional y adoptar las medidas necesarias para controlar el flujo de tráfico.

La gestión de la red requiere comprobaciones y medidas en tiempo real del estado y del funcionamiento de la red, así como la posibilidad de ejecutar acciones rápidamente para controlar el flujo de tráfico.

3 Objetivos de la gestión de la red

La gestión de la red tiene por finalidad completar el mayor número posible de llamadas. Este objetivo puede alcanzarse utilizando al máximo todos los equipos y facilidades disponibles en todas las situaciones que pueden presentarse, mediante la aplicación de los principios siguientes.

4 Principios de gestión de la red internacional

4.1 *Utilizar todos los circuitos disponibles*

Hay periodos en los cuales, debido a cambios en la distribución del tráfico, la demanda de servicio no puede ser satisfecha por los circuitos disponibles con el encaminamiento normal. Al mismo tiempo, muchos circuitos hacia otros destinos pueden estar libres debido a diferencias en las distribuciones de llamadas, como consecuencia de las diferencias horarias entre zonas, hábitos locales de llamada, o variaciones estacionales. Mediante negociación y acuerdo entre las Administraciones interesadas, parte del tráfico excepcionalmente intenso puede reencaminarse hacia dicha capacidad disponible para compleción de las llamadas.

4.2 *Mantener todos los circuitos internacionales disponibles ocupados con tráfico con una gran probabilidad de convertirse en llamadas eficaces*

Generalmente, la red telefónica tiene un número limitado de circuitos; por tanto, el número de llamadas eficaces simultáneas depende mucho del número de circuitos disponibles. Sin embargo, las llamadas ineficaces ocupan una capacidad de circuitos que de otro modo estaría disponible para llamadas eficaces. Por tanto, el hecho de identificar las llamadas con probabilidad de ser ineficaces debido a una situación de la red (por ejemplo una avería) y reducir su número lo más cerca posible de su origen en la red, dejará una parte de la capacidad de circuitos disponible para llamadas con una gran probabilidad de ser eficaces.

4.3 *Cuando se utilicen todos los circuitos internacionales disponibles, debe darse prioridad a las llamadas que requieren un mínimo número de circuitos internacionales para formar una conexión*

Cuando las redes telefónicas están diseñadas para utilizar encaminamiento alternativo automático de las llamadas, se obtiene una operación eficaz cuando la carga de tráfico es igual o inferior a los valores previstos. Sin embargo, a medida que aumenta la carga de tráfico por encima del valor previsto, disminuye la capacidad de la red de cursar llamadas eficaces, ya que aumenta el número de llamadas que requieren dos o más circuitos para formar una conexión. Tales llamadas aumentan la probabilidad de que una llamada multienlace bloquee a varias llamadas potenciales.

Así pues, el encaminamiento alternativo automático debe limitarse a dar preferencia al tráfico encaminado durante periodos de demanda excepcionalmente elevada.

4.4 *Limitar la congestión de los sistemas de conmutación e impedir su propagación*

Un gran aumento de las tentativas de conmutación puede producir una congestión del sistema de conmutación cuando se rebasa la capacidad de conmutación de una central. La congestión de conmutación, si no se controla, puede propagarse a las centrales o redes conectadas y causar una mayor degradación del funcionamiento de la red. Deben aplicarse medios de control de la red que impidan la congestión de conmutación, retirando de la central congestionada las tentativas de llamada que tengan pocas probabilidades de convertirse en llamadas eficaces.

Nota – La gestión de la red internacional presupone que esta red está adecuadamente dimensionada, de modo que responda a los niveles normales de tráfico, cuyos requisitos se describen en las Recomendaciones E.171, E.510, E.520, E.522, E.540 y E.541.

5 Ventajas obtenidas con la gestión de la red internacional

Entre las ventajas que pueden obtenerse con la gestión de la red internacional figuran las siguientes:

5.1 Mayores ingresos como consecuencia de un mayor número de llamadas eficaces.

5.2 Mejora del servicio a los clientes lo que a su vez conlleva:

- una mejora de las relaciones con los clientes;
- un aumento de la tasa de llamadas de los clientes;
- una mayor aceptación de los nuevos servicios por los clientes.

5.3 Utilización más eficaz de la red. Esto puede traducirse en:

- una mayor rentabilidad del capital invertido en la red;
- una mejora de la relación llamadas fructuosas/infructuosas.

5.4 Conocimiento más preciso del estado y de la calidad de funcionamiento reales de la red. Este conocimiento puede llevar a:

- una base que permita establecer las prioridades de gestión y mantenimiento de la red;
- mejor información para la planificación de la red;
- mejor información sobre la cual decidir las futuras inversiones de capital en la red;
- mejores relaciones con el público.

5.5 Protección de los ingresos y de los servicios esenciales en todo momento y, en particular, durante situaciones graves en la red.

6 Funciones de la gestión de la red

La gestión de la red engloba todas las actividades necesarias para identificar condiciones que pueden afectar el comportamiento de la red y al servicio ofrecido al cliente, y a la aplicación de medios de control de la red minimizando su efecto. Existen las siguientes funciones de gestión de la red:

a) comprobación del estado y del comportamiento de la red en tiempo real, lo que incluye la recopilación y el análisis de los datos apropiados;

b) detección de condiciones anormales en la red;

c) estudio e identificación de los motivos de las condiciones anormales en la red;

d) inicio de acciones correctivas y/o de control;

e) acciones de cooperación y coordinación con otros centros de gestión de la red, tanto a nivel nacional como internacional, en asuntos que interesen a la gestión de la red internacional y al restablecimiento del servicio;

f) cooperación y coordinación con otras áreas de trabajo (por ejemplo, mantenimiento, servicios de operadora o planificación) en asuntos que afectan al servicio;

g) elaboración de informes sobre situaciones anormales, acciones ejecutadas y resultados obtenidos, destinados a autoridades superiores y otros departamentos y Administraciones interesadas, según sea necesario;

h) realización de una planificación anticipada relativa a situaciones de la red conocidas o previsibles.

7 Cooperación y coordinación

Una gestión eficaz de la red depende de la rápida disponibilidad de información que indique cuándo y dónde se presenta un problema, así como de un grupo de personas capacitadas que trabajen en cooperación con todas las partes de la organización de telecomunicaciones. De la misma manera que existe la necesidad de coordinar y planificar la construcción de la red, existe también la necesidad de coordinar su gestión. La naturaleza de la red es tal que los defectos de funcionamiento del equipo, o las sobrecargas, producen un funcionamiento inaceptable en un lugar distante del punto físico en que se presentó el problema. En consecuencia, los encargados de la supervisión en la gestión de la red, tanto en el plano nacional como en el internacional, tienen que cooperar para asegurar un servicio satisfactorio.

La gestión de la red es de naturaleza sumamente técnica y depende de la formación y la creatividad de las personas que participan en la comprensión de la filosofía de la gestión de la red, sus objetivos, terminología, instrumentos y técnicas. Estos elementos se especifican en las Recomendaciones E.410 a E.414, y proporcionan una base para la cooperación y coordinación, factores esenciales de la gestión de la red.

8 Otras Recomendaciones sobre la gestión de la red

8.1 La Recomendación E.411 proporciona directrices operacionales para la gestión de la red, que incluyen:

- parámetros de estado y de calidad de funcionamiento;
- medios de control para la expansión y la protección del tráfico;
- criterios para la aplicación de los medios de control.

8.2 La Recomendación E.412 contienen información sobre los controles de gestión de la red:

- tráfico que se ha de controlar;
- controles de central;
- controles automáticos;
- estado de los controles;
- controles de operadora.

8.3 La Recomendación E.413 proporciona directrices de planificación para tener en cuenta sucesos tales como:

- días punta de tráfico;
- fallos de sistemas de transmisión;
- fallos de centrales;
- fallos de sistemas de señalización por canal común;
- situaciones de llamadas en masa;
- catástrofes;
- introducción de nuevos servicios.

8.4 La Recomendación E.414 proporciona directrices sobre los elementos funcionales de una organización de gestión de red que han de identificarse como puntos de contacto a nivel internacional; incluyen los siguientes:

- planificación y coordinación;
- implantación y control;
- desarrollo.

8.5 Se ha señalado que para conseguir algunas ventajas de la aplicación de las técnicas de gestión de la red no es necesario responder a todo el vasto campo de aplicación de estas Recomendaciones, sobre todo al comenzar. Sin embargo, las Recomendaciones proporcionan, en efecto, información detallada sobre una amplia gama de técnicas de las cuales algunas pueden realizarse fácilmente, en tanto que otras pueden requerir trabajos considerables de planificación y de diseño. Puede encontrarse información adicional en el manual «Calidad de servicio, mantenimiento y gestión de la red» [1].

Referencias

[1] Manual del CCITT *Calidad de servicio, mantenimiento y gestión de la red*, UIT, Ginebra, 1984.

Recomendación E.411

GESTIÓN DE LA RED INTERNACIONAL – DIRECTRICES DE EXPLOTACIÓN

1 Introducción

La gestión de la red requiere la supervisión en tiempo real del estado y de la calidad de funcionamiento de la red, así como la posibilidad de ejecutar rápidamente acciones para controlar el curso del tráfico cuando sea necesario (véase la Recomendación E.410). En esta Recomendación se ofrecen directrices de explotación para el cumplimiento de estas exigencias; incluyen una descripción de los parámetros de estado y de funcionamiento, así como controles de tráfico y criterios para su aplicación. Debe señalarse que para la introducción de una capacidad limitada de gestión de la red no es necesario contar con la gama completa de parámetros y controles de tráfico; sin embargo, con un amplio conjunto seleccionado de estos parámetros y controles, podrán obtenerse ventajas considerables (véase el § 5 de la Recomendación E.410). Además, se proporcionan algunas directrices sobre el comienzo de la gestión de la red, como información sobre el desarrollo de un centro de gestión de la red y la utilización de la señalización por canal común para la gestión de la red.

2 Información necesaria

2.1 Para la gestión de la red se tiene que disponer de información sobre el lugar en que aparecen o pueden aparecer dificultades en la red y las razones por las cuales se producen. Esta información es esencial para identificar el origen y los efectos de una dificultad con la mayor rapidez posible, y servirá de base para toda acción de gestión de la red que se efectúe.

2.2 La información relativa a las dificultades que se presentan puede obtenerse de:

a) la supervisión en tiempo real del estado y de la calidad de funcionamiento de la red;

b) la información de las operadoras telefónicas sobre los lugares en donde se experimentan dificultades, tanto por las operadoras mismas, como por abonados que comunican a éstas sus quejas;

c) los informes relativos a fallos y a interrupciones previstas del sistema de transmisión (no es preciso que esos informes traten sólo de la red local de una Administración sino que deben referirse al conjunto de la red internacional);

d) informes de fallos e interrupciones previstas de las centrales internacionales o nacionales;

e) informes de los medios de información en los que se detallan acontecimientos imprevistos que hacen aumentar el tráfico (por ejemplo, catástrofes naturales).

2.3 La información referente a dificultades que probablemente surgirán en el futuro procederá de:

a) informes de futuras interrupciones previstas en los sistemas de transmisión;

b) informes de futuras interrupciones previstas en las centrales internacionales o nacionales;

c) conocimiento de acontecimientos especiales (por ejemplo, acontecimientos deportivos internacionales, elecciones políticas);

d) conocimiento de las festividades nacionales (por ejemplo, Navidad, Año Nuevo) y festivales;

e) un análisis del comportamiento pasado de la red.

2.4 El punto de información sobre disponibilidad del sistema, definido en la Recomendación M.721, podrá dar gran parte de la información indicada.

3 Datos sobre el estado y la calidad de funcionamiento de la red

3.1 Para identificar el lugar y el momento en que se producen dificultades en la red, o en que probablemente surgirán, se necesitan datos que indiquen el estado y midan la calidad de funcionamiento de la red. Esos datos exigirán la recopilación y el tratamiento en tiempo real, y pudieran requerir el uso de umbrales (véase el § 5.1).

3.2 Los datos pueden recopilarse utilizando distintos dispositivos que incluyen contadores en centrales electromecánicas, que pueden leerse manualmente cuando sea necesario (por ejemplo, en periodos de tráfico intenso o acontecimientos especiales), informes de datos producidos por las centrales con control por programa almacenado (CPA), o sistemas de operaciones de gestión de la red basados en computador que pueden recopilar y procesar datos de un gran número de centrales.

3.3 La información sobre el estado de la red incluye información sobre el estado de las centrales, haces de circuitos y sistemas de señalización por canal común. Esta información sobre el estado de los distintos dispositivos puede ser objeto de uno o más tipos de presentación. Entre los medios de presentación cabe citar las impresoras, las pantallas video, y/o indicadores en un tablero de visualización o consola de gestión de la red. Para que sean útiles, se ha de disponer de los indicadores del estado de la red lo antes posible.

3.3.1 La información sobre el estado de una central incluye lo siguiente:

Medidas de la carga – Son proporcionadas por los contadores de tentativas, los datos de uso u ocupación, los datos sobre el porcentaje de capacidad disponible (o en uso) en tiempo real, las tasas de bloqueo, el porcentaje de equipo utilizado, el número de segundas tentativas, etc.

Medidas de la congestión – Abarcan las medidas del retardo en el servicio de las llamadas entrantes, los tiempos de ocupación del equipo, el tiempo medio de tratamiento de la llamada y establecimiento de la conmutación, las longitudes de las colas en el equipo de control común (o las colas en los soportes lógicos) y el número de veces que se producen temporizaciones en el equipo, etc.

Disponibilidad para el servicio del equipo de la central – Esta información mostrará cuándo están ocupados para el tráfico los principales elementos del equipo; puede destacar una causa de dificultad o hacer las veces de una advertencia de que pueden surgir dificultades si aumenta la demanda.

Indicadores de congestión – Además de los citados, las centrales CPA pueden proporcionar indicadores que muestren el grado de congestión, del siguiente modo:

- congestión moderada nivel 1;
- congestión seria nivel 2;
- incapacidad para tratar las llamadas nivel 3.

Nota – Aunque deseable, es posible que las centrales CPA no puedan proporcionar un indicador de nivel 3 en condiciones de fallos catastróficos.

La disponibilidad de información específica sobre el estado de la central, dependerá de la tecnología de conmutación empleada por cada Administración. En las Recomendaciones E.502 y Q.544 se dan detalles de las medidas en las centrales.

3.3.2 La información sobre el estado de los haces de circuitos se refiere a lo siguiente:

- estado de todos los haces de circuitos disponibles hacia un destino;
- estado de los subhaces individuales de un haz de circuitos;
- estado de los circuitos de cada haz.

Pueden proporcionarse indicadores de estado que muestren que la red disponible está utilizada al máximo, indicando:

- cuándo están ocupados todos los circuitos de una haz;
- cuándo están ocupados todos los circuitos de un subhaz;
- cuándo están ocupados todos los haces de circuitos disponibles hacia un destino.

Esto indicaría la presencia o la inminencia de la congestión. Puede proporcionarse información sobre el estado para indicar la disponibilidad de la red para la prestación del servicio, indicando el número o el porcentaje de circuitos de cada haz que están ocupados o disponibles para el tráfico.

Esa información identificaría la causa de la dificultad o constituiría una advertencia de que pudieran surgir dificultades si la demanda aumenta.

3.3.3 El estado del sistema de señalización por canal común proporciona información que revelará la existencia de fallos o de congestión de la señalización dentro del sistema. Comprende elementos tales como los siguientes:

- recepción de una señal de prohibición de transferencia (sistemas de señalización N.ºs 6 y 7);
- iniciación de un procedimiento de rearranque de emergencia (sistema de señalización N.° 6);
- presencia de una condición de desbordamiento de la memoria tampón del terminal de señalización (sistema de señalización N.° 6);
- indisponibilidad del enlace de señalización (sistema de señalización N.° 7);
- indisponibilidad de la ruta de señalización (sistema de señalización N.° 7);
- destino inaccesible (sistema de señalización N.° 7).

Esa información puede determinar la causa de la dificultad que surja o pueda surgir en la red cuando aumente la demanda.

3.3.3.1 Acciones de gestión de la red pueden ayudar a reducir la congestión en los sistemas de señalización por canal común reduciendo el tráfico que se ofrece a los haces de circuitos con señalización por canal común o desviando el tráfico hacia haces de circuitos con señalización convencional.

3.4 Los datos sobre la calidad de funcionamiento de la red guardan relación con los siguientes elementos:

- funcionamiento con el tráfico de cada haz de circuitos,
- funcionamiento con el tráfico hacia cada destino,
- eficacia de las acciones de gestión de la red.

También será conveniente reunir datos de funcionamiento en términos, haces de circuitos, combinaciones de destinos y/o clases de tráfico (por ejemplo, llamadas marcadas por operadora, llamadas marcadas por abonado, llamadas de tránsito). (Véase el § 2.1 de la Recomendación E.412.)

3.5 La recopilación de datos se basará en un sistema de medida que sea continuo o que tenga una frecuencia de muestreo suficientemente elevada para dar la información requerida. Por ejemplo, en el equipo de conmutación de control común, puede necesitarse que la frecuencia de muestreo sea de una muestra por segundo.

Los informes sobre el estado y el funcionamiento de la red deben proporcionarse periódicamente, por ejemplo, cada 3 minutos, 5 minutos, 15 minutos, 30 minutos o una hora, siendo los informes tanto más útiles cuanto más frecuentes. Sin embargo, los informes más frecuentes pueden producir datos erróneos debido al grado de curtosis de la curva del tráfico, especialmente en los pequeños haces de circuitos. Los informes de datos compilados por un sistema de operaciones de gestión de la red proporcionan un valor tanto mayor, pues dan una visión más global del funcionamiento de la red.

3.6 Los datos sobre el funcionamiento de la red se expresan en general por parámetros que facilitan la identificación de las dificultades que surgen en ella. Entre esos parámetros figuran los siguientes:

3.6.1 porcentaje de desbordamiento (% DBM)

Parámetro que indica, para un periodo de tiempo determinado, la relación entre el número total de tentativas de toma ofrecido a un haz de circuitos o un destino y el número de tentativas de toma que no encuentran un circuito libre. Indicará, por consiguiente, el desbordamiento de un haz de circuitos a otro, o las tentativas de toma que fracasarán por estar ocupados todos los haces de circuitos dirigidos a un destino dado.

$$\% \text{ DBM} = \frac{\text{Número de tentativas de toma con desbordamiento (hacia otro haz de circuitos, o que encuentran la señal de circuito ocupado)}}{\text{Número total de tentativas de toma para el haz de circuitos (o para todos los haces de circuitos hacia un destino)}} \times 100$$

3.6.2 tentativas de toma por circuito y por hora (TTCH)[1)]

Parámetro que indica el promedio de tentativas de toma por circuito en un intervalo de tiempo determinado. Sirve, por consiguiente, para determinar la demanda y, si se mide en cada extremo de una ruta de explotación bidireccional, para indicar el sentido de transmisión en el que la demanda es mayor.

$$\text{TTCH} = \frac{\text{Número de tentativas de toma por hora}}{\text{Número de circuitos disponibles para el servicio}}$$

Para el cálculo de TTCH no es necesario acumular los datos correspondientes a una hora. No obstante, cuando la recopilación de datos se hace con una periodicidad inferior a una hora, ha de ajustarse el valor de TTCH calculado. Por ejemplo, se multiplicará por dos el número de tentativas de toma si se utilizan datos correspondientes a media hora. El resultado será el valor de TTCH para el periodo de recopilación de datos.

3.6.3 tasa de tomas con respuesta (TTR)

Relación entre el número de tomas que dan como resultado una señal de respuesta y el número total de tomas. Constituye una medida directa de la eficacia del servicio ofrecido desde el punto de vista de la medida y se expresa generalmente en porcentaje, como sigue:

$$\text{TTR} = \frac{\text{Tomas que dan como resultado una señal de respuesta}}{\text{Número total de tomas}} \times 100$$

La medida de TTR puede efectuarse tomando como base un haz de circuitos o un destino.

---

1) Las redes internacionales contienen circuitos uni y bidireccionales, y sus características de curso del tráfico son intrínsecamente distintas. Esa diferencia ha de tomarse en consideración al calcular TTCH y TCH:
i) o bien multiplicando el número de circuitos unidireccionales por 2 para obtener el número equivalente de circuitos bidireccionales, o
ii) dividiendo el número de circuitos bidireccionales por 2 para obtener el número equivalente de circuitos unidireccionales.
Cuando se analizan los datos de TTCH y TCH, y cuando se intercambian estos datos entre las Administraciones, es esencial la comprensión del método utilizado a fin de evitar conclusiones erróneas.

3.6.4 tasa de tentativas de toma con respuesta (TTTR)

Relación entre el número de tentativas de toma que dan como resultado una señal de respuesta y el número total de tentativas de toma. Se mide en un haz de circuitos, destino por destino.

$$\text{TTTR} = \frac{\text{Tentativas de toma que dan como resultado una señal de respuesta}}{\text{Número total de tentativas de toma}} \times 100$$

La TTTR se expresa como un porcentaje y es una medida directa de la eficacia del tráfico desde el punto de vista de medida. Es análoga a la TTR de la que sólo se diferencia en que incluye las tentativas de toma que no culminan en una toma.

3.6.5 tomas por circuito y por hora (TCH)[2)]

Parámetro que da una indicación del promedio de veces, en un periodo de tiempo determinado, que se toma cada haz de circuitos. Esta información, cuando se relaciona con los valores esperados del tiempo medio de retención de las llamadas y la relación entre llamadas efectivas y tomas para el haz de circuitos, dará una indicación de la eficacia real del servicio ofrecido.

$$\text{TCH} = \frac{\text{Número de tomas por hora}}{\text{Número de circuitos disponibles para el servicio}}$$

Para el cálculo de TCH no es necesario recoger los datos correspondientes a una hora (véase el § 3.6.2, TTCH).

3.6.6 ocupación

La ocupación puede representarse mediante diversas unidades, por ejemplo, erlangs, cientos de segundos de llamada o como un porcentaje. Puede medirse como un total para un destino o para un haz de circuitos y como promedio por circuito de un haz de circuitos. Para los fines de gestión de la red, se emplea para indicar la utilización y para identificar niveles de tráfico no usuales.

3.6.7 tiempo medio de ocupación por toma

Es el tiempo total de ocupación dividido por el número total de tomas y puede calcularse para un haz de circuitos o para un equipo de conmutación.

3.6.8 relación de señales de ocupado a tomas (RSOT)

La RSOT de la relación entre el número de tomas como resultado de las cuales se obtiene una señal (eléctrica) de ocupado (o su equivalente) y el número total de tomas. La RSOT suele medirse en cada haz de circuitos.

$$\text{RSOT} = \frac{\text{Tomas en que se obtiene una «señal de ocupado»}}{\text{Número total de tomas}} \times 100$$

Nota – La fuente de las señales «eléctricas» de ocupado o su equivalente variará según el sistema de señalización utilizado. Por consiguiente, la RSOT calculada para diferentes haces de circuitos puede naturalmente ser diferente, por lo cual debe procederse con cautela cuando se compare la RSOT de unos haces con las de otros.

---

2) Las redes internacionales contienen circuitos uni y bidireccionales, y sus características de curso del tráfico son intrínsecamente distintas. Esa diferencia ha de tomarse en consideración al calcular TTCH y TCH:
i) o bien multiplicando el número de circuitos unidireccionales por 2 para obtener el número equivalente de circuitos bidireccionales, o
ii) dividiendo el número de circuitos bidireccionales por 2 para obtener el número equivalente de circuitos unidireccionales.
Cuando se analizan los datos de TTCH y TCH, y cuando se intercambian estos datos entre las Administraciones, es esencial la comprensión del método utilizado a fin de evitar conclusiones erróneas.

3.7 El número de parámetros posibles o necesarios para los fines de una determinada Administración dependerán de una diversidad de factores entre los cuales figuran los siguientes:

a) los datos disponibles en una central;

b) las disposiciones especiales de encaminamiento empleadas (por ejemplo, TCH y TTCH se refieren sólo al funcionamiento de un haz de circuitos; TTTR, TTR y % DBM pueden referirse al funcionamiento de de un haz de circuitos o de un destino;

c) las interrelaciones existentes entre los parámetros (por ejemplo, TCH puede dar indicaciones análogas a las de TTR: véase el § 3.6.5).

4 Interpretación de los parámetros

Para la interpretación de los parámetros en los que se basan las acciones de gestión de la red, lo más conveniente es considerar la central internacional de origen como punto de referencia (véase la figura 1/E.411).

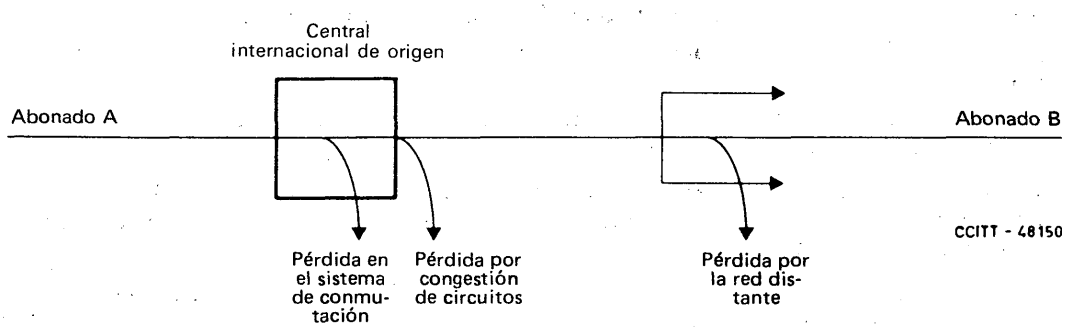


FIGURA 1/E.411

Con esta central como punto de referencia, puede considerarse que existen tres factores principales que, en general, influyen en el hecho de que una tentativa de llamada culmine en el establecimiento de una comunicación. Estos factores son:

a) pérdida en el sistema de conmutación (pérdida en el extremo próximo);

b) pérdida por congestión de circuitos (pérdida en el extremo próximo);

c) pérdida en la red distante (pérdida en el extremo distante).

4.1 *Pérdida en el sistema de conmutación*

Puede haber pérdida en el sistema de conmutación por varios motivos:

1) congestión de equipo centralizado o de bloque de conmutación, o desbordamiento de colas o sobrecargas del procesador;

2) fallos en la señalización entrante;

3) errores del abonado o de la operadora, tales como marcación de cifras insuficientes o erróneas, abandono prematuro de la llamada, etc.;

4) errores de encaminamiento (prohibición de acceso en tránsito);

5) otras averías de naturaleza técnica.

En el § 3.3 se da orientación sobre la identificación de la pérdida en el sistema de conmutación.

4.2 *Pérdida por congestión de circuitos*

Esta pérdida dependerá:

1) del número de circuitos disponibles para un destino,

2) del nivel de demanda para ese destino, y

3) del funcionamiento con el tráfico en el haz de circuitos hacia ese destino.

La indicación de que puede producirse pérdida por congestión de circuitos puede obtenerse por la información sobre el estado de la red estipulada en el § 3.3.2.

La pérdida por congestión de circuitos puede identificarse por uno de los medios siguientes:

- porcentaje de desbordamiento (véase el § 3.6.1).
- la diferencia entre los resultados de las medidas de «tentativas de toma por circuito y por hora» y «tomas por circuito y por hora» en en el haz de circuitos final (véanse los § 3.6.2 y 3.6.5).
- una diferencia entre la tasa de tentativas de toma con respuesta y la tasa de tomas con respuesta (véanse los § 3.6.3 y 3.6.4).

Debe observarse que, en los haces de circuitos explotados bidireccionalmente, una demanda excesiva en el sentido de llegada puede también causar pérdida por congestión de circuitos. Esto puede identificarse midiendo las «tentativas de toma por circuito y por hora» o la ocupación.

4.3 *Pérdida en la red distante*

La pérdida en la red distante puede dividirse en:

1) *pérdida técnica:* debida a fallos de la central distante y del circuito nacional;
2) *pérdida debida al abonado:* abonado B ocupado, no contesta, número distante no válido, número inaccesible, etc.;
3) *pérdida debida al volumen de tráfico:* estas pérdidas se deben a insuficiencia de capacidad de la red distante para satisfacer la demanda de tráfico.

En condiciones normales, para una muestra grande y medida en un largo periodo, puede decirse que la pérdida en la red distante puede ser fija o variable (este valor depende del destino y presenta algunas variaciones a lo largo del día y de un día a otro).

En condiciones anormales (gran demanda, averías, etc.) puede haber una gran influencia en las pérdidas en la red distante. Las variaciones de las pérdidas en la red distante pueden identificarse por uno de los medios siguientes:

- tasa de tomas con respuesta (véase el § 3.6.3) (constituye una medida directa);
- tomas por circuito y por hora (véase el § 3.6.5) (constituye una medida indirecta);
- tiempo medio de ocupación por toma (véase el § 3.6.7) (constituye una medida indirecta);
- relación de señales de ocupado a tomas (véase el § 3.6.8) (constituye una medida directa).

5 Criterios de actuación

5.1 La base para tomar una decisión sobre la ejecución de cualquier acción de gestión de la red dependerá de la información en tiempo real sobre el estado y el funcionamiento de la red. Conviene que la aportación de esa información se limite inicialmente a lo que se requiere para identificar posibles dificultades en la red. Ello puede conseguirse estableciendo umbrales para los parámetros de funcionamiento y para el porcentaje de circuitos y de equipo de control común que están en servicio de tal manera que cuando se rebasan esos valores umbrales, puedan tomarse en consideración las acciones de gestión de la red. Esos valores umbrales representarán algunos criterios que permitirán tomar decisiones.

5.2 Las indicaciones de rebasamiento de los valores umbrales y de que «todos los circuitos de un haz están ocupados» y «todos los haces de circuitos hacia un destino están ocupados» pueden utilizarse para dirigir la atención hacia un sector determinado de la red, acerca del cual se necesitará información detallada sobre el funcionamiento.

5.3 La decisión de ejecutar o no acciones de gestión de la red y el tipo de acción que ha de ejecutarse dependen del personal de gestión de la red. Además de los criterios antes citados, esa decisión se basará en distintos factores, que pueden comprender los siguientes:

- el conocimiento del origen de la dificultad,
- la información detallada sobre el funcionamiento y el estado,
- los planes predeterminados existentes (véase la Recomendación E.413),
- los conocimientos teóricos y prácticos de la red,
- el plan de encaminamiento utilizado,
- los esquemas de tráfico local,
- la aptitud para controlar el curso del tráfico (véase la Recomendación E.412).

Este personal es responsable de asegurar que los medios convencionales de control para la gestión de la red, una vez activados, no queden sin supervisión.

6 Acciones de gestión de la red

6.1 *Consideraciones generales*

Las acciones de gestión de la red se clasifican en dos amplias categorías:

a) acciones «de expansión», destinadas a poner a la disposición del tráfico que encuentra congestión las partes de la red poco cargadas;

b) acciones «de protección», destinadas a eliminar de la red en situaciones de congestión el tráfico que tiene pocas probabilidades de convertirse en llamadas fructuosas.

Normalmente, la respuesta preferida a un problema de la red sería una acción de expansión. Las acciones de protección se utilizarían cuando no están disponibles o son ineficaces las acciones de expansión.

Las acciones de gestión de la red pueden ser adoptadas:

- conforme a planes adoptados de mutuo acuerdo entre Administraciones antes del evento en cuestión (véase la Recomendación E.413);
- conforme a disposiciones apropiadas acordadas cuando se produce un evento (véase la Recomendación E.413);
- por una sola Administración que debe reducir su tráfico que entra en la red internacional o para la protección de su propia red.

6.2 *Acciones de expansión*

Estas acciones comprenden el reencaminamiento del tráfico de los haces de circuitos que experimentan congestión hacia otras partes de la red que están poco cargadas, debido por ejemplo a diferencias en las horas cargadas.

Entre los ejemplos de acciones de expansión pueden citarse los siguientes:

a) establecimiento de encaminamientos alternativos temporales además de los normalmente disponibles;

b) en los países en donde existe más de una central de conmutación internacional, reorganización temporal de la distribución del tráfico internacional saliente (o entrante);

c) establecimiento de encaminamientos alternativos en la red nacional para el tráfico internacional entrante;

d) establecimiento de encaminamientos alternativos hacia una central internacional de la red nacional para el tráfico internacional de origen.

La acción de protección consistente en suprimir el funcionamiento en un sentido en los circuitos bidireccionales [véase el § 6.3 a)] puede tener un efecto de expansión en el otro sentido de funcionamiento.

6.3 *Acciones de protección*

Las acciones de protección implican la eliminación de la red del tráfico que tiene escasas probabilidades de convertirse en llamadas fructuosas. Ese tráfico debe eliminarse lo más cerca posible de su origen, aumentando así la parte de la red que está disponible para el tráfico que tiene mayores probabilidades de éxito.

Pueden citarse los siguientes ejemplos de acciones de protección:

a) Eliminación temporal de circuitos del servicio (ocupación de circuito). Esta acción puede adoptarse cuando una parte distante de la red experimenta una congestión seria.

   Nota – En el caso de circuitos bidireccionales, tal vez sea suficiente suprimir un solo sentido de transmisión. Esto se denomina direccionalización.

b) Instrucciones especiales para las operadoras. Por ejemplo, esas instrucciones pueden exigir que sólo un número limitado de tentativas (o ninguna) pueda transformarse en una llamada a través de un haz de circuitos o de una central congestionados, o hacia un destino que experimenta congestión.

c) Anuncios grabados especiales. Esos anuncios pueden enviarse desde una central internacional o nacional y cuando se produce una congestión seria en una parte de la red e indican a los abonados (y a las operadoras) que adopten las disposiciones convenientes.

d) Supresión del tráfico de desbordamiento. Esta acción impide que el tráfico desborde hacia haces de circuitos o en centrales de distantes que ya experimentan congestión.

e) Supresión de tráfico directo. Esta acción reduce el tráfico que accede a un haz de circuitos para reducir la carga en la red distante.

f) Supresión de tráfico hacia un destino dado (bloqueo de código o espaciamiento de llamadas). Esta acción puede ejecutarse cuando se sabe que una parte distante de la red experimenta congestión.

g) Reserva de circuitos. Esta acción reserva los últimos circuitos en reposo de un haz de circuitos para un tipo particular de tráfico.

6.4 En la Recomendación E.412 puede encontrarse información sobre los medios de control para la gestión de la red (y su método de activación) que pueden utilizarse en acciones de expansión y de protección.

6.5 *Acciones en caso de desastre*

6.5.1 Los desastres, tanto los debidos al ser humano como a las fuerzas naturales, pueden causar daños a la red telefónica y/o dar origen a un número extraordinariamente elevado de llamadas.

6.5.2 Para la información relativa a la red es necesario establecer un punto de contacto único para evitar confusiones y la duplicación de trabajos y asegurar un proceso ordenado de restablecimiento de las comunicaciones al estado normal. Se recomienda que el punto único de contacto sea el punto de implantación y control de la gestión de la red (vease la Recomendación E.414, § 4) dentro de la Administración afectada por el desastre.

6.5.3 La función del punto de implantación y control de la gestión de la red puede variar según las proporciones o el impacto del desastre. No obstante, pueden ser necesarias las siguientes funciones:

- determinar las consecuencias del desastre para la red (sistemas de transmisión, centrales, haces de circuitos, códigos de destino, destinos aislados);
- informar de la situación a los:
  - i) servicios de operadoras
  - ii) organismos de relaciones públicas y medios de comunicación
  - iii) organismos estatales
  - iv) otros puntos de implantación y control de la gestión de la red;
- elaborar y aplicar estrategias de control (acciones de expansión y de protección);
- asistir en la determinación de la necesidad y en la localización de equipo técnico para el restablecimiento de las comunicaciones.

7 Intercambio de información

7.1 La gestión eficaz de la red exige una buena comunicación y cooperación entre los distintos elementos de gestión de la red dentro de una Administración y entre elementos análogos de distintas Administraciones (véase la Recomendación E.414). Incluye el intercambio de información en tiempo real sobre el estado y el funcionamiento de los haces de circuitos, las centrales y el curso del tráfico en puntos distantes.

7.2 Esta información puede intercambiarse de diversas maneras, según las necesidades de las administraciones. Pueden establecerse comunicaciones vocales entre centros de gestión de la red utilizando circuitos de servicio especializados o la red telefónica pública. Ciertas señales operacionales, por ejemplo, indicadores de congestión en la conmutación, pueden transportarse directamente por el sistema de señalización por canal común (véase la Recomendación Q.297 para el sistema de señalización del N.° 6 y las Recomendacioesn Q.722. Q.723. Q.724, Q.762, Q.763 y Q.764 para el sistema de señalización N.° 7. Cuando existen necesidades más importantes de intercambio de datos, puede utilizarse la red de gestión de las telecomunicaciones (RGT) (véase la Recomendación M.30) o una capacidad de red con conmutación de paquetes. Cuando sólo se necesita transferir volúmenes relativamente pequeños de datos y las transmisiones son poco frecuentes, puede utilizarse el télex o medios similares, o el facsímil.

7.3 *Directrices sobre la utilización de la señalización por canal común para la gestión de la red*

7.3.1 Los sistemas de señalización por canal común proporcionan un medio rápido y fiable de transferencia de señales operacionales entre centrales para la gestión de la red. Un ejemplo lo constituye la transferencia de señales sobre el estado de congestión de las centrales en el marco del sistema de control automático de congestión (CAC) (véase la Recomendación E.412, § 3.1). Estas señales deben tener una elevada prioridad en el control de flujo de la señalización por canal común. Para una información detallada sobre la aplicación de las señales operacionales para la gestión de la red en el sistema de señalización N.° 6, véase la Recomendación Q.297. Cuando se trata del sistema de señalización N.° 7, los detalles relativos a la parte usuario de telefonía (PUT) figuran en las Recomendaciones Q.722, Q.723 y Q.724 y los de la parte usuario de RDSI (PUSI) en las Recomendaciones Q.762, Q.763 y Q.764.

7.3.2 El sistema de señalización N.º 7 puede utilizarse también para transferir datos de gestión de red e información sobre el estado de señalización entre una central y su sistema de operaciones de gestión de red, así como entre sistemas de operaciones de gestión de red. Debe señalarse que, en estas aplicaciones, el volumen de datos por transferir puede ser relativamente grande, y la frecuencia de transmisión puede ser de sólo tres minutos. Cuando estos datos se transfieren por enlaces de señalización que cursan también tráfico de señalización de usuario, deben adoptarse medidas de protección estrictas para minimizar el riesgo de sobrecargas del sistema de señalización durante los periodos cargados, cuando el tráfico de señalización de ambos usuarios y las transmisiones de datos para la gestión de la red se encuentran a sus niveles máximos. Estas medidas de protección son las siguientes:

- limitar la cantidad de información de gestión de red que debe transferirse por enlaces de señalización que también cursar mensajes de señalización de usuario;
- utilizar enlaces de señalización especializados para fines de gestión de la red;
- utilizar la red de gestión de las telecomunicaciones (RGT) o la parte aplicación de operaciones y mantenimiento (PAOM) del sistema de señalización N.º 7 (para ulterior estudio);
- establecer prioridades de control de flujo para la información de gestión de la red (para ulterior estudio);
- dotar al sistema de operaciones de gestión de red de medios que le permitan responder a los mensajes de control de flujo del sistema de señalización.

8 Comienzo de la gestión de la red

La introducción de la gestión de la red en una red existente debe contemplarse como un proyecto a largo plazo. Este largo periodo de tiempo se requiere para:

- adquirir el conocimiento y la experiencia necesarios para la gestión de la red;
- realizar estudios sobre los requisitos que debe satisfacer una determinada red;
- establecer las especificaciones a las que deberá responder la gestión de la red en las centrales telefónicas existentes y futuras y mantener discusiones con los fabricantes;
- supervisar la introducción de facilidades y organizar y capacitar al personal de gestión de la red adecuado;
- introducir facilidades limitadas en las centrales existentes de tecnología más antigua.

Una manera racional de proceder consistiría en utilizar primero las facilidades limitadas existentes para la gestión de la red, al mismo tiempo que se crean unos medios completos de gestión de la red mediante la introducción de modernas centrales con control por programa almacenado (CPA).

8.1 *Utilización de los recursos y capacidades existentes*

8.1.1 *Responsabilidad*

Como primer paso, es importante establecer la responsabilidad para la gestión de la red y atribuirla a una organización. Esta organización inicial podrá entonces ampliarse, según se necesite, de conformidad con la Recomendación E.414.

8.1.2 *Operadoras telefónicas*

Las operadoras suelen estar al corriente de los problemas que se producen en la red y su información puede determinar la necesidad de controlar el tráfico. Se pueden dar instrucciones a las operadoras para que modifiquen sus procedimientos a fin de reducir las tentativas de llamadas, o utilizar encaminamientos alternativos hacia un cierto destino. Las operadoras pueden impartir también instrucciones especiales a los usuarios y a los operadores distantes cuando se producen situaciones poco frecuentes.

8.1.3 *Capacidades de las centrales*

Las centrales pueden tener ciertas características que podrían adaptarse para la gestión de la red. Los datos disponibles para fines de mantenimiento o ingeniería de tráfico podrían utilizarse para la gestión de la red, directamente o mediante la adición de una unidad de interfaz. Además, las centrales electromecánicas pueden equiparse de conmutadores o llaves manuales que permitan bloquear ciertos códigos de destino o cambiar el encaminamiento alternativo. Pueden preverse separadamente para cada elemento del equipo de control común, lo que permitiría controlar de una manera flexible el tráfico hacia un determinado destino.

El campo de aplicación de la gestión de una red de telecomunicaciones puede depender de la tecnología de las centrales de esa red. Sin embargo, un estudio detenido de las especificaciones de los fabricantes de las centrales CPA puede revelar que podrían utilizarse ciertas funciones de gestión de la red, por ejemplo, a través de un terminal de mantenimiento.

8.1.4 *Circuitos*

Los circuitos bidireccionales pueden ocuparse en un solo sentido de operación para mejorar el tráfico en el otro sentido. Además, cuando es necesario pueden retirarse del servicio circuitos bidireccionales y unidireccionales. Estas dos acciones pueden realizarse mediante instrucciones verbales dadas a la organización responsable del mantenimiento.

8.2 *Mejora de las capacidades*

Aplicando la experiencia obtenida con la utilización de estos sencillos instrumentos es posible especificar facilidades de gestión de red más complejas. A fin de reducir los costes, este perfeccionamiento de la capacidad de gestión de la red se introducirá cuando se planifique una ampliación o modificación de una central, y se especificará al proceder a la instalación inicial de nuevos sistemas. Antes de adquirir una nueva central se debe tomar la precaución de cerciorarse de que este equipo satisface las exigencias de la gestión de red especificadas en las Recomendaciones Q.542 y 544.

En algunos casos, ciertas necesidades de almacenamiento y procesamiento de información de gestión de la red fuera de línea podrán satisfacerse mediante computadores personales.

9 Consideraciones sobre el desarrollo de la gestión de la red

9.1 La gestión de la red puede efectuarse de una manera distribuida, según la cual las funciones de gestión se proporcionan en la propia central, o de una manera centralizada, según la cual las funciones de gestión para un cierto número de centrales se proporcionan en un solo emplazamiento. Cada uno de estos métodos tiene sus propias ventajas, que deberán conocerse a la hora de decidir el que conviene aplicar a una determinada situación de la Administración. En general, el método distribuido puede ser más apropiado cuando los niveles de actividad son relativamente bajos. Este método puede constituir también una manera adecuada de comenzar la gestión de la red. El método centralizado puede ser más apropiado en redes con elevados niveles de actividad. En algunas redes, lo más conveniente puede ser una combinación de ambos procedimientos.

9.2 *Ventajes del método descentralizado (distribuido)*

El método descentralizado (distribuido) ofrece ciertas ventajas, entre las cuales cabe citar:

- la posibilidad de crear y aplicar características y capacidades a nivel local (véase el § 8.1.3);
- son posibles un análisis y una evaluación más detallados de problemas localizados;
- se mejora la durabilidad de las funciones de gestión de la red, pues un problema o una interrupción en un emplazamiento no provocará, generalmente, la pérdida de todas las capacidades de gestión de la red;
- las funciones de gestión de la red pueden confiarse al personal existente, sin que sea necesario el formar un personal especializado;
- es posible disponer de una capacidad provisional mientras se elabora y lleva a afecto un plan a largo plazo.

9.3 *Ventajas del método centralizado*

El método centralizado, por ejemplo, mediante un centro de gestión de red, presenta ciertas ventajas operacionales en comparación con el método distribuido, en el que las funciones se proporcionan en la propia central. Estas ventajas son:

- operaciones más eficaces de gestión de la red. Un método centralizado es, por naturaleza, más eficaz para el tratamiento de los problemas que suelen presentarse en el contexto de la señalización por canal común y las centrales CPA, problemas que son complejos y suelen estar relacionados entre sí. En muchos casos, la reacción más eficaz a un problema de la red internacional puede ser la adopción de medidas en la red nacional, y viceversa. Un método centralizado simplifica el problema de la coordinación de las actividades en estos casos;

- una visión más «global» del comportamiento de la red. Esto, a su vez, permitirá una identificación más rápida y segura de los problemas y el desarrollo de estrategias de control más eficaces y de más rápida aplicación;
- un punto central de contacto para la gestión de la red, tanto internamente como con Administraciones (véase la Recomendación E.414);
- operaciones más eficaces de gestión de la red. Se reducen los gastos de personal y de capacitación de personal, acrecentándose la competencia del personal gracias a la especialización.

9.4 *Sistemas de operaciones de gestión de la red*

Un sistema informatizado de operaciones de gestión de la red puede ofrecer ventajas considerables a un centro de gestión de la red, pues permite procesar grandes volúmenes de información y presentar toda esta información en un formato común. Las funciones de un sistema de operaciones de gestión de la red incluyen las siguientes:

- recopilación de datos sobre alarmas, de información sobre el estado de los dispositivos y de datos de tráfico para la gestión de red enviados por las centrales (véanse el § 3 y la Recomendación E.502);
- tratamiento de los datos recopilados y cálculo de los parámetros de gestión de la red (véanse el § 3 y la Recomendación E.502);
- preparación y presentación de informes sobre el funcionamiento (véase el § 9.4.1);
- comparación de los parámetros de gestión de la red con valores umbral para identificar condiciones inhabituales;
- aplicación de controles en las centrales que funcionan con instrucciones de entrada;
- cálculo del grado de dificultad del acceso a los destinos y proporcionar esta información a las centrales;
- interfaz con los dispositivos de visualización del centro de gestión de la red, así como con los terminales e impresoras de las estaciones de trabajo;
- preparación de informes administrativos;
- mantenimiento de una base de datos con informaciones y estadísticas relativas a la red.

Nota – Muchas de estas funciones pueden ser proporcionadas también al centro de gestión de la red por cada central CPA; sin embargo, cuando estas funciones las proporciona un centro de operaciones de gestión de la red, serán menores las exigencias que deberán satisfacer las centrales.

9.4.1 *Informes sobre el funcionamiento*

Estos informes pueden proporcionarse de las siguientes maneras:

i) *datos automáticos* – éstos se proporcionan automáticamente, como se especifica en el soporte lógico del sistema de operaciones, y no pueden ser cambiados fácilmente por el encargado de la gestión de la red;

ii) *datos programados* – estos datos se proporcionan de acuerdo con un plan establecido por el encargado de la gestión de la red;

iii) *datos a petición* – estos datos se proporcionan solamente en respuestas a una petición específica del encargado de la gestión de la red. Además de los datos sobre el funcionamiento, entre los datos a petición cabe citar los datos de referencia, tales como el número de circuitos proporcionados o disponibles para el servicio, la información de encaminamiento, los valores umbral asignados, los números de componentes instalados en los sistemas de conmutación, etc.;

iv) *datos excepcionales* – estos datos se proporcionan cuando un cómputo o cálculo de los datos rebasa un umbral establecido por el encargado de la gestión de la red.

Los informes de datos pueden proporcionarse a intervalos regulares, por ejemplo cada 3, 5, 15, 30 minutos o cada hora. El encargado de la gestión de la red determinará la periodicidad específica de los distintos informes de datos. Se debe disponer también de antecedentes, es decir, de datos relativos a por lo menos dos o tres periodos precedentes.

9.4.2 *Otras consideraciones*

Debe señalarse que, cuanto más cortos sean los intervalos de recopilación mayor será la utilidad de los datos para el encargado de la gestión de la red; pero también, mayores serán la capacidad y el coste del sistema de operaciones, y quizá también la volatilidad de los datos.

Conviene subrayar también la importancia de que los medios de control de la gestión de red no desaparezcan por completo cuando se produzca un fallo o un funcionamiento incorrecto del sistema de operaciones de gestión de la red o de sus enlaces de comunicación con las centrales. En consecuencia, las operaciones de gestión de la red deben planificarse con un elevado grado de fiabilidad, durabilidad y seguridad. Esto podría conseguirse previendo ciertas capacidades especiales (por ejemplo, medios de control y mecanismos automáticos de protección del encaminamiento) instaladas en la central, o por redundancia de los computadores y enlaces de datos, o estableciendo centros de reserva alternativos.

El fallo de un sistema de operaciones de gestión de la red no debe afectar el flujo normal del tráfico por la red.

ANEXO A

(a la Recomendación E.411)

Terminología relativa a la gestión de la red

A.1 **circuito**

Un circuito conecta dos centrales. Un circuito nacional conecta dos centrales situadas en el mismo país. Un circuito internacional conecta dos centrales internacionales situadas en países distintos. (Basada en las Recomendaciones D.150 y F.68.)

A.2 **haz de circuitos**

Conjunto de todos los circuitos conmutados que interconectan directamente dos centrales entre sí.

A.3 **subhaz de circuitos**

Conjunto de circuitos, pertenecientes a un haz, identificables unívocamente para razones técnicas o de operación. Un haz de circuitos puede constar de uno o más subhaces de circuitos.

A.4 **destino**

País en el que está situado el abonado llamado o una zona o cualquier otra ubicación que puedan especificarse dentro de dicho país. Un destino puede identificarse mediante las cifras utilizadas para encaminar la llamada.

A.5 **tentativa de toma**

Tentativa para obtener un circuito de un haz o uno hacia un destino. Una tentativa de toma puede ser fructuosa o infructuosa en cuanto a la toma de un circuito de dicho haz de circuitos o de uno hacia ese destino.

A.6 **toma**

Una toma es una tentativa de toma de un circuito de un haz que culmina en la obtención de un circuito de dicho haz.

A.7 **señal de respuesta**

Señal enviada hacia atrás para indicar que se responde a la llamada. (Basada en la Recomendación Q.254.)

A.8 **tiempo de retención (tiempo de ocupación)**

Intervalo de tiempo que transcurre entre la toma y la liberación de un circuito o de un equipo de conmutación.

A.9 **señal (eléctrica) de ocupado (hacia atrás)**

Señal enviada hacia la central internacional de salida para indicar que el haz de circuitos o el abonado llamado están ocupados (sistemas de señalización N.° 4 y N.° 5; véanse las Recomendaciones Q.120 y Q.140).

Nota – En los sistemas de señalización N.° 6 y N.° 7 no hay señal (eléctrica) de ocupado. Sin embargo, podría obtenerse un equivalente aproximado a esta señal mediante una combinación de ciertas señales específicas de fallo hacia atrás, como las de congestión del haz de circuitos, de congestión de la red nacional y de abonado ocupado.

CONTROLES DE GESTIÓN DE LA RED

1 Introducción

1.1 Los controles de gestión de la red proporcionan los medios de alterar el flujo de tráfico en la red para soportar los objetivos de gestión de la red indicados en la Recomendación E.410. La mayoría de los controles de gestión de la red son aplicados por la central o en la central (véase la Recomendación Q.542), aunque pueden ejecutarse ciertas acciones que son externas a la central. Esta Recomendación proporciona información específica sobre controles de gestión de la red y da orientación sobre su aplicación. Sin embargo, debe señalarse que la utilización de cada control de gestión de la red se indica solamente a modo de ilustración. En una situación dada pueden ser más apropiados otros controles, separados o combinados.

1.2 La aplicación o supresión de controles de gestión de la red debe basarse en los datos de (calidad de) funcionamiento de la red que indican qué acción se requiere de acuerdo con los principios de gestión de la red que figuran en el § 4 de la Recomendación E.410. Los datos de funcionamiento medirán también el efecto de cualquier control de gestión de la red aplicado, e indicarán cuándo debe modificarse o suprimirse un control de gestión de la red (véanse las Recomendaciones E.411 y E.502).

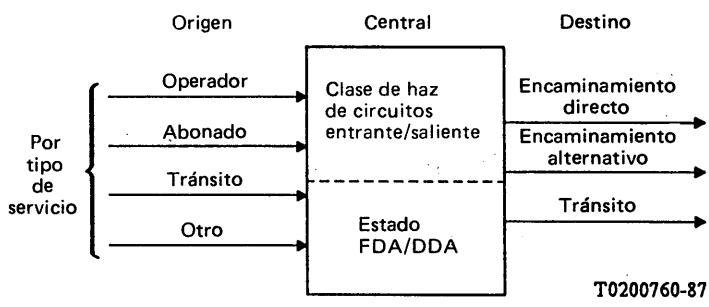
1.3 Los controles pueden activarse o suprimirse en una central mediante la entrada desde un sistema de operaciones de gestión de la red o mediante entrada directa desde un terminal. En algunos casos, los controles pueden ser activados automáticamente por estímulos externos o internos o por el rebasamiento de un umbral de parámetro [el sistema de control automático de congestión (CAC) es un ejemplo de ello; véase el § 4.1]. Cuando se proporciona la operación con control automático deben proporcionarse también medios para intervención humana.

2 Tráfico que debe controlarse

2.1 *Tipo de tráfico*

Las centrales deben ser capaces de aplicar una gama de controles de gestión de la red (véase la Recomendación Q.542). Para aumentar la flexibilidad y la precisión, resulta muy útil poder limitar el efecto de un control a un elemento de tráfico determinado.

Los parámetros de operación de un control pueden definirse por un conjunto de atributos de tráfico. Como se muestra en la figura 1/E.412, estos parámetros comprenden distinciones basadas en el origen del tráfico, por ejemplo, marcado por el abonado, marcado por el operador, de tránsito, u otras clasificaciones que puedan ser especificadas por la Administración. Éstas pueden dividirse además por tipo de servicio, particularmente para la RDSI.



FDA/DDA Fácil de alcanzar/Difícil de alcanzar

FIGURA 1/E.412

Distinciones del tráfico a efectos de los controles

Pueden especificarse atributos adicionales basados en información que puede estar disponible en la central. Por ejemplo, puede utilizarse la clase de haz de circuitos entrante/saliente, o el estado de destinos difíciles de alcanzar (véase el § 2.2). Otras distinciones pueden basarse en el tipo de tráfico de salida, por ejemplo, con encaminamiento directo, con encaminamiento alternativo o de tránsito.

En general, mientras más atributos puedan especificarse para un control, más preciso será su efecto.

Nota – La precisión es de vital importancia, particularmente en el caso de controles de protección.

2.2 *Proceso para destinos difíciles de alcanzar (DDA)*

2.2.1 El proceso «destino difícil de alcanzar» en la gestión de la red permitirá a las centrales utilizar automáticamente de manera más eficaz los recursos de red durante periodos de congestión, mejorando el funcionamiento de los controles de gestión de la red. Este funcionamiento mejorado se consigue por la aptitud para distinguir entre destinos que son fáciles de alcanzar (FDA) y destinos que son difíciles de alcanzar (DDA), (por ejemplo, destinos con una baja tasa de tentativas de tomas con respuesta) aplicando controles más severos al tráfico DDA. Esta distinción puede basarse en:

i) medidas de funcionamiento interno en la central y/o el sistema de operaciones de gestión de la red;

ii) información similar recopilada y comunicada por otras centrales;

iii) observaciones anteriores y observaciones actuales del funcionamiento de la red hechas por los encargados de la gestión de la red.

El encargado de la gestión de la red también debe poder establecer el umbral para la determinación del estado DDA en la central o en el sistema de operaciones de gestión de la red, y designar un destino como DDA independientemente de su estado real.

2.2.2 *Control del tráfico basado en el estado DDA*

Cuando se encamina una llamada a un destino que figura en la lista DDA y se encuentra un control de gestión de la red que especifica el control del tráfico DDA, la llamada debe controlarse de acuerdo con los parámetros del control. Si se considera que un destino es DDA, normalmente debe ser DDA para todos los haces de circuitos salientes.

En la Recomendación Q.542 figuran más detalles sobre el proceso para destinos DDA.

2.3 *Métados para especificar el volumen de tráfico que debe controlarse*

2.3.1 *Control de un porcentaje de llamadas*

Hay una ventaja considerable cuando los controles de la central pueden activarse para intervenir sobre un porcentaje variable del tráfico (por ejemplo, 10%, 25%, 50%, 75% o 100%).

2.3.2 *Control de la tasa de llamadas*

Es particularmente ventajoso poder fijar un límite superior al numero máximo de llamadas que podrán tener acceso a la red durante un periodo de tiempo especificado.

3 Controles de central

Pueden aplicarse controles de gestión de la red en las centrales para controlar el volumen del tráfico o para controlar el encaminamiento del tráfico. El efecto resultante de estos controles sobre el tráfico puede ser de expansión o de protección, dependiendo del control utilizado, su punto de aplicación y el elemento de tráfico seleccionado para el control.

3.1 *Controles del volumen de tráfico*

Los controles del volumen de tráfico sirven por lo general para controlar el volumen del tráfico ofrecido a un haz de circuitos o hacia un destino. Entre estos cabe citar los siguientes:

3.1.1 *Controles de destino*

3.1.1.1 *Bloqueo de código*

Este control prohíbe el encaminamiento hacia un destino específico sobre una base porcentual. El bloqueo de código puede aplicarse a un indicativo de país, a un código de zona, a un código de identificación de central o a un número de línea individual. Este último control es el más selectivo de los que se dispone.

Aplicación típica: Se utiliza para el control inmediato de sobrecargas concentradas o situaciones de llamadas en masa.

3.1.1.2 *Espaciamiento de llamadas*

Este control fija un límite superior al número de tentativas de llamada que puede encaminarse al destino especificado en un periodo de tiempo determinado, (por ejemplo, un máximo de cinco tentativas de llamada por minuto). De este modo, el número de tentativas de llamada que se encaminan nunca puede exceder de la cantidad especificada.

Aplicación típica: Se utiliza para el control de sobrecargas concentradas, particularmente llamadas en masa a un número de línea. Puede necesitarse un análisis detallado para determinar los parámetros adecuados de la tasa de llamadas.

3.1.2 *Cancelación del encaminamiento directo*

Este control bloquea el volumen de tráfico con encaminamiento directo que accede a un haz de circuitos.

Aplicación típica: Se utiliza para reducir el tráfico hacia haces de circuitos o centrales congestionados donde no hay tráfico con encaminamiento alternativo.

3.1.3 *Direccionalización de circuitos*

Por este control los circuitos explotados bidireccionalmente pasan a ser explotados como circuitos entrantes, bien sobre una base porcentual o por un número especificado de circuitos. En el extremo del haz de circuitos al cual se prohíbe el acceso, ésta es una acción de protección, mientras que en el otro extremo del haz de circuitos (donde el acceso está aún disponible) ésta es una acción de expansión.

Aplicación típica: Se usa para aumentar el flujo de tráfico saliente de una zona que ha sufrido una catástrofe mientras se prohíbe el tráfico entrante. Para tener efecto, se recomienda que el porcentaje mínimo de direccionalización sea por lo menos del 50%.

3.1.4 *Extracción/ocupación/bloqueo de circuitos*

Este control pone fuera de servicio circuitos unidireccionales y/o bidireccionales, según un porcentaje o un número especificado de circuitos.

Aplicación típica: Se utiliza para controlar la congestión de la central cuando no se dispone de otra acción de control.

3.1.5 *Controles de volumen especializados*

Tanto el sistema de control automático de congestión (CAC) como el control de reserva selectiva de circuitos (RSC) son controles de volumen, pero debido a su naturaleza especializada, se describen separadamente en los § 4.1 y 4.2.

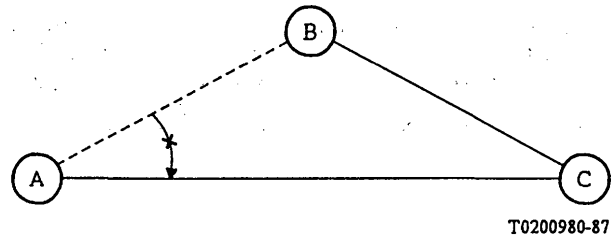
3.2 *Control de encaminamiento*

Los controles de encaminamiento se utilizan para controlar el encaminamiento del tráfico hacia un destino, o a un haz de circuitos o desde éste. Sin embargo, debe señalarse que en algunos casos un control de encaminamiento puede afectar también al volumen de tráfico. Los controles aplicados a haces de circuitos pueden aplicarse también a subhaces de circuitos, cuando proceda.

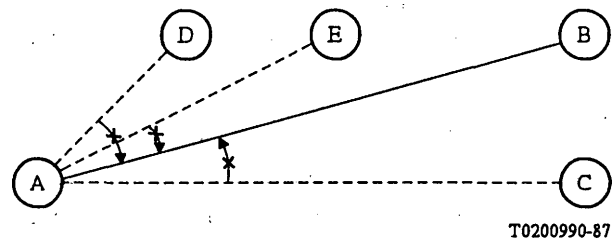
3.2.1 *Cancelación de encaminamiento alternativo*

Hay dos versiones posibles de este control. Una versión consiste en impedir que el tráfico desborde *DESDE* el haz de circuitos controlados: encaminamiento alternativo desde (EAD). La otra versión consiste en impedir que el tráfico de todas las fuentes tenga acceso *HACIA* el haz de circuitos controlados: (encaminamiento alternativo hacia (EAH). (Véase la figura 2/E.412.)

Aplicación típica: Este control puede tener muchos usos, entre los que cabe citar el control del encaminamiento alternativo en una red congestionada para limitar las conexiones multienlaces, o para redurcir tentativas de encaminamiento alternativo en una central congestionada.



a) Cancelación de «encaminamiento alternativo desde» (EAD) en un haz de circuitos A-B



b) Cancelación de «encaminamiento alternativo hacia» (EAH) en un haz de circuitos A-B

FIGURA 2/E.412

Ejemplos de cancelación de encaminamiento alternativo

3.2.2 *Salto de ruta*

Este control permite que el tráfico evite un determinado haz de circuitos y pase al haz de circuitos siguiente en su esquema de encaminamiento normal.

Aplicación típica: Se utiliza para evitar un haz de circuitos congestionados o una central distante cuando el próximo haz de circuitos puede transportar las tentativas de llamada al destino sin que participe el haz de circuitos o la central congestionados. La aplicación suele limitarse a las redes con encaminamiento alternativo extensivo. Cuando se utiliza en haces de circuitos bidireccionales tiene un efecto de expansión sobre el flujo de tráfico en el sentido opuesto.

3.2.3 *Encaminamiento alternativo temporal*

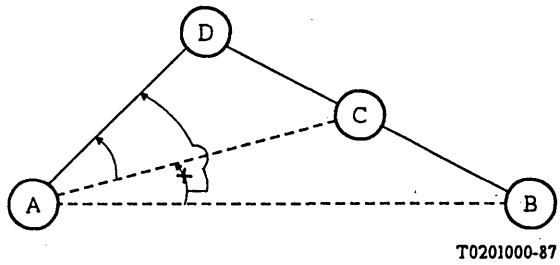
Esta acción de control reencamina el tráfico de haces de circuitos congestionados a otros haces de circuitos que no están normalmente disponibles, que en ese momento disponen de una capacidad que no se está utilizando.

Aplicación típica: Se usa para aumentar el número de llamadas fructuosas durante períodos de congestión de haces de circuitos y para mejorar el grado de servicio para los abonados.

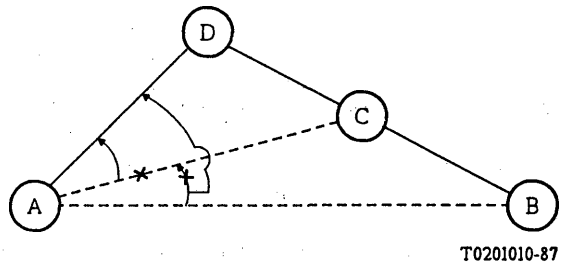
3.2.4 *Anuncios grabados especiales*

Son anuncios grabados que dan información especial a las operadoras y/o abonados, pidiéndoles, por ejemplo, que aplacen su llamada para más tarde.

Aplicación típica: Se utiliza para notificar a los abonados que existen condiciones anormales en la red y para modificar el comportamiento de los abonados y de las operadoras en cuanto a las llamadas cuando se presentan condiciones insólitas en la red. Las llamadas que son bloqueadas por otros controles de gestión de la red pueden encaminarse también hacia un equipo de anuncios grabados.



a) Tráfico con encaminamiento alternativo con salto de ruta en el haz de circuitos A-C



b) Tráfico con encaminamiento directo y alternativo con salto de ruta en el haz de circuitos A-C

FIGURA 3/E.412

Ejemplos de salto de ruta

4 Controles automáticos de central

Los controles automáticos de gestión dinámica de la red representan una mejora importante con respecto a los controles convencionales. Estos controles, que están preasignados, pueden responder rápidamente a condiciones detectadas internamente por la central, o a señales de estado recibidas de otras centrales, y se suprimen inmediatamente cuando ya no se necesitan. Las aplicaciones de controles automáticos deben planificarse teniendo en cuenta la estrategia interna de controles de sobrecarga previstas en el soporte lógico de la central.

4.1 *Sistema automático de control de congestión*

4.1.1 *Congestión de central*

Cuando una central digital internacional o de tránsito cursa tráfico por encima del nivel proyectado puede experimentar una sobrecarga que disminuye su capacidad total de procesamiento de llamadas. Debido a la velocidad del comienzo de esta congestión y a la naturaleza crítica de la condición, es apropiado que el control sea automático. El sistema de control automático de congestión (CAC) consiste en que la central congestionada envía un indicador de congestión a la central o centrales conectadas utilizando señalización por canal común. La central o centrales que reciben la indicación de congestión pueden responder reduciendo un cierto porcentaje del tráfico ofrecido a la central congestionada, sobre la base de la acción de respuesta seleccionada para cada aplicación.

4.1.2 *Detección y transmisión de estado de congestión*

Una central debería establecer un criterio de referencia para el sistema operacional y cuando no se lograsen niveles constantes de calidad de funcionamiento nominal (por ejemplo, debido a tráfico excesivo), se declararía un estado de congestión. Deberían establecerse umbrales de modo que pudieran identificarse dos niveles de congestión, indicando el nivel de congestión 2 (NC2) una degradación más grave de la calidad de funcionamiento que el nivel de congestión 1 (NC1). Cuando surgiesen cualquiera de estos dos niveles de congestión, la central debería tener la capacidad de:

1) codificar una indicación CAC en los mensajes apropiados de señalización por canal común, y
2) notificar a su centro de gestión de red y sistema soporte que se ha producido un cambio en su estado de congestión vigente.

4.1.3 *Recepción y control*

Cuando una central recibe una señal que indica un problema de congestión en una central conectada, la central receptora debería tener la capacidad de reducir el número de tomas enviadas hacia la central congestionada.

Una central debería tener la capacidad de:

1) asignar una acción de respuesta CAC haz de circuito por haz de circuito[1] según lo especificado por el encargado de la gestión de la red, y

2) notificar a su centro de gestión de red y sistema de apoyo que se ha producido un cambio en el estado de congestión recibido de una central distante.

La central debería disponer de varias categorías de controles. Cada categoría especificará el tipo y volumen de tráfico que debe controlarse en respuesta a cada uno de los indicadores CAC recibidos. Las categorías podrán estructurarse de modo que presenten una amplia gama de opciones de respuesta.

Para una categoría de respuesta CAC específica, si el indicador CAC está fijado a una condición NC1, entonces la central receptora podrá, por ejemplo, controlar un porcentaje del tráfico con encaminamiento alternativo hacia (EAH) la central afectada. La acción adoptada por el control será SALTO DE RUTA o CANCELACIÓN de las llamadas controladas, dependiendo de la acción de respuesta CAC que se asignó a dicho haz de circuitos. De manera similar, si se indica una condición NC2, entonces la central receptora podrá controlar todo el tráfico EAH y cierto porcentaje del tráfico con encaminamiento directo (ED). Otras opciones podrán incluir la capacidad de controlar el tráfico DDA, o el tráfico de tránsito. En el futuro, se ampliarán las categorías de control a fin de que incluyan controles de servicios específicos. Esto será particularmente útil en el periodo de transición a la RDSI.

Nota – Las categorías de respuestas CAC pueden fijarse localmente en la central o introducirlas desde un centro de gestión de red, o sistema de operaciones.

El cuadro 1/E.412 es un ejemplo de la flexibilidad que podría lograrse en respuesta a una señal procedente de una central que experimente congestión. En este ejemplo, se ejecutarán diferentes acciones de control basándose en la distinción entre tipos de tráfico con encaminamiento alternativo hacia (EAH) y encaminamiento directo (ED). Estas acciones podrían representar las capacidades iniciales disponibles con el CAC. En el futuro otras posibilidades podrían incluir la capacidad de controlar el tráfico DDA (véase el § 2.2) o el tráfico de tránsito, o proporcionar otros controles tales como el espaciamiento de llamadas. Podrían añadirse también al cuadro 1/E.412 otras categorías de respuestas a fin de dar mayor flexibilidad y más opciones de respuestas al CAC. Asimismo, podrían excluirse del CAC las llamadas con prioridad.

CUADRO 1/E.412

Respuesta del control automático de congestión

Nivel de congestión	Tipo de tráfico	Categoría de respuestas		
		A	B	C
NC1	EAH	0	0	100
	ED	0	0	0
NC2	EAH	100	100	100
	ED	0	75	75

[1] En este contexto, el término «haz de circuitos» se refiere a todos los subhaces de circuitos de salida y bidireccionales que pueden conectar directamente con la central congestionada y con la central que responde.

4.1.4 Toda aplicación internacional del CAC debería basarse en negociaciones y acuerdos bilaterales entre las Administraciones afectadas. Esto incluye un acuerdo sobre si las llamadas controladas deben encaminarse con salto de ruta o cancelarse. La aplicación dentro de una red nacional será un asunto de competencia nacional. Una central que es capaz de «recibir y controlar CAC» no debe asignar indiscriminadamente el CAC a todas las rutas, pues una central distante puede estar equipada para la señalización por canal común, pero puede no tener aún la capacidad de transmitir CAC, con el resultado de información no válida en los campos CAC de los mensajes de señalización y la aplicación inadecuada de CAC en la central receptora. En la Recomendación Q.542 figuran más detalles sobre el sistema CAC.

4.2 *Control de reserva selectiva de circuitos*

4.2.1 El control de reserva selectiva de circuitos permite a una central dar preferencia automáticamente a uno o más tipos determinados de tráfico con respecto a los demás (por ejemplo, llamadas con encaminamiento directo con respecto a las llamadas con encaminamiento alternativo cuando hay congestión en los circuitos, o es inminente. El control de reserva selectiva de circuitos puede ser proporcionado con uno o dos umbrales, prefiriéndose la segunda versión debido a su mayor selectividad. En la Recomendación Q.542 figuran detalles específicos sobre el control de reserva selectiva de circuitos.

4.2.2 *Características generales*

El control de reserva selectiva de circuitos tiene los siguientes parámetros operacionales:

- uno (o varios) umbrales de reserva,
- una respuesta de control,
- una opción de acción de control.

El umbral de reserva define cuántos circuitos o qué capacidad de circuitos debe reservarse para los tipos de tráfico a los que debe darse acceso preferente al haz de circuitos. La respuesta de control define a qué tipos de tráfico debe dársele una preferencia menor para el acceso al haz de circuitos, y la cantidad de cada tipo de tráfico que ha de controlarse. La opción de acción de control determina cómo han de tratarse las llamadas a las que se niega el acceso al haz de circuitos. Las opciones de acciones de control para el procesamiento de llamadas a las que se niega el acceso al haz de circuitos puede ser SALTO DE RUTA o CANCELACIÓN.

Cuando el número de circuitos en reposo o la capacidad disponible, en el haz de circuitos dado es inferior o igual al umbral de reserva, la central verificará la respuesta de control especificada para determinar si las llamadas deben controlarse. La respuesta SALTO DE RUTA permite encaminar alternativamente una llamada al próximo haz de circuitos en el esquema de encaminamiento (si lo hay), mientras que la respuesta CANCELACIÓN bloquea la llamada.

Debería ser posible establecer estos parámetros localmente en la central para cada haz de circuitos seleccionados o mediante introducción desde un sistema de operaciones de gestión de la red. Además, el gestor de la red debe poder activar y desactivar el control, y activar el control pero colocándolo en un estado en que no esté activado (por ejemplo, poniendo el umbral de reserva a cero). Además, el encargado de la gestión de la red debe poder fijar los valores para las categorías de respuesta.

4.2.3 *Control de reserva selectiva monoumbral de circuitos*

En esta versión del control sólo se dispondrá de un umbral de reserva para el haz de circuito especificado.

El cuadro 2/E.412 es un ejemplo de la flexibilidad que podrá lograrse en la respuesta del control a la congestión de un haz de circuitos. En el futuro podrán identificarse otras distinciones entre el tráfico que ampliarán el número de tipos de tráfico del cuadro 2/E.412. Un ejemplo sería controlar el tráfico difícil de alcanzar como se indica en el § 2.2, o dar preferencia a llamadas con prioridad.

4.2.4 *Control de reserva selectiva multiumbral de circuitos umbrales*

El control multiumbral proporciona dos umbrales de reserva para el haz de circuitos especificado. La finalidad de varios umbrales de reserva es permitir un aumento gradual de la rigidez de las respuestas de control a medida que disminuye el número de circuitos en reposo en el haz de circuitos. La única restricción a la asignación de umbrales de reserva sería que un umbral de reserva asociado con un control más estricto debe ser siempre inferior o igual al umbral de reserva de cualquier control menos estricto, en lo que se refiere al número de circuitos reservados o a la capacidad de circuitos.

CUADRO 2/E.412

Ejemplo de reserva selectiva monoumbral de circuitos
Respuesta de control porcentual

Umbral de reserva (UR) de haz de circuitos	Tipo de tráfico	Categoría de respuesta asignada al haz de circuitos		
		A	B	C
UR1	EAH	25	50	100
	ED	0	0	25

El cuadro 3/E.412 muestra un ejemplo de la flexibilidad que podría lograrse en la respuesta del haz a la congestión del haz de circuitos con un control de reserva biumbral. En el futuro, podrán identificarse otras distinciones entre el tráfico que ampliarán el número de tipos de tráfico del cuadro 3/E.412. Un ejemplo sería el control del tráfico difícil de alcanzar, indicado en el § 2.2.

CUADRO 3/E.412

Ejemplo de reserva selectiva biumbral de circuitos
Respuesta de control porcentual

Umbral de reserva de haz de circuitos	Tipo de tráfico	Categoría de respuesta asignada al haz de circuitos				
		A	B	C	D	E
UR1	EAH	25	50	75	100	100
	ED	0	0	0	0	0
UR2	EAH	50	75	75	100	100
	ED	0	0	25	50	100

5 Estado y disponibilidad de controles de gestión de la red

5.1 La central y/o el sistema de operaciones de gestión de la red debería proporcionar información al centro de gestión de la red y/o al personal de la central respecto de qué controles están activos y si los controles fueron activados automáticamente o por intervención humana. Debería disponerse también de mediciones de las llamadas afectadas por cada control (véase la Recomendación E.502).

5.2 A fin de ayudar a asegurar la viabilidad de las funciones de gestión de la red durante periodos de congestión de la central, debería darse a los terminales de gestión de la red (o a los interfaces de central con sistemas de operaciones de gestión de la red), y a funciones tales como controles, una alta prioridad en el soporte lógico operativo de la central.

6 Controles de operador

Los operadores de tráfico suelen estar al corriente de los problemas a medida que surgen en la red, y esta información puede determinar la necesidad de controlar el tráfico. Puede orientarse a los responsables de operaciones para que modifiquen sus procedimientos normales a fin de reducir tentativas repetidas (en general, o solamente a destinos especificados), o para que utilicen encaminamientos alternativos hacia un destino. Los responsables de operaciones pueden proporcionar también información a los usuarios y responsables distantes durante situaciones anómalas, y pueden disponer de procedimientos especiales de tratamiento de llamadas para las llamadas de emergencia.

Recomendación E.413

GESTIÓN DE LA RED INTERNACIONAL – PLANIFICACIÓN

1 Introducción

1.1 Surgen numerosas situaciones en las que pueden producirse niveles de tráfico anormalmente altos o inhabitualmente distribuidos en la red internacional, una pérdida de la capacidad de la red o ambos fenómenos. Esas situaciones incluyen las siguientes:

- días punta;
- fallos de sistemas de transmisión (incluidas las interrupciones previstas);
- fallo de centrales;
- fallo de sistemas de señalización por canal común;
- situaciones de llamadas en masa;
- catástrofes;
- introducción de nuevos servicios.

La experiencia ha mostrado que la planificación en previsión de esas situaciones tiene un efecto beneficioso en la eficacia y la efectividad generales de la gestión de la red. La aplicación oportuna de estrategias planificadas de control puede ser decisiva para mejorar la calidad de funcionamento de la red.

1.2 En el caso de acontecimientos conocidos o previsibles, las Administraciones deben elaborar y acordar planes predeterminados de gestión de la red, teniendo en cuenta los costes que éstos acarrean. El grado de detalle de cualquier plan dependerá del tipo de situación que ha de abarcar; por ejemplo, un acontecimiento repetitivo, como el día de Navidad o de Año Nuevo, puede planificarse muy detalladamente. El hecho de que una Administración no cuente con facilidades de gestión de la red en tiempo real, no debe impedir que efectúe actividades de planificación.

1.3 Cuando surgen situaciones impevistas para las que no existen planes predeterminados, habrán de acordarse en el momento disposiciones *ad hoc*. Las medidas de gestión de la red pueden resultar de un plan negociado o de disposiciones *ad hoc*, pero en cualquiera de los dos casos es indispensable que se llegue a un acuerdo entre las Administraciones interesadas antes de pasar a la aplicación práctica de las medidas.

1.4 La planificación de la gestión de la red la realiza de ordinario el punto de «planificación y coordinación de gestión de la red» (véase la Recomendación E.414).

1.5 Otro aspecto de la planificación de la gestión de la red es la planificación a largo plazo para el desarrollo y la introducción de nuevas técnicas y posibilidades de gestión de la red destinadas a la vigilancia y el control. Esto incluye el desarrollo de medios de control, nuevos o mejorados, que pueden necesitarse para la introducción de nuevos servicios o la transición a la RDSI. Estas funciones normalmente las realiza el punto de «desarrollo de gestión de la red» véase la Recomendación E.414.

2 Establecimiento de planes

2.1 Un plan de gestión de la red, de carácter general, incluiría alguno de los puntos que se indican a continuación o todos ellos, según convenga:

- Indicadores o criterios clave que deben utilizarse para decidir cuándo ha de aplicarse un plan.
- Identificación de destinos o puntos que probablemente resulten afectados, así como una evaluación de sus posibles repercusiones en el tráfico de origen y/o de destino.
- Acciones de control que pueden requerirse o que deben considerarse localmente y en las ubicaciones distantes. Esto incluye la identificación de los encaminamientos alternativos temporales que pueden ponerse a disposición y las modificaciones de los medios automáticos de control que puedan necesitarse.

- Procedimientos especiales de tratamiento de las llamadas para uso de las operadoras, y necesidad de notificaciones.
- Necesidades de comunicación. Esto incluye la identificación de los flujos de información necesarios entre el centro de gestión de la red y otras organizaciones que puedan intervenir o puedan disponer de información sobre el problema (por ejemplo centros de operaciones y mantenimiento).
- Datos requeridos. Incluye la determinación de la información que puede ser de interés y el lugar en que ésta se encuentra disponible.
- Sucesos o plazos clave. Estos son elementos críticos que permiten medir el éxito o la progresión de un plan, e indican cuándo deben comenzar o terminar ciertas acciones.

2.2 Independientemente de su formato o detalles, un plan no será totalmente eficaz si no puede ser fácilmente comprendido y utilizado por todos aquellos que pueden intervenir en el mismo, incluidas otras Administraciones. Esto presupone que los planes de gestión de la red se revisen a intervalos regulares. Los planes deben revisarse para asegurar que reflejan los cambios o adiciones que hayan tenido lugar en la red desde que el plan se preparó. Esto es de particular importancia en el caso de los planes que se utilizan con poca frecuencia. Debe prestarse especial atención a los cambios de encaminamiento, a la introducción de nuevos haces de circuitos, nuevas centrales o señalización por canal común, o a la adición de nuevas capacidades de gestión de la red con posterioridad a la concepción inicial del plan.

2.3 A la hora de establecer planes de gestión de la red es importante asegurarse de que estos sean flexibles y contengan cierto número de alternativas, de ser posible. Esto es necesario porque una acción planificada puede no ser viable o no estar disponible en un instante dado, por ejemplo porque:

- puede guardar relación con el mismo u otro problema;
- puede estar ejecutándose ya para otra finalidad;
- un punto de tránsito planificado puede no estar disponible a causa de congestión o de falta de capacidad de reserva hacia o desde el punto de tránsito, en un momento dado.

3 Planificación para los días punta

3.1 Existe cierto número de días en los que surje gran intensidad de llamadas en la red internacional. Estos días son por lo general los de ciertas fiestas religiosas o nacionales. Deben establecerse planes para tener en cuenta los días en que ha habido, o se espera que haya, un tráfico inhabitualmente intenso.

Las llamadas en los días punta pueden provocar bloqueos importantes y sostenidos en la red. Esto puede deberse a dos factores:

- la duración media de conversación en un día punta puede ser, en muchos casos, considerablemente mayor que en un día laborable normal;
- la distribución de las llamadas (que por lo general es de origen residencial), puede ser diferente de la distribución en una situación normal (que por lo general es de origen comercial).

Una combinación de estos dos factores puede dar lugar a un elevado grado de congestión en la red, y por eso se necesita una planificación cuidadosa y un elevado grado de utilización de los medios de control de gestión de la red, a fin de optimizar el servicio y los ingresos.

Debe señalarse que muchos días punta pueden coincidir con festividades nacionales. En consecuencia, el personal presente en las centrales telefónicas y oficinas administrativas puede ser mínimo y algunos datos de tráfico y mediciones de servicio podrían no estar fácilmente disponibles. Estos factores deben considerarse también en la planificación para los días punta.

3.2 Los planes para los días punta pueden comprender las siguientes informaciones:

- necesidad de personal de gestión de la red y horas esperadas de las operaciones, así como el intercambio de esta información con otros centros de gestión de la red;
- provisión de circuitos adicionales temporales;
- direccionalización de circuitos bidireccionales, si procede;
- encaminamientos alternativos temporales para aprovechar la capacidad disponible prevista;
- medios de control para desactivar el encaminamiento alternativo por puntos de tránsito que se prevé estarán congestionados;
- identificación de los puntos previstos como difíciles de alcanzar y medios de control planificados para reducir las tentativas de llamada encaminadas hacia dichos puntos;
- procedimientos especiales de llamada para los operadores, incluido el intercambio de información sobre el estado de la red con centros de operadores;

- pruebas previas de nuevos medios de control o de los que se utilizan con poca frecuencia (incluida la prueba de reencaminamiento para asegurar el funcionamiento apropiado y la posibilidad de completar las llamadas a cierto número de destino a través del punto de tránsito);
- posibilidad de limitar las actividades de instalación y mantenimiento justo antes del día punta a aquellos trabajos que sean esenciales, a fin de asegurar que todos los circuitos y equipos de comunicación disponibles estén en servicio;
- procedimientos para tener en cuenta situaciones especiales, tales como las relativas a haces de circuitos entre centros internacionales de conmutación, sistemas de multiplicación de circuitos, etc.

4 Planificación para fallos de sistemas de transmisión

4.1 La repercusión en el servicio del fallo de un sistema de transmisión nacional dependerá de cierto número de variables:

- la capacidad del sistema de transmisión averiado y su relación con la capacidad total de la red;
- su carga (el número de canales asignados para ser utilizados), que variará frecuentemente;
- los destinos y/o servicios asignados al sistema de transmisión y su relación con sus totales respectivos, que variarán frecuentemente;
- la intensidad de tráfico desde el comienzo del fallo hasta el restablecimiento o la reparación, lo que puede variar considerablemente;
- la duración del fallo, que normalmente es imprevisible; y
- la disponibilidad de la capacidad de restablecimiento, que puede variar.

Así pues, puede observarse que es difícil, si no imposible, predecir la repercusión precisa de un fallo en el servicio en un momento dado. Sin embargo, aun reconociendo la mayor capacidad de carga de los sistemas de transmisión modernos, la influencia en el servicio de un fallo puede a menudo ser grave, por lo que las Administraciones han realizado esfuerzos considerables para desarrollar y refinar los planes de restablecimiento de los sistemas de transmisión.

La experiencia ha demostrado que las acciones de gestión de la red pueden desempeñar un papel importante en la reducción de los efectos desfavorables de los fallos en los servicios. Sin embargo, debe señalarse que esas acciones de gestión generalmente complementarán o mejorarán los planes del restablecimiento tras un fallo de la transmisión, y que no eliminan necesariamente la necesidad de dichos planes. En el caso de fallos de corta duración, debidos por ejemplo a la interferencia de origen solar sufrida por satélites, los planes de gestión de la red pueden ser la única solución viable.

4.2 Cuando se produce un fallo en un sistema internacional de transmisión, las actividades de gestión de la red y las actividades de restablecimiento de la transmisión deben realizarse paralela y coordinadamente.

- El centro de gestión de la red conocerá rápidamente, mediante su capacidad de supervisión de la red, el efecto que produce un fallo sobre el servicio; en algunos casos, esto ocurrirá antes de que se conozcan los detalles concretos del fallo. El centro de gestión de la red puede identificar rápidamente las rutas, los destinos y/o los servicios afectados. Esta información facilitará la aplicación de medios de control de la gestión de la red y puede también ser útil en el punto de control del restablecimiento (Recomendación M.725) para establecer prioridades de restablecimiento.
- La primera reacción del centro de gestión de la red sería considerar la utilización de encaminamientos alternativos temporales para completar el tráfico que ha quedado bloqueado por el fallo. En muchos casos estas acciones pueden comenzar inmediatamente, antes de que se tome la decisión de aplicar un plan de restablecimiento de la transmisión.
- Si sigue habiendo una congestión significativa a pesar de los controles de expansión, deberían utilizarse controles de protección. Debe hacerse hincapié en la identificación de los destinos difíciles de alcanzar y en la reducción selectiva del tráfico hacia esos puntos, para que el resto de la red pueda utilizarse más eficazmente para el tráfico que tiene mayor probabilidad de completarse.

4.3 Se recomienda que los planes de gestión de la red para los fallos de los principales sistemas de transmisión internacional incluyan los siguientes aspectos, según proceda:

- identificación de los puntos o destinos afectados para tráfico de origen o de destino;
- encaminamientos alternativos temporales que pueden utilizarse para evitar el fallo, y horas de disponibilidad;
- listas de notificación;
- procedimientos especiales de tratamiento de las llamadas para operadoras;
- controles que pueden necesitarse en las redes conectadas;
- controles que han de pedirse a los centros distantes de gestión de la red;
- acciones que se ejecutan después de la corrección de un fallo, para restablecer la configuración normal de la red;
- anuncios grabados especiales para los clientes, en caso necesario.

5 Planificación para fallos de centrales internacionales

5.1 La repercusión en el servicio del fallo de una central internacional dependerá también de cierto número de variables, entre las cuales figuran las siguientes:

- la existencia de una o varias centrales internacionales;
- el plan de encaminamiento y la distribución de los haces de circuitos entre las centrales internacionales;
- la intensidad de tráfico, durante el fallo;
- la duración del fallo;
- la capacidad y la carga prevista de la central averiada, y su relación con la capacidad de conmutación internacional total.

En cualquier caso, el fallo de una central internacional tendrá generalmente graves repercusiones sobre el servicio. Los planes de gestión de la red en previsión de fallos de centrales internacionales pueden ofrecer ventajas considerables en situaciones de fallo, al limitar la propagación de la congestión a las centrales conectadas y proporcionar medios alternativos de encaminamiento del tráfico para evitar la central averiada.

5.2 Se recomienda que un plan de gestión de la red en previsión de fallos de centrales incluya las informaciones siguientes:

- información general sobre la central y su función en la red, incluidos diagramas de la configuración normal de la red y de la red reconfigurada durante un fallo;
- acciones que han de efectuarse para verificar el fallo total de una central, para diferenciarlo de ciertas acciones de restablecimiento tras una condición de avería en centrales SPC que pueden, en principio, parecer similares;
- listas de notificaciones;
- acciones de control iniciales que han de efectuarse al verificarse un fallo de la central;
- acciones de control adicionales que han de efectuarse sobre la base del pronóstico del fallo;
- controles que han de aplicarse dentro de la red nacional;
- controles que han de pedirse a los centros de gestión de la red distantes;
- modificaciones que puede ser necesario introducir en los controles automáticos;
- secuencia de supresión del control cuando se restablece el funcionamiento normal de la central.

5.3 Se recomienda que los planes de gestión de la red para los fallos de las centrales se examinen y actualicen siempre que se produzca un cambio importante en la configuración de la red, o por lo menos una vez al año. Antes de introducir una nueva central internacional en la red, debe prepararse un plan de gestión de la red para los fallos de centrales.

6 Planificación para el fallo del sistema de señalización por canal común (SCC)

6.1 Cuando un fallo en el sistema de señalización por canal común interrumpe el flujo de tráfico, pueden utilizarse controles de gestión de la red para desviar el tráfico afectado hacia otros haces de circuitos que no han sido afectados. Es preferible que estas acciones se planifiquen por anticipado. Estos planes deben incluir información sobre las modificaciones de las respuestas automáticas de control de flujo del SCC que pueden requerirse en las centrales para poder ejecutar las acciones planificadas [por ejemplo, cambiar la respuesta programada normal al recibirse una señal de prohibición de transferencia (PTR)].

6.2 Debe señalarse que, a medida que la red internacional evolucione hacia la señalización por canal común, la disponibilidad de encaminamientos alternativos potenciales puede hacerse limitada, lo que se traducirá en una mayor necesidad de una planificación minuciosa.

7 Planificación para llamadas en masa

7.1 Una situación incontrolada de llamadas en masa puede dislocar los procedimientos normales de llamada de la red. Sin embargo, con una planificación adecuada, los efectos adversos de estas situaciones pueden reducirse al mínimo. La clave del éxito está en los avisos anticipados, una cooperación interdepartamental, y la planificación.

Para esto es necesario que la Administración esté siempre al tanto de toda posible situación de esta naturaleza, de modo que pueda evaluar de antemano el uso que habrá de darse a la red y determinar las posibilidades de congestión. Cuando parece probable la aparición de congestiones, se pueden prever configuraciones alternativas, que pueden incluir la utilización de controles de gestión de la red.

7.2 Al haberse generalizado la disponibilidad de controles de espaciamiento de las llamadas (véase la Recomendación E.412), es posible recurrir a ciertas aplicaciones ante llamadas en masa sin causar perjuicio a la red. Los controles de espaciamiento de las llamadas pueden establecerse en cada central, para limitar las llamadas salientes solamente en la medida necesaria para mantener plenamente ocupadas las líneas llamadas. Debe señalarse, sin embargo, que no existe una estrategia de protección contra las llamadas en masa que permita evitar la congestión en el origen ni las demoras del tono de invitación a marcar en las centrales locales si un gran número de abonados tratan de comunicar al mismo tiempo con un servicio o un número determinado.

8 Catástrofes

Las catástrofes pueden ser de origen natural (por ejemplo, un tifón o un terremoto) o humano (un accidente de aviación o ferroviario). Estos sucesos pueden causar daños en las instalaciones de la red o provocar una cantidad extraordinaria de llamadas, o ambas cosas. Si bien es difícil predecir una de esas catástrofes, es posible prever con cierto grado de precisión los efectos sobre la red telefónica y establecer en consecuencia los planes oportunos. Estos planes deben incluir:

- listas de contactos y notificaciones;
- acciones de control que deben ejecutarse localmente y/o en otras Administraciones;
- disposiciones para aumentar el personal y ampliar los horarios de operación.

(Véase el § 6.5 de la Recomendación E.411.)

9 Planificación para la introducción de nuevos servicios

La introducción de nuevos servicios en la red puede tener como consecuencia características nuevas, o inhabituales, de flujo de tráfico, y/o una demanda de tráfico inhabitual, especialmente cuando hay un gran interés inicial en el nuevo servicio. En consecuencia, se debe evaluar la repercusión que puede tener un nuevo servicio sobre la red, para identificar en qué puntos habrá congestiones o degradaciones del servicio y determinar qué capacidades especiales de supervisión y de control de la gestión de la red deberán utilizarse. Es importante que este análisis se efectúe antes de la fecha en que se ofrecerá el servicio planificado, de manera que se puedan realizar oportunamente las modificaciones del soporte lógico de las centrales y/o del sistema de operaciones de gestión de la red. Esto permitirá asegurar que estén disponibles las necesarias capacidades de supervisión y control cuando se introduzca el nuevo servicio.

10 Negociación y coordinación

10.1 Las Administraciones deben intercambiar información referente a sus capacidades de gestión de la red como parte del proceso de planificación de la gestión de la red. Los planes concretos deben negociarse por anticipado sobre una base bilateral o multilateral, según corresponda. Una negociación anticipada permitirá considerar a fondo todos los aspectos de un plan propuesto y resolver oportunamente los problemas, lo que culminará en una activación rápida cuando sea necesario.

10.2 Todo plan de gestión de la red debe coordinarse con las Administraciones interesadas en el momento de la aplicación; esta coordinación incluirá las actividades siguientes (en su caso):

- verificar que la central (o las centrales) de tránsito planificadas tienen capacidad de conmutación para tratar el tráfico adicional;
- verificar que hay capacidad en el haz (o los haces) de circuitos comprendidos entre el punto de tránsito planificado y el destino;
- avisar a la Administración (o a las Administraciones) de tránsito que habrá tráfico de tránsito en sus haces de circuitos y centrales;
- organizar la activación de los medios de control en los puntos distantes;
- organizar la supervisión del plan mientras esté en aplicación para determinar si es necesario modificarlo.

Cuando ya no se necesita aplicar un plan, la cesación de su aplicación debe notificarse a todas las Administraciones interesadas, de modo que pueda restablecerse la configuración normal de la red.

GESTIÓN DE LA RED INTERNACIONAL – ORGANIZACIÓN

1 Introducción

El alto grado de cooperación y coordinación necesario en la gestión de la red internacional puede lograrse únicamente mediante un interfuncionamiento eficaz y efectivo entre las organizaciones de gestión de la red internacional de los distintos países. Esta Recomendación especifica los elementos de organización necesarios para lograr este fin, y describe las funciones y responsabilidades de cada elemento.

En esta Recomendación sólo se trata de aquellos elementos de organización que son vitales para la elaboración, la planificación y la aplicación de la gestión de red y para el control de la red internacional. Se reconoce que deben llevarse a cabo necesariamente otras funciones dentro del ámbito de la organización de la gestión de la red, bien en apoyo de las funciones que se especifican a continuación o en relación con la gestión de la red nacional.

También se reconoce que las Administraciones pudieran no desear asignar cada elemento a un personal distinto o crear una organización aparte. En consecuencia, se deja a las Administraciones en libertad para organizar estas funciones de la manera más conveniente a su situación particular y para el nivel de desarrollo de la gestión de la red.

2 Organización de la gestión de la red internacional

2.1 Por lo que se refiere a la cooperación y la coordinación internacionales, la gestión de la red debe basarse en una organización que incluya los elementos siguientes, que deben existir en todo país que practica la gestión de la red internacional:

a) planificación y coordinación de la gestión de la red;

b) implantación y control de la gestión de la red;

c) desarrollo de la gestión de la red.

Cada elemento representa un conjunto de funciones y responsabilidades que se definen con más detalle en los § 3 a 5.

2.2 Cada Administración puede, a su conveniencia, agrupar los elementos que se definen en los § 3 a 5 en una única entidad de organización, por ejemplo, en un centro de gestión de la red internacional. Este parece ser el método más conveniente y eficaz cuando el nivel de desarrollo y el grado de práctica en la gestión de la red son elevados. Cuando este método no es posible, o no es práctico, las tareas de la gestión de la red internacional pueden efectuarse en los lugares en que se realicen actividades conexas. El § 6 ofrece directrices específicas sobre las relaciones entre la gestión de la red y el mantenimiento de la red, e incluye algunas consideraciones sobre las posibilidades de combinar los elementos de organización propios de las dos esferas de actividad.

2.3 Con independencia de la solución que adopte una Administración para su organización de la gestión de la red internacional, debe asegurarse que las funciones y las responsabilidades de un elemento de organización determinado no quedan divididas entre dos ubicaciones separadas. Las Administraciones podrán publicar entonces una lista con información sobre los puntos de contacto (véase el § 7), la que contendrá el número telefónico, télex, el horario de servicio, etc., para cada elemento.

3 Planificación y coordinación de la gestión de la red

3.1 El punto de planificación y coordinación de la gestión de la red es un elemento funcional de la organización de la gestión de la red internacional. Se encarga de la coordinación con otras Administraciones para establecer planes destinados a responder a los niveles elevados de tráfico imprevistos y a cualquier otra situación que pueda afectar de manera adversa a la compleción de las comunicaciones internacionales.

3.2 El punto de planificación y coordinación de la gestión de la red es el responsable del siguiente conjunto de funciones:

a) coordinación con puntos análogos de otras Administraciones para determinar las acciones que es necesario ejecutar para responder a niveles de tráfico elevados imprevistos, así como a cualquier otra situación que afecte a la compleción de las comunicaciones internacionales;

b) elaboración de planes destinados a responder a los niveles de tráfico anormales producidos por acontecimientos nacionales e internacionales previstos;

c) coordinación con el funcionario coordinador del restablecimiento (FCR) de la Administración en lo relativo a los planes de gestión de la red para fallos y para interrupciones previstas;

d) coordinación con otros puntos análogos de otras Administraciones para determinar las acciones que se deberán ejecutar cuando no se pueden aplicar planes para solucionar situaciones anormales;

e) garantizar que las facilidades y los medios de control de gestión de la red requeridos para la rápida aplicación de los planes acordados están disponibles y listos para ser utilizados cuando sea necesario.

4 Implantación y control de la gestión de la red

4.1 El punto de implantación y control de la gestión de la red es un elemento funcional de la organización de la gestión de la red internacional. Se encarga de la supervisión de la calidad de funcionamiento y del estado de la red, para lo cual determina la necesidad de acciones de gestión de la red, y, cuando sea procedente, las ejecuta y controla.

4.2 El punto de implantación y control de la gestión de la red es el responsable del siguiente conjunto de funciones:

a) Supervisión del estado y de la calidad de funcionamiento de la red.

b) Recopilación y análisis de los datos sobre el estado y la calidad de funcionamiento de la red.

c) Determinación de la necesidad de controlar el tráfico, cuando se cumplan una o más de las siguientes condiciones:
   - fallo o interrupción prevista de un sistema de transmisión internacional o nacional;
   - fallo o interrupción prevista de una central internacional o nacional;
   - congestión en una central internacional;
   - congestión en una red distante;
   - congestión hacia un destino internacional;
   - elevado volumen de tráfico debido a una situación insólita.

d) Ejecutar o tomar disposiciones para que se ejecuten las acciones de control de gestión de la red descritas en las Recomendaciones E.411 y E.412.

e) Coordinación y cooperación con puntos análogos de otras Administraciones para la aplicación de medios de control de la gestión de la red.

f) Coordinación con el punto de avisos de averías en la red[1] de la propia Administración, en relación con el intercambio de la información disponible en cada punto.

g) Coordinación con el punto de control del restablecimiento[2] de la propia Administración en relación con los fallos y con las interrupciones previstas.

h) Difundir información según proceda dentro de la propia Administración, sobre las medidas que hayan sido adoptadas con relación a la gestión de la red.

5 Desarrollo de la gestión de la red

5.1 El desarrollo de la gestión de la red es un elemento funcional de la organización de la gestión de la red internacional. Se encarga del desarrollo y la introducción de las técnicas y los medios necesarios para la supervisión y el control de la gestión de la red a nivel internacional, aunque puede tener también responsabilidades similares en la red nacional.

5.2 El desarrollo de la gestión de la red comprende el siguiente conjunto de funciones:

a) Desarrollo de medios que permitan la aplicación de técnicas actuales de gestión de la red.

b) Planificación a largo plazo de la introducción coordinada de nuevas técnicas de mantenimiento de la red y de nuevos medios mejorados de supervisión y control.

c) Evaluación de la eficacia de los planes, medios de control y estrategias actuales con miras a determinar la necesidad de medios de control, estrategias de control y sistemas de soporte mejorados, en particular los que pueden necesitarse para los nuevos servicios y la RDSI.

---

[1] El punto de avisos de averías en la red es un elemento funcional de la organización general del mantenimiento (véase la Recomendación M.716).

[2] El punto de control del restablecimiento es un elemento funcional de la organización general del mantenimiento (véase la Recomendación M.725).

6 Cooperación y coordinación entre organizaciones de gestión de la red y del mantenimiento de la red

Se pueden obtener ventajas considerables con una estrecha cooperación y coordinación entre la organización del mantenimiento de la red definida en las Recomendaciones de la serie M.700 y la organización de la gestión de la red identificada en la presente Recomendación. Por ejemplo, los avisos (o informes) sobre las dificultades de la red recibidos por el punto de avisos de averías en la red de la organización del mantenimiento pueden servir para que el punto de implantación y control de la gestión de la red ejecute acciones de control más eficaces. De manera similar, ciertas dificultades sobre las que se informa al punto de avisos de averías en la red pueden explicarse por informaciones ya disponibles en el punto de implantación y control de la gestión de la red. Por ello, y para tomar en cuenta la situación del servicio y la etapa de desarrollo de la gestión de la red particulares en una Administración, algunos de los elementos funcionales identificados en la presente Recomendación se pueden colocar junto con una de las agrupaciones de elementos funcionales de la organización del mantenimiento de la red descritas en la Recomendación M.710.

Cuando convenga crear un centro de gestión internacional aparte, que contenga los elementos definidos anteriormente, habrá que tomar las precauciones necesarias para asegurar que entre dicho centro y la organización del mantenimiento de la red existe una coordinación y un intercambio de información adecuados.

7 Intercambio de información sobre puntos de contacto

Con relación a cada uno de los tres elementos de organización descritos en los § 3 a 5, las Administraciones deberán intercambiar información sobre puntos de contacto. Este intercambio de información sobre puntos de contacto para la gestión de la red forma parte del intercambio general de información sobre puntos de contacto especificado en la Recomendación M.93.

SECCIÓN 3

COMPROBACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL

Recomendación E.420

COMPROBACIÓN DE LA CALIDAD DEL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL – CONSIDERACIONES GENERALES

1 Parámetros de la calidad de servicio

Puede darse una imagen adecuada del nivel de calidad de servicio (CDS) de la red mediante un conjunto de parámetros medidos, registrados y tratados como datos.

En la Recomendación E.800 se define un conjunto de conceptos relacionados con la calidad de funcionamiento para facilitar una descripción satisfactoria de la calidad de servicio, y se indica su interrelación. Cada concepto de calidad de funcionamiento puede ser degradado por un cierto número de causas precisas. Estas causas (por separado o en grupo) son el origen de los síntomas de fallos observados por el usuario.

El usuario ve el servicio prestado desde fuera de la red, y su percepción puede describirse por parámetros de la calidad de servicio observada. La relación entre los parámetros de la calidad de servicio observada en la práctica y las causas de degradación puede indicarse en forma de cuadros[1].

Se han establecido cinco parámetros principales de la calidad de servicio observada; estos parámetros reflejan:

i) el hecho de dar al usuario la posibilidad de utilizar los servicios deseados;

ii) el hecho de que el servicio en cuestión se suministra al nivel deseado; esto comprende:
   - establecimiento de la conexión,
   - retención de la conexión,
   - calidad de la conexión,
   - exactitud de la facturación.

Estos parámetros principales pueden supervisarse mediante indicadores de calidad de servicio (por ejemplo, tasa de eficacia, tasa de corte de las comunicaciones, etc.).

Pueden establecerse objetivos para estos indicadores que pueden revisarse a intervalos regulares.

Cuando se detecta una deterioración de estos indicadores de supervisión o cuando se aplica un programa de mejora, deben recogerse más datos que permitan un análisis más detallado para localizar las causas de degradación a las que son atribuibles los problemas observados.

2 Métodos de medida de la calidad de servicio

2.1 Se describen los métodos siguientes para medir la calidad de servicio:

1) observaciones de servicio por medios externos;
2) llamadas de prueba (tráfico simulado);
3) encuestas entre los usuarios;
4) observaciones automáticas internas.

---

[1] Estos cuadros figuran en el manual citado en [1].

2.2 Se recomienda que las Administraciones establezcan un programa de observaciones y pruebas destinado a apreciar el funcionamiento de los circuitos y de las instalaciones, supervisar el trabajo de las operadoras y evaluar la calidad del servicio prestado a los usuarios. Es conveniente que las Administraciones se comuniquen directamente estadísticas sobre la calidad de servicio.

2.3 El cuadro 1/E.422 se refiere a las observaciones manuales y semiautomáticas de la calidad del servicio internacional automático y/o semiautomático. Permite sobre todo, controlar el porcentaje de llamadas infructuosas por razones técnicas (deficiencias del equipo o averías).

El cuadro 2/E.422 se refiere a la misma observación que el cuadro 1/E.422 pero no incluye la información que sólo se puede obtener mediante la escucha por parte de las operadoras (observación automática).

El cuadro 1/E.423 se refiere a la observación del tráfico establecido por las operadoras. Permite determinar la eficacia de los circuitos internacionales y evaluar el trabajo de las operadoras y la calidad de audición en servicio semiautomático y manual.

El cuadro 2/E.423 recapitula las observaciones de la demora en contestar de las operadoras. El cuadro se completa por medios automáticos.

El cuadro 1/E.424 sirve para consignar los resultados de las llamadas de prueba efectuadas, en particular cuando las observaciones consignadas en el cuadro 1/E.422 acusan un porcentaje demasiado elevado de fallos.

La Recomendación E.125 trata de la utilización de encuestas entre los usuarios como método de evaluación de la calidad de servicio y en ella se hace hincapié en la determinación de las causas de las dificultades que pueden encontrar los usuarios al efectuar una llamada telefónica automática internacional.

La Recomendación E.426 da las directrices generales sobre el porcentaje de tentativas de llamada completadas que hay que respetar en el caso de comunicaciones internacionales.

Puede utilizarse el cuadro 1/E.427 para complementar las observaciones inscritas en el cuadro 1/E.422 cuando dichas observaciones indican claramente que es demasiado elevado el porcentaje de fallos originados por las dificultades que el usuario encontró o cuando los resultados de la aplicación de la Recomendación E.125 indican que es necesario recoger datos suplementarios.

La Recomendación E.425 describe los datos que podrían obtenerse de los centros de conmutación con respecto a la calidad de servicio, así como el intercambio de esos datos.

2.4 Es de la mayor importancia prestar atención a la calidad de servicio del tráfico entrante, pues la Administración de llegada está en condiciones más favorables para mejorar la situación.

En el pasado, algunas Administraciones han prestado menos atención a la calidad de servicio para las llamadas entrantes que para las salientes. Esta situación no debe mantenerse en el futuro.

Por consiguiente, además de la medida de la calidad de servicio del tráfico saliente, que se describe en esta serie de Recomendaciones, se aconseja a las Administraciones que observen el tráfico entrante con el objeto de mejorar la calidad de servicio.

3 Otras fuentes de información sobre la calidad de servicio

Cuando se trata de mejorar la calidad de servicio es útil recurrir a las fuentes siguientes:

- quejas de los abonados (véase el anexo B);
- otras Administraciones u organizaciones como INTELSAT (informes SPADE);
- contactos de las operadoras con el personal de mantenimiento para tomar medidas directas;
- información de las operadoras sobre la CDS: si el tráfico por operadora es voluminoso se puede pensar en organizar ese tipo de información estableciendo «códigos de perturbaciones», tales como eco, ausencia de tono, ausencia de respuesta, etc.;
- informes de los centros «nacionales» de conmutación: la CDS observada por el abonado no sólo depende de la red internacional y la red del país de destino sino también de la red nacional del país de origen;
- organizaciones de usuarios y grandes empresas: como las grandes empresas tienen mucho que ganar de la mejora de la CDS, cooperarán de buena gana con las Administraciones;
- medidas de los tiempos de ocupación y de las duraciones de conferencia;
- duración media de las conferencias;
- medidas de tráfico;
- medidas de transmisión.

ANEXO A

(a la Recomendación E.420)

Método posible de integrar las actividades de medida de la calidad del servicio en un proceso global de investigación de un problema

En las figuras A-1/E.420 y A-2/E.420 se facilitan los diagramas de flujo del procedimiento de atribución de recursos y del de identificación de un problema típico. Los números 1) a 10) de las figuras, corresponden a los procesos descritos a continuación:

1) Se establece un umbral de excepción para detectar posibles destinos aislados. La fijación de su valor es competencia de las Administraciones individuales.

2) Se considera que un destino se encuentra en condición aislada cuando la frecuencia de las tentativas de toma es lo suficientemente importante (por ejemplo 20 tentativas por día) para revelar que existe cierta demanda hacia ese destino sin ninguna o casi ninguna respuesta.

3) La forma más práctica de saber si cabe esperar mejoras es «consultar con otras Administraciones».

4) De ser posible aplíquense actuaciones de gestión de la red, por ejemplo encaminamiento alternativo.

5) Se calcula la prioridad *P*, de cada destino como sigue:

$$P = BID^{2)} \times (OTTTR - TTRM)$$

donde

BID[2)] es el número total de tentativas de toma hacia el destino, en un cierto periodo de tiempo (por ejemplo un mes);

OTTTR es el objetivo de calidad en cuanto a la *TTTR*[3)] (tasa de tentativas de toma con respuesta) que cabe esperar como consecuencia de las actividades de mejora del servicio;

TTTRM es el valor medido de la *TTTR*[3)] hacia el destino en el mismo periodo que para *BID*.

El *OTTTR* se fija para cada destino, pudiendo basarse en el valor histórico medio de la *TTTR* aun cuando debe exceder de dicho valor.

A fin de cumplir lo especificado en el § 2.2 de la Recomendación E.426, el valor del *OTTTR* que haya de utilizarse en la fórmula de *P* indicada anteriormente no será inferior al valor de *TTTRM* registrado en un periodo anterior.

6) A fin de cumplir lo especificado en el § 2.4 se sugiere que se considere también el flujo de tráfico internacional de entrada *total* como uno de los elementos que requieren mejoras de la CDS. Debe tenerse en cuenta que el procedimiento puede también aplicarse a destinos nacionales, por ejemplo sobre una base de código de zona y puede aplicarse sobre una base de rutas entrantes.

7) Se efectúa un análisis detallado: cuando es posible, se supervisa el funcionamiento de los haces de circuitos y se efectúan análisis para los diferentes códigos de destino. Es esencial conocer los denominados «enlaces killer», que no permiten que se complete la llamada (debe señalarse que la observación de la calidad de servicio no tiene como objetivo directo identificar dichos enlaces).

8) Se discuten posibles mejoras con servicios homólogos de otros países.

9) En la Recomendación M.710, «Organización general del mantenimiento del servicio internacional automático y semiautomático», se describen los elementos de mantenimiento básicos, sus funciones y su coordinación mutua. En la Recomendación M.1230 «Evaluación de la calidad de funcionamiento de la red telefónica internacional» se dan orientaciones sobre la relación existente entre las observaciones de la calidad de servicio, la evaluación de la calidad de funcionamiento de la red y los procedimientos de mantenimiento. Debe tenerse en cuenta que la CDS depende, en gran medida del funcionamiento adecuado de los elementos de mantenimiento y de los procedimientos de mantenimiento, por lo que se recomienda encarecidamente a las Administraciones que afrontan problemas relativos a la CDS, que presten atención a las Recomendaciones sobre mantenimiento contenidas en el Tomo IV.

10) Si este procedimiento no conduce a una conclusión efectiva, podría ser necesario un procedimiento de ascenso jerárquico (véase la Recomendación M.711).

---

2) Pueden utilizarse los minutos tasables o los ingresos.

3) En el caso de que no se pueda utilizar la *TTR*, (tasa de tomas con respuesta), se considera que un sustituto aceptable es la *TTTR* aplicándose entonces las tomas, el *OTTTR* y la *TTTRM*.

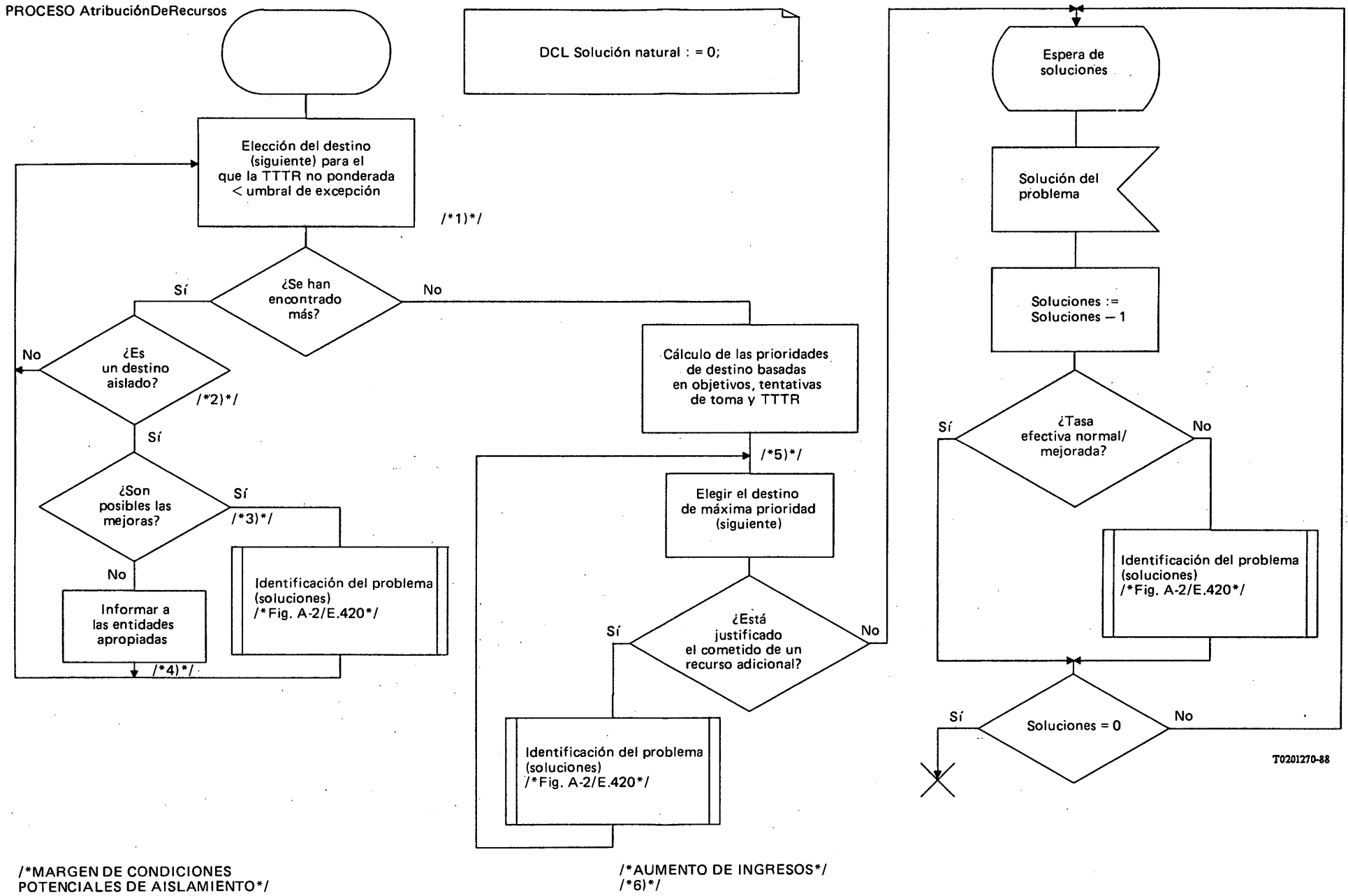


FIGURA A-1/E.420

Proceso de atribución de recursos

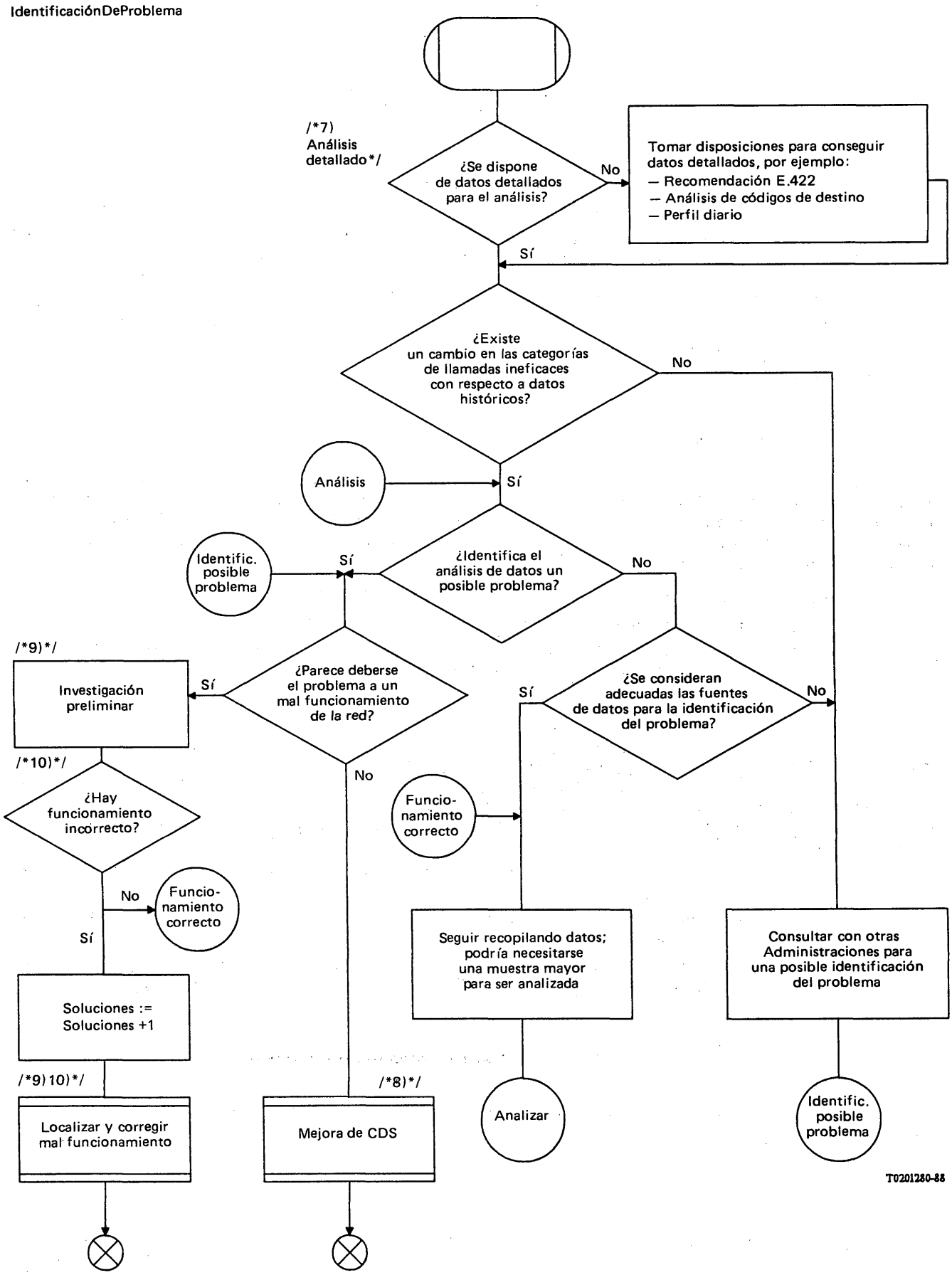


FIGURA A-2/E.420

Procedimiento de identificación de problemas

ANEXO B

(a la Recomendación E.420)

Utilización de las reclamaciones de los usuarios para mejorar la calidad de servicio del tráfico internacional

Es posible utilizar las reclamaciones de los abonados para controlar los procesos si la organización de una Administración ha establecido procedimientos para la recopilación centralizada de tales reclamaciones.

Los datos recopilados pueden procesarse estadísticamente, para obtener indicaciones útiles para el personal de operaciones y mantenimiento, a fin de corregir los problemas, y con ello, mejorar la calidad de servicio.

Hay tres aspectos importantes en el tratamiento de los datos:

- los datos en sí,
- el tratamiento estadístico,
- el análisis de las reclamaciones.

B.1 *Datos que han de recopilarse*

La notificación de un problema efectuada por un cliente aislado, puede ser subjetiva o no cualificada, puesto que, en general, la efectúa una persona que no está bien acostumbrada a observar la calidad de servicio. En consecuencia, será necesario prestar una atención especial al tratamiento de la información sobre reclamaciones para hacerla tan fiable como sea posible, a fin de que permita identificar las posibles degradaciones de la red que han originado la reclamación.

Como ejemplos pueden citarse (véase asimismo el manual citado en [1]):

- los datos relativos a los números de abonado afectados (ruta, destino),
- los datos relativos a observaciones efectuadas durante las tentativas infructuosas de una o más llamadas en caso de perturbación de una llamada,
- hora en que el usuario ha efectuado la observación.

B.2 *Tratamiento estadístico para mejorar la fiabilidad de los datos*

Se obtienen datos fiables mediante el tratamiento estadístico de un gran número de reclamaciones (por ejemplo el valor medio durante un cierto periodo de tiempo). A fin de alcanzar este objetivo, pueden ser útiles los siguientes métodos:

1) escoger las reclamaciones cuyas posibles causas parezcan estar relacionadas con *degradaciones* de la red,
2) *acumular* las reclamaciones durante un cierto periodo de tiempo, por ejemplo, un mes, o una semana, según el número de reclamaciones,
3) calcular *estadísticamente la tasa de reclamaciones* a partir de los datos acumulados, por ejemplo, la *tasa de reclamaciones/llamadas completadas* (TRLC), durante el periodo de tiempo elegido:

$$\text{TRLC} = \frac{\text{Número de reclamaciones}}{\text{Número de tentativas de llamada fructuosas}} \times 100\%$$

Resulta práctico utilizar la TRLC junto con uno o más aspectos de clasificación (véase § B.3) tales como «según su destino».

B.3 *Análisis de las reclamaciones*

Es necesario identificar la posible degradación de la red que ha producido la reclamación y corregirla sin discontinuidades, para mejorar realmente la calidad de servicio. Para conseguirlo, debe convertirse la reclamación en datos útiles al organismo de mantenimiento de la red, para la localización de la posible degradación. A este respecto, se consideran de utilidad los siguientes métodos:

1) clasificar las reclamaciones por categorías de fallos;
2) clasificar las reclamaciones según su destino, ruta, (o haz de circuitos) y/o distintivos de zona;

3) para identificar las degradaciones, puede ser útil efectuar un análisis de la hora del día, pues pueden no ser aparentes al contemplarlas desde el punto de vista de la totalidad del día;

4) un cambio relativo o tendencia de los datos estadísticos, es probable que refleje una variación del estado de la red, lo que proporciona una indicación útil junto con los propios valores. Por ejemplo, un rápido aumento del valor estadístico (v.gr. la tasa de reclamaciones) puede reflejar una nueva degradación de la red.

Referencias

[1] Manual del CCITT *Calidad de servicio, mantenimiento y gestión de la red*, UIT, Ginebra, 1984.

Recomendación E.421

OBSERVACIONES DE LA CALIDAD DE SERVICIO MEDIANTE MÉTODOS ESTADÍSTICOS

1 Definiciones

1.1 **observación de la calidad de servicio**

E: service observation

F: observation de la qualité de service

Supervisión efectuada para obtener una evaluación total o parcial de la calidad de las comunicaciones telefónicas, con exclusión de las llamadas de prueba.

1.2 **observación manual**

E: manual observation

F: observation manuelle

Supervisión de las comunicaciones telefónicas por un observador sin utilización de equipo automático de registro de datos.

1.3 **observación automática**

E: automatic observation

F: observation automatique

Supervisión de las comunicaciones telefónicas sin intervención de un observador.

1.4 **observación semiautomática**

E: semi-automatic observation

F: observation semi-automatique

Supervisión de las comunicaciones telefónicas por medio de un equipo que registre automáticamente una parte de los datos. Por ejemplo, un equipo que registre automáticamente, en cualquier soporte adecuado para el proceso de los datos, informaciones tales como la central observada, el número marcado por el abonado, los impulsos de cómputo y la hora de la comunicación. El observador se limita a componer un código que indique la condición observada.

2 Ventajas relativas de las observaciones manuales, automáticas y semiautomáticas

2.1 Los tres métodos señalados en los § 1.2, 1.3 y 1.4 no son excluyentes; por ejemplo, las observaciones automáticas pueden completar las observaciones hechas por un operador. Teniendo en cuenta el elevado costo de la observación manual o semiautomática en redes internacionales en rápido desarrollo, en 1968 se estimó que aumentaría la necesidad de proceder a observaciones automáticas. No se ha previsto que las observaciones automáticas reemplacen enteramente en un futuro previsible a las observaciones hechas por un observador.

Las ventajas relativas a estos tres métodos pueden evaluarse como sigue:

2.2 *Observación manual*

Proporciona todos los datos requeridos en los cuadros 1/E.422 y 1/E.423.

Puede efectuarse con un mínimo de equipo.

Permite detectar ciertas anomalías que no pueden descubrirse automáticamente, por ejemplo: audición muy deficiente (categoría 5.2 del cuadro 1/E.422) o dificultades debidas a los tonos utilizados en el servicio internacional (categoría 6.4 del cuadro 1/E.422).

2.3 *Observación semiautomática*

Proporciona todos los datos requeridos en los cuadros 1/E.422 y 1/E.423.

Representa una economía de personal, comparada con la observación manual.

Se puede lograr una mayor precisión que con la observación manual, dado el registro automático del número marcado, de la hora de la comunicación, etc.

El observador puede prestar mayor atención a las condiciones más críticas comprobadas durante la observación de las comunicaciones.

Los resultados se expresan en una forma adecuada para su ulterior análisis automático.

La reducción de los gastos permite obtener una mayor variedad de muestras por un mismo coste.

El equipo semiautomático puede ser convertido de modo que, durante ciertas horas del día, funcione automáticamente.

2.4 *Observación automática*

Costo mínimo de explotación (personal reducido).

Es posible la observación continua.

Se puede operar con muestras mayores, o incluso observar todas las comunicaciones.

Se eliminan los errores humanos.

Se facilita el proceso automático de los datos.

Se asegura el secreto de las comunicaciones.

Se facilita el control de la hora a la que se hacen las observaciones.

A continuación se indican algunas de las diferencias entre las observaciones automáticas internas y externas.

2.4.1 Las observaciones automáticas internas pueden realizarse en el propio centro de conmutación en el lado de llegada o en el de salida, o en un punto intermedio, según se haya diseñado el centro de conmutación:

a) sólo pueden supervisarse señales de línea, tales como señales de toma, de respuesta, etc., y señales de registrador siempre que éstas no atraviesen la central en un procedimiento de señalización de extremo a extremo;

b) las señales recibidas sólo se supervisan si la propia central funciona correctamente a ese respecto;

c) lo dicho en el apartado b) se aplica también a las señales salientes. Si existe una avería en la central, puede suceder que las señales no se hayan enviado del modo apropiado y que la central no lo sepa.

En la Recomendación E.425 se incluye más información sobre este tipo de técnica de observación.

2.4.2 Las observaciones automáticas externas se realizan con aparatos de supervisión del tráfico en las líneas entrantes o salientes:

- pueden supervisarse todas las señales de señalización;
- es posible la detección de tonos, señales vocales y datos si se utiliza equipo avanzado;
- esta técnica de observación proporciona todos los datos requeridos en los cuadros 2/E.422 y 2/E.423;
- la aplicación es muy flexible y se pueden emplear en lugar de las técnicas de observación manuales o semiautomáticas.

3 Periodo de las observaciones

Los resultados de todas las observaciones hechas durante un día deben anotarse en el cuadro 1/E.422 o en el cuadro 2/E.422.

Cuando las observaciones no se hacen durante todo el día, el periodo de observación se anota bajo el epígrafe «Horas de las observaciones» y deberá comprender las tres horas más cargadas del día.

4 Puntos de acceso para las observaciones

4.1 Conviene efectuar las observaciones relativas al cuadro 1/E.422 o al cuadro 2/E.422 a partir de puntos situados lo más cerca posible de la central internacional de salida.

Se pueden prever los puntos de acceso siguientes:

i) grupo de relés de salida de un circuito internacional (lado «central»), es decir, el *punto de acceso al circuito internacional*[1];

ii) grupo de relés de llegada del circuito nacional;

iii) circuitos de enlace de la central internacional.

Las observaciones sólo se harán durante el establecimiento de la comunicación y algunos segundos después de responder el abonado llamado.

Cuando el punto de acceso al circuito[1] se utiliza para la observación de comunicaciones internacionales, es posible que la calidad de servicio de la central internacional no sea verificada por programas de observación nacionales o internacionales.

Para obtener los resultados más completos, es preferible, siempre que sea técnicamente factible, que las observaciones destinadas al cuadro 1/E.422 se efectúen lo más cerca posible de la central internacional en el lado nacional. Esto es más representativo del servicio desde el punto de vista del abonado, y permite la observación de las comunicaciones que no se establecen por causas atribuibles a la central internacional de salida. Cuando no sea posible distinguir los fallos ocurridos en la central internacional de salida de los ocurridos más allá de esta central, o cuando esta distinción sea de alguna utilidad, se efectuarán mediciones en el lado de salida.

En el cuadro 1/E.422 o en el cuadro 2/E.422 hay que indicar el punto de acceso en el que se hayan hecho las observaciones; en efecto, los resultados de observación obtenidos en uno de los tres puntos de acceso mencionados anteriormente no son comparables con los obtenidos en los otros dos puntos.

4.2 Las observaciones relativas al cuadro 1/E.423 deben efectuarse a partir de puntos de acceso de las posiciones de operadora.

5 Número de observaciones

5.1 Deberían establecerse programas de observación de la calidad de servicio que den resultados estadísticos lo más seguros posible, teniendo en cuenta el costo de un muestreo importante.

5.2 Según los estudios efectuados por el CCITT en el periodo 1964-1968, los valores indicados a continuación se consideran como valores *mínimos* si se quiere disponer de una indicación general de la calidad del servicio.

5.2.1 *Cuadro 1/E.422*

El número mínimo de observaciones por el haz de circuitos de salida en relación con el cuadro 1/E.422 debiera ser de 200 por mes cuando el haz comprenda más de 20 circuitos, de 200 por trimestre cuando comprenda entre 10 y 20 circuitos, y de 200 por año cuando comprenda menos de 10 circuitos.

5.2.2 *Cuadro 1/E.423*

El número mínimo de observaciones para el cuadro 1/E.423 debiera ser de 200 por trimestre para un haz compuesto de más de 20 circuitos, de 200 por semestre para un haz que comprenda de 10 a 20 circuitos, y de 200 por año para un haz compuesto de menos de 10 circuitos.

---

[1] Para la definición de los puntos de acceso, véase la Recomendación M.700. Véase también la Recomendación M.110.

5.2.3 *Tráfico de tránsito*

En el caso de un haz de circuitos de salida por el que se encamine también tráfico de tránsito, interesa obtener datos para cada país de destino al que pueda llegarse por este haz de circuitos. En principio, el número de observaciones por destino debiera ser el indicado anteriormente. Para ello convendría tomar como base para cada país de destino el correspondiente número de erlangs y obtener a partir de ese valor el número teórico de circuitos.

Sin embargo, en las relaciones por las que se encamine un volumen muy reducido de tráfico (por ejemplo, inferior a 5 erlangs), es posible que las Administraciones prefieran reducir el número de observaciones o no hacer observación alguna (por ejemplo, cuando no haya reclamaciones), y atenerse a los datos obtenidos por la central de tránsito.

5.3 El número de observaciones especificado anteriormente facilitará una indicación general de los resultados correspondientes a ciertas categorías generales de calidad de servicio. Cabe que las Administraciones deseen resultados más precisos, especialmente para ciertas categorías particulares del cuadro 1/E.422.

Se señala a la atención el cuadro 1/E.421, que indica el número de observaciones requerido para obtener cierto grado de precisión.

CUADRO 1/E.421

Porcentaje de averías que cabe esperar	Número de las observaciones necesarias con un muestro aleatorio para prever el porcentaje real de averías con un grado de confianza del 95% y una precisión de:					
	± 25%	± 30%	± 35%	± 40%	± 45%	± 50%
2	3136	2178	1600	1225	1030	880
4	1536	1067	784	600	500	440
6	1003	696	512	392	330	290
8	736	511	376	288	245	215
10	576	400	294	225	195	170
12	469	326	239	183	150	132
14	393	273	201	154	128	112
16	336	233	171	131	112	98
18	292	202	149	114	95	80
20	256	178	131	100	85	70
30	149	104	76	60	50	42
40	96	67	50	38	30	24
50	64	44	33	25	20	16

Anexo al cuadro 1/E.421

Ejemplos de utilización del cuadro 1/E.421

Ejemplo 1 – Según resultados anteriores, se estima que un tipo dado de avería se produce para el 4% aproximadamente de las llamadas. Si se desea confirmar, con un grado de confianza del 95%, que la proporción real de averías esté comprendida entre el 3% y el 5% (es decir, que es igual a 4% ± 25% aproximadamente), se deberán hacer observaciones sobre una muestra aleatoria de 1536 llamadas.

Ejemplo 2 – Para una proporción estimada de averías del 2%, se deberán hacer observaciones sobre una muestra aleatoria de unas 1200 llamadas (1225 en el cuadro), para poder afirmar, con un grado de confianza del 95%, que el porcentaje real estará comprendido entre 1,2% y 2,8% (esto es, que será igual a 2% ± 40% aproximadamente). Esto significa que si se hacen 200 observaciones en un cierto periodo, hay que tomar la «media acumulativa» de estas condiciones en el curso de seis de esos periodos. Se considera que la proporción de averías en un determinado número de categorías importantes desde el punto de vista del mantenimiento será del orden del 2%.

Ejemplo 3 – Terminadas las observaciones, y calculada la proporción de averías de la muestra, se puede utilizar el cuadro en sentido inverso para tener una indicación del grado de precisión de los resultados.

Supóngase, a título de ejemplo, que en una muestra de 1000 observaciones se descubren 29 averías debidas a una causa X y 15 averías debidas a una causa Y. Los porcentajes de averías en la muestra considerada serán, respectivamente, de 2,9% y de 1,5% para las causas X e Y. El cuadro indica que, para esta muestra de 1000 llamadas, la precisión del primero de estos porcentajes es de ± 35% aproximadamente, y la del segundo de ± 50% aproximadamente; se debe considerar, pues, que están respectivamente comprendidos entre 1,9% y 3,9% (causa X) y entre 0,8% y 2,3% (causa Y).

6 Intercambio y análisis de los resultados de observación

6.1 *Intercambio de los resultados de observación*

Para el intercambio de los resultados entre Administraciones, se propone la periodicidad siguiente:

cuadro 1/E.422 o cuadro 2/E.422 – es conveniente un intercambio mensual;

cuadro 1/E.423 o cuadro 2/E.423 – es conveniente un intercambio trimestral.

No obstante, en el caso de pequeños haces de circuitos (menos de 20 circuitos), las informaciones, deberían intercambiarse después de 200 observaciones, pero en todo caso una vez al año como mínimo. Se llama la atención sobre el hecho de que un número de observaciones inferior a 200 tiene poco valor.

Los resultados de las observaciones se transmitirán sin dilación:

- a las Administraciones y al punto de análisis de la red del país en que se efectúen las observaciones;
- a las Administraciones y al punto de análisis de la red del otro país (comprendidas, en su caso, las Administraciones de tránsito y su punto de análisis de la red).

Las ventajas que pueden derivarse de las observaciones del servicio tienden a disminuir en función del tiempo necesario para la transmisión de las informaciones a quienes puedan tomar medidas para mejorar dicho servicio. Por consiguiente, los resultados de las observaciones relativas a los cuadros 1/E.422 y 1/E.423 deberán comunicarse a las Administraciones de los países de destino lo antes posible después de terminado un periodo de observación, y, en todo caso, en las seis semanas siguientes.

6.2 *Análisis de los resultados de observación*

Tanto en el país de origen como en el país de destino debería efectuarse un análisis de los resultados.

Algunas Administraciones han encontrado útil comunicar a las demás Administraciones interesadas estadísticas de observación de la calidad de servicio, presentadas en forma de gráficos.

Recomendación E.422

OBSERVACIONES DE LA CALIDAD DEL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL DE SALIDA

1 Objetivos relativos a los cuadros 1/E.422 y 2/E.422

1.1 Las observaciones de la calidad del servicio internacional tienen por objeto evaluar la calidad de servicio obtenida por el abonado que llama. Por consiguiente, es esencial el registro objetivo de las observaciones (es decir, de las llamadas fructuosas e infructuosas) y el presentarlas en forma de cuadro (véase el cuadro 1/E.422 para las observaciones manuales o semiautomáticas y el cuadro 2/E.422 para las observaciones automáticas).

2 Observaciones manuales o semiautomáticas (cuadro 1/E.422)

2.1 El cuadro 1/E.422 deberá poderse rellenar utilizando una amplia serie de medios de observación, es decir, de los más sencillos a los más complejos.

CUADRO 1/E.422

Observaciones de la calidad de servicio en llamadas telefónicas internacionales salientes

País de origen . . . . . .

Central internacional de salida . . . . . .

Haz de circuitos . . . . . .

Servicio { automático [a)] / semiautomático [a)]

Periodo del . . . . . al . . . . . .

Punto de acceso:

Lado nacional . . . . . .

Circuitos de enlace . . . . . .

Lado de salida . . . . . .

Horas de las observaciones . . . . . .

Categoría	Número		Porcentaje	
	Subtotal	Total	Subtotal	Total
1. Llamadas fructuosas (véase la nota 1)		...		...
2. Tono de llamada recibido, pero ausencia de respuesta		...		...
3. Llamadas infructuosas: indicación *expresa* de congestión, incluido abonado ocupado, desde más allá de la central internacional de salida. Señal visual, tono o anuncio grabado		...		...
3.1 Abonado ocupado/congestión, indicados mediante señal visual .	...		...	
3.2 Abonado ocupado/congestión, indicados mediante tono de ocupado o de congestión	...		...	
3.3 Congestión indicada mediante un anuncio grabado	...		...	
4. Llamadas infructuosas: otras señales visuales, tonos o anuncios grabados, no identificados expresamente como correspondientes a las categorías 3 u 8		...		...
4.1 Señal visual recibida	...		...	
4.2 Tono recibido	...		...	
4.3 Anuncio grabado recibido	...		...	
5. Llamadas infructuosas por otras razones técnicas		...		...
5.1 Obtención de un número equivocado	...		...	
5.2 Abandono de la llamada debido a una audición muy deficiente .	...		...	
5.3 No se recibe tono, ni respuesta después de esperar ... segundos .	...		...	
5.4 Recepción de la señal de respuesta sin que conteste el abonado llamado	...		...	
5.5 Otros fallos de carácter técnico	...		...	
6. Llamadas infructuosas a causa de una maniobra incorrecta de la persona que llama		...		...
6.1 Marcado número equivocado	...		...	
6.2 Número incompleto	...		...	
6.3 Llamada abandonada prematuramente antes de recibirse una señal, un tono o un anuncio grabado (en un periodo inferior a ... segundos)	...		...	
6.4 Llamada abandonada prematuramente después de recibirse el tono de llamada (en un periodo inferior a 30 segundos)	...		...	
6.5 Otros fallos debidos a maniobras incorrectas	...		...	
7. *Número total de llamadas supervisadas* (categorías 1 a 6)		...		100

CUADRO 1/E.422 *(continuación)*

Categoría	Número		Porcentaje	
	Subtotal	Total	Subtotal	Total
8. Llamadas infructuosas: indicación *expresa* de fallo procedente de la central internacional de salida		...		
8.1 Congestión en los circuitos internacionales de salida	...			
8.2 Todas la demás indicaciones	...			
9. Llamadas fructuosas con defectos. Estas llamadas están incluidas en la categoría 1		...		
9.1 No se recibe la señal de respuesta en las llamadas sujetas a tasación	...			
9.2 Llamada con inteligibilidad deficiente, pero no abandonada . . .	...			
9.3 Llamadas con otros defectos, pero no abandonadas	...			

[a)] Táchese lo que no convenga.

Nota 1 – Una llamada fructuosa es la que llega al abonado deseado y permite establecer la conversación. Todas las llamadas fructuosas están comprendidas en la categoría 1. Sin embargo, una llamada fructuosa puede tener o no defectos perceptibles. Las llamadas fructuosas con defectos perceptibles deberán anotarse también en la categoría 9.

Nota 2 – Con la excepción señalada anteriormente para las categorias 1 y 9, los resultados de la observación de una llamada deberán anotarse en una categoría solamente, a saber, en la más apropiada entre las categorías 1 a 6.

Nota 3 – Las Administraciones deberán intercambiar periódicamente la necesaria información para interpretar los datos de observaciones registrados en las categorías 4.1, 4.2 y 4.3.

2.2 Deberá reducirse al mínimo la necesidad de una capacitación especializada de los observadores.

2.3 El cuadro deberá ser fácilmente comprensible, de modo que no sean necesarias instrucciones detalladas sobre el modo de rellenarlo.

2.4 Las principales categorías se elegirán de forma que:

- identifiquen los principales factores que afecten desfavorablemente a la calidad del servicio;
- sean adecuadas para el tratamiento centralizado de los resultados de las observaciones.

2.5 Para facilitar la debida recopilación de datos para estudios de los factores humanos con el fin de identificar causas de dificultades en el establecimiento, por el propio usuario, de comunicaciones en el servicio telefónico internacional (automático), en la Recomendación E.427 se ha incluido un cuadro adicional al cuadro 1/E.422.

3 Comentarios relativos a la utilización del cuadro 1/E.422

3.1 En el cuadro 1/E.422 se recapitulan todas las observaciones relativas al tráfico saliente en servicio automático y semiautomático, entre país de origen y país de destino. Deberá utilizarse un formulario separado para cada país de destino y, en caso necesario, para cada haz de circuitos al cual tenga acceso el tráfico hacia el país de destino en la central (o centrales) internacional(es) de salida. No es necesario hacer observaciones relativas a los servicios automático y semiautomático. Las Administraciones podrán seleccionar el servicio que se vaya a observar, siempre que dicho servicio represente la mayor parte del tráfico hacia el país de destino.

3.2 Véase el comentario sobre el punto de acceso en el § 4.1 de la Recomendación E.421.

3.3 El resultado de cada llamada observada deberá anotarse únicamente dentro de la categoría más apropiada. En el caso de que una llamada sea infructuosa por varias causas, sólo se anotará la más importante.

3.4 Para rellenar el cuadro 1/E.422, deberán tenerse presente las siguientes explicaciones.

Categoría 1 – Para que el registro sea objetivo y evitar que se produzcan muestras falseadas por la exclusión de llamadas que exijan una evaluación subjetiva, se define como llamada fructuosa la que llega al abonado deseado y permite pasar a la conversación. Todas las llamadas no abandonadas entran en la categoría 1 y, de estas llamadas, las que se estiman defectuosas desde el punto de vista subjetivo, entran también en la categoría 9. Es decir, se pide al observador que haga *dos* anotaciones para las llamadas fructuosas con defectos perceptibles.

En la categoría 1 se anotan, pues, las llamadas que han sido conectadas debidamente. Éstas incluyen las llamadas que han recibido respuesta y para las cuales se ha percibido la señal de colgar después de haberse hablado algunas palabras, sin que se sepa el motivo por el cual se ha abandonado la llamada. Si se observa que el abonado que llama ha marcado un número erróneo, esta llamada se anota en la categoría 6.1. La categoría 1 incluye también las llamadas que hayan sido pasadas correctamente a posiciones de operadora, servicios de información, aparatos que respondan en lugar del abonado, o sus equivalentes.

Categoría 2 – En la categoría 2 se anotan las llamadas en las que se percibe el tono de llamada, pero el abonado llamado no contesta antes de que el abonado que llama, después de haber esperado no menos de 30 segundos a partir del instante en que comenzó el tono de llamada, desiste del intento y cuelga. (Véase la categoría 6.4 si la llamada se abandona *menos* de 30 segundos después de comenzar el tono de llamada.)

Categoría 3 – En la categoría 3 se anotan las llamadas infructuosas en las que se ha recibido una indicación *expresa* de ocupación de la línea del abonado llamado o de congestión más allá de la central internacional de salida, ya sea por una señal visual, un tono, o un anuncio grabado. Deberán anotarse también dentro de esta categoría las llamadas que experimenten congestión en el equipo de control común (por ejemplo, no se recibe la señal de invitación a transmitir). Si *no* se ha recibido una indicación positiva de estas condiciones se anota en la categoría 4.

Las anotaciones se hacen en las categorías 3.1, 3.2 ó 3.3, según la indicación específica recibida.

Cuando se recibe más de una indicación (por ejemplo, señal visual y tono), solamente se efectuará una anotación. En tal caso, el orden de anotación preferible será: tono, anuncio grabado, señal visual.

Categoría 4 – En la categoría 4 se anotan las demás indicaciones sobre llamadas infructuosas, ya sea por una señal visual, un tono o un anuncio grabado, que no puedan identificarse expresamente y anotarse en las categorías 3 u 8.

Las anotaciones se hacen en las categorías 4.1, 4.2 ó 4.3, según la indicación específica recibida.

Cuando se recibe más de una indicación (por ejemplo, señal visual y tono) solamente se efectuará una anotación. En tal caso, el orden de anotación preferible será: tono, anuncio grabado, señal visual.

Categoría 5 – En la categoría 5 se anotan las llamadas infructuosas por razones técnicas y que no están incluidas en las categorías 3, 4 y 8. Esta categoría se subdivide del siguiente modo:

Categoría 5.1 – Llamadas en las que se ha obtenido un número equivocado aunque el abonado que llama marcó correctamente.

Categoría 5.2 – Llamadas que el abonado que llama abandona por ser la audición muy deficiente, aunque se recibió la señal de respuesta. (Véase la categoría 9.2 si la transmisión de la palabra es defectuosa pero no se abandona la llamada.) En algunos países puede pedirse a los observadores que dejen de escuchar inmediatamente después de establecerse la conversación; en este caso se reduciría el número de comunicaciones incluidas en esta categoría.

Categoría 5.3 – Llamadas en las que el abonado que llama envió debidamente toda la información y no recibió ninguna señal, o tono o anuncio grabado antes de abandonar la llamada y después de haber esperado por lo menos el periodo especificado antes de colgar.

El periodo de tiempo elegido para esta categoría lo indicará la Administración del país de origen de acuerdo con su experiencia en la materia. El valor especificado puede ser diferente para cada destino internacional. Sin embargo, se recomienda limitar a tres el número de periodos diferentes indicados (por ejemplo, 10, 20 ó 30 segundos, o cualquier otro valor que la Administración interesada considere adecuado).

Categoría 5.4 – Llamadas en las que se recibió una señal de respuesta, sin haber contestado el abonado solicitado.

Categoría 5.5 – Llamadas infructuosas por razones técnicas que no pueden anotarse en las categorías 5.1 a 5.4. Seguramente serán muy pocas, si es que las hay, las llamadas que estén comprendidas en esta categoría, que se ha previsto para el caso en que se presenten. Toda la información posible acerca de estas llamadas infructuosas deberá proporcionarse como anexo al resumen del cuadro. Esta categoría incluye llamadas abandonadas por haberse recibido una señal de colgar mientras se está estableciendo la conexión con una extensión (centralita de abonado).

Categoría 6 – En la categoría 6 se anotan todas las llamadas que han resultado infructuosas debido a una operación incorrecta de la persona que llama (abonado u operadora). La categoría 6 se subdivide del siguiente modo:

Categoría 6.1 – Llamadas en las que se determinó que el número que debía marcarse era diferente del número realmente marcado.

Categoría 6.2 – Llamadas en las que se determinó que se había marcado un número insuficiente de cifras.

Categoría 6.3 – Llamadas en las que el abonado que llama envió correctamente toda la información de numeración, pero abandonó la llamada sin recibir ninguna señal, tono o anuncio grabado, y sin esperar a que transcurriera completamente el periodo especificado.

El periodo de tiempo elegido para esta categoría lo indicará la Administración del país de origen de acuerdo con su experiencia en la materia. El valor especificado puede ser diferente para cada destino internacional. Sin embargo, se recomienda limitar a tres el número de periodos diferentes indicados (por ejemplo, 10, 20 ó 30 segundos o cualquier otro valor que la Administración interesada considere adecuado).

El valor indicado para la categoría 6 debe ser el mismo que para la categoría 5.

Categoría 6.4 – Llamadas abandonadas prematuramente después de recibirse el tono de llamada, en las que el abonado que llama colgó antes de transcurrir 30 segundos después de recibir el tono de llamada. (Véase la categoría 2 si la llamada fue abandonada *después* de transcurrido un periodo de 30 segundos desde el comienzo del tono de llamada.)

Categoría 6.5 – Llamadas que resultaron infructuosas debido a la operación incorrecta de la persona que llama y que no pueden incluirse en las categorías 6.1 a 6.4. Toda la información posible acerca de estas llamadas infructuosas deberá proporcionarse como anexo al resumen del cuadro. Como en el caso de la categoría 5.5, estas llamadas, si las hay, serán muy raras.

Categoría 7 – En la categoría 7 se anota el número de llamadas observadas (categorías 1 a 6).

Categoría 8 – La categoría 8 será de utilidad para las Administraciones que hagan las observaciones en el lado nacional de la central internacional de salida (véase el § 4.1 de la Recomendación E.421). Se anotarán aquí las indicaciones positivas de llamada infructuosa (de congestión o de otra índole). No se incluirán en las categorías 1 a 6 cuando se establezcan datos de comunicaciones supervisadas inscritas en la categoría 7.

De este modo, del examen de esta categoría en relación con las categorías 3 y 4, resulta un cuadro más completo de la calidad del servicio obtenido por el abonado que llama.

Categoría 9 – En la categoría 9 se anotan las llamadas fructuosas (inscritas en la categoría 1) que han tropezado con contratiempos, pero que no han sido abandonadas. En consecuencia, se incluyen automáticamente en el total de la categoría 7.

Categoría 9.1 – Se anotan aquí las llamadas tasables para las cuales no se ha recibido señal de respuesta. Si se observa que dichas llamadas han sido abandonadas, se anotan en la categoría 5.5.

Categoría 9.2 – Se anotan aquí las llamadas en las que se observó una audición deficiente, pero no fueron abandonadas (véase la categoría 5.2 si la llamada fue abandonada). Toda la información posible acerca de estas llamadas deberá agregarse al resumen del cuadro. Téngase en cuenta que algunos países pueden disponer que los observadores dejen de escuchar inmediatamente después de que se establezca la conversación, con lo que se reduce el número de llamadas que serían registradas en esta categoría.

Categoría 9.3 – Se anotan aquí las llamadas que tropiezan con defectos de conmutación, señalización o transmisión, pero que no fueron abandonadas y no pueden incluirse en las categorías 9.1 ó 9.2.

5 **Observaciones automáticas** (cuadro 2/E.422)

Dada la limitación de las posibilidades de los equipos de observación automática (por ejemplo, no pueden entender los anuncios) y la variedad de señales utilizadas en los sistemas de señalización, se reproduce a continuación el cuadro recomendado para el sistema de señalización N.º 5 del CCITT.

CUADRO 2/E.422

Observaciones automáticas de la calidad de servicio en llamadas telefónicas internacionales salientes

País de origen . . . . . .

Central internacional de salida . . . . . .

Haz de circuitos . . . . . .

Servicio { automático [a] / semiautomático [a] }

Periodo del . . . . . al . . . . . .

Punto de accesso:

Lado nacional . . . . . .

Circuitos de enlace . . . . . .

Lado de salida . . . . . .

Horas de las observaciones . . . . . .

Categoría	Número		Porcentaje	
	Subtotal	Total	Subtotal	Total
1. Llamadas fructuosas		...		...
2. Tono de llamada recibido, pero ausencia de respuesta		...		...
3. Llamadas infructuosas: indicación *expresa* de congestión, incluido abonado ocupado, desde más allá de la central internacional de salida. Señal visual o tono		...		...
3.1 Abonado ocupado/congestión, indicados mediante señal visual	...		...	
3.2 Abonado ocupado/congestión, indicados mediante tono de ocupado o de congestión	...		...	
4. Llamadas infructuosas: otros tonos o anuncios grabados, no identificados expresamente como correspondientes a las categorías 3 u 8		...		...
4.1 Tono recibido	...		...	
4.2 Anuncio grabado recibido	...		...	
5. Llamadas infructuosas por otras razones técnicas		...		...
5.1 No se recibe tono, ni respuesta después de esperar ... segundos	...		...	
5.2 Recepción de la señal de respuesta sin que conteste el abonado llamado	...		...	
5.3 Otros fallos de carácter técnico	...		...	
6. Llamadas infructuosas a causa de una maniobra incorrecta de la persona que llama		...		...
6.1 Llamada abandonada prematuramente antes de recibirse una señal, un tono o un anuncio grabado (en un periodo inferior a ..... segundos)	...		...	
6.2 Llamada abandonada prematuramente después de recibirse el tono de llamada (en un periodo inferior a 30 segundos) . .	...		...	
6.3 Otros fallos debidos a maniobras incorrectas	...		...	
7. *Número total de llamadas supervisadas* (categorías 1 a 6)		...		100
8. Llamadas infructuosas: indicación *expresa* de fallo procedente de la central internacional de salida		...		
8.1 Congestión en los circuitos internacionales de salida	...			
8.2 Todas las demás indicaciones	...			
9. Llamadas fructuosas con defectos. Estas llamadas están incluidas en la categoría 1		...		
9.1 No se recibe la señal de respuesta en las llamadas sujetas a tasación	...			
9.2 Llamadas con otros defectos, pero no abandonadas	...			

[a] Táchese lo que no convenga.

6 Comentarios relativos a la utilización del cuadro 2/E.422

6.1 En el cuadro 2/E.422 se recapitulan todas las observaciones relativas al tráfico saliente en servicio automático y semiautomático, entre país de origen y país de destino. Deberá utilizarse un formulario separado para cada país de destino y, en caso necesario, para cada haz de circuitos al cual tenga acceso el tráfico hacia el país de destino en la central (o centrales) internacional(es) de salida.

6.2 Véase el comentario sobre el punto de acceso en el § 4.1 de la Recomendación E.421.

6.3 El resultado de cada llamada observada deberá anotarse únicamente dentro de la categoría más apropiada. En el caso de que una llamada sea infructuosa por varias causas, sólo se anotará la más importante.

6.4 Dado que la función de analizar los sonidos del equipo de observación automática no se ve afectada por el sistema de señalización utilizado y que en otros sistemas de señalización (por ejemplo, el sistema de señalización N.º 6) hay más información intercambiada, es de esperar que el cuadro propuesto se aplique por el momento a todos los sistemas de señalización.

6.5 Para rellenar el cuadro 2/E.422 deberán tenerse presentes las explicaciones siguientes:

7 Forma de rellenar el cuadro 2/E.422

Categoría 1 – La llamada fructuosa se define como una llamada que permite que comience la conversación entre abonados o la transmisión de información de facsímil o datos. Incluye las llamadas establecidas con posiciones de operadora, servicios de información y aparatos que respondan en lugar del abonado o sus equivalentes. En otras palabras, la llamada fructuosa es aquélla en la que el equipo de observación automática detecta o bien señales vocales en la línea de emisión y en la de recepción, o el tono de envío de facsímil o de datos, o señales vocales en la línea de recepción después de haberse recibido la señal de respuesta.

Categoría 2 – Esta categoría incluye las llamadas en que el equipo de observación automática detecta el tono de llamada, pero no existe señal de respuesta y la señal de fin se envía 30 segundos después de la detección del tono de llamada.

Categoría 3 – Forman la categoría 3 todas las llamadas infructuosas en las que se ha recibido una indicación *expresa* de ocupación de la línea del abonado llamado o de congestión más allá de la central internacional de salida, ya sea por una señal visual (señal eléctrica de indicación visual de ocupado) o por un tono (incluye también la ausencia de señal de invitación a transmitir).

Categoría 4 – En la categoría 4 figuran las llamadas infructuosas en las que el equipo de observación automática detecta un tono, pero no puede clasificarlo, o el equipo detecta un anuncio grabado (es decir, detecta señales vocales en la línea de recepción sin señal de respuesta).

Categoría 5 – En la categoría 5 se incluyen las llamadas infructuosas por razones técnicas no incluidas en las categorías 3, 4 y 8. Esta categoría se subdivide del siguiente modo:

Categoría 5.1 – Llamadas en las que la información de marcación se ha enviado completamente, pero el equipo de observación automática no recibe ninguna señal, tono o anuncio grabado, sino solamente una señal de fin tras un periodo especificado. El periodo de tiempo elegido para esta categoría lo indicará la Administración del país de origen de acuerdo con su experiencia en la materia. El valor especificado puede ser diferente para cada destino internacional. Sin embargo, se recomienda limitar a tres el número de periodos diferentes indicados (por ejemplo, 10, 20 ó 30 segundos, o cualquier otro valor que la Administración interesada considere adecuado).

Categoría 5.2 – Llamadas en las que se recibió una señal de respuesta, pero el abonado llamado no contestó. En otras palabras, llamadas en las que el equipo de observación automática ha recibido una señal de respuesta, pero no se ha detectado señales vocales en la línea de recepción.

Categoría 5.3 – Llamadas infructuosas por razones técnicas que no pueden incluirse en las categorías 5.1 y 5.2. Por ejemplo, una llamada en la que se recibe una señal de ocupado tras recibirse el tono de llamada.

Categoría 6 – En la categoría 6 se incluyen todas las llamadas que han resultado infructuosas debido a una operación incorrecta de la persona que llama (abonado u operadora). La categoría 6 se subdivide del siguiente modo:

Categoría 6.1 – Llamadas en las que se ha enviado completamente la información de marcación, pero el equipo de observación automática no recibe ninguna señal, tono o anuncio grabado, sino solamente una señal de fin dentro de un periodo especificado. (Este periodo se indica en la categoría 5.1.)

Categoría 6.2 – Llamadas abandonadas prematuramente después de recibirse el tono de llamada, en las que se recibe una señal de fin menos de 30 segundos después de detectarse el tono de llamada.

Categoría 6.3 – Llamadas infructuosas debido a una maniobra incorrecta de la persona que llama y que no pueden incluirse en las categorías 6.1 y 6.2. Por ejemplo, una llamada en la que el equipo de observación automática recibe una señal de respuesta tras recibir el tono de llamada, y luego cesa el tono de llamada, pero el equipo no puede detectar ninguna señal vocal ni en la línea de emisión ni en la de recepción.

Categoría 7 – En la categoría 7 se anota el número de llamadas supervisadas (categorías 1 a 6).

Categoría 8 – La categoría 8 será de utilidad para las Administraciones que hagan las observaciones en el lado nacional de la central internacional de salida. Se anotarán aquí las indicaciones expresas de fallo, de congestión, o de otra índole.

Categoría 9 – En la categoría 9 se indican las llamadas fructuosas (inscritas en la categoría 1) que presentan anomalías. La categoría 9 se subdivide del siguiente modo:

Categoría 9.1 – Llamadas en las que no se recibe señal de respuesta, pero se inicia la conversación.

Categoría 9.2 – Llamadas en las que ha habido anomalías en la conmutación o en la señalización, pero, no obstante, se ha iniciado la conversación.

Recomendación E.423

OBSERVACIÓN DEL TRÁFICO ESTABLECIDO POR LAS OPERADORAS

1 Comentarios relativos a la utilización del cuadro 1/E.423

1.1 En este cuadro se recapitulan las observaciones relativas al tráfico saliente en servicio manual y semiautomático cursado por las operadoras. De ser posible, las observaciones se harán durante toda la duración de la comunicación. Las observaciones correspondientes a las categorías 1 a 7 se podrán omitir en caso de servicio semiautomático, si no hay problemas de eficacia de los circuitos internacionales.

1.2 Si fuere posible, las Administraciones establecerán una distinción entre las diferentes clases de comunicación, por ejemplo, las de teléfono a teléfono, las de persona a persona y las de cobro revertido; para cada una de ellas, utilizarán una casilla distinta de la columna titulada «Clase de comunicación».

1.3 En el caso de las comunicaciones de cobro revertido, se anotarán los tiempos observados en el país en que se haya hecho la petición de comunicación.

1.4 Se recomienda que estas observaciones se realicen durante todo el día.

1.5 Cada Administración de salida decidirá qué haces de circuitos internacionales conviene observar.

1.6 Para rellenar este cuadro, habrá que tener en cuenta las siguientes explicaciones.

2 Forma de rellenar el cuadro 1/E.423 (Observación del tráfico establecido por las operadoras)

Categoría 1 – Inscríbase aquí la duración media de todas las llamadas fructuosas observadas y tasadas (comunicaciones «efectivas»).

Categoría 2 – Consígnese aquí la duración media *tasable* de las comunicaciones efectivas observadas.

Categoría 3 – Consígnese aquí, para cada clase de comunicación observada, el tiempo medio de utilización del circuito internacional por comunicación efectiva, para preparación y establecimiento de las comunicaciones.

Este promedio estará basado en los tiempos de ocupación del circuito internacional:

a) para obtener información sobre el número deseado;

b) para obtener información sobre el encaminamiento y los indicativos interurbanos;

c) para llamar a las operadoras de la central internacional de llegada;

d) para intercambiar información sobre las condiciones de establecimiento de la comunicación;

e) para obtener (o tratar de obtener) el número deseado incluso si da la señal de ocupado o no contesta;

f) para obtener (o tratar de obtener) la persona deseada (en el caso de las comunicaciones de persona a persona);

g) mientras se libera el circuito después de colgar el abonado deseado;

h) para que la operadora retenga el circuito (esté o no en línea) y por cualquier otra causa de ocupación del circuito.

CUADRO 1/E.423

Observación del tráfico establecido por las operadoras

Central internacional de salida: .....

Haz de circuitos: .....

Servicio { semiautomático [a] / manual [a] }

Periodo del ..... al .....

Categoría	Clase de comunicación [b]			
	Ordinaria	Con aviso previo o de persona a persona		
1. Duración media de la conferencia — en segundos				
2. Duración media tasable — en segundos				
3. Tiempo medio de ocupación de los circuitos para maniobras y preparación de las comunicaciones — en segundos				
4. Número de conferencias efectivas observadas				
5. Número medio de veces que se toma el circuito internacional por conferencia efectiva				
6. Número medio de tentativas por conferencia efectiva				
7. Porcentaje de conferencias establecidas a la primera tentativa				

8. Demora en contestar de las operadoras	Total de llamadas (con y sin respuesta)		Llamadas con respuesta						Llamadas sin respuesta (llamadas abandonadas)			
	Número	Demora media en segundos	antes de 15 segundos		entre 15 y 30 segundos		después de 30 segundos		antes de 30 segundos		después de 30 segundos	
Operadoras:			Número	%	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
— De llegada (código 11)												
— De tráfico diferido (código 12)												
— De asistencia												
— De información												

9. Calidad de la audición desde el punto de vista de los abonados:	Número	%	10. Comentarios
— Buena			
— Defectuosa			
Total		100	

[a] Táchese lo que no convenga.

[b] En el sentido de lo indicado en el § 1.2.

Los intervalos enumerados anteriormente, que excluyen las duraciones de la conversación, deberán sumarse. El resultado se dividirá por el número de llamadas fructuosas observadas durante el periodo considerado para obtener el valor que habrá de anotarse en el cuadro 1/E.423.

Categoría 4 – Indíquese aquí el número de llamadas fructuosas de la categoría 1 observadas.

Categoría 5 – Indíquese el número de tomas del circuito internacional por llamada fructuosa (véase la categoría 3). Este número se determina generalmente por medio de contadores.

Categoría 6 – Número medio de *tentativas* (dándose a esta palabra el significado especial definido a continuación, teniendo en cuenta el modo de explotación) para establecer una comunicación. Si la operadora efectúa sin interrupción, sucesivamente, varias tentativas para establecer una comunicación, el conjunto de estas operaciones debe considerarse como una sola tentativa. Asimismo, si la operadora hace varias tentativas, pero obtiene cada vez una indicación de congestión o de ocupado y si, después del último intento informa a la persona que llama, deberá contarse una sola tentativa. Las llamadas hacia los servicios de información, así como las llamadas destinadas a obtener indicaciones sobre el encaminamiento, y todas las que no estén relacionadas directamente con el establecimiento de una comunicación o con la información de la persona que llama, no deberán considerarse como tentativa y, por tanto, no se tendrán en cuenta.

El total de tentativas hechas durante el periodo de observación se dividirá por el número de comunicaciones efectivas observadas durante el mismo periodo, a fin de obtener el número medio de tentativas por comunicación.

El número total de tentativas se obtiene, en general, a base de las anotaciones que se hacen en los tiques de llamada.

Categoría 7 – Para rellenar esta categoría, habrá que basarse en las indicaciones de los tiques de conferencia establecidos en la relación considerada durante el periodo de observación o durante otro periodo similar.

Categoría 8 – La demora media de espera en contestar de las operadoras de salida se indicará en segundos. Para establecer este promedio, se tendrán en cuenta tanto las llamadas fructuosas como las infructuosas.

La operadora de salida espera en el circuito (espera de una respuesta) durante los intervalos siguientes:

a) hasta que la operadora de llegada responda, o

b) hasta que abandona la llamada si la operadora de llegada no responde.

Por lo tanto, aunque el plazo de espera de una respuesta depende principalmente de la operadora de salida, constituye también una medida del servicio asegurado por las operadoras de llegada.

Categoría 9 – Será difícil obtener de todos los observadores indicaciones perfectamente comparables. En cualquier caso, el observador considerará la calidad de la audición desde el punto de vista de los abonados y tendrá en cuenta los comentarios hechos a este respecto por las personas interrogadas, así como el número de repeticiones solicitadas.

Categoría 10 – Se harán aquí comentarios que puedan orientar sobre la causa probable de las dificultades más frecuentemente observadas.

3 **Observación automática de la demora en contestar de las operadoras** (Comentarios relativos a la utilización del cuadro 2/E.423)

3.1 En este cuadro se recapitulan las observaciones relativas a la demora en contestar de las operadoras.

3.2 Las Administraciones deberían hacer una distinción entre los diferentes tipos de operadoras de llegada si los tipos de operadoras se distinguen por las cifras de selección.

3.3 Se recomienda hacer las observaciones durante todo el día.

3.4 Cada Administración de salida decidirá qué haces de circuitos internacionales conviene observar.

3.5 La demora en contestar de las operadoras de asistencia no se puede medir automáticamente.

3.6 Para rellenar este cuadro habrá que tener en cuenta las explicaciones del § 4:

4 **Forma de rellenar el cuadro 2/E.423** (Observaciones automáticas de la demora en contestar de las operadoras)

La demora media en contestar de las operadoras de salida se indicará en segundos. Para establecer este promedio se tendrán en cuenta tanto las llamadas con respuesta como las sin respuesta.

La demora media de espera se define como el intervalo que transcurre entre el instante en que se toma el circuito de salida (se envía la señal de toma) y:

a) el instante en que la operadora de llegada contesta, o

b) el instante en que la operadora de salida abandona la tentativa (se envía una señal de liberación).

CUADRO 2/E.423

Observaciones automáticas de la demora en contestar de las operadoras

Central internacional de salida . . . . . .

Haz de circuitos . . . . . .

Servicio: semiautomático

Periodo de . . . . . a . . . . . .

Demora en contestar de las operadoras	Total de llamadas (con y sin respuesta)		Llamadas con respuesta						Llamadas sin respuesta (llamadas abandonadas)			
	Número	Demora media en segundos	antes de 15 segundos		entre 15 y 30 segundos		después de 30 segundos		antes de 30 segundos		después de 30 segundos	
Operadoras:			Número	%	Número	%	Número	%	Número	%	Número	%
– De llegada												
– De tráfico diferido												
– De información												

Recomendación E.424

LLAMADAS DE PRUEBA

1 Consideraciones generales

Las llamadas de prueba manuales o automáticas para apreciar el funcionamiento del circuito o de la relación internacional son de cuatro tipos:

a) *Llamada de prueba de tipo 1*

Llamada de prueba efectuada entre dos centrales internacionales conectadas directamente, para asegurarse de que la transmisión y señalización son satisfactorias en un circuito internacional de un haz dado.

b) *Llamada de prueba de tipo 2*

Llamada de prueba efectuada entre dos centrales internacionales no conectadas directamente, para comprobar los medios de tránsito de una central internacional intermedia.

c) *Llamada de prueba de tipo 3*

Llamada de prueba entre una central internacional y un abonado de la red nacional del país distante, generalmente como consecuencia de un tipo particular de avería.

d) *Llamadas de prueba del tipo de abonado a abonado*[1)]

Llamada de prueba hecha por un equipo de prueba que tenga las características de una línea media de abonado de una red nacional a un equipo similar de la red nacional de un país distante.

Las llamadas de prueba de los tipos 1, 2 y 3 y de abonado a abonado no deben perturbar el tráfico entre abonados. No obstante, si deben hacerse llamadas de prueba que representen una carga importante en una parte de la red, deberá informarse previamente de ello a la Administración o Administraciones interesadas. Las llamadas de prueba de los tipos 1 y 2, realizadas con fines de mantenimiento preventivo, deben efectuarse durante los periodos de poco tráfico. Las llamadas de prueba del tipo 1 y 2 destinadas a la localización y reparación a las averías deben hacerse tan pronto como sea posible.

Las llamadas de prueba del tipo 3 sólo deben hacerse después de un número suficiente de llamadas de prueba de los tipos 1 ó 2 y de la verificación de su red nacional por la Administración distante. Las llamadas de prueba del tipo 3 deben efectuarse durante los periodos de poco tráfico.

A fin de encontrar los fallos en los equipos de última elección, en los equipos de multiplicación de circuitos o en los equipos de multiplexión de circuitos puede ser necesario efectuar las pruebas en momentos en que la carga de tráfico se acerque a la capacidad total de la ruta sometida a prueba. Antes de realizar esta prueba se necesitará el acuerdo del punto de análisis de la red distante.

Las llamadas de prueba del tipo de abonado a abonado pueden efectuarse por acuerdo entre los puntos de análisis de la red de los países interesados.

Normalmente, a menos que exista un acuerdo específico entre las Administraciones interesadas, se considerará el uso de llamadas de prueba del tipo de abonado a abonado para la localización de averías después de:

1) comprobar que no existen, en los centros de conmutación internacionales correspondientes, averías evidentes que puedan ser causa de la calidad de servicio defectuosa o de la reclamación de un abonado investigada;
2) asegurarse de que se han hecho llamadas de prueba del tipo 1 ó 2 por los circuitos internacionales que hayan podido ser causa de la avería;
3) comprobar que no existen averías evidentes en la red nacional entre la central de salida y la central internacional del país de origen;
4) comprobar que no existen averías evidentes en la red nacional del país distante, entre la central internacional y la central solicitada.

Cuando se efectúen llamadas de prueba desde una central internacional hasta un número de abonado, para verificar que no hay fallos evidentes en la red nacional, deberán encaminarse dichas llamadas a través de la central internacional por el mismo trayecto que una llamada internacional entrante normal. La utilización de las facilidades de acceso para las pruebas de la central internacional puede hacer que se encaminen las llamadas por un trayecto distinto enmascarándose en consecuencia, el fallo.

Cuando se realicen llamadas de prueba del tipo de abonado a abonado, los puntos de análisis de la red de los dos países habrán de examinar los siguientes factores:

i) la naturaleza probable de la avería;
ii) los acuerdos en materia de cuentas internacionales;
iii) la necesidad de efectuar las llamadas de prueba durante la hora cargada;
iv) la posibilidad de que se origine o agrave una congestión cuando se hacen las llamadas.

Los equipos de respuesta empleados en las llamadas de prueba del tipo de abonado a abonado pueden ser los utilizados para el mantenimiento de las redes nacionales.

[1)] En la Recomendación M.1235 se describe más detalladamente el empleo de llamadas de prueba del tipo automático a abonado.

CUADRO 1/E.424

Resultados de las llamadas de prueba

Central internacional de salida: . . . . . .

Haz de circuitos: . . . . . .

Servicio { semiautomático [a] / automático [a]

Periodo del . . . . . al . . . . . .

Tipo de llamada de prueba
Tipo 1 [a]
Tipo 2 [a]
Tipo 3 [a]
De abonado a abonado [a]

Categoría	Número		Porcentaje	
	Subtotal	Total	Subtotal	Total
1. Pruebas satisfactorias		...		...
2. Defectos de señalización y de tasación		...		...
2.1 Número erróneo	...		...	
2.2 No hay tono, no hay respuesta	...		...	
2.3 Ausencia de señal de línea hacia atrás	...		...	
2.4 Otros defectos	...		...	
3. Defectos de transmisión		...		...
3.1 Conferencia imposible	...		...	
3.2 Comunicación demasiado o poco amplificada	...		...	
3.3 Ruido	...		...	
3.4 Desvanecimiento	...		...	
3.5 Diafonía	...		...	
4. Congestión		...		...
5. Otros defectos	... ...	...	... ...	...
Pruebas efectuadas		...		100
Forma de efectuar las pruebas (equipo utilizado, destino de las llamadas, etc.)				

[a] Táchese lo que no convenga.

OBSERVACIONES AUTOMÁTICAS INTERNAS[1]

1 Definiciones

1.1 información esencial (de las observaciones automáticas internas)

La tasa de tomas con respuesta (TTR) (véase el § 1.3) o la tasa de tentativas de toma con respuesta (TTTR) (véase el § 1.4), según convenga, en términos del número de tentativas, el número de tentativas completadas y el porcentaje de tentativas completadas.

1.2 información suplementaria (de las observaciones automáticas internas)

Información sobre fallos de señalización, el comportamiento de los abonados y la red.

1.3 tasa de tomas con respuesta (TTR)

Relación entre el número de tomas que dan como resultado una señal de respuesta y el número total de tomas. Constituye una medida directa de la eficacia del servicio ofrecido y se expresa generalmente en porcentaje como sigue:

$$\text{TTR} = \frac{\text{Tomas que dan como resultado una señal de respuesta}}{\text{Número total de tomas}} \times 100$$

La medida de TTR puede efectuarse tomando como base una ruta o un código de destino.

1.4 tasa de tentativas de toma con respuesta (TTTR)

Relación entre el número de tentativas de toma que dan como resultado una señal de respuesta y el número total de tentativas de toma.

$$\text{TTTR} = \frac{\text{Tentativas de toma que dan como resultado una señal de respuesta}}{\text{Número total de tentativas de toma}} \times 100$$

La TTTR se expresa como un porcentaje y es una medida directa de la eficacia de tráfico desde el punto de vista de la medida. Es similar a la TTR, de la que sólo se diferencia en que incluye las tentativas de toma que no culminan en una toma.

2 Ventajas de las observaciones automáticas internas

La ventaja de la observación interna es el gran volumen de datos que pueden registrarse. Los grandes volúmenes de datos obtenidos con un sistema de observación interna permiten una evaluación día por día de la calidad de funcionamiento de la red. Análisis diarios de esta información han resultado sumamente valiosos para la detección de fallos, y combinados con las actividades de mantenimiento apropiadas facilitan la obtención de la mejor calidad de servicio posible[2]. El inconveniente de este método es que no permite detectar tonos o señales de conversación y, por tanto, no puede ofrecer una imagen completa de todas las modalidades que han podido presentarse en las comunicaciones.

Para superar este inconveniente, se recomienda a las Administraciones que utilicen también la Recomendación E.422 para completar los datos obtenidos por observaciones automáticas internas.

---

[1] Esta Recomendación se aplica en el caso de que se utilice equipo de supervisión externo cuando una ruta se supervisa constantemente para todas las llamadas o para un número grande (estadísticamente significativo) de llamadas. Véase el § 2.4 de la Recomendación E.421.

[2] Con estas técnicas puede mejorarse la calidad de servicio, aunque no pueda distinguirse entre llamada sin respuesta, abonado ocupado (o congestión indicada por tono de congestión) y anuncio grabado.

3 Periodo de las observaciones

Deben anotarse los resultados de todas las observaciones hechas durante un día.

4 Intercambio de los resultados de las observaciones

4.1 La información esencial[3] se debe intercambiar mensualmente (preferentemente por facsímil o por télex) entre todos los puntos de análisis de la red de las Administraciones interesadas (los puntos de análisis pueden hacer entonces comparaciones entre los diferentes tráficos dirigidos hacia el mismo destino). Si se puede suministrar información sobre la TTR o la TTTR por separado para rutas directas y rutas indirectas a través de países de tránsito, se debe intercambiar también como información esencial, incluyéndose el nombre del país de tránsito.

4.2 Con respecto a los datos suplementarios, tales como fallos de señalización, causas imputables al abonado que llama, causas imputables al abonado llamado y fallos debidos a la red, conviene un intercambio trimestral. Como se requieren formatos diferentes, el correo parece ser el medio más aceptable para el intercambio de datos suplementarios.

4.3 Además del intercambio mensual y trimestral de información, se deben establecer contactos directos (por teléfono) sobre todos los aspectos tan pronto como se deban tomar disposiciones para evitar la persistencia de la degradación de la calidad de servicio.

5 Clases de llamadas

La distinción entre clases de llamadas (operadora-operadora, abonado-abonado y operadora-abonado) se considera de utilidad para identificar problemas relativos a la calidad de servicio. Tal distinción sólo puede hacerse si se analizan la cifra de idioma[4] y algunas de las cifras siguientes.

6 Análisis de destinos a partir de datos de observación del servicio

Se debe considerar la inclusión de las cifras marcadas, observadas por aparatos de supervisión, en el intercambio de información, especialmente cuando se ha previsto efectuar análisis de destinos (véase el anexo A a la Recomendación E.420).

7 Detalles sobre información suplementaria para el sistema de señalización N.º 5 del CCITT

7.1 *Fallos de señalización*

- Señales defectuosas;
- Periodos de temporización: el principal punto de esta categoría es la ausencia de señal de invitación a transmitir;
- Señal de ocupado (como la señal de ocupado se aplica en muchas situaciones incluidos los fallos imputables al abonado que llama, al abonado llamado y a la red, se considera útil distinguir, cuando se hace el análisis de destinos, entre la señal de ocupado recibida dentro de los 0 a 15 segundos, los 15 a 30 segundos, y después de 30 segundos).

7.2 *Llamadas ineficaces por causas imputables al abonado que llama*

Liberación prematura; para distinguir entre liberación antes o después de la recepción del tono de llamada se necesitan aparatos que puedan detectar señales audibles.

7.3 *Llamadas ineficaces por causas imputables al abonado llamado*

El tono de llamada sin respuesta no puede ser detectado sin aparatos capaces de detectar señales audibles.

---

[3] La Administración que suministra los datos debe indicar si se utiliza la TTR o la TTTR.

[4] La cifra de idioma o de discriminación se inserta automáticamente, o por la operadora, entre el indicativo de país (Recomendación E.161) y el número nacional (significativo).

7.4 *Red*

Sólo el tono de ocupado puede ser detectado sin aparatos capaces de detectar señales audibles.

8 Importancia del equipo

8.1 Se recomienda a las Administraciones que consideren la inclusión de facilidades adecuadas en las centrales existentes y en las nuevas para registrar todos o algunos de los siguientes casos:

a) Llamadas conmutadas a una posición de conversación:
   1) respondidas;
   2) sin respuesta y abandonadas por el abonado que llama;
   3) transcurre el periodo de temporización de espera de respuesta;
   4) recibida una señal de llamada infructuosa (señal de ocupado o equivalente);
   5) transcurre la temporización después de la señal de colgar;
   6) recibida una señal defectuosa después de la respuesta.

b) Llamadas que no han llegado a ser conmutadas a la posición de conversación:
   1) recibida una señal de fin;
   2) recibido un número insuficiente de cifras;
   3) congestión en los circuitos internacionales;
   4) recibidas señales defectuosas en la central;
   5) fallo en la señalización hacia la central siguiente;
   6) transcurre el periodo de temporización durante la señalización hacia la central siguiente;
   7) recibida una señal de congestión de la central siguiente;
   8) recibido un número no asignado;
   9) recibida una señal de línea de abonado ocupada;
   10) recibida una señal de línea fuera de servicio;
   11) recibida una señal de número de abonado transferido.

Como requisito mínimo se debe poder determinar la tasa de tomas con respuesta (TTR) o la tasa de tentativas de toma con respuesta (TTTR). Este registro puede efectuarse por procesamiento «fuera de línea» de los datos de las llamadas si contienen otras informaciones, además de las requeridas para la contabilidad internacional.

8.2 Otro modo de recoger datos sobre la calidad de servicio en los haces de circuitos de salida es por medio de contadores de eventos. Cinco contadores de eventos ya dan un volumen razonable de información. Tres de estos eventos son comunes a los sistemas de señalización N.os 5, 6 y R2, a saber las señales de toma, de respuesta y de ocupado[5].

Sistema de señalización N.º 5

Número de:

- señales de toma enviadas;
- señales de fin de numeración (ST) enviadas;
- señales de invitación a transmitir recibidas;
- señales de ocupado recibidas;
- señales de respuesta recibidas.

Sistema de señalización N.º 6

Número de:

- mensajes iniciales de dirección (MID) enviados;
- señales de congestión (equipo de conmutación; haces de circuitos; red nacional), señales de llamada infructuosa y señales de confusión recibidas;
- señales de dirección completa (abonado libre, con tasación; abonado libre, sin tasación; abonado libre, teléfono de previo pago; con tasación; sin tasación; teléfono de previo pago) recibidas;
- señales de abonado ocupado recibidas;
- señales de respuesta (con tasación; sin tasación) recibidas.

---

[5] Cuando se utilice el cómputo de eventos para analizar la calidad de servicio (CDS) hacia un destino determinado, el cómputo debe realizarse separadamente para cada sistema de señalización.

Señales de señalización R2

Número de:

- señales de toma enviadas;
- señales de congestión [red nacional (A4 o B4); central internacional (A15)] recibidas;
- señales de dirección completa (tasación; línea de abonado libre, con tasación; línea de abonado libre, sin tasación) recibidas;
- señales de línea de abonado ocupada recibidas;
- señales de respuesta recibidas.

Recomendación E.426

DIRECTRICES GENERALES SOBRE EL PORCENTAJE DE TENTATIVAS DE LLAMADA EFICACES, QUE DEBE OBSERVARSE EN EL CASO DE COMUNICACIONES TELEFÓNICAS INTERNACIONALES

1 Consideraciones generales

1.1 Para un servicio telefónico automático internacional de alta calidad, es esencial que las tentativas de llamada tengan éxito.

1.2 La observación periódica tasa de compleción[1] y la clasificación, por país de destino, de las causas por las cuales las tentativas resultan fallidas, así como el intercambio de esta información entre los países, son útiles para establecer y mantener un servicio de alta calidad.

1.3 La tasa de compleción de la red nacional de un país, que puede determinarse en su(s) centro(s) de conmutación internacional(es) influye en la eficacia de la explotación en todos los demás países que encaminan tráfico con destino a ese país.

1.4 La información sobre la tasa de compleción puede obtenerse ya sea internamente, en un centro de conmutación internacional CPA (con control por programa almacenado) o externamente, a nivel de los circuitos internacionales de salida de cualquier centro de conmutación internacional en que el sistema de acceso a los circuitos permite clasificar las tentativas de llamada.

1.5 Gracias a su disponibilidad, flexibilidad y capacidad, los minicomputadores constituyen un medio conveniente desde el punto de vista financiero para obtener información de gran precisión sobre la tasa de compleción. Permiten también la observación de los tonos cuando se equipan con interfaces adecuados.

2 Directrices relativas a la proporción de tentativas de llamada eficaces

2.1 A continuación se dan indicaciones generales sobre el porcentaje deseado de tentativas de llamada eficaces que ha de preverse durante la hora cargada media, así como durante las dos horas inmediatamente adyacentes, y que debe observarse en la central internacional de salida. A tal efecto, por tentativa de llamada eficaz se entiende aquella que da lugar a la recepción de una señal de respuesta en la central internacional de salida. En la medida de lo posible, no se tendrán en cuenta los fallos imputables a la central internacional de salida. Deben incluirse en los resultados todas las tentativas que den lugar a la toma de un circuito internacional:

a) nivel bajo de tentativas de llamada eficaces: menos del 30%;

b) nivel medio de tentativas de llamada eficaces: del 30 al 60%;

c) nivel elevado de tentativas de llamada eficaces: más del 60%.

2.2 Cuando un país de origen detecte una disminución del porcentaje de tentativas eficaces de las llamadas destinadas a un punto cualquiera, las Administraciones de origen, destino o tránsito procederán a realizar investigaciones con el objeto de determinar y mitigar las causas de tal reducción (éstas pudieran ser, por ejemplo, disposiciones relativas a la red, el comportamiento de los abonados), y evitar que el nivel de tentativas de llamada eficaces descienda.

---

[1] Véase la Recomendación E.600.

RECOPILACIÓN Y ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE DATOS ESPECIALES DESTINADOS A OBSERVAR LA CALIDAD DEL SERVICIO TELEFÓNICO PARA MEDIR LAS DIFICULTADES QUE EXPERIMENTAN LOS USUARIOS EN EL SERVICIO AUTOMÁTICO INTERNACIONAL

Esta Recomendación tiene por objeto facilitar la recopilación metódica de los datos necesarios para estudios especiales destinados a identificar las causas de las dificultades que experimentan los usuarios en el servicio telefónico automático internacional.

Cuando las llamadas se hacen a puntos fuera del país del usuario, se perciben muchas combinaciones diferentes de tonos de llamada y de ocupado. A fin de medir el efecto que tonos de llamada y tonos de ocupado inusitados tienen en el comportamiento de los abonados, se ha decidido recopilar datos sobre el tiempo durante el cual los abonados escuchan estos tonos extranjeros, así como los tonos nacionales, para poder establecer una comparación.

Los datos han de obtenerse del mismo modo que el indicado para completar el cuadro 1/E.422. Estos datos son una ampliación de los obtenidos para el cuadro 1/E.422 y, para facilitar el análisis subsiguiente, conviene utilizar la versión actual de ese cuadro junto con el cuadro de la presente Recomendación.

El cuadro 1/E.427 contiene preguntas numeradas de 1 a 9. Su relación con las preguntas del cuadro 1/E.422 se indica entre paréntesis.

La serie de análisis preferida para la identificación de la importancia estadística de las diferencias entre los datos obtenidos de los abonados respecto al establecimiento de comunicaciones nacionales y los datos correspondientes obtenidos de los abonados respecto al establecimiento de comunicaciones internacionales es la que a continuación se indica.

1 Se determina la variación porcentual de cualquier medida utilizando la fórmula:

$$\text{Variación } (C_i) = \left[\frac{f_{ij}}{N_j} - \frac{f_{iH}}{N_H}\right] \times 100 \qquad \begin{array}{l} j = \text{A, B, C} \\ i = \text{de 0 a 2, de 2 a 5 ..., } > 30 \end{array}$$

donde

f_{ij} es la frecuencia observada en la categoría i en el país j,

N_j es el número total de observaciones que forman la muestra de llamadas del país j,

f_{iH} es la frecuencia observada de la categoría i en el país del usuario H, y

N_H es el número total de observaciones que forman la muestra de llamadas del país del usuario.

2 Se comparan las posiciones centrales de las distribuciones utilizando el análisis unidireccional de varianza de Kruskal-Wallis [1].

3 Se comparan las «formas» de la distribución efectuando la comprobación de ji-cuadrado [2].

4 Se comparan las variaciones de las variables univaluadas (por ejemplo el porcentaje de indicativos interurbanos incompletos) efectuando la comprobación de ji-cuadrado.

CUADRO 1/E.427
(suplemento al cuadro 1/E.422)

Observaciones de la calidad del servicio telefónico internacional de salida
Información detallada adicional sobre las llamadas marcadas por los abonados

Central internacional de salida: .....

Haz de circuitos: .....

Periodo del ..... al .....

Categoría	Número		Porcentaje	
	Subtotal	Total	Subtotal	Total
Detalles de las llamadas marcadas [a)b)c)]				
1. Llamadas con errores en el número marcado [d)]				
1.1(6.1) Marcado número equivocado		...		100
1.1.1 Indicativo de país erróneo	...		...	
1.1.2 Inclusión indebida del prefijo interurbano del país con que se comunica (por ejemplo, «0»)	...		...	
1.1.3 Indicativo interurbano erróneo	...		...	
1.1.4 Número (de abonado) erróneo	...		...	
1.2(6.2) Marcado número incompleto		...		100
1.2.1 Número nacional (significativo) no marcado o incompleto	...		...	
1.2.2 Indicativo interurbano no marcado o incompleto	...		...	
1.2.3 Número de abonado no marcado o incompleto	...		...	
2. (5.3,6.3) Llamadas abandonadas prematuramente antes de recibirse un tono o un anuncio		...		100
Intervalo entre el fin de la marcación y la desconexión: [e)]				
de 0 a 5 segundos	...		...	
de 5 a 10 segundos	...		...	
de 10 a 20 segundos	...		...	
de 20 a 30 segundos	...		...	
de 30 a 50 segundos	...		...	
> 50 segundos	...		...	
3. Periodo de espera después de marcar para todas las llamadas mantenidas después del comienzo de un tono o anuncio		...		100
Intervalo entre el fin de la marcación y el tono o anuncio:				
de 0 a 5 segundos	...		...	
de 5 a 10 segundos	...		...	
de 10 a 20 segundos	...		...	
de 20 a 30 segundos	...		...	
de 30 a 60 segundos	...		...	
de 60 a 90 segundos	...		...	
> 90 segundos	...		...	
Duración media de la parte excluida [f)] ...				
4. Llamadas en las que se recibe tono de llamada [g)]				
4.1(1) Llamadas completadas		...		100
Intervalo entre el comienzo del tono y la respuesta:				
de 0 a 10 segundos	...		...	
de 10 a 20 segundos	...		...	
de 20 a 30 segundos	...		...	
de 30 a 50 segundos	...		...	
> 50 segundos	...		...	
4.2(2.6.4) Llamadas no completadas		...		100
Intervalo entre el comienzo del tono y la desconexión:				
de 0 a 10 segundos	...		...	
de 10 a 20 segundos	...		...	
de 20 a 30 segundos	...		...	
de 30 a 50 segundos	...		...	
> 50 segundos	...		...	

CUADRO 1/E.427 *(continuación)*

Categoría	Número		Porcentaje	
	Subtotal	Total	Subtotal	Total
5. (3.2) Llamadas que reciben el tono de ocupado/congestión [g]		...		100
Intervalo entre el comienzo del tono y la desconexión :				
de 0 a 2 segundos	...		...	
de 2 a 5 segundos	...		...	
de 5 a 20 segundos	...		...	
de 20 a 30 segundos	...		...	
> 30 segundos	...		...	
6. (4.2) Llamadas en las que se reciben tonos que el observador no puede identificar		...		100
Intervalo entre el comienzo del tono y la desconexión :				
de 0 a 2 segundos	...		...	
de 2 a 5 segundos	...		...	
de 5 a 10 segundos	...		...	
de 10 a 30 segundos	...		...	
> 30 segundos	...		...	
7. (3.3,4.3) Llamadas en las que se reciben anuncios grabados		...		100
Intervalo entre el comienzo del anuncio y la desconexión :				
de 0 a 10 segundos	...		...	
de 10 a 20 segundos	...		...	
de 20 a 30 segundos	...		...	
> 30 segundos	...		...	
8. Enumérense los tipos de errores de marcación y de interpretación de tonos que no pudieron incluirse en una de estas categorías				
...				
...				
9. Enumérense las restricciones impuestas a la muestra de abonados [h]				
...				
...				
...				

[a] El término «llamadas» en este cuadro se refiere a la toma de circuitos por tráfico de salida.

[b] Los datos sobre cada país llamado deben obtenerse separadamente y no combinarse con los de otros países.

[c] La interpretación de esos resultados sólo puede efectuarse adecuadamente comparándolos con resultados similares obtenidos en llamadas nacionales.

[d] La posibilidad de efectuar observaciones de las llamadas de la categoría 1 dependerá del punto de acceso para la observación y del conocimiento del plan de numeración nacional y del plan del país de destino.

[e] De 0 a 5 segundos implica un intervalo de tiempo tal que: $0 \leqslant t \leqslant 5$.
De 5 a 10 segundos implica un intervalo de tiempo tal que: $5 < t \leqslant 10$.

[f] Las mediciones del «periodo de espera después de marcar» pueden no representar el intervalo real entre el momento en que el abonado termina de marcar y la recepción del tono. En la medida en que este valor observado en el circuito excluye la parte entre el final de la marcación y la toma del circuito, debe consignarse la duración media de esta parte excluida.

[g] La identificación de las categorías de tonos debe ser efectuada por observadores del servicio especialmente adiestrados para ello.

[h] Si el acceso a los circuitos observados se limita a una «población» especificada de abonados, por ejemplo usuarios que cursan gran cantidad de tráfico, aparatos que no son de previo pago o usuarios residentes en grandes centros urbanos, dichas restricciones deberán anotarse y comunicarse junto con las observaciones del servicio.

Referencias

[1] MARASCUILO (L. A.), McSWEENEY (M.): Non-Parametric and Distribution-Free Methods for the Social Sciences, *Wadsworth Publishing Co.*, California, 1977.

[2] SIEGEL (S.): Non-Parametric Statistics for the Behavioural Sciences, *McGraw Hill*, Nueva York, 1956.

RETENIBILIDAD DE LAS CONEXIONES

1 Introducción

La retenibilidad de la conexión es uno de los parámetros que influyen en la calidad de servicio (CDS) después de establecida la comunicación. La evaluación de este parámetro es difícil y costosa; por esta razón se recomienda que esta investigación sólo se inicie después de que se haya recibido información de fuentes tales como avisos de perturbaciones señaladas por operadoras, reclamaciones de abonados, o se hayan realizado encuestas u observaciones del servicio que pongan de manifiesto la existencia de un problema.

2 Tasa de corte de las comunicaciones

La tasa de corte de las comunicaciones es el porcentaje de las comunicaciones establecidas que se liberan por una causa distinta de una maniobra voluntaria de cualquiera de las partes que intervienen en la comunicación. La tasa de corte de las comunicaciones sólo puede medirse mediante llamadas de prueba (véase la Recomendación G.181).

3 Investigaciones requeridas

Antes de medir la tasa de corte de las comunicaciones, debe utilizarse en la mayor medida posible la fuente que ha dado lugar a la investigación (véase el anexo B a la Recomendación E.420) y compararse el resultado con los de otras fuentes pertinentes. Por ejemplo, las reclamaciones de los abonados, pueden ir seguidas de una investigación de los avisos de perturbaciones señaladas por las operadoras.

Estas investigaciones pueden señalar una parte sospechosa de la red.

4 Intercambio de información

Si la parte sospechosa de la red está fuera del territorio de una determinada Administración, debe establecerse contacto con la Administración responsable de la parte sospechosa de la red e informarle de los resultados de las investigaciones. En la información suministrada debe clasificarse el tipo de cortes según el motivo, tales como «ausencia de señal de respuesta», «señal de liberación artificial», etc.

5 Otras investigaciones requeridas

Dentro de la parte sospechosa de la red, la Administración deberá investigar las causas obvias de los cortes, como por ejemplo, fallo de la central o de las facilidades. Si no pueden identificarse las causas obvias, la Administración debe considerar la utilización de llamadas de prueba.

6 Llamadas de prueba

Una Administración, o las dos, pueden decidir establecer un programa de llamadas de prueba.

Los tipos de llamadas de prueba internacionales normalizadas se especifican en la Recomendación E.424. Como se establece en dicha Recomendación, antes de aplicar las llamadas de prueba de tipo 3 o llamadas de prueba de tipo abonado a abonado, debe verificarse que no hay averías claras en las redes nacionales. Una forma de realizar esta verificación fácilmente es mediante llamadas de prueba no normalizadas, por ejemplo desde la central internacional a un número de abonado de la red nacional del mismo país [véase el apartado 4) del § 1 de la Recomendación E.424].

Varias Administraciones están estudiando las ventajas de la normalización de estas clases de llamadas de prueba.

Para la realización de llamadas de prueba para determinar la retenibilidad de las conexiones, el equipo respondedor utilizado debe enviar una señal de respuesta después de 10 segundos, seguida de un tono continuo, de conformidad con la Recomendación O.61. El nivel umbral del detector del equipo director debe ajustarse también a la Recomendación O.61.

7 Objetivos

Los objetivos a largo plazo así como la distribución de los objetivos se indican en la Recomendación G.181. En un periodo intermedio, deben cumplirse los siguientes requisitos: la tasa de corte de las comunicaciones para las pruebas de abonado a abonado, medida en periodos de 24 horas, debe ser inferior al 0,5% para comunicaciones de 5 minutos. En una hora cargada media repetitiva cualquiera, la tasa de corte de las comunicaciones no podrá ser superior al 3%.

Debe señalarse que, en general, los problemas de corte tienen una repercusión más importante sobre la percepción del servicio por el cliente en las rutas con una baja tasa de tomas con respuesta que en las rutas que tienen una baja tasa de compleción.

PARTE II

Recomendaciones E.500 a E.600

INGENIERÍA DE TRÁFICO

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECCIÓN 1

MEDIDAS Y REGISTRO DEL TRÁFICO

Recomendación E.500

PRINCIPIOS DE MEDIDA DE LA INTENSIDAD DE TRÁFICO

1 Introducción

1.1 Las medidas del tráfico proporcionan la base de datos a partir de la cual se realizan la planificación, operación, gestión y, en algunos casos, la contabilidad relativas al tráfico de tránsito de la red telefónica. Una misma medida de tráfico puede tener diferentes aplicaciones.

1.2 La presente Recomendación expone los principios para medir el tráfico cursado y las tentativas de toma de haces de circuitos y centrales. El número de tentativas de toma, y de preferencia también la intensidad del tráfico cursado, deben determinarse por relaciones individuales (destinos). Los datos así obtenidos se aplican tanto a la operación como a la planificación. En la Recomendación E.501 se describen métodos para estimar el tráfico ofrecido a partir de las medidas del tráfico cursado. En la Recomendación E.502 se indican los requisitos de las centrales para medidas del tráfico en las centrales nacionales e internacionales. La Recomendación E.525 contiene el análisis de los datos de tráfico. En la Recomendación E.506 se exponen los métodos de previsión de los futuros requisitos del tráfico. En el resto de las Recomendaciones de la serie E.500 se expone la forma de utilizar esta base de datos en la operación y la planificación de las redes telefónicas.

Las medidas necesarias para la gestión de la red, que se describen en la serie E.410, son generalmente similares a las que se exponen en esta Recomendación. Exigirán normalmente un intervalo de información variable y menor.

2 Definiciones

Una **medida del volumen de tráfico cursado**, representa su valor medio en erlangs, durante un cierto periodo de tiempo (15 minutos, 1 hora).

Una **medida del número de tentativas de toma**, representa un cómputo de esta magnitud durante un cierto periodo de tiempo.

Las medidas se efectúan de manera continua durante el día o excluyendo periodos conocidos de poco tráfico. El conjunto de los días en los que se han efectuado medidas se denomina *días de medidas.*

En la **medida anual continua**, los días de medidas se seleccionan a posteriori, a partir de un periodo de base cuya longitud es de un año completo. Los días seleccionados a posteriori comprenden valores de cresta de intensidad de tráfico medidos durante el periodo de base.

En la **medida anual discontinua** se establecen (preseleccionan) los días de medidas a partir de un periodo base de algunos meses. Los días elegidos son aquellos en que se considera que la carga será alta, ya sea porque cabe esperarlo así o en función de observaciones anteriores.

Se dice que un perfil de tráfico es *estable*, cuando los perfiles de tráfico diarios individuales difieren muy poco entre sí, tanto en la forma como en el volumen de tráfico.

Se dice que un perfil de tráfico es *inestable*, cuando los perfiles de tráfico diarios individuales difieren entre sí en la forma o en el volumen de tráfico.

3 Generalidades

El dimensionamiento de haces de circuitos se basa en un objetivo de congestión, en los valores de intensidad de tráfico en periodos de carga elevada y en el valor previsto de la intensidad hasta la próxima ampliación de circuitos. Se mide diariamente la intensidad durante una hora cargada, promediándola a lo largo de algunos días para evitar valores excepcionales.

Si se efectúan las medidas de tráfico cada día del año (medidas anuales continuas), pueden calcularse las medias necesarias directamente, como se indica en el § 4. Si las medidas de tráfico se hacen solamente durante un número limitado de días al año (medidas anuales discontinuas), pueden estimarse las cargas de tráfico equivalentes utilizando los procedimientos que figuran en el § 5.

El concepto de hora cargada es un aspecto importante en la ingeniería de tráfico y puede aplicarse de diferentes maneras. En las Recomendaciones de la serie E.500 el tráfico en la hora cargada utilizado es una media de varios días con un margen en algunos casos, para las variaciones de un día para otro (Recomendación E.521).

En la hora cargada, el tráfico se considera estacionario, por lo que la intensidad registrada es el valor medio durante la hora cargada.

El método normalizado recomendado para calcular la media diaria exige la medida continua durante todos los cuartos de hora de los días correspondientes y la selección de la hora más cargada del perfil medio de todos los días. Es este el método denominado de la hora cargada media repetitiva (HCMR) que se describe en detalle en el § 6. Este método es muy valioso en situaciones de perfiles de tráfico estables. Las medidas continuas diarias proporcionan los datos necesarios para confirmar la estabilidad del perfil.

Otro método para determinar la hora cargada media representativa consiste también en la medición continua todos los cuartos de hora, pero seleccionando sólo la hora más cargada de cada día para establecer la media. Es este el método denominado media de la hora punta diaria (MHPD), que se describe en detalle en el § 6, junto con la relación entre los resultados MHPD y los resultados HCMR.

Las ventajas del método MHPD son que exige menos almacenamiento de datos y manipulación que el HCMR y que proporciona un valor más representativo en caso de perfiles de tráfico inestables.

En algunos casos las Administraciones no miden el tráfico *continuamente* a lo largo del día, sino sólo durante la hora o las pocas horas que prevén más cargadas. Este es el método denominado del periodo fijo de medidas diarias (PFMD) u hora fija de medidas diarias, que se describe en detalle en el § 7, junto con la relación entre los resultados PFMD y los resultados HCMR.

La ventaja del método PFMD es que requiere menos órganos de medida que el HCMR o el MHPD. Su inconveniente es que en cada caso la diferencia entre los resultados del PFMD y el HCMR puede variar ampliamente.

En algunas situaciones de red pueden conseguirse ahorros sustanciales mediante el dimensionamiento multihorario (por ejemplo, planificación de agrupaciones, diferencias de zonas de husos horarios). Esto exige medidas diarias continuas.

4 Medidas anuales continuas

Las estadísticas de tráfico deben obtenerse para el periodo significativo de cada día durante todo el año. El periodo significativo puede ser, en principio, las 24 horas del día.

Las medidas básicas para calcular la carga normal de tráfico deben realizarse durante los 30 días más cargados en un periodo fijo de 12 meses. Normalmente, estos días serán laborables, pero en algunos casos deben efectuarse medidas separadas en fines de semana o en periodos de tarifa reducida, a fin de que las Administraciones puedan acordar bilateralmente la adopción de medidas adecuadas para mantener un grado de servicio

(GDS) razonable durante los fines de semana o en periodos de tarifa reducida. A efectos de dimensionamiento de la red deben excluirse los días excepcionalmente cargados (por ejemplo, Navidad, Día de la Madre, etc.), aunque deben recopilarse los datos para fines de gestión de la red (véase la Recomendación E.410). Este método proporciona información de tráfico de una precisión relativamente elevada, y es adecuado para haces de circuitos de explotación automática o semiautomática.

4.1 *Niveles de carga normal y elevada*

Los objetivos de calidad de funcionamiento en teletráfico y las prácticas de dimensionamiento establecen generalmente objetivos para dos conjuntos de condiciones de carga de tráfico.

Una carga de tráfico normal puede considerarse la condición de explotación típica de una red que debe satisfacer las expectativas de servicio normales de los abonados.

Una carga de tráfico elevada puede considerarse la condición de explotación, menos frecuente, de una red que no satisfaría las expectativas normales de los abonados, pero en la que debe conseguirse un nivel reducido de calidad de funcionamiento para evitar una repetición excesiva de llamadas y la dispersión de la congestión de la red.

A fin de estimar los niveles de carga normal y elevada, deberán estimarse cuando sea necesario, los valores de la intensidad de tráfico ofrecida a partir de medidas diarias de tráfico cursado. Los procedimientos de estimación figuran en la Recomendación E.501.

En el cuadro 1/E.500 se definen la carga normal y la carga elevada.

CUADRO 1/E.500

Haces de circuitos		
Parámetro	Carga normal	Carga elevada
Intensidad del tráfico ofrecido	Media de los 30 días laborables más cargados en un periodo de 12 meses	Media de los cinco días más cargados del mismo periodo que el utilizado para la carga normal
Número de tentativas de toma	Media de los mismos 30 días en que las intensidades del tráfico ofrecido son mayores	Media de los mismos cinco días en que las intensidades del tráfico ofrecido son mayores

Centrales		
Parámetro	Carga normal	Carga elevada
Intensidad del tráfico ofrecido	Media de los 10 días más cargados en un periodo de 12 meses	Media de los cinco días más cargados del mismo periodo que el utilizado para la carga normal
Número de tentativas de toma	Media de los 10 días más cargados (no necesariamente los mismos días de mayor intensidad del tráfico ofrecido) en un periodo de 12 meses	Media de los cinco días más cargados (no necesariamente los mismos días de mayor intensidad del tráfico ofrecido) del mismo periodo que el utilizado para la carga normal

5 Medidas anuales discontinuas

5.1 *Introducción*

Este método consiste en la realización de medidas efectuadas en una muestra limitada de días de cada año. Las medidas con una muestra limitada se efectuarán normalmente los días laborables, pero las Administraciones pueden acordar bilateralmente realizar medidas aparte durante los fines de semana o en periodos de tarifa reducida.

Se recomienda a toda Administración que se proponga utilizar un procedimiento de medidas anuales discontinuas que consulte con la Administración del otro extremo a fin de disponer de la máxima información para una elección adecuada de los días de medidas. Por ejemplo, si la Administración del otro extremo puede realizar medidas continuas sería quizá posible identificar temporadas cargadas o los días repetivivos de poco tráfico.

En el cuadro 2/E.500, se muestran los resultados de un estudio realizado con haces de circuitos pertenecientes a una gran red urbana [1]. Los errores indicados son las subestimaciones producidas cuando se mide la intensidad de tráfico cursado en la hora cargada media durante un periodo predefinido de dos semanas de un año, en vez del verdadero periodo quincenal más cargado. (De hecho el periodo predefinido fue el periodo cargado del año precedente.)

Las medias del error son del 7,6% más o menos, dependiendo de la capacidad del haz de circuitos. Si una Administración deseara estimar el valor verdadero de la intensidad de cresta quincenal, con una confianza del 90%, partiendo de las medidas en el periodo predefinido de dos semanas, dicho periodo debería aumentarse en incrementos que irían de un 14% para haces de circuitos de gran capacidad, a un 31% para los haces de poca capacidad. (La magnitud de estas correcciones pone de manifiesto lo inadecuada que puede ser una muestra de dos semanas si se utiliza como base para la planificación de una red.)

CUADRO 2/E.500

Error medio ponderado y límite superior de la clase de error de intensidad para una proporción acumulada de haces de circuitos clasificados según la intensidad de tráfico

	Total	Pequeña < 10 E	Intermedia 10-100 E	Grande > 100 E
Haces de circuitos	2728	1056	1564	110
Error medio ponderado del valor de intensidad	7,6%	13,7%	7,8%	5,2%
Proporción acumulativa de haces de circuitos				
50%	7,9%	12,9%	6,9%	3,9%
80%	16,9%	22,9%	17,9%	7,9%
90%	23,9%	30,9%	23,9%	13,9%
95%	31,9%	37,9%	34,9%	17,9%
98%	41,9%	47,9%	40,9%	26,9%

5.2 *Método de estimación*

A continuación se facilita un método estadístico aproximado para estimar los niveles de carga normal y elevada, a partir de medidas de muestras limitadas.

5.2.1 *Principio del método de estimación*

Se efectúan medidas con una muestra limitada de días y se calculan la media (M) y la desviación típica (S) de las cargas de tráfico diarias en la hora cargada. Las estimaciones del nivel de carga normal y elevada (L) vienen dadas por:

$$L = M + k \cdot S$$

utilizándose diferentes valores del coeficiente k para los niveles de carga normal y elevada.

$$S = \left[\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{n} (X_i - M)^2\right]^{1/2}$$

donde

X_i es el tráfico en la hora cargada media repetitiva, medido el $i$ésimo día,

$M = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} X_i$ es la media muestral, y

n es el número de días de medidas.

Si el periodo de medida es inferior a 30 días, la estimación no será muy fiable. En este caso, las Administraciones deben efectuar, si es posible, estudios de medidas especiales para determinar los valores típicos de la desviación típica (v.g., en función de la media muestral).

5.2.2 *Periodo de base para las medidas*

Es importante determinar el «periodo de base», porque la duración de este periodo influye sobre los valores asignados a los coeficientes k.

El periodo de base es el conjunto de días válidos de cada año entre los que se eligen los días de medidas. Este periodo debe comprender todos los días que podrían figurar entre los 30 más cargados (con exclusión de los días excepcionales repetitivos – véase el § 4).

El periodo de base se puede limitar a una temporada cargada (que no comprende necesariamente una serie de semanas consecutivas), siempre que se sepa que el tráfico es sistemáticamente mayor durante este periodo que durante el resto del año.

El periodo de base puede ser el año entero, pero las Administraciones pueden decidir también excluir los días en que es sabido que el tráfico es bajo.

5.2.3 *Selección de los días de medidas*

Los días de medidas se deben distribuir de un modo razonablemente uniforme dentro del periodo de base. Si el periodo de base abarca todo el año, la muestra a efectos de la medida debe comprender algunos días de la parte más cargada del año, de conocerse dichos días. La muestra limitada debe ser por lo menos de 30 días para que las estimaciones sean fiables. Si esto no es posible, puede utilizarse un mínimo de 10 días de medidas. En este caso, la fiabilidad de la estimación es mediocre.

5.2.4 *Coeficientes k*

Los coeficientes k para los niveles de carga de 5, 10 y 30 días vienen dados por las curvas de la figura 1/E.500, en función del número de días del periodo de base. Esos coeficientes se deducen de tablas de estadísticas de orden establecidas a partir de la distribución normal [2].

Cuando el periodo de base abarque todo el año, estos coeficientes pueden no ser siempre fiables por los efectos de unas pautas estacionales diferentes. En consecuencia, las Administraciones pueden preferir utilizar valores diferentes para los coeficientes si han obtenido una información más precisa en estudios basados en medidas especiales.

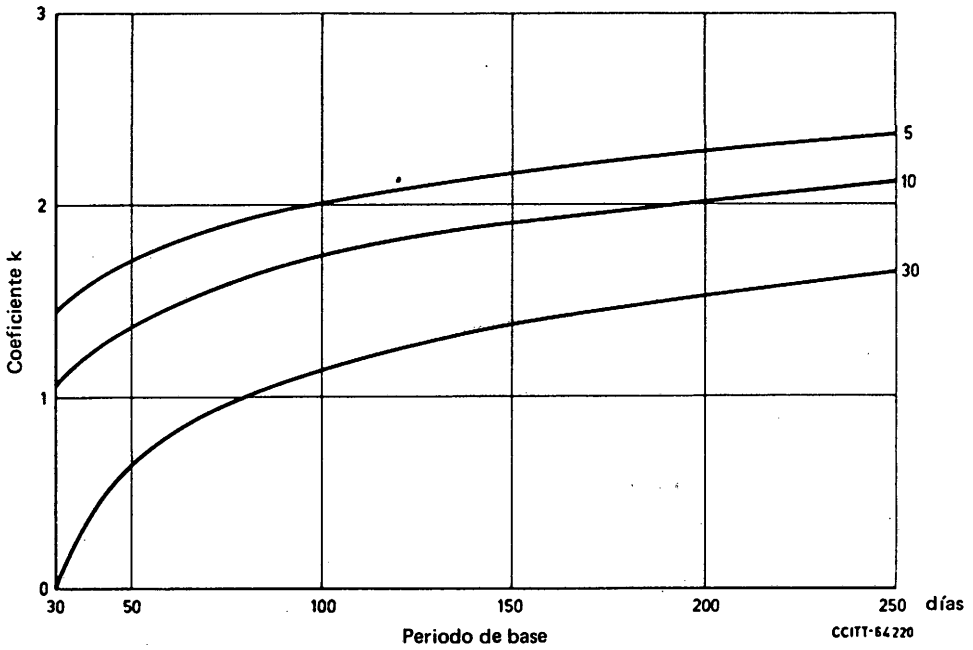


FIGURA 1/E.500

Coeficientes para calcular la media de los 5, 10 ó 30 días más cargados a partir de medidas discontinuas

5.2.5 *Ejemplo*

Los datos que siguen, ilustran la aplicación de este procedimiento para la estimación de niveles de carga normal y elevada, a partir de medidas discontinuas, en un haz de circuitos en un periodo de un año.

Tras excluir las fiestas y otros periodos conocidos de poco tráfico, se determinó que el periodo de base disponible para medidas era de 220 días. En consecuencia los coeficientes k que han de utilizarse (extraídos de la figura 1/E.500), son:

Nivel de carga normal (30 días): $k = 1{,}6$

Nivel de carga elevada (5 días): $k = 2{,}3$

Se tomaron las medidas durante 50 días dentro del periodo de base. Los valores medidos diarios del tráfico durante la hora cargada, en erlangs, son:

21,5	20,5	18,7	15,0	18,4	21,6	18,1	24,2	26,7	22,1
21,8	17,8	17,2	19,8	15,2	20,4	16,7	20,6	23,1	23,5
19,6	18,1	21,3	15,9	15,9	17,8	17,4	20,9	25,9	20,6
20,9	19,2	17,6	12,9	14,2	18,1	16,9	24,2	22,2	26,8
22,5	22,8	19,3	19,1	18,7	19,8	18,0	26,0	22,5	27,5

La media muestral y la desviación típica son, respectivamente:

$M = 20{,}11$

$S = 3{,}37$

Mediante la relación $L = M + k \cdot S$, se estiman los niveles de carga normal y elevada obteniéndose:

Carga normal = 25,5 erlangs

Carga elevada = 27,9 erlangs

5.2.6 *Relaciones de tráfico elevado/normal*

En algunos casos, no se dispone de los valores reales de las cargas elevadas para un día. En estos casos algunas Administraciones utilizan relaciones normalizadas carga elevada/normal para las previsiones destinadas al diseño o planificación.

Por ejemplo, como orden de magnitud general, pueden utilizarse como orientación para una red normal las siguientes relaciones de carga elevada/normal.

Parámetro	*Haces de circuitos*	*Centrales*
Intensidad de tráfico ofrecida	1,2	1,1
Número de tentativas de llamada	1,4	1,2

6 Mediciones diarias continuas

6.1 *Medidas*

Se recomienda que las Administraciones efectúen medidas continuas del tráfico a lo largo del día en el periodo de medidas.

El valor de la hora cargada a efectos de dimensionamiento se calculará, dependiendo de la aplicación, como el valor de cresta del perfil de la intensidad media del día o la media de los valores de cresta diarios.

6.2 *Intensidad (seleccionada posteriormente) en la hora cargada media repetitiva (HCMR)*

Durante algunos días se registran los valores del tráfico cursado durante cada cuarto de hora de cada día. Se promedian los valores correspondientes al mismo cuarto de hora de cada día.

Los cuatro cuartos de hora consecutivos de este día medio que arrojan conjuntamente la mayor de las sumas de los valores observados constituyen la HCMR con su intensidad HCMR. Ésta se denomina a veces HCMR posteriormente seleccionada.

La intensidad HCMR se utiliza como método base para el dimensionamiento cuando se tiene un perfil de tráfico estable; si se utilizan métodos de medida que arrojan valores de intensidad mayores o menores que los del método HCMR, se necesitan ajustes de los cálculos.

6.3 *Media del tráfico en las horas punta diarias, definida por periodos de un cuarto de hora o de una hora*

Para hallar la media de la hora punta diaria definida por cuartos de hora (MHPDCH) se mide continuamente durante un día la intensidad de tráfico en periodos de un cuarto de hora. Los valores de intensidad se procesan diariamente para hallar los cuatro cuartos de hora consecutivos que arrojan mayores valores de la suma de intensidades. Se registra sólo este valor de intensidad de tráfico en la hora punta diaria. Se halla la media de cierto número de intensidades punta de días laborables. La aparición de la intensidad punta varía normalmente de un día a otro.

Para hallar la media de la hora punta diaria definida por horas completas (MHPHC), se mide continuamente durante un día la intensidad de tráfico en periodos de una hora. Se registra sólo el mayor de los valores de intensidad. Se halla la media de cierto número de intensidades punta de días laborables.

Las medidas comparativas han revelado que los valores de intensidades de tráfico medidos por el método MHPDHC son muy concordantes con los valores medidos por el método HCMR, mientras que el método MHPDCH arroja valores ligeramente superiores (de algunas centésimas). Véase el anexo A. El método MHPD presenta ventajas sobre la HCMR cuando los perfiles de tráfico son inestables.

6.4 *Redes de encaminamiento alternativo*

Cuando se utiliza encaminamiento alternativo, deben aplicarse los métodos de dimensionamiento de la Recomendación E.522 (técnica de dimensionamiento multihorario). En general, esto requiere la medida continua de un perfil de 24 horas para cada magnitud de tráfico en la agrupación de encaminamiento alternativo.

En el anexo A las diferencias en los resultados entre horas cargadas definidas para los diferentes haces de circuitos y para las agrupaciones revelan la ventaja de las medidas continuas y del dimensionamiento multihorario para las redes de encaminamiento alternativo.

En casos de perfiles de tráfico y estructuras de red estables y similares en toda la agrupación, puede aplicarse dimensionamiento multihorario en algunas horas seleccionadas de importancia para la agrupación completa. La estabilidad de los perfiles de tráfico debe confirmarse.

7 Medidas diarias discontinuas

7.1 *Medidas*

Algunas Administraciones pueden considerar necesario o conveniente económicamente limitar las medidas a unas horas o sólo a una hora por día. Tales medidas serán siempre menos exactas que las medidas continuas. Los valores resultantes de hora cargada serán siempre menores o iguales a la HCMR.

El tiempo de las medidas diarias fijas debe confirmarse varias veces al año con medidas del perfil de tráfico diario completo para cada haz de circuitos. Las medidas pueden abarcar también varios periodos diariamente.

7.2 *Periodo fijo de medidas diarias (PFMD)*

Con este método se toman medidas todos los días en un periodo fijo (por ejemplo, de tres horas). El periodo debe corresponder a la parte más elevada del perfil de tráfico, que se prevé que incluirá la HCMR. Se acumulan separadamente los valores medidos para cada cuarto de hora y la hora más cargada se determina al final del periodo de medida, como para la HCMR. Este método arrojará normalmente resultados de aproximadamente el 95% del nivel de tráfico de la HCMR, cuando el tiempo de la medida diaria fija se define para cada haz de circuitos, aunque cambios importantes en el perfil de tráfico podrían conducir a errores mayores.

En las redes de encaminamiento alternativo con perfiles de tráfico similares y estables en toda la agrupación puede emplearse el PFMD para efectuar medidas para el dimensionamiento multihorario aplicado a unas pocas horas de interés seleccionadas. Deberá confirmarse la estabilidad de los perfiles de tráfico varias veces al año.

7.3 *Hora fija de medidas diarias (HFMD)*

Cuando el periodo fijo de medidas diarias se reduce a una hora, no es necesario acumular más que un valor medido de cada día. Este es el método de medida más sencillo, y arrojará normalmente resultados de aproximadamente el 90% del valor del tráfico de la HCMR, cuando el tiempo de medidas fijas diarias se define individualmente para los diferentes haces de circuitos. Sin embargo, las variaciones alrededor de la media son grandes.

8 Diagrama de flujo para la aplicación de los diferentes métodos de cálculo

Las decisiones representadas en la figura 2/E.500, comparan los costes de las medidas y del análisis con las variaciones de los resultados correspondientes a una sola agrupación o haz de circuitos. Los costes son intrínsecos a cada Administración.

Los apartados precedentes de esta Recomendación expresan la magnitud de las variaciones de las medidas que pueden producirse en situaciones típicas, lo cual puede provocar un sobredimensionamiento o un riesgo de un grado de servicio mediocre.

En el dimensionamiento de agrupaciones para las redes de encaminamiento alternativo se necesita, normalmente, efectuar medidas en un periodo fuera de la hora cargada si el perfil de tráfico es inestable. En situaciones en las que la carga de tráfico sea estable pueden preverse con precisión las horas de tráfico significativas lo que permite utilizar el método PFMD.

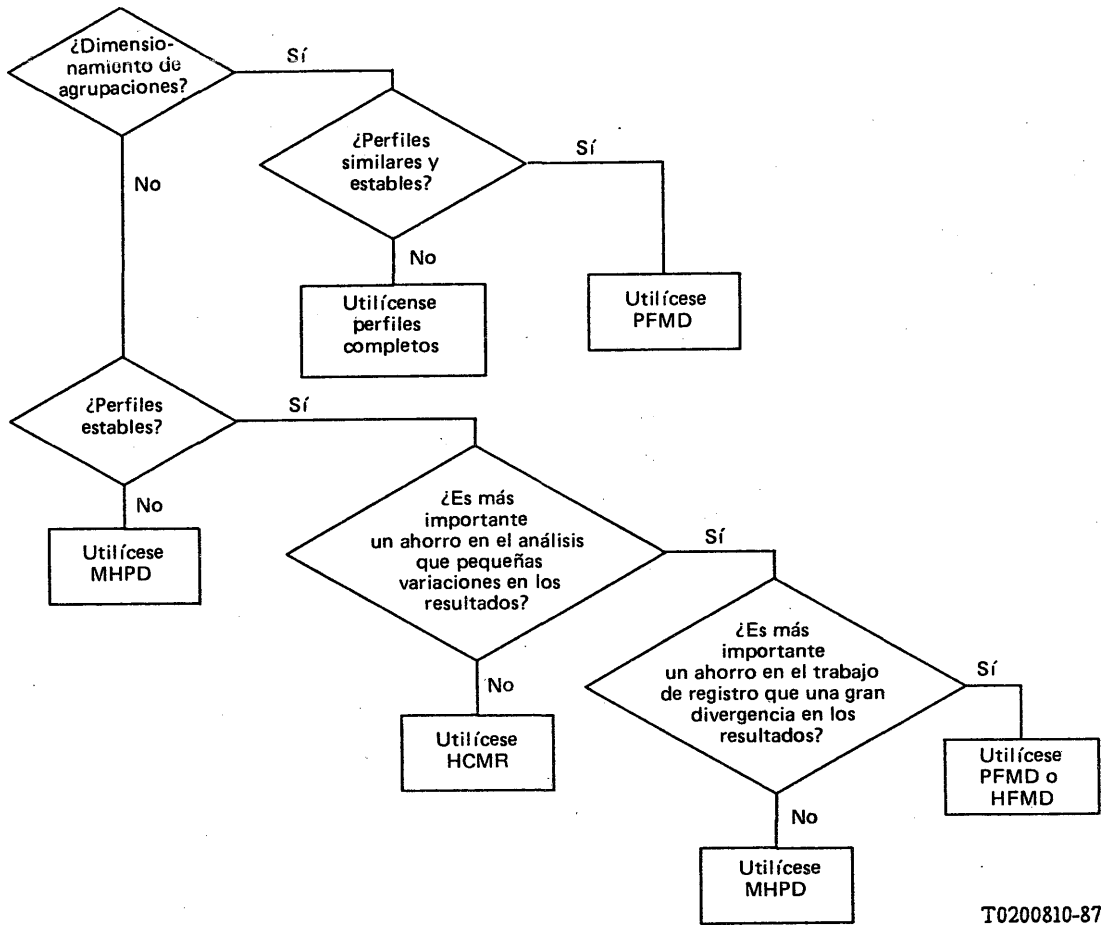


FIGURA 2/E.500

Diagrama de flujo para elegir el método de medida

ANEXO A

(a la Recomendación E.500)

Ejemplo de la influencia de las diferentes definiciones de hora cargada en la intensidad de tráfico medida

A.1 *Introducción*

Se ha investigado la influencia de las diferentes definiciones de hora cargada en la intensidad de tráfico medida, sirviéndose de medidas efectuadas con tráfico real de salida de una central internacional.

Se estudiaron tres agrupaciones con un total de quince haces de circuitos. Una de las agrupaciones (agrupación 1) cursa tráfico entre zonas de diferentes husos horarios.

Se midió el tráfico por cuarto de hora durante todo el día en cinco periodos de dos semanas (diez días laborables consecutivos). El tiempo total transcurrido fue de nueve meses.

A partir de los resultados del primer periodo de dos semanas de medidas diarias continuas, se determinaron los tiempos de HFMD y PFMD.

- para cada haz de circuito individualmente (ind),
- por agrupación (agrup), y
- para las tres agrupaciones en conjunto (com).

La HFMD y la HCMR coinciden en el primer periodo bisemanal. El PFMD incluye la HFMD y las horas anterior y posterior.

A.2 *Resultados de las medidas*

Los resultados de las medidas realizadas se resumen en las figuras A-1/E.500 a A-5/E.500.

La figura A-1/E.500 muestra la variación de la hora de comienzo de la HCMR entre los cinco periodos de medida:

- para cada agrupación, y
- para los distintos haces de circuitos de cada agrupación.

Pueden hacerse las siguientes observaciones sobre la hora de comienzo de la HCMR:

- el comienzo de HCMR es el mismo en no más de dos periodos. Esto es así tanto para haces de circuitos como para agrupaciones,
- cinco haces de circuitos y una agrupación tienen diferentes HCMR en todos los periodos,
- ocho haces de circuitos y dos agrupaciones tienen la HCMR en la misma parte del día (por la mañana o por la tarde) en todos los periodos,
- la HCMR común a todas las agrupaciones se produce en la tarde de todos los periodos. Sólo dos periodos tienen la misma HCMR común.

En las figuras A-2/E.500 a A-5/E.500 se comparan las intensidades de tráfico correspondientes a las diferentes definiciones de la hora cargada. Se ha utilizado como valor de referencia la intensidad de tráfico correspondiente a la definición de HCMR (que corresponde al 100% en las figuras).

La figura A-2/E.500 muestra los resultados de las comparaciones a nivel de agrupación, y las figuras A-3/E.500 a A-5/E.500 a nivel de haz de circuitos.

Las medias y las variaciones de las intensidades de tráfico vienen dadas mediante:

- un promedio de los cinco periodos (MHPDCH y MHPDHC), y
- un promedio de los periodos de medida 2, 3, 4 y 5 en comparación con el periodo 1 (HFMD y PFMD).

A.3 *Resultados a nivel de agrupación (figura A-2/E.500)*

MHPDCH intensidades superiores al 100%, media = 102%.

MHPDHC intensidades en torno al 100%, media = 100%.

$PFMD_{agrup}$ intensidades del 95 al 100%, media = 99%.

$HFMD_{agrup}$ intensidades del 90 al 98%, media = 94%.

$PFMD_{com}$ intensidades del 42 al 100%, media = 89%.

$HFMD_{com}$ intensidades del 35 al 93%, media = 83%.

A.4 *Resultados a nivel de haz de circuitos (figuras A-3/E.500 a A-5/E.500)*

MHPDCH intensidades superiores al 100%, media = 104%.

MHPDHC intensidades en torno al 100%, media = 100%.

$PFMD_{ind}$ intensidades del 88% al 100%, media = 99%.

$HFMD_{ind}$ intensidades del 80% al 100%, media = 93%.

$PFMD_{agrup}$ intensidades del 51% al 100%, media = 98%.

$HFMD_{agrup}$ intensidades del 45% al 99%, media = 91%.

$PFMD_{com}$ intensidades del 24% al 100%, media = 89%.

$HFMD_{com}$ intensidades del 14% al 99%, media = 81%.

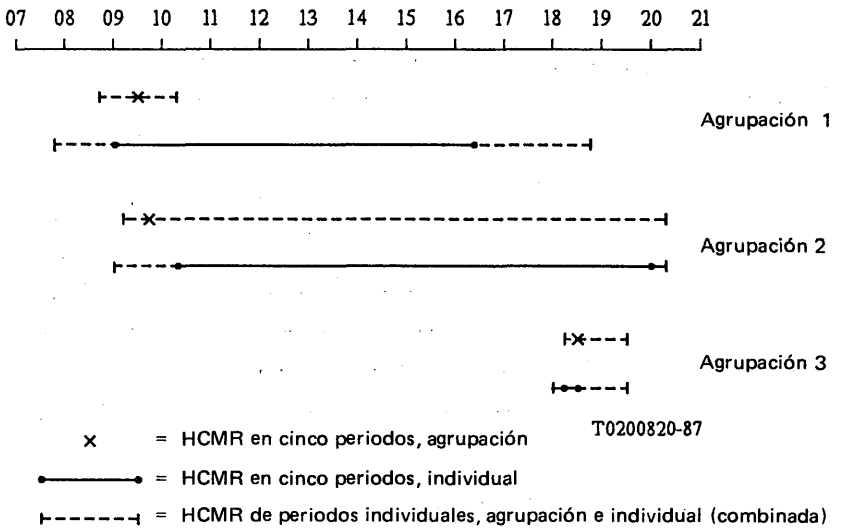


FIGURA A-1/E.500

Variaciones de la HCMR en el tiempo

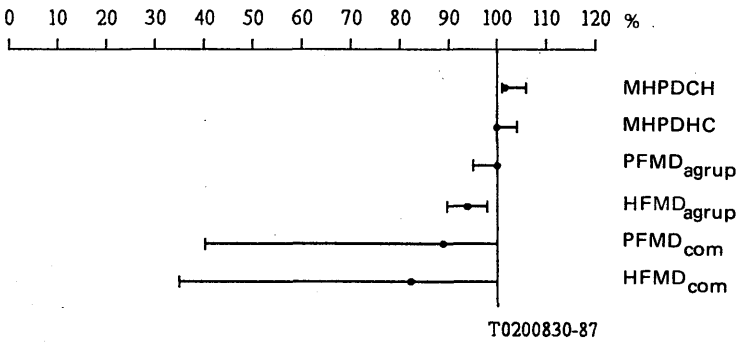


FIGURA A-2/E.500

Comparaciones a nivel de agrupación

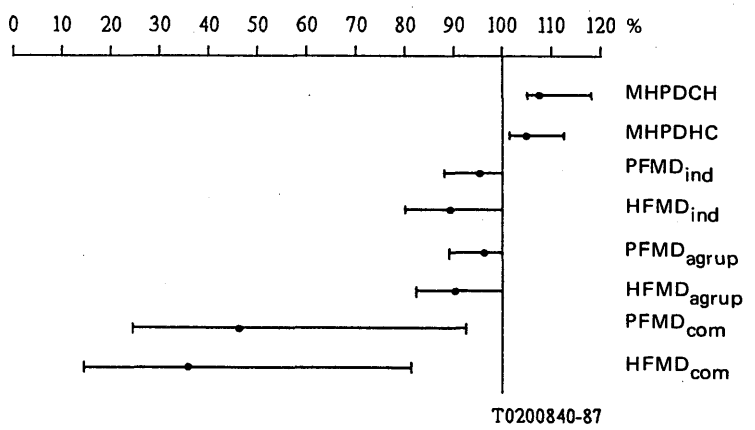


FIGURA A-3/E.500

Comparación a nivel de haz de circuitos (agrupación 1)

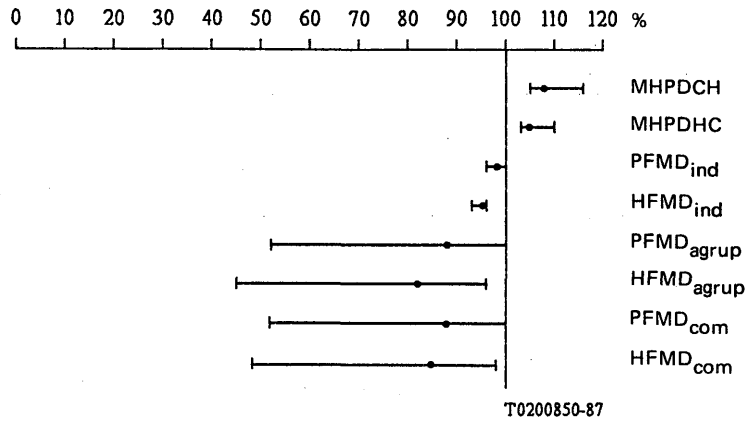


FIGURA A-4/E.500

Comparación a nivel de haz de circuitos (agrupación 2)

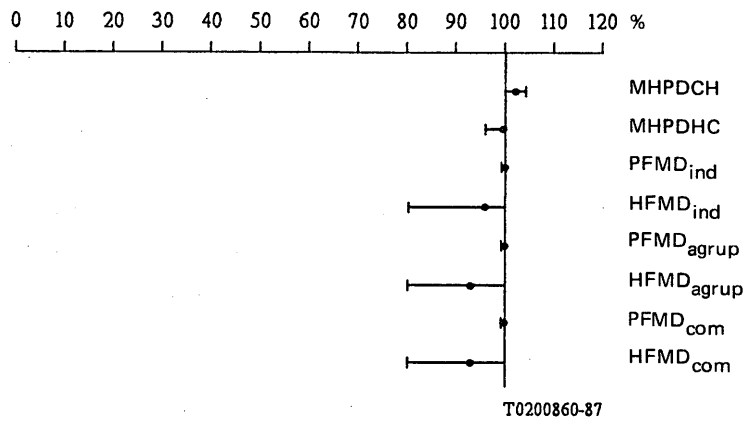


FIGURA A-5/E.500

Comparación a nivel de haz de circuitos (agrupación 3)

Referencias

[1] PARVIALA (A.): The stability of telephone traffic intensity profiles and its influence on measurement schedules and dimensioning (with Appendix). 11th International Teletraffic Congress, Kyoto 1985.

[2] Biometrika Tables for Statisticians, Table 9, Vol. 2. *Cambridge University Press*, 1972.

ESTIMACIÓN DEL TRÁFICO OFRECIDO EN LA RED INTERNACIONAL

1 Introducción

Para planificar el desarrollo de la red internacional deben estimarse las siguientes magnitudes a partir de medidas efectuadas:

- tráfico ofrecido a los haces de circuitos internacionales;
- tráfico ofrecido a los destinos en el modo punto a punto;
- tráfico ofrecido a las centrales internacionales;
- tentativas de llamada ofrecidas a las centrales internacionales;
- tráfico ofrecido a los enlaces de señalización.

(El término «tráfico ofrecido» se emplea aquí con una acepción diferente a la del «tráfico ofrecido equivalente» utilizado en el modelo de llamadas perdidas que se define en el anexo B.)

Estas magnitudes se estiman normalmente a partir de medidas del tráfico cursado y las tentativas de llamada en la hora cargada, pero hay varios factores que quizás haya que tener en cuenta en los procedimientos de medida y estimación:

a) puede ser necesario subdividir las medidas, por ejemplo, destino por destino, o por tipo de llamada (por ejemplo, llamadas que utilizan sistemas de señalización diferentes);

b) puede no ser posible obtener un registro completo del tráfico cursado. Por ejemplo, en una red con haces de gran utilización y haces finales, puede ser imposible medir el tráfico que desborda de cada haz de gran utilización;

c) las medidas pueden resultar afectadas por la congestión. En general, ésta producirá una disminución del tráfico cursado, pero en ello pueden influir las tentativas repetidas de los usuarios y las operaciones (por ejemplo, tentativas repetidas automáticas) de otros componentes de la red;

d) cuando persisten niveles elevados de congestión durante un periodo prolongado (muchos días), es posible que algunos usuarios eviten efectuar llamadas durante el periodo congestionado de cada día. Esta reducción aparente del tráfico ofrecido se denomina tráfico suprimido, y debe tenerse en cuenta en la planificación pues el tráfico ofrecido aumentará cuando se amplíen los equipos.

Cabe distinguir tres situaciones:

i) congestión antes del punto de medidas. Esta congestión no es observable directamente;

ii) congestión debida al equipo medido. Para detectarla deben efectuarse medidas de la congestión;

iii) congestión después del punto de medidas. A menudo, esta congestión puede detectarse a partir de medidas del tráfico ineficaz o de la tasa de compleción. Obsérvese que, cuando los haces son bidireccionales, la congestión que existe en otras partes de la red puede estar tanto antes como después del punto de medidas para diferentes paquetes de tráfico.

Cuando la congestión se debe al equipo medido, debe tenérsele debidamente en cuenta en la estimación del tráfico ofrecido, que se utiliza para planificar la ampliación de los equipos medidos.

Cuando la congestión se produce en otra parte de la red, el planificador tiene que determinar si dicha congestión continuará durante el periodo de planificación considerado. Esto puede ser difícil, si no tiene control de los equipos congestionados.

En esta Recomendación se presentan procedimientos de estimación aplicables a dos de las situaciones descritas anteriormente. El § 2 trata de la estimación del tráfico ofrecido a un haz de circuitos monorruta plenamente operacional que puede estar muy congestionado. El § 3 trata de una configuración con haces de gran utilización y haces finales sin congestión importante. Estos procedimientos de estimación deben aplicarse a las diferentes medidas efectuadas de la hora cargada. Seguidamente, las estimaciones resultantes del tráfico ofrecido en cada hora deben acumularse de acuerdo con los procedimientos expuestos en la Recomendación E.500.

2 Haz de circuitos monorruta

2.1 *Situaciones sin congestión importante*

El tráfico ofrecido será igual al tráfico medido de acuerdo con la Recomendación E.500 y no es necesario efectuar una estimación.

2.2 *Situaciones con congestión importante*

Sea A_c el *tráfico cursado* por el haz de circuitos. Si se supone que el aumento de los circuitos del haz no influirá en el tiempo medio de retención de las llamadas cursadas o en la tasa de compleción (o de eficacia) de las llamadas cursadas, el *tráfico ofrecido* al haz de circuitos puede expresarse por la fórmula

$$A = A_c \frac{(1 - WB)}{(1 - B)}$$

donde B es la probabilidad media actual de pérdida para el total de las tentativas de llamada al haz de circuitos considerado y W es un parámetro que representa el efecto de las repeticiones de llamadas. En el anexo A se presentan modelos para W.

Para facilitar la determinación rápida del tráfico ofrecido de conformidad con el procedimiento aproximado del anexo A, se ha preparado el cuadro A-1/E.501 que contiene valores numéricos del factor $(1 - WB)/(1 - B)$ para una amplia gama de valores de B, H y r'. Véanse los significados de H y r' en el anexo A. Para la utilización del cuadro A-1/E.501, consúltese la nota 2 del anexo A.

Nota 1 – En el anexo A se explica el modo en que se ha obtenido esta relación y se describe asimismo un modelo más complejo que puede ser útil cuando se dispone de medidas de las tasas de compleción.

Nota 2 – Cuando no se dispone de medidas de las tasas de compleción puede elegirse un valor W comprendido entre 0,6 y 0,9. Adviértase que un valor menor de W corresponde a una estimación mayor del tráfico ofrecido. Se invita a las Administraciones a comunicarse mutuamente los valores de W que tienen el propósito de utilizar.

Nota 3 – Conviene que las Administraciones lleven registros de los datos recopilados antes y después de la ampliación de los haces de circuitos. Estos datos permitirán comprobar la validez de la fórmula indicada, así como la validez del valor de W utilizado.

Nota 4 – Para aplicar esta fórmula, por lo general se supone que el haz de circuitos está en condiciones operacionales normales, o que, de haber circuitos defectuosos, han sido retirados del servicio. Si los circuitos que funcionen correctamente tienen asociados circuitos defectuosos, o equipos de transmisión o señalización defectuosos, la fórmula podría dar resultados incorrectos.

3 Configuración de red con haz de gran utilización y haz final

3.1 *Haz de gran utilización sin congestión importante en el haz final*

3.1.1 Cuando se emplea para una relación una configuración con haz de gran utilización y haz final, es menester efectuar medidas simultáneas en ambos haces de circuitos.

Sea A_H el tráfico cursado por el haz de gran utilización y A_F el tráfico que desborda de este haz de gran utilización y se cursa por el haz final. Sin congestión importante en el haz final, el tráfico ofrecido al haz de gran utilización será:

$$A = A_H + A_F$$

3.1.2 Se recomiendan dos tipos distintos de procedimientos, cada uno de los cuales comprende varios métodos posibles. El método indicado en el apartado a) del § 3.1.2.1 es el preferido por ser el más exacto, aunque pueda ser también el más difícil. Los métodos expuestos en el § 3.1.2.2 pueden utilizarse como estimación adicional.

3.1.2.1 Se efectúan medidas simultáneas de A_H y del tráfico total cursado por el haz final. Se indican seguidamente tres modos para estimar A_F, en orden decreciente de preferencia:

a) A_F se mide directamente. En la mayoría de los casos esto puede hacerse midiendo el tráfico cursado por el haz final para cada destino.

b) El tráfico total cursado por el haz final se descompone por destino proporcionalmente al número de llamadas eficaces para cada destino.

c) El tráfico cursado por el haz final se descompone conforme a las relaciones entre las tentativas de toma procedentes de los haces de gran utilización y el número total de tentativas de toma al haz final.

3.1.2.2 Se indican dos métodos posibles de estimación del tráfico ofrecido al haz de gran utilización, que en este caso es igual al tráfico ofrecido equivalente:

a) El valor de A se estima a partir de la relación

$$A_H = A[1 - E_N(A)]$$

Donde $E_N(A)$ es el valor obtenido por la fórmula de llamadas perdidas de Erlang, y N es el número de circuitos en servicio del haz de gran utilización. La estimación puede hacerse mediante un programa repetitivo de computador, o manualmente utilizando tablas o gráficos.

La exactitud de este método puede resultar afectada por la no aleatoricidad del tráfico ofrecido, la variación de la intensidad durante el periodo de medida o el uso de un valor incorrecto de N.

b) El valor de A se estima mediante la fórmula

$$A = A_H/(1 - B)$$

donde B es la probabilidad de desbordamiento medida. La exactitud de este método puede resultar afectada por la presencia de tentativas de toma repetidas generadas por la central, si éstas se incluyen en registrador de tentativas de toma del haz de circuitos.

Se recomienda aplicar los dos métodos indicados en los apartados a) y b); toda discrepancia apreciable exigirá ulterior investigación. Ha de señalarse, no obstante, que ambos métodos pueden dejar de ser fiables para haces de gran utilización con una gran probabilidad de desbordamiento: en una situación tal puede necesitarse un periodo de medida más largo para obtener resultados fiables.

3.2 *Haz de gran utilización con congestión importante en el haz final*

En este caso, la estimación del tráfico ofrecido requiere una combinación de los métodos indicados en los § 2.2 y 3.1. Antes de que pueda recomendarse un procedimiento detallado, han de proseguirse los estudios a fin de llegar a una comprensión suficiente de los diferentes parámetros.

ANEXO A

(a la Recomendación E.501)

Un modelo simplificado para la fórmula presentada en el § 2.2

Las tentativas de llamada que llegan al haz de circuitos considerado pueden clasificarse como se muestra en la figura A-1/E.501:

La tasa total de tentativas de llamada para el haz de circuitos es

$$N = N_0 + N_{NR} + N_{LR}$$

Debemos considerar $N_0 + N_{NR}$, que sería la tasa de tentativas de llamada si no hubiera congestión en el haz de circuitos.

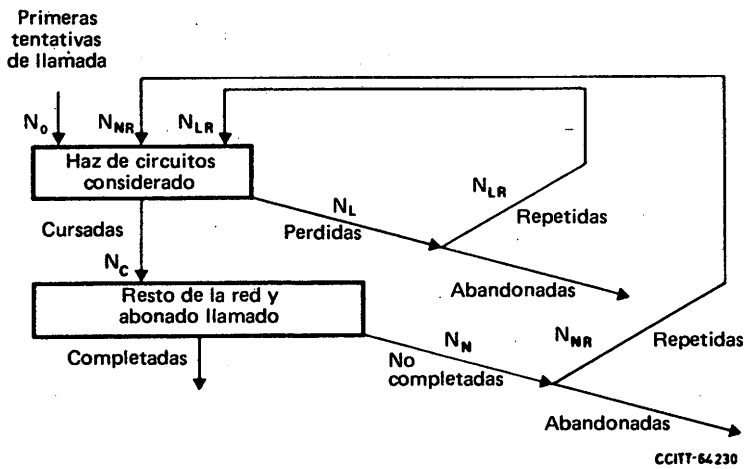
Sean

$B = \dfrac{N_L}{N}$ = la probabilidad de bloqueo medida en el haz de circuitos, y

$W = \dfrac{N_{LR}}{N_L}$ = la proporción de tentativas de llamada bloqueadas con repetición de tentativa.

Tendremos

$$N_0 + N_{NR} = N - N_{LR} = (N - N_{LR})\,\frac{N_c}{N_c} = N_c\,\frac{(N - N_{LR})}{(N - N_L)} = N_c\,\frac{(1 - BW)}{(1 - B)}.$$



N_0 Primeras tentativas de llamada
N_C Tentativas de llamada cursadas
N_L Tentativas de llamada perdidas
N_{LR} Tentativas de llamada perdidas repetidas
N_N Tentativas de llamada no completadas
N_{NR} Tentativas de llamada no completadas repetidas

FIGURA A-1/E.501

Multiplicando por h, que es el tiempo medio de retención de las llamadas cursadas por el haz de circuitos, se obtiene:

$$A = A_c\,\frac{(1 - WB)}{(1 - B)},$$

donde

A_c es el tráfico cursado por el haz de circuitos.

Este modelo constituye en realidad una simplificación ya que la tasa N_{NR} se modificaría al ampliar el haz de circuitos.

Otro procedimiento posible consiste en estimar la persistencia equivalente W a partir de las fórmulas siguientes:

$$W = \frac{r' H}{1 - H(1 - r')}$$

$$H = \frac{\beta - 1}{\beta(1 - r)}$$

$$\beta = \frac{\text{total de tentativas de llamada}}{\text{primeras tentativas de llamada}}$$

donde r' es la tasa de compleción para las tomas en el haz de circuitos considerado y r es la tasa de compleción de las tentativas de llamada a ese haz de circuitos.

Estas relaciones pueden calcularse considerando la situación después de la ampliación (véase la figura A-2/E.501).

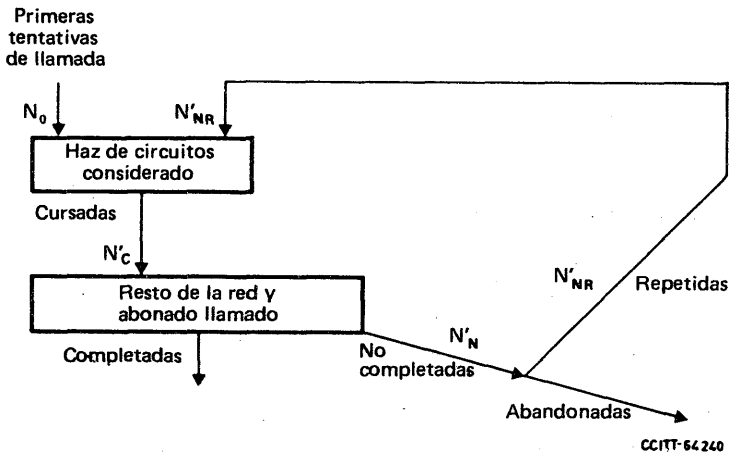


FIGURA A-2/E.501

Es necesario estimar N'_c, las llamadas que han de cursarse cuando no hay congestión en el haz de circuitos. Ello puede hacerse estableciendo relaciones entre N_c y N_0 (antes de la ampliación) y entre N'_c y N_0 (después de la ampliación), ya que se supone que la tasa de primeras tentativas de llamada N_0 no se modifica. Introducimos los siguientes parámetros:

H = persistencia global de los abonados;

r' = tasa de compleción para las tomas en el haz de circuitos.

Antes de la ampliación:

$$H = \frac{N_{NR} + N_{LR}}{N_N + N_L}$$

$$r' = \frac{N_c - N_N}{N_c}$$

Después de la ampliación:

$$H = \frac{N'_{NR}}{N'_N}$$

$$r' = \frac{N'_c - N'_N}{N'_c}$$

Para simplificar, se supone que H y r' no varían como consecuencia de la ampliación. Se deducen fácilmente las siguientes relaciones:

$$N_0 = \frac{N_c[1 - H(1 - r') - r'BH]}{1 - B}$$

$$N_0 = N'_c[1 - H(1 - r')].$$

Luego

$$N'_c = \frac{N_c\left[1 - \left(\frac{r'H}{1 - H(1 - r')}\right)B\right]}{1 - B}$$

Multiplicando por el tiempo medio de retención de las llamadas, h, se obtiene una estimación del tráfico ofrecido en términos del tráfico cursado.

La relación $$H = \frac{\beta - 1}{\beta(1 - r)}$$

es válida tanto antes como después de la ampliación, como puede comprobarse fácilmente en los diagramas precedentes.

Nota 1 – Otras Administraciones pueden estar en condiciones de proporcionar información sobre la tasa de compleción de las llamadas al país de destino considerado.

Nota 2 – El procedimiento de evaluación del factor W anterior, se basa en la hipótesis de que H, r' y h permanecen invariables tras la ampliación. La eliminación de la congestión en el haz considerado provoca una variación de H y, en los casos prácticos, esto produce una subestimación del W y, por consiguiente, una sobrestimación del tráfico ofrecido en la fórmula del § 2.2. Un estudio pertinente, efectuado en el periodo 1985-1988, ha mostrado que la sobrestimación es prácticamente despreciable si $B \leqslant 0{,}2$ y $r' \geqslant 0{,}6$. Para valores mayores de B y menores de r', la sobrestimación puede ser importante, a menos que no la compensen otros factores que no se hayan tenido en cuenta en el estudio. En consecuencia, deben adoptarse las precauciones adecuadas al utilizar el cuadro A-1/E.501, en la gama indicada. En el caso de redes desarrolladas dinámicamente, pueden admitirse la sobrestimación del tráfico ofrecido y el sobredimensionamiento correspondiente, pero éste puede no ser el caso para redes estables.

CUADRO A-1/E.501

Valores de $\frac{1 - WB}{1 - B}$

$H =$	0,70	0,75	0,80	0,85	0,90	0,95
$B = 0,1$						
$r' = 0,3$	1,0653	1,0584	1,0505	1,0411	1,0300	1,0165
$r' = 0,4$	1,0574	1,0505	1,0427	1,0340	1,0241	1,0129
$r' = 0,5$	1,0512	1,0444	1,0370	1,0289	1,0202	1,0105
$r' = 0,6$	1,0462	1,0396	1,0326	1,0252	1,0173	1,0089
$r' = 0,7$	1,0421	1,0358	1,0292	1,0223	1,0152	1,0077
$r' = 0,8$	1,0387	1,0326	1,0264	1,0200	1,0135	1,0068
$B = 0,2$						
$r' = 0,3$	1,1470	1,1315	1,1136	1,0925	1,0675	1,0373
$r' = 0,4$	1,1293	1,1136	1,0961	1,0765	1,0543	1,0290
$r' = 0,5$	1,1153	1,1	1,0833	1,0652	1,0454	1,0238
$r' = 0,6$	1,1041	1,0892	1,0735	1,0568	1,0390	1,0201
$r' = 0,7$	1,0949	1,0806	1,0657	1,0503	1,0342	1,0174
$r' = 0,8$	1,0872	1,0735	1,0595	1,0451	1,0304	1,0154
$B = 0,3$						
$r' = 0,3$	1,2521	1,2255	1,1948	1,1587	1,1158	1,0639
$r' = 0,4$	1,2216	1,1948	1,1648	1,1311	1,0931	1,0496
$r' = 0,5$	1,1978	1,1714	1,1428	1,1118	1,0779	1,0408
$r' = 0,6$	1,1785	1,1530	1,1260	1,0974	1,0669	1,0345
$r' = 0,7$	1,1627	1,1382	1,1127	1,0862	1,0587	1,0299
$r' = 0,8$	1,1495	1,1260	1,1020	1,0774	1,0522	1,0264
$B = 0,4$						
$r' = 0,3$	1,3921	1,3508	1,3030	1,2469	1,1801	1,0995
$r' = 0,4$	1,3448	1,3030	1,2564	1,2040	1,1449	1,0775
$r' = 0,5$	1,3076	1,2666	1,2222	1,1739	1,1212	1,0634
$r' = 0,6$	1,2777	1,2380	1,1960	1,1515	1,1041	1,0537
$r' = 0,7$	1,2531	1,2150	1,1754	1,1342	1,0913	1,0466
$r' = 0,8$	1,2325	1,1960	1,1587	1,1204	1,0813	1,0411
$B = 0,5$						
$r' = 0,3$	1,5882	1,5263	1,4545	1,3703	1,2702	1,1492
$r' = 0,4$	1,5172	1,4545	1,3846	1,3061	1,2173	1,1162
$r' = 0,5$	1,4615	1,4	1,3333	1,2608	1,1818	1,0952
$r' = 0,6$	1,4166	1,3571	1,2941	1,2272	1,1562	1,0806
$r' = 0,7$	1,3797	1,3225	1,2631	1,2013	1,1369	1,0699
$r' = 0,8$	1,3498	1,2941	1,2380	1,1807	1,1219	1,0617

ANEXO B

(a la Recomendación E.501)

Tráfico ofrecido equivalente

En el modelo de llamadas perdidas, el tráfico ofrecido equivalente corresponde al tráfico que produce el tráfico cursado observado, de acuerdo con la relación:

$$y = A(1 - B)$$

donde

y es el tráfico cursado;

A es el tráfico ofrecido equivalente;

B es la congestión de llamadas en la parte considerada de la red.

Nota 1 – Este es un concepto puramente matemático. Físicamente sólo es posible detectar tentativas de toma cuyo efecto sobre los tiempos de ocupación indica si estas tentativas dan lugar a tomas muy breves o a comunicaciones.

Nota 2 – El tráfico ofrecido equivalente, que es mayor que el tráfico cursado y, por tanto, mayor que el tráfico efectivo, es mayor que el tráfico ofrecido cuando los abonados son muy persistentes.

Nota 3 – B se evalúa sobre una base puramente matemática, por lo que es posible establecer una relación directa entre el tráfico cursado y la congestión de llamadas B, y prescindir de la función que desempeña el tráfico ofrecido equivalente, A.

Recomendación E.502

REQUISITOS DE LAS MEDIDAS DE TRÁFICO PARA LAS CENTRALES DE TELECOMUNICACIÓN CON CONTROL POR PROGRAMA ALMACENADO (EN ESPECIAL LAS DIGITALES)

1 Introducción

Esta Recomendación se aplica a todas las centrales de telecomunicación con control por programa almacenado (en especial las digitales), que funcionan en la red telefónica conmutada y proporcionan el servicio telefónico básico. Esta Recomendación será la base para efectuar medidas en una red digital de servicios integrados (RDSI).

Las medidas de tráfico efectuadas en las centrales y redes telefónicas circundantes proporcionan los datos que sirven de base para el dimensionamiento, la planificación, la operación y la gestión de la red telefónica.

La información obtenida de estas medidas puede utilizarse para:

- la identificación de esquemas y distribuciones de tráfico por ruta y por destino;
- la determinación del volumen de tráfico en la central y la red;
- la supervisión de la continuidad del servicio y del grado de servicio.

Esos datos e informaciones se reúnen con objeto de facilitar las siguientes funciones fundamentales:

a) dimensionamiento, planificación y administración de la central y la red circundante;
b) supervisión del comportamiento de la central y la red circundante;
c) gestión de la red;
d) operación (explotación) y mantenimiento de la central y la red circundante;
e) estudios tarifarios y de mercado;
f) previsiones;
g) dimensionamiento, planificación y administración de la red de señalización por canal común;
h) supervisión de la calidad de funcionamiento de la red de señalización por canal común.

La información generada por la central (véase la Recomendación Q.544) puede proporcionarse al usuario terminal en tiempo real o no (procesada posteriormente). Las actividades realizadas por el usuario terminal dictarán la velocidad de esta respuesta; por ejemplo, la operación y el mantenimiento requerirán información en tiempo real, mientras que la información para previsión y planificación puede proporcionarse después que se ha producido el suceso, sin ser en tiempo real.

Para estas actividades pueden identificarse los siguientes pasos principales:

- generación, recopilación y almacenamiento de los datos;
- análisis y procesamiento de los datos;
- presentación y utilización de los resultados del análisis.

La generación, la recopilación y salida de datos brutos puede efectuarse por medidas continuas, así como periódicas y no periódicas realizadas en la central.

El análisis de datos puede realizarlo la central con control por programa almacenado (CPA) u otro sistema, lo que depende:

- del volumen total de datos;
- de la necesidad de analizar datos procedentes de varias centrales;
- de las limitaciones de carga del procesador.

Para más información, véase la Recomendación E.503.

2 Medidas de tráfico

2.1 *Modelo de medida de tráfico*

Aquí se establece la estructura básica de un modelo de medida de tráfico, que puede aplicarse a medidas del tráfico generado por el servicio telefónico básico.

Las medidas del tráfico generado por los servicios de la RDSI y sistema de señalización por canal común, serán objeto de estudios ulteriores.

Una medida se identifica por tres elementos básicos: tiempo, entidades y objetos. El tiempo comprende toda la información necesaria para definir el comienzo, la duración y la periodicidad de una medida dada. Las entidades describen las cantidades sobre las cuales deben reunirse datos mediante una medida determinada. Los objetos son los elementos individuales en los cuales se efectúan las medidas. Seguidamente se dan algunos ejemplos de entidades y objetos:

Entidades

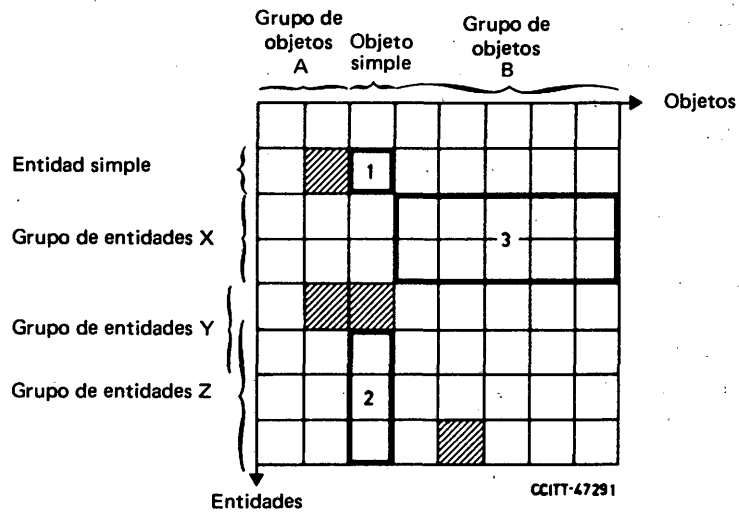
- volumen de tráfico;
- número de tentativas de llamada;
- número de tomas;
- número de tentativas de llamada fructuosas;
- número de tentativas de llamada para las cuales el retardo rebasa un valor umbral predeterminado.

Objetos:

- haces de líneas de abonado;
- haces de circuitos;
- unidades de control común;
- dispositivos auxiliares;
- destinos;
- enlaces de señalización por canal común;
- puntos de transferencia de señalización (PTS).

Las medidas se clasifican en diferentes tipos por medio de una matriz de medida, cada una de cuyas filas representa una entidad y cada columna un objeto (véase la figura 1/E.502).

Un tipo de medida es una combinación particular de entidades y objetos correspondientes a ciertos elementos de la matriz de medida. Algunos de estos tipos de medida pueden normalizarse en tanto que otros parecen depender del sistema o de la Administración de que se trate. Cabe señalar que no todos los elementos de la matriz pueden ser utilizados, pues algunos de ellos serán imposibles y otros carecerán más o menos de significado. En todos los tipos de medida las entidades son fijas, aunque algunas de ellas pueden no medirse en ciertas aplicaciones. Los objetos seleccionados forman una lista de objetos. En algunos tipos de medida la lista de objetos es fija. En otros tipos se pueden elegir, para la medida considerada, algunos de los objetos posibles o todos ellos. Un conjunto de medidas es una colección de tipos de medida.



Tipo de medida 1: objeto simple, entidad simple
Tipo de medida 2: objeto simple, grupo de entidades Z
Tipo de medida 3: grupos de objetos B, grupo de entidades X

Imposible o sin significado

FIGURA 1/E.502

Matriz de medida

2.2 *Estructura de las medidas de tráfico*

Una medida de tráfico comprende:

- información sobre el conjunto de medidas;
- información de tiempo;
- información de encaminamiento y plan de salidas (parámetros de salida).

La información sobre el conjunto de medidas, de tiempo y de encaminamiento de salidas, así como las listas de objetos pueden estar predefinidas. Debe señalarse que las características de predefinición dependen del sistema. La periodicidad de los resultados de los datos de tiempo y su encaminamiento pueden fijarse también.

2.2.1 *Información sobre el conjunto de medidas*

La información sobre el conjunto de medidas consiste en uno o varios tipos de medida seleccionados con objetos definidos (lista de objetos) y parámetros dependientes del tipo de medida (por ejemplo, intervalo de muestreo, número de sucesos de una categoría determinada, códigos de destino, etc).

2.2.2 *Información de tiempo*

Las medidas pueden tener una duración indeterminada (no se especifica de antemano la fecha hasta la cual se efectuarán), o una duración predeterminada, o tomarse durante todo el tiempo. Además las medidas pueden efectuarse continua o discontinuamente.

Para las medidas discontinuas de duración indeterminada, los días de registro deben determinarse fijando su periodicidad (dentro de la semana civil). En cambio, para las medidas de duración predeterminada, los días de registro pueden determinarse, ya sea fijando su periodicidad, o definiendo sus fechas de antemano. (Véase la figura 2/E.502.)

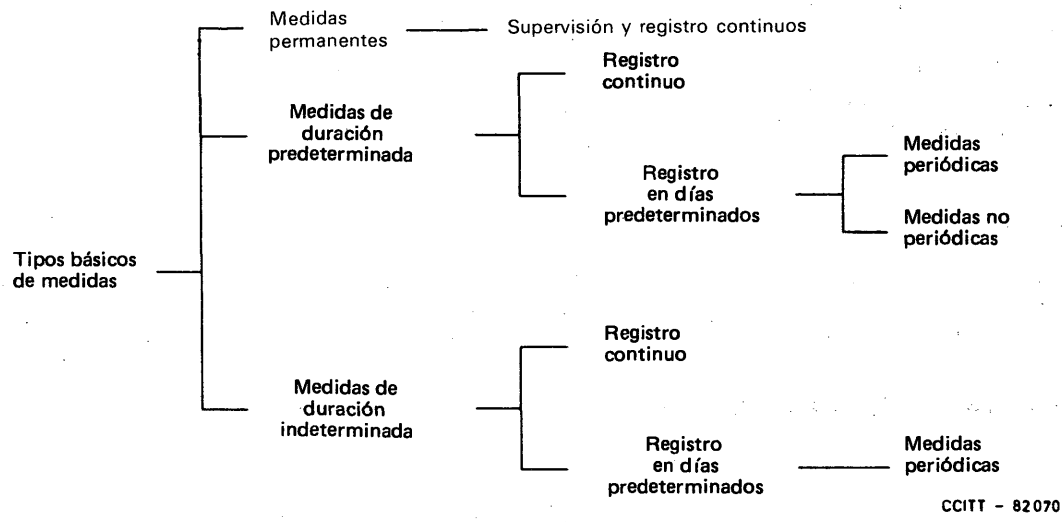


FIGURA 2/E.502

Como se ve en la figura 3/E.502, los datos de tiempo son: el nivel de medida, el nivel del día de registro y el nivel del periodo de registro.

Nivel de medida: Contiene información sobre las fechas de registro para las medidas no periódicas o sobre la periodicidad para las medidas periódicas.

Nivel del día de registro: Contiene información sobre las horas de comienzo y fin de los periodos de registro dentro de un día de registro.

Nivel de periodo de registro: Contiene información sobre la periodicidad de la recopilación de datos, controlada por el periodo de acumulación de resultados. El periodo de acumulación de resultados puede ser más corto que el periodo de registro; en este caso, se recopila más de un conjunto de datos para cada periodo de registro, que deberán encaminarse hacia los medios de salida de acuerdo con el plan de salida de los resultados.

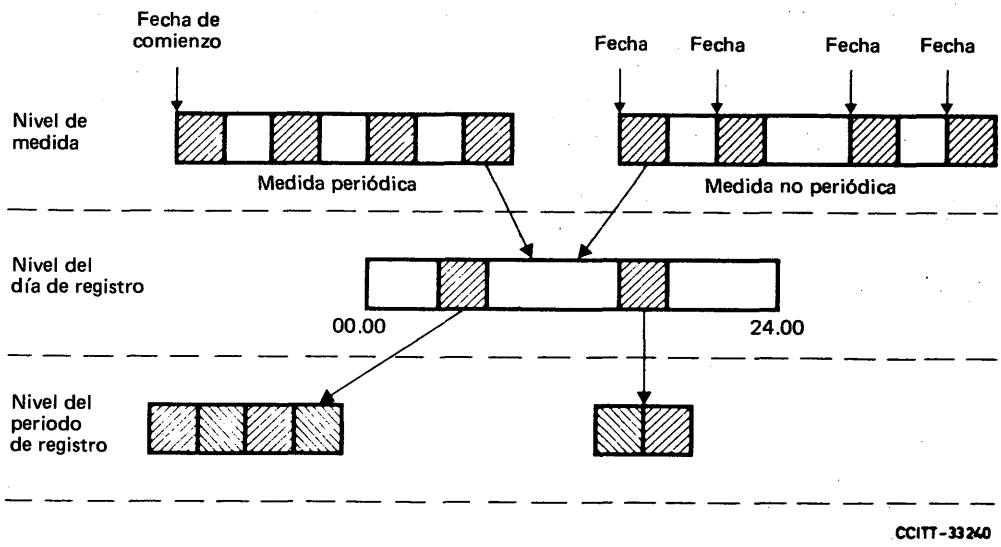


FIGURA 3/E.502

2.2.3 *Información de encaminamiento y periodicidad*

La información de encaminamiento de datos de salida define el destino hacia el que deben encaminarse los resultados de medida obtenidos, para su registro; el encaminamiento de datos de salida puede ser hacia un medio físico (por ejemplo, una impresora) o hacia un medio lógico (por ejemplo, un fichero).

La información sobre la periodicidad de los datos de salida define cuándo (días y hora) debe efectuarse la salida de los resultados. La salida de resultados se puede asociar al fin del periodo de acumulación de resultados.

3 Flujos de tráfico

Cada tipo de flujo de tráfico que se produce en y a través de la central puede distinguirse por asociación con un acceso de entrada[1] o un acceso de salida[2] de la central, o ambos. En la figura 4/E.502 se ilustran los diferentes tipos de flujo de tráfico para una central de tipo general, a saber, una que combina funciones locales y de tránsito y que proporciona servicio de operadora (telefonista):

Considerando la figura 4/E.502, se cumplen las siguientes relaciones:

$$A = E + F + G + H + Z_1$$
$$B = I + J + K + L + Z_2$$
$$C = O + P$$
$$D = M + N + Z_3$$

donde Z_1, Z_2 y Z_3 comprenden llamadas con información de marcación incompleta o no válida, y

$$Q = M + F + K + O - d_1$$
$$R = N + G + L + P - d_2$$
$$S = H + J - d_3$$
$$T = E + I - d_4$$

donde d_1, d_2, d_3 y d_4, comprenden llamadas que fracasan dentro de la central debido a cualquiera de los motivos siguientes:

a) todos los accesos de salida adecuados están ocupados o no disponibles;

b) congestión interna;

c) marcación incompleta;

d) código de destino no válido;

e) prohibición/bloqueo del servicio (como resultado de situaciones tales como los controles de gestión de red, o el funcionamiento de algún servicio suplementario, por ejemplo, servicio de abonado ausente, o porque se ha denegado este servicio al abonado llamante/llamado).

Los tipos de llamadas, a saber, llamadas con *origen en el sistema* y llamadas con *destino al sistema*, son el resultado de la operación de algunos de los servicios suplementarios o de valor añadido que la central con control por programa almacenado (CPA) ofrece además del servicio telefónico convencional. En el diagrama de flujo de tráfico de la figura 4/E.502, las llamadas con origen en el sistema y con destino al sistema se identifican por los flujos globales de tráfico C y S respectivamente.

4 Tipos de medidas básicas

4.1 *Generalidades*

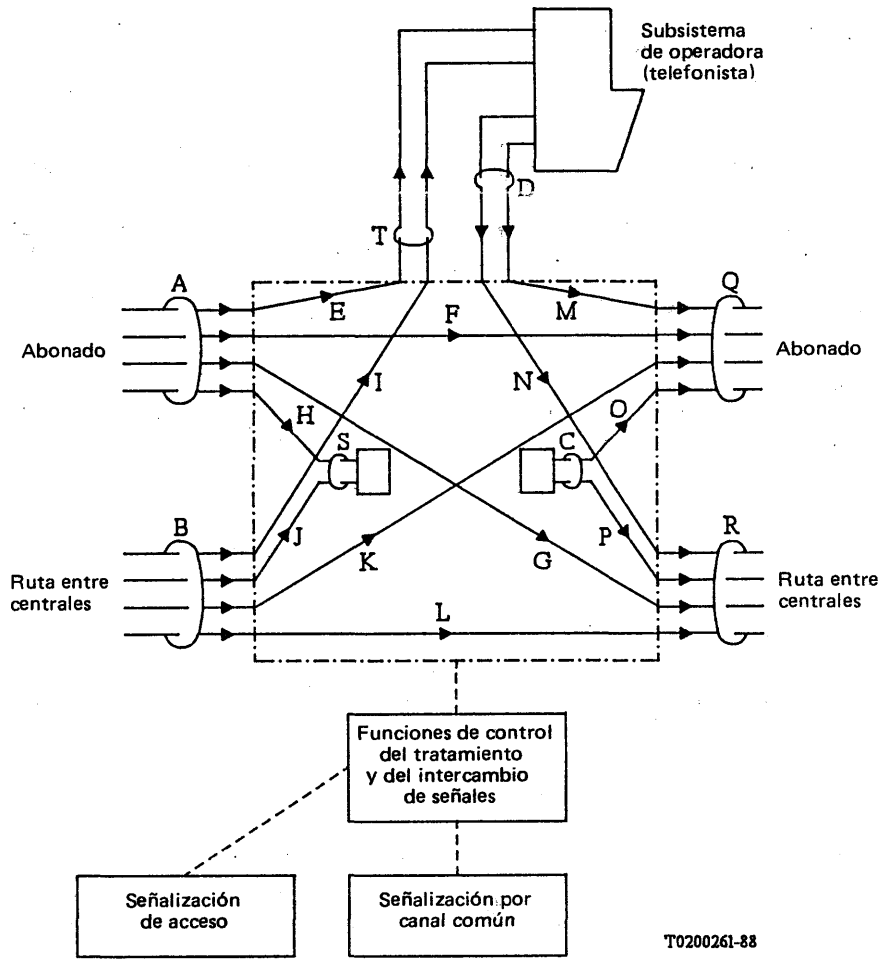
4.1.1 De acuerdo con las actividades enumeradas en el § 1, puede necesitarse un grado de detalle diferente.

A fin de proporcionar el volumen de datos necesario para cada una de las categorías de tráfico mencionadas, pueden efectuarse medidas globales en la totalidad de líneas de abonado y/o circuitos.

---

[1] Acceso de entrada es el punto situado sobre o dentro de la demarcación del sistema de la central al que llega o en el que se produce una tentativa de llamada.

[2] Acceso de salida es el punto situado sobre o dentro de la demarcación del sistema de la central al que se encamina normalmente una tentativa de llamada con información de marcación válida y adecuada.



A — Tráfico de origen
B — Tráfico entrante
Q — Tráfico de destino
R — Tráfico saliente
F — Tráfico interno
G — Tráfico saliente de origen
H — Tráfico de origen con destino al sistema
J — Tráfico entrante con destino al sistema
K — Tráfico entrante de destino
L — Tráfico de tránsito
O — Tráfico de destino con origen en el sistema
P — Tráfico saliente con origen en el sistema
S — Tráfico con destino al sistema
C — Tráfico con origen en el sistema
T — Tráfico con destino a la operadora
D — Tráfico con origen en la operadora
E — Tráfico de origen con destino a la operadora
I — Tráfico entrante con destino a la operadora
M — Tráfico de destino con origen en la operadora
N — Tráfico saliente con origen en la operadora

FIGURA 4/E.502

Diagrama con los principales tipos de flujo de tráfico

Estas medidas globales se han tenido en cuenta en esta Recomendación sólo para los elementos de tráfico *A* a *P* de la figura 4/E.502, y no se han considerado para los elementos *Q*, *R*, *S* y *T* puesto que, con las hipótesis expuestas anteriormente, es posible obtener la información correspondiente teniendo en cuenta la relación entre estos elementos y los medidos. Se reconoce que los resultados de las medidas globales pudieran dividirse atendiendo a las diversas necesidades de las Administraciones. Veamos un ejemplo: en una central de tránsito internacional, los datos de tráfico medidos en la totalidad de circuitos entrantes podrían dividirse en datos medidos en circuitos entrantes nacionales y circuitos entrantes internacionales, los cuales a su vez, podrían diferenciarse por países.

Puede proporcionarse información más detallada sobre datos de tráfico relativos al funcionamiento de la central y de la red circundante mediante medidas efectuadas en conjuntos seleccionados de haces de circuitos, haces de líneas de abonado, enlaces de señalización por canal común, puntos de transferencia de señalización y unidades auxiliares y de control.

Pueden obtenerse datos de tráfico muy detallados mediante el análisis de los registros de llamadas.

Estos registros de llamadas deben elaborarse en la central, con todos los datos (por ejemplo, hora en que ocurrió el suceso de señalización, cifras marcadas, etc.) que caracterizan cada tentativa de llamada individual.

El § 4.2 contiene los tipos de medidas básicas.

Su aplicabilidad dependerá de la función de la central (local, de tránsito, internacional, etc.).

Se señala a la atención de las Administraciones y de los fabricantes, que la lista de tipos de medidas básicas, se ha elaborado a partir del modelo de tráfico indicado en la figura 4/E.502. No se pretende que cada sistema de central deba incluir la totalidad de los distintos tipos de medidas. Los tipos de medidas dependen de la central y del sistema y se presentan como orientación sobre el tipo de medidas necesarias para cumplimentar diversas funciones. Los tipos de medidas pueden agruparse en unos pocos conjuntos para permitir la cumplimentación de las especificaciones por determinados tipos de centrales, por ejemplo las locales. En particular, las Administraciones pueden discernir si con el uso de unos pocos tipos de medidas es posible satisfacer la mayoría de sus requisitos.

No cabe admitir que el único tipo de medida sea exclusivo de un solo usuario o satisfaga una sola exigencia. Puede ser necesaria, para más de un usuario una misma información, presentada al mismo tiempo de diferentes modos. Por ejemplo, el tipo de medida 22 es necesario para gestión de red e ingeniería de tráfico.

4.1.2 *Consideraciones sobre la gestión de red*

4.1.2.1 La información sobre la gestión de red figura en las Recomendaciones de la serie E.410. Para la gestión de la red se necesita la supervisión y la medida en tiempo real del estado y del comportamiento de la red; se debe también poder ejecutar acciones inmediatas para controlar el flujo de tráfico cuando sea necesario.

4.1.2.2 *Informes sobre la calidad de funcionamiento*

Los informes sobre el funcionamiento pueden ser proporcionados por la central y/o su sistema de operaciones (SO) de gestión de red en las formas siguientes, según lo requiera la Administración:

i) datos automáticos; estos datos se proporcionan automáticamente de acuerdo con lo especificado en la central o en el programa del SO;

ii) datos previstos; estos datos se proporcionan de acuerdo con un calendario establecido por el gestor de la red;

iii) datos por demanda; estos datos se proporcionan solamente en respuesta a una petición específica del gestor de la red. Los datos por demanda comprenden, además de los relativos al funcionamiento, datos de referencia tales como el número de circuitos proporcionados o disponibles para el servicio, información de encaminamiento, valores umbrales asignados, número de componentes del sistema de señalización que están instalados, etc;

iv) datos de excepción; estos datos se proporcionan cuando ciertos datos determinados por cuenta o cálculo rebasen un umbral establecido por el gestor de la red.

Los informes de datos pueden proporcionarse cada 5, 10 ó 30 minutos. El gestor de la red determinará la periodicidad específica de los distintos informes de datos. Debe también disponerse de un historial de datos relativos a los dos o tres periodos anteriores (5, 15 ó 30 minutos).

4.1.2.3 A fin de obtener información y aplicar controles que pueden contribuir a reducir la congestión de la central, las Administraciones deben asegurarse de que los terminales y las funciones de gestión de red tengan asignado el nivel de prioridad más elevado, de modo que no se interrumpan las operaciones de gestión de red.

4.1.2.4 Se deberá suministrar información sobre el estado y circunstancias de los controles de gestión de la red indicados en la Recomendación E.412; es decir, si están o no activados en un momento dado y, en su caso, si fueron activados por un medio manual o automático a todos los puntos necesarios a este respecto (por ejemplo, el centro de gestión de la red, el personal de la central).

4.1.3 *Ingeniería de tráfico*

La Recomendación E.500 contiene información sobre las medidas realizadas con fines de planificación; para más detalles sobre los requisitos relativos a las duraciones de las medidas anuales y diarias, los intervalos para comunicar los datos, etc., se debe hacer referencia a dicha Recomendación.

4.2 *Medidas*

4.2.1 *Medidas globales*

Tipo 1: Medidas globales del tráfico de origen (A)

Objeto: La totalidad de las líneas de abonado.

Entidades:

a) número de tomas de origen;

b) número de tentativas de llamada no encaminadas debido a:
   i) ausencia de marcación (incluida la señal permanente),
   ii) marcación incompleta[3],
   iii) dirección no válida;

c) número de tentativas de llamada perdidas debido a congestión interna[4].

Tipo 2: Medidas globales del tráfico interno ($E + F + H$)[5].

Objeto: La totalidad de las líneas de abonado.

Entidades:

a) número de tomas internas;

b) número de tentativas de llamada perdidas por congestión interna;

c) número de tentativas de llamada:
   i) con el abonado llamado ocupado,
   ii) con el abonado llamado libre/sin respuesta[6],
   iii) con respuesta,
   iv) con línea fuera de servicio,
   v) con número nacional no asignado,
   vi) con abonado transferido;

d) número de tentativas de llamada infructuosas debido a marcación incompleta[5].

Tipo 3: Medidas globales del tráfico saliente de origen (G).

Objeto: La totalidad de las líneas de abonado.

Entidades:

a) número de tomas salientes;

b) número de tentativas de llamada perdidas por congestión interna;

c) número de tentativas de llamada que desbordan a la ruta de última elección;

d) número de tentativas de llamada fructuosas en las que:
   i) no hay respuesta[7],
   ii) hay respuesta o impulso(s) de cómputo;

e) número de tentativas de llamada infructuosas por marcación incompleta[3].

---

[3] No se reciben cifras suficientes para establecer si se trata de una llamada interna o de una llamada saliente.

[4] Clasificadas, de ser posible, de acuerdo con la causa de la congestión, por ejemplo, c-1, bloqueo en la red de conexión, c-2, indisponibilidad de órganos comunes, c-3, fallos del sistema.

[5] Las entidades pueden desglosarse de acuerdo con los flujos de tráfico correspondientes.

[6] Expira el periodo de temporización o abandona el abonado llamante.

[7] Expira el periodo de temporización, abandona el abonado llamante o el número del abonado llamado está ocupado.

Tipo 4: Medidas globales del tráfico entrante (B).

Objeto: La totalidad de los circuitos entrantes y de los circuitos bidireccionales.

Entidades:

a) número de tomas entrantes;

b) número de tentativas de llamada no encaminadas debido a:
   i) marcación incompleta[8],
   ii) dirección no válida;

c) número de tentativas de llamada perdidas por congestión interna.

Tipo 5: Medidas globales del tráfico entrante de destino ($I + J + K$)[9].

Objeto: La totalidad de los circuitos entrantes y de los circuitos bidireccionales.

Entidades:

a) número de tomas de destino entrantes;

b) número de tentativas de llamada perdidas por congestión interna;

c) número de tentativas de llamada fructuosas:
   i) con el abonado llamado ocupado,
   ii) con el abonado llamado libre/sin respuesta,
   iii) con respuesta o impulso(s) de cómputo;

d) número de tentativas de llamada infructuosas por marcación incompleta.

Tipo 6: Medidas globales del tráfico de tránsito (L).

Objeto: La totalidad de los circuitos entrantes y de los circuitos bidireccionales.

Entidades:

a) número de tomas de tránsito entrantes;

b) número de tentativas de llamada perdidas por congestión interna;

c) número de tentativas de llamada que desbordan a la ruta de última elección;

d) número de tentativas de llamada fructuosas en las que:
   i) no hay respuesta[10],
   ii) no hay respuesta ni impulso(s) de cómputo;

e) número de tentativas de llamada infructuosas por marcación incompleta[10].

Tipo 7: Medidas globales del tráfico con origen en el sistema ($O + P$)[9].

Objeto: Sistema de central.

Entidades:

a) número de tomas de origen del sistema;

b) número de tentativas de llamada perdidas por congestión interna;

c) número de tentativas de llamada fructuosas:
   i) con el abonado llamado ocupado o sin acceso de salida libre,
   ii) con el abonado llamado libre/sin respuesta (para O);
   iii) con respuesta.

---

[8] No se reciben cifras suficientes para establecer si se trata de una llamada interna o de una llamada saliente.

[9] Las entidades pueden desglosarse de acuerdo con los flujos de tráfico correspondientes.

[10] Expiración del periodo de temporización o recepción de una señal de liberación hacia adelante.

Tipo 8: Medidas globales del tráfico con origen en la operadora ($M + N$)[11].

Objeto: La totalidad de los circuitos interurbanos de la posición de operadora.

Entidades:

a) número de tomas con origen en la operadora;

b) número de tentativas de llamada infructuosas debido a:
   i) marcación incompleta,
   ii) dirección no válida,
   iii) congestión interna;

c) número de tentativas de llamada fructuosas:
   i) con el abonado llamado ocupado o sin acceso de salida libre,
   ii) con el abonado llamado libre/sin respuesta (para M),
   iii) con respuesta.

4.2.2 *Medidas en objetos seleccionables*

Tipo 9: Medidas del tráfico entrante.

Objeto: Cada haz de circuitos entrantes y de circuitos bidireccionales.

Entidades:

a) número de tomas entrantes;
b) volumen de tráfico;
c) número de tentativas de llamada perdidas debido a congestión interna[12];
d) número de circuitos en servicio;
e) número de circuitos fuera de servicio.

Tipo 10: Medidas del tráfico saliente.

Objeto: Cada haz de circuitos salientes y de circuitos bidireccionales.

Entidades:

a) número de tomas salientes;
b) volumen de tráfico;
c) número de tentativas de llamada con desbordamiento;
d) número de tomas que obtienen respuesta;
e) número de circuitos en servicio;
f) número de circuitos fuera de servicio;
g) número de tomas simultáneas (sólo en circuitos en ambos sentidos).

Tipo 11: Medidas del tráfico en la ruta de destino.

Objeto: Para los destinos de cada haz de circuitos salientes y haces de circuitos bidireccionales.

Entidades:

a) número de tomas de circuitos de salida;
b) número de tentativas de llamadas fructuosas;
c) volumen de tráfico;
d) número de tentativas de llamadas perdidas debido a congestión en el haz de circuitos;
e) origen (identidad del haz de circuitos entrantes) si se conoce.

---

[11] Las entidades pueden desglosarse de acuerdo con los flujos de tráfico correspondientes.

[12] Clasificadas, de ser posible, de acuerdo con la causa de la congestión, por ejemplo, c-1, bloqueo en la red de conexión, c-2, indisponibilidad de órganos comunes, c-3, fallos del sistema.

Tipo 12: Medidas en haces de líneas de abonado.

Objeto: Conjunto de líneas que componen una unidad funcional.

Entidades:

a) volumen del tráfico de origen;
b) volumen del tráfico de destino;
c) número de tomas de origen;
d) número de tomas de destino;
e) número de tentativas de llamada de destino.

Tipo 13: Medidas en unidades auxiliares[13].

Objeto: Grupos seleccionados de unidades auxiliares.

Entidades:

a) número de tomas;
b) volumen de tráfico;
c) número de tentativas de llamada no atendidas;
d) número de unidades en servicio;
e) número de unidades fuera de servicio.

4.2.3 *Medidas en unidad(es) de control*

Tipo 14: Medidas en unidad(es) de control.

Objeto: Unidad(es) de control.

Como quiera que estas medidas dependen muchísimo del sistema, no es posible formular recomendaciones concretas sobre determinadas entidades. No obstante, es esencial que los sistemas prevean lo necesario para determinar la utilización de las unidades de control conforme se necesite para el dimensionamiento, la planificación y la supervisión del grado de servicio de la central.

4.2.4 *Medidas en registros de llamadas*[14]

Tipo 15: Dispersión y duración del tráfico.

Objeto: Tomas de origen (por abonado, sistema de central, operadora) y/o entrantes ($A + B + C + D$).

Entidades:

a) fuente o acceso de entrada (abonado local, sistema de central o haz de circuitos entrantes/bidireccionales);
b) hora de toma de acceso de entrada;
c) cifras marcadas;
d) características de servicio de tentativa de llamada[15] para tentativas de llamada fructuosas;
e) identidad del acceso de salida de la central;
f) hora de toma del acceso de salida;
g) hora en la que se produce la tentativa de llamada en el acceso de salida de la central;
h) hora de la señal de dirección completa (de utilizarse);
i) hora de señal de respuesta;
j) hora de liberación de acceso de salida;
k) hora de liberación de acceso de entrada.

---

[13] Se entiende por unidades auxiliares los receptores de códigos multifrecuencia (CMF), los circuitos de tonos, etc.

[14] La recopilación de la totalidad de tentativas de llamada podría provocar una carga excesiva para los recursos del sistema con control por programa almacenado (CPA), por lo que estas medidas pudieran efectuarse por muestreo.

[15] Si la tentativa de llamada utiliza o trata de utilizar alguna de las facilidades suplementarias de la central; en caso afirmativo, se indicará específicamente la facilidad suplementaria en cuestión.

Tipo 16: Evaluación de la calidad de servicio.

Objeto: Tomas de origen (por abonado, sistema de central, operadora) y/o entrantes ($A + B + C + D$).

Entidades:

a) fuente o acceso de entrada (abonado local, sistema de central o haz de circuitos entre centrales entrantes/bidireccionales);

b) hora de las tomas de acceso de entrada;

c) cifras marcadas.

Para tentativas de llamada infructuosas, especifíquense las causas del fallo:

d) carencia de marcación;

e) marcación incompleta;

f) dirección no válida;

g) ningún acceso de salida libre;

h) congestión interna;

i) acción de gestión de red.

Para tentativas de llamada fructuosas:

j) orden de elección del encaminamiento (primera elección, segunda, ..., última) (al considerar las tentativas de llamada repetidas y/o el reencaminamiento);

k) hora de la señal de dirección completa (sin diferenciar entre abonado libre, abonado ocupado, congestión hacia atrás) (de utilizarse);

l) resultado de la tentativa de llamada (respuesta, liberación debida a abandono, liberación debida a congestión).

4.2.5 *Supervisión del grado de servicio con respecto a la demora*

La medida de las demoras llamada por llamada podría resultar sumamente onerosa para la central. Dado que desde el punto de vista estadístico no hace falta una precisión muy grande, a los efectos de la supervisión del grado de servicio puede ser suficiente emplear procedimientos con muestreo de las llamadas, o llamadas de prueba. Por este motivo, estos tipos de medidas se enumeran por separado, incluso si los tipos 16 y 17 deben pertenecer al § 4.1 y el tipo de medida 18 al § 4.2.

4.2.5.1 *Por central*

Tipo 17: Supervisión global de los parámetros del grado de servicio con respecto a la demora.

Objeto: La totalidad de las líneas de abonado.

Entidades:

a) total de tomas de origen;

b) total de tomas de origen para las cuales la central dispone de la información necesaria para establecer una transconexión para el procesamiento en la central;

c) total de tomas de origen para las cuales se ha recibido suficiente información de dirección, que están dirigidas a un determinado haz de circuitos salientes y para las cuales se envía hacia la central siguiente la señal de toma o la correspondiente información de dirección;

d) total de tomas de origen para las cuales el periodo de espera del tono de invitación a marcar rebasa un valor umbral predeterminado;

e) tomas ya contadas en b) para las cuales el tiempo de transferencia (demora de transconexión) de la central rebasa un valor umbral preestablecido;

f) tomas ya contadas en c) para las cuales el retardo de establecimiento de la comunicación rebasa un valor umbral preestablecido.

Tipo 18: Supervisión global de los parámetros del grado de servicio con respecto a la demora.

Objeto: La totalidad de los haces de circuitos entrantes o en ambos sentidos.

Entidades:

a) total de tomas entrantes;

b) total de tomas entrantes para las cuales la central dispone de la información necesaria para establecer una transconexión para el procesamiento en la central para un determinado haz de circuitos;

c) total de tomas entrantes para las cuales se ha recibido suficiente información de dirección, que están dirigidas a un determinado haz de circuitos salientes y para las cuales se envía a la central siguiente la señal de toma o la correspondiente información de dirección;

d) total de tomas entrantes para las cuales la duración de la preselección rebasa un valor umbral predeterminado;

e) tomas ya contadas en b) para las cuales el tiempo de transferencia (demora de transconexión) de la central rebasa un valor umbral preestablecido;

f) tomas ya contadas en c) para las cuales el retardo de establecimiento de la comunicación rebasa un valor umbral preestablecido.

4.2.5.2 *Por circuito*

Tipo 19: Supervisión de los parámetros de grado de servicio con respecto a la demora.

Objeto: Cada haz de circuitos entrantes o de circuitos bidireccionales.

Entidades:

a) total de tomas entrantes;

b) total de tomas entrantes con respecto a las cuales se dispone de la información necesaria para establecer una transconexión para el procesamiento en la central para un determinado haz de circuitos;

c) total de tomas entrantes para las cuales se ha recibido suficiente información de dirección, que están dirigidas a un determinado haz de circuitos salientes, y para las cuales se envía a la central siguiente la señal de toma o la correspondiente información de dirección;

d) total de tomas entrantes para las cuales la duración de la preselección rebasa un valor umbral predeterminado;

e) tomas ya contadas en b) para las cuales el tiempo de transferencia (demora de transconexión) de la central rebasa un valor umbral preestablecido;

f) tomas ya contadas en c) para las cuales el retardo de establecimiento de la comunicación rebasa un valor umbral preestablecido.

4.2.6 *Supervisión del comportamiento de la red*

Tipo 20: Gestión de red.

Objeto: Totalidad de la central y sus componentes principales, por ejemplo el procesador.

Entidades:

a) tentativas de tomas;

b) longitud y desbordamiento de las colas de llamadas entrantes;

c) número y porcentaje de tentativas de toma que sufren demoras de conmutación;

d) porcentaje de la capacidad del procesador disponible o en uso;

e) medidas del tiempo de transferencia a través de la central;

f) pérdida de conmutación;

g) cuentas de llamadas bloqueadas por acciones de compartimiento automático de la carga.

Tipo 21: Gestión de red[16].

Objeto: Sistema y enlaces de señalización por canal común.

Entidades:

a) cuentas de unidades de señalización y porcentaje de ocupación de enlaces de señalización;

b) cuentas de mensajes iniciales de dirección (MID) salientes y de señales de respuesta entrantes con tasación (RCT) y sin tasación (RST);

[16] Aunque este tipo de medida se considera necesario para la gestión de red, también se requiere en ingeniería de tráfico.

c) cuentas de mensajes iniciales de dirección (MID) entrantes y de señales de respuesta salientes con tasación (RCT) y sin tasación (RST);

d) cuentas de pasos a enlaces de reserva;

e) cuentas de ocurrencias de condiciones de desbordamiento de la memoria tampón del terminal, y sus duraciones;

f) cuentas de las indicaciones de congestión del haz de circuitos (CHC), congestión en la red nacional (CRN), y/o congestión del equipo de conmutación (CEC) enviadas y recibidas por enlace de señalización;

g) cuentas de llamadas desbordadas o perdidas por desbordamiento de la memoria tampón del terminal;

h) cuentas de señales de prohibición de transferencia (PTR) enviadas y recibidas por el enlace de señalización.

Tipo 22: Gestión de red.

Objeto: Todos los haces de circuitos.

Entidades:

a) tentativas de toma;

b) tomas, salientes y entrantes;

c) señales de respuesta recibidas;

d) desbordamientos;

e) tráfico cursado;

f) número de circuitos ocupados preventivamente;

g) tentativas de toma en tránsito;

h) tomas en tránsito de llegada;

i) cuentas de llamadas afectadas por un control de la gestión de red, por el tipo de control.

Tipo 23: Gestión de red.

Objeto: Destinos.

Entidades:

a) tentativas de toma;

b) tomas;

c) señales de respuesta recibidas;

d) desbordamientos;

e) cuentas de llamadas afectadas por un control de la gestión de red, por el tipo de control (*Nota* – Incluye los controles relativos al bloqueo de códigos y al espaciamiento de las llamadas).

4.2.7 *Medida de la calidad de funcionamiento de los sistemas de señalización por canal común*

Se requiere la medida de tipo 21 (véase el § 4.2.6). Se estudiarán ulteriormente otros tipos de medida.

4.2.8 *Medidas en la red digital de servicios integrados y sus servicios*

Para ulterior estudio.

5 Recomendaciones afines

La utilización de los resultados analizados dependerá de los procedimientos que aplique cada Administración. Sigue una enumeración de Recomendaciones actuales que cubren muchos aspectos operacionales. Se indican con fines de orientación solamente; no se trata de una lista exhaustiva.

– Recomendación E.500, define los principios de medida de la intensidad de tráfico.

– Recomendación E.175, define el modelo de red para fines de planificación.

– Recomendaciones de la serie E.410, ofrecen información sobre la gestión de la red.

- Recomendaciones de la serie E.420, describen la comprobación de la calidad del servicio telefónico internacional.
- Recomendación E.506, define los métodos de previsiones del tráfico internacional.
- Recomendación E.543, define el grado de servicio en las centrales telefónicas internacionales.
- Recomendación E.503, define el análisis de datos de las medidas de tráfico.
- Recomendación E.504, define la administración de las medidas de tráfico.
- Recomendaciones de la serie O, contienen especificaciones de los aparatos de medida.
- Recomendaciones de la serie M, contienen información detallada sobre muchos aspectos relativos al mantenimiento de circuitos y sistemas de transmisión internacionales.
- Recomendaciones de la serie Q, tratan todos los aspectos de la señalización por canal común.
- Recomendación Q.544 sobre medidas en las centrales.

ANEXO A

(a la Recomendación E.502)

El objeto de este anexo es identificar las medidas que han de realizarse en las centrales, así como los criterios necesarios para satisfacer los requisitos de las medidas básicas. Se ha redactado como ayuda a los diseñadores de centrales para que puedan asegurar que estas medidas pueden realizarse.

Teniendo en cuenta que una central digital con control por programa almacenado consta principalmente de soporte lógico, con escasas entidades físicas que puedan identificarse como puntos de medida específicos, no es posible señalar exactamente donde deberían efectuarse las medidas. Sin embargo, para los tipos de medidas básicas indicados en el § 4.2, puede ser posible diferenciar eventos:

i) procedentes del abonado/nodo de la central anterior, que llegan a la central,

ii) procedentes de una central hacia otro nodo de central/abonado,

iii) internos a la central.

Para los tres casos indicados anteriormente, es necesario poder registrar las entidades independientemente en cada uno de ellos, así como poder asociar entidades entre los mismos.

Las entidades registradas deberán ser:

- tentativas de toma,
- tomas,
- llamadas efectivas,
- tentativas de toma con congestión,
- Volumen de tráfico.

Una central deberá clasificar las tentativas de llamada frustradas de conformidad con el motivo del fallo. Sin embargo, la información disponible en la central con este fin, puede depender del sistema de señalización utilizado, así como de la función y situación de la central en la red con respecto a las tentativas de llamada frustradas.

Debe tenerse presente que el tipo de medida 15, es un registro de llamada que debe generarse en su totalidad dentro del sistema de la central. Asimismo, los tipos de medidas 20, 21, 22 y 23 son específicos de la gestión de red y requieren criterios ligeramente distintos.

Será posible refundir alguno de los tipos de medidas básicas, a fin de constituir un programa de medidas único que cumpla las exigencias de las Administraciones. Asimismo, deberá ser posible obtener información de medidas para más de un usuario. Por ejemplo, pueden efectuarse medidas continuamente con fines de ingeniería de tráfico y, en un momento determinado, digamos en una hora, puede ser necesario efectuar medidas del mismo tipo con fines de mantenimiento. Los resultados o registros de estas dos medidas no deben interferir entre sí, ni con otras medidas que se efectúen al mismo tiempo, por ejemplo para gestión de red.

ANÁLISIS DE DATOS DE LAS MEDIDAS DE TRÁFICO

1 Introducción

El objetivo de las medidas de tráfico es proporcionar datos que la Administración pueda utilizar para planificar, dimensionar y gestionar su red. Los datos medidos resultantes pueden utilizarse para facilitar diversas actividades indicadas en la Recomendación E.502. A fin de reducir el volumen de transferencia y procesamiento fuera de línea de los datos, en la central o en el sistema de operaciones pueden hacerse análisis preliminares con el objeto de:

- suprimir los valores de datos innecesarios;
- reemplazar los valores inexistentes o erróneos de manera apropiada;
- efectuar cálculos sencillos con los valores de las entidades de medidas básicas para obtener valores característicos de los parámetros del tráfico;
- almacenar ciertos valores medidos o calculados, en particular los registros de datos del tráfico;
- elaborar informes impresos apropiados, que puedan ser leídos cómodamente por el usuario.

Para cada objeto de medida existe un registro de datos en el cual se almacena un número determinado de valores de tráfico. Asimismo, en este sector del registro de datos se pueden almacenar y actualizar algunos valores calculados, por ejemplo, la media móvil.

Las funciones internas del análisis no se especifican en esta Recomendación y dependen de los requisitos fijados para los resultados de salida especificados por la Administración. Un método adecuado puede ser recoger y almacenar los datos en tiempo real en un fichero provisional de base de datos o directamente en el registro de datos de tráfico y más tarde hacer los cálculos y los informes impresos durante periodos de baja actividad de procesamiento de la central. Como otra posibilidad, los registros pueden transferirse a un sistema fuera de línea para su procesamiento, a fin de redurcir la carga de la central.

2 Posibles aplicaciones

A fin de proporcionar el volumen de datos necesario para el análisis de los datos de tráfico y operacionales, pueden efectuarse medidas globales en la totalidad de líneas de abonado y/o circuitos.

Puede obtenerse información más específica sobre los datos del tráfico pertinente a la central y la calidad de funcionamiento de las redes circundantes por medio de medidas de conjuntos selecccionados de haces de circuitos, haces de líneas de abonado, enlaces de señalización por canal común, unidades auxiliares y de control, etc.

Asimismo, pueden obtenerse datos muy detallados del tráfico analizando los registros de llamadas. Estos registros deben elaborarse en la central y contienen todos los datos (por ejemplo, hora en que ocurrió el suceso de señalización, cifras marcadas, etc.) que caracterizan cada tentativa de llamada individual.

Las relaciones entre las medidas mencionadas y las posibles aplicaciones se muestran en el cuadro 1/E.503. Los tipos de medidas básicas se indican en la Recomendación E.502. Su aplicabilidad dependerá de la función de la central (local, de tránsito, internacional, etc.).

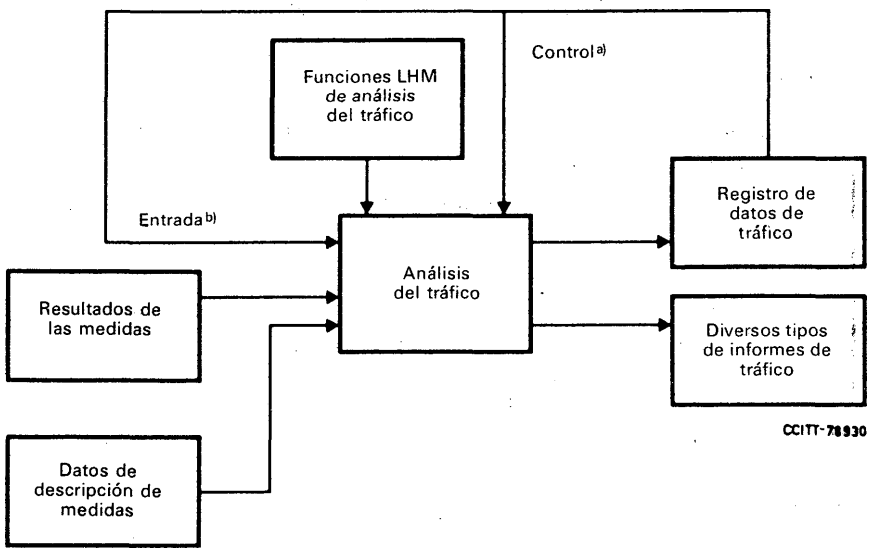
3 Modelo de análisis del tráfico

Correspondiendo a la diversidad de tipos de medidas existe una diversidad de tipos de análisis algunos de los cuales suelen efectuarse en forma continua y cotidiana. Desde el punto de vista de una medida determinada, hay uno o varios análisis para los cuales los datos medidos se inscriben en ficheros especiales que forman parte, como dispositivos lógicos, de la lista de dispositivos de salida de una medida. Estos ficheros son ficheros de entrada desde el punto de vista del análisis del tráfico y pueden considerarse como una transformación de las entidades de medida en la información de salida que necesita el analista del tráfico para adoptar distintas decisiones.

Por ejemplo, puede efectuarse uno o varios análisis para establecer diversos criterios aplicables al dimensionamiento y a la verificación del grado de servicio. La figura 1/E.503 presenta un diagrama de flujo de información en forma de diagrama de actividades.

CUADRO 1/E.503

Aplicaciones posibles / Bases de las medidas	Dimensionamiento, planificación y administración de la central	Dimensionamiento, planificación y administración de la red	Supervisión de la calidad de funcionamiento de la central	Supervisión de la calidad de funcionamiento de la red	Logística para el mantenimiento	Gestión de la red	Estudios tarifarios y de mercados
Tráfico total	X	X	X	X	X	X	
Haces de circuitos	X	X	X	X	X	X	
Haces de líneas de abonado	X		X				
Unidades auxiliares	X		X		X		
Unidades de control	X		X		X	X	
Señalización por canal común	X	X	X	X	X	X	
Registros de llamadas	X	X	X	X	X	X	X



a) Los valores del tráfico en el registro de datos pueden tener un efecto sobre los pasos funcionales internos.

b) Hay un registro de datos de tráfico para cada objeto de medida que se incluye en el análisis. Los valores anteriores del tráfico y los valores calculados se utilizan como entrada cuando se actualiza el contenido del registro y cuando se produce un nuevo valor de tráfico.

FIGURA 1/E.503

Diagrama de actividades de los flujos de información asociados al análisis del tráfico

Cada análisis del tráfico lleva asociada la siguiente información:

- identidades de las medidas conexas;
- valores de los parámetros elegibles por el usuario para definir el tipo o modo deseado de análisis;
- fecha de los informes, cuando el usuario debe establecer el plan de las salidas de éstos;
- dispositivos de salida para todos los tipos de informe.

4 Administración del análisis del tráfico

4.1 A fin de administrar el análisis de tráfico, el analista deberá realizar una serie de actividades conexas y el sistema deberá facilitar estas actividades mediante funciones de sistema adecuadas. A continuación se dan detalles al respecto.

4.2 *Lista de tareas*

La siguiente lista de tareas no es exhaustiva; en todo caso, se trata de abarcar las principales actividades en la esfera de la administración del análisis del tráfico:

a) definir valores de parámetro de la lista de parámetros del análisis y modificar los valores antiguos;

b) definir fechas de informe para cada tipo de informe en una lista de fechas de informe, según sea necesario, y modificarla;

c) definir el encaminamiento de datos de salida para cada tipo de informe mediante una lista de encaminamiento de salida, según sea necesario, y modificar las fechas;

d) activar y/o desactivar la realización del análisis;
e) extraer diferentes clases de información relacionadas con el análisis de tráfico existente;
f) administrar registros de datos de tráfico del objeto de medida que están incluidos en el análisis.

4.3 *Lista de funciones de sistema*

El sistema debe ofrecer las siguientes funciones para soportar las tareas del analista y el propio análisis:
a) transferencia de los datos medidos al análisis;
b) plan cronológico para las diversas funciones dentro del análisis, por ejemplo, cálculo al terminar el día, salida impresa del informe sobre las fechas de informe, etc;
c) gestión de registros de datos de tráfico;
d) gestión de datos de descripción del análisis;
e) transferencia de la información de identificación y capacidad del objeto de medida al análisis, por ejemplo, denominación de un haz de circuitos y el número de circuitos asignados al mismo [1];
f) gestión de la salida impresa de los informes;
g) control de supervisión del tiempo que necesitan las diversas operaciones asociadas al análisis.

4.4 *Lista de funciones lenguaje hombre-máquina (LHM)*

A continuación sólo se presenta una lista preliminar de funciones LHM. Las especificaciones completas de estas funciones aparecerán en las Recomendaciones de la serie Z:
- definir parámetros de análisis;
- definir una lista de fechas de informes;
- definir una lista de encaminamiento de salida;
- administrar registros de datos de tráfico;
- activar un análisis de tráfico;
- desactivar un análisis de tráfico;
- interrogar un análisis de tráfico;
- interrogar un análisis de tráfico en función de las medidas de tráfico;
- interrogar una lista de encaminamiento de salida;
- interrogar parámetros de análisis;
- interrogar una lista de fechas de informes.

Recomendación E.504

ADMINISTRACIÓN DE LAS MEDIDAS DE TRÁFICO

1 Introducción

La administración de las medidas de tráfico comprende la planificación y control de la recopilación de datos de tráfico, y la elaboración de informes para el análisis. Los datos recopilados por medio de medidas de tráfico realizadas por la central se presentan en una forma adecuada para el análisis en línea o diferido.

Puede ser útil considerar el concepto de un sistema de medidas de tráfico (SMT) genérico para la administración de las medidas del tráfico. Este sistema puede comprender elementos de una central que está funcionando junto con algunas combinaciones de procesadores de datos distantes y dispositivos asociados de salida de los informes de las medidas.

Para administrar las medidas de tráfico, habrá que realizar una serie de actividades hombre-máquina conexas (denominadas «tareas») a través de uno o más interfaces hombre-máquina, y soportadas por funciones de sistema apropiadas. A continuación se dan detalles al respecto.

Los resultados de las medidas de tráfico deben contener los datos medidos junto con la información de referencia sobre las condiciones de la red en el momento de la medida, lo que ayudará en el análisis de los datos, por ejemplo, el número de dispositivos bloqueados en una ruta o el encaminamiento alternativo temporal en vigor.

[1] Toda esta información puede estar disponible o no al recopilar los datos medidos.

2 Lista de tareas

La siguiente lista de tareas no es exhaustiva; en todo caso, trata de abarcar las principales actividades esenciales en la esfera de la administración de las medidas de tráfico. El SMT proporcionará funciones para soportar estas tareas:

a) crear nuevas medidas o componentes de medidas y modificar las antiguas, seleccionando los tipos y periodicidad de las medidas, las identidades de los objetos y los parámetros de las medidas (QUÉ, CUÁNDO Y CÓMO medir);

b) suprimir las medidas o componentes de medidas que ya no son útiles;

c) definir el encaminamiento y la periodicidad de salida de los resultados de las medidas (CUÁNDO Y DÓNDE se presentarán los resultados);

d) activar y/o desactivar la periodicidad de las medidas que han sido definidas previamente;

e) extraer las categorías de datos requeridas relacionadas con las medidas existentes.

3 Lista de funciones de sistema

Para soportar las tareas hombre-máquina, el SMT debe ofrecer las siguientes funciones:

a) un menú de medidas de tráfico;

b) periodicidad de la ejecución de las medidas y de la salida de los resultados;

c) gestión de datos de descripción de las medidas;

d) extracción de datos de descripción de las medidas.

4 Funciones del lenguaje hombre-maquina (LHM)

A continuación se presenta una lista preliminar de funciones LHM necesarias para controlar las funciones del SMT indicadas anteriormente. Las especificaciones completas de estas funciones aparecerán en las Recomendaciones de la serie Z:

- crear una medida;
- crear un conjunto de medidas;
- crear una lista de objetos;
- crear una lista de datos de tiempo;
- crear una lista de encaminamientos de salidas;
- crear un plan cronológico de salidas de resultados;
- modificar una medida;
- modificar un conjunto de medidas;
- modificar una lista de objetos;
- modificar una lista de datos de tiempo;
- modificar una lista de encaminamientos de salidas;
- modificar un plan cronológico de salidas de resultados;
- suprimir una medida;
- suprimir un conjunto de medidas;
- suprimir una lista de objetos;
- suprimir una lista de datos de tiempo;
- suprimir una lista de encaminamientos de salidas;
- suprimir un plan cronológico de salidas de resultados;
- activar una medida;
- desactivar una medida;
- interrogar una medida;
- interrogar un conjunto de medidas;
- interrogar un tipo de medida;
- interrogar una lista de objetos;
- interrogar una lista de datos de tiempo;
- interrogar una lista de encaminamientos de salidas;
- interrogar un plan cronológico de salidas de resultados.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECCIÓN 2

PREVISIONES DEL TRÁFICO INTERNACIONAL

Recomendación E.506

PREVISIONES DEL TRÁFICO INTERNACIONAL[1]

1 Introducción

Esta Recomendación es la primera de una serie de tres Recomendaciones dedicadas a la previsión de las telecomunicaciones internacionales.

En la operación y la administración de la red telefónica internacional, las previsiones determinan en gran medida la posibilidad de un desarrollo adecuado y satisfactorio. Por consiguiente, con objeto de planificar la implantación de equipo y de circuitos, así como las inversiones en instalaciones telefónicas, es necesario que las Administraciones prevean el tráfico que ha de cursarse por la red. Es evidente la importancia económica que reviste el establecimiento de previsiones fidedignas en grado máximo, dadas las enormes inversiones de capital exigidas por la red internacional.

El objeto de esta Recomendación es proporcionar orientaciones sobre alguno de los prerrequisitos necesarios para efectuar previsiones del tráfico internacional de telecomunicaciones. Para efectuar las previsiones, revisten importancia fundamental los datos de base, no solamente los relativos al tráfico y a las llamadas, sino también los de tipo económico, social y demográfico. Estos conjuntos de datos pueden ser incompletos, recomendándose la adopción de estrategias para suplir la falta de datos. Se presentan distintos enfoques de previsión que comprenden métodos directos y compuestos, previsión matricial y procedimientos que van de lo general a lo particular y viceversa.

La Recomendación E.507, proporciona orientaciones para la elaboración de modelos de previsión y presenta una panorámica de las diversas técnicas de previsión. La Recomendación E.508 trata de la previsión de los nuevos servicios de telecomunicaciones internacionales.

2 Datos de base para las previsiones

Uno de los resultados del proceso de previsión del tráfico internacional, es el número estimado de circuitos requeridos para cada periodo del horizonte de previsión. Para obtener estos valores se aplican técnicas de ingeniería de tráfico, a fin de prever los erlangs, unidad de medida del tráfico. En la figura 1/E.506, se ilustran dos enfoques diferentes para obtener la previsión de los erlangs.

Las dos estrategias diferentes de previsión son el procedimiento directo y el procedimiento compuesto. El primer paso de cada proceso, es la recopilación de datos en bruto. Estos datos en bruto, tal vez ajustados, constituirán los datos de base utilizados para generar las previsiones de tráfico. Los datos de base pueden ser horarios, diarios, trimestrales o anuales. La mayoría de las Administraciones utilizan datos de contabilidad mensual con fines de previsión.

En el procedimiento directo, se utilizan como datos de base para prever el crecimiento del tráfico, los del tráfico cursado en erlangs o la utilización medida para cada relación. Estos datos deben ajustarse, para tener en cuenta situaciones tales como la regeneración (véase la Recomendación E.500).

---

[1] El texto de la antigua Recomendación E.506 del *Libro Rojo*, al que se ha añadido un volumen considerable de nuevos textos, se ha convertido en las Recomendaciones E.506 y E.507 actuales.

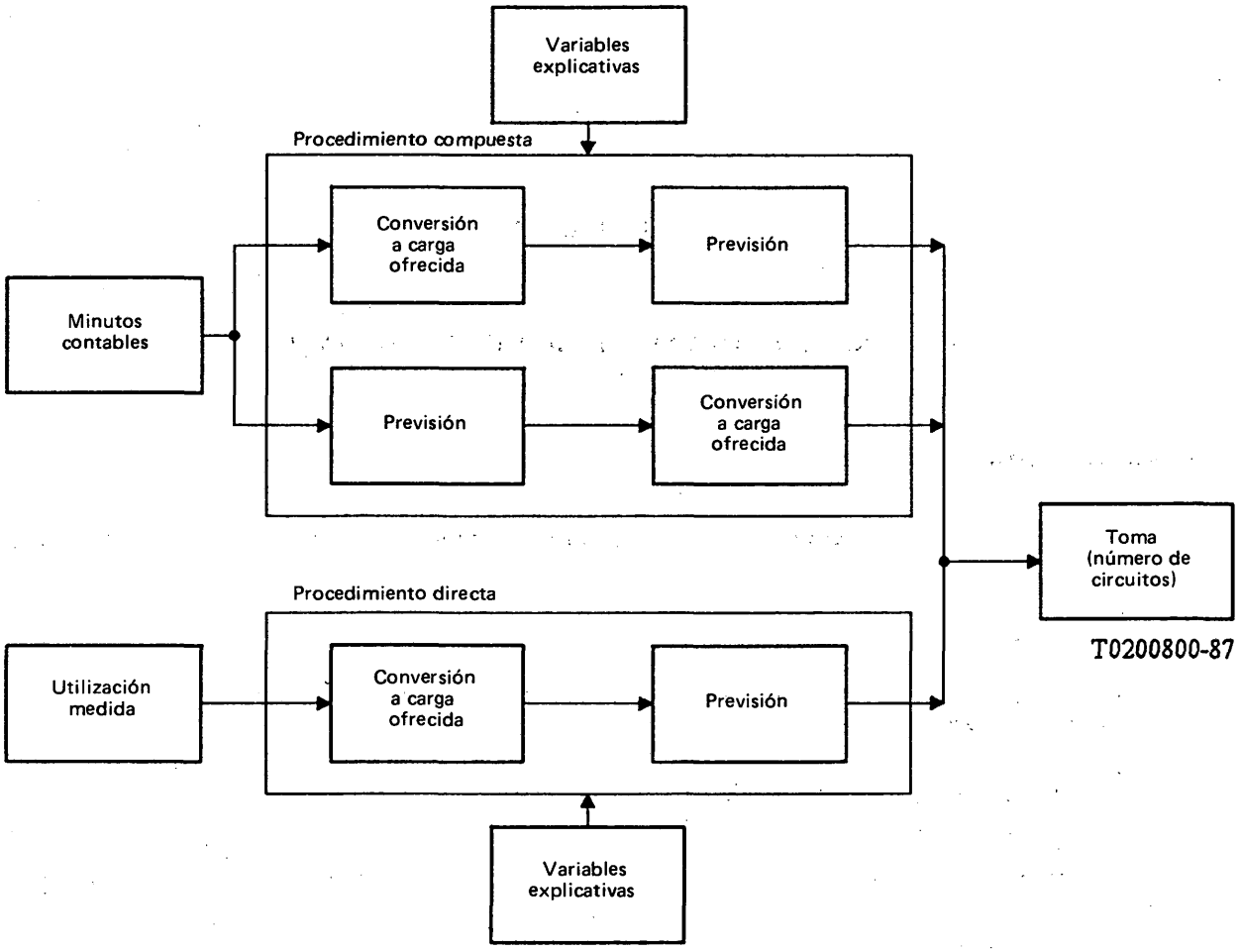


FIGURA 1/E.506

Procedimientos directo y compuesto

En ambos procedimientos (directo y compuesto), es necesario convertir tráfico cursado en tráfico ofrecido en erlangs. Las fórmulas de conversión figuran en la Recomendación E.501, para el procedimiento directo y en la presente Recomendación para el procedimiento compuesto.

La previsión compuesta utiliza como datos de base, datos anteriores de contabilidad internacional, relativos al tráfico mensual de minutos tasados. Los datos pueden ajustarse antes o después del proceso de previsión, mediante diversos factores que se utilizan para convertir los minutos tasados obtenidos a partir de los datos contables, en previsiones de tráfico en erlangs para la hora cargada.

Como se observa en la figura 1/E.506, el proceso de previsión es común a los procedimientos directo y compuesto. Sin embargo, los métodos o modelos reales utilizados en el proceso son direrentes. Por ejemplo, pueden obtenerse las previsiones empleando métodos de matrices de tráfico (vease el § 4) modelos econométricos o modelos autorregresivos (véase el § 3 de la Recomendación E.507). Existen otros datos diversos que se utilizan como entrada en el proceso de previsión. Como ejemplos, pueden citarse las variables explicativas, la información de segmentación del mercado y las elasticidades de los precios.

Siempre que sea posible, deben utilizarse los métodos de previsión directa y compuesta y compararse sus resultados. Esta comparación puede revelar irregularidades que no se observarían con la utilización de un solo método. Si las irregularidades son importantes, sobre todo en el caso de la hora cargada, deberán determinarse las causas de la diferencia antes de aceptarse la previsión resultante.

En el modelo econométrico sobre todo, se utilizan variables explicativas para la previsión del tráfico internacional. Entre estas variables, las más importantes son:

- exportaciones,
- importaciones,
- grado de automatización,
- calidad de servicio,
- diferencias horarias entre países,
- tarifas,
- índices de precios al consumo,
- producto nacional bruto.

Puede ser importante tener en cuenta otras variables explicativas, tales como los visitantes extranjeros en viajes de negocios, y compatriotas que viven en otros países. Se recomienda que las bases de datos correspondientes a las variables explicativas sean lo más exhaustivas posible, a fin de ofrecer más información para el proceso de previsión.

Las previsiones pueden basarse en la segmentación del mercado. Pueden segmentarse los datos de base, por ejemplo, según demarcaciones regionales, por actividades comerciales o no comerciales o por tipos de servicio. Si es posible deben examinarse también las elasticidades de los precios, para cuantificar la influencia de las tarifas sobre los datos de previsión.

3 Procedimiento compuesto – Método de conversión

Para la planificación, el tráfico mensual en minutos tasados se convierte a erlangs en la hora cargada, aplicando varios factores de conversión relacionados con el tráfico para cada categoría de servicio, según la siguiente fórmula:

$$A = Mdh/60e \qquad (3\text{-}1)$$

donde

A es el tráfico medio estimado en la hora cargada,

M es el total mensual de minutos tasados,

d es la relación día/mes,

h es la relación hora cargada/día,

e es el factor de eficacia.

En el anexo A se describe detalladamente esta fórmula.

4 Procedimientos para la previsión de matrices de tráfico

4.1 *Introducción*

Para utilizar previsiones punto a punto o de matrices de tráfico, pueden utilizarse los siguientes procedimientos:

- previsiones directas de punto a punto,
- método de Kruithof,
- extensión del método de Kruithof,
- método de los mínimos cuadrados ponderados.

También es posible desarrollar un modelo de filtro de Kalman para el tráfico punto a punto, teniendo en cuenta las previsiones acumuladas. Tu y Pack describen este modelo en [16].

Los procedimientos de previsión pueden emplearse para hacer previsiones del tráfico interno dentro de grupos de países, por ejemplo, los países nórdicos. Otra aplicación consiste en hacer previsiones del tráfico nacional en distintos planos.

4.2 *Previsiones directas punto a punto*

Es posible hacer mejores previsiones del tráfico acumulado que del tráfico de un nivel inferior.

Por ello, las previsiones del tráfico saliente (suma de las filas) o del tráfico entrante (suma de las columnas) entre un país y un grupo de países dará una precisión relativamente superior a las previsiones separadas entre países.

En esa situación es posible ajustar las previsiones individuales tomando en consideración las previsiones combinadas.

Por otra parte, si las previsiones de los distintos elementos de la matriz de tráfico resultan tan precisas como las previsiones acumuladas, entonces no es necesario ajustar las previsiones.

La evaluación de la precisión relativa de las previsiones puede realizarse comparando las relaciones $\hat{\sigma}(X)/X$, en donde X es la previsión y $\hat{\sigma}(X)$ es el error estimado de la previsión.

4.3 *Método de Kruithof*

El método de Kruithof [11] es bien conocido y en él se utiliza la última matriz de tráfico conocida y las previsiones de las sumas de filas y columnas para efectuar previsiones de la matriz de tráfico. Se realiza mediante un procedimiento iterativo eficaz.

El método de Kruithof no toma en cuenta el cambio en el tiempo en el tráfico punto a punto. Como utiliza sólo la última matriz de tráfico conocida, la información sobre las matrices de tráfico precedentes no contribuye a las previsiones. Puede no ser ventajoso, en particular cuando varía el crecimiento de los distintos tráficos punto a punto. Igualmente, cuando las matrices de tráfico reflejan datos estacionales, el método de Kruithof puede dar previsiones mediocres.

4.4 *Extensión del método de Kruithof*

El método de Kruithof tradicional es una proyección del tráfico basado en la última matriz de tráfico conocida y en las previsiones de las sumas de filas y columnas.

Puede extenderse el método de Kruithof tomando en cuenta no sólo las previsiones de las filas y columnas sino también las previsiones del tráfico punto a punto. El método de Kruithof se utiliza entonces para ajustar las previsiones de tráfico punto a punto a fin de obtener una coherencia con las previsiones de las sumas de filas y columnas.

El método de Kruithof extendido es superior al método de Kruithof tradicional y por ello se recomienda.

4.5 *Método de los mínimos cuadrados ponderados*

El método de los mínimos cuadrados ponderados es también una extensión del método precedente. Supongamos que $\{C_{ij}\}$, $\{C_{i\cdot}\}$ y $\{C_{\cdot j}\}$ son las previsiones del tráfico punto a punto y de las sumas de filas y columnas, respectivamente.

En el método de Kruithof extendido se supone que las sumas de filas y columnas son «verdaderas» y se ajusta $\{C_{ij}\}$ para obtener la coherencia.

El método de las mínimos cuadrados ponderados [2] se basa en el supuesto de que las previsiones punto a punto y las previsiones de las sumas de filas y columnas son inciertas. Un modo razonable de resolver el problema consiste en dar diferentes ponderaciones a las distintas previsiones.

Supongamos que las previsiones por el método de los mínimos cuadrados ponderados son $\{D_{ij}\}$. La suma de los cuadrados Q se define por:

$$Q = \sum_{ij} a_{ij}(C_{ij} - D_{ij})^2 + \sum_{i} b_i(C_{i\cdot} - D_{i\cdot})^2 + \sum_{j} c_j(C_{\cdot j} - D_{\cdot j})^2 \qquad (4\text{-}1)$$

en donde $\{a_{ij}\}$, $\{b_i\}$, $\{c_j\}$ son constantes o ponderaciones (pesos) elegidas.

La previsión mediante los mínimos cuadrados ponderados viene dada por:

$$\underset{D_{ij}}{\mathrm{Min}}\, Q(D_{ij})$$

con

$$D_{i\cdot} = \sum_{j} D_{ij} \qquad i = 1, 2, \ldots \qquad (4\text{-}2)$$

y

$$D_{\cdot j} = \sum_{i} D_{ij} \qquad j = 1, 2, \ldots$$

Una elección lógica de ponderaciones es la inversa de la varianza de las previsiones. Para estimar la desviación típica de las previsiones puede realizarse una previsión retroactiva y calcular entonces el error cuadrático medio.

En [14] se analizan las propiedades de este método.

5 Métodos ascendentes y descendentes

5.1 *Elección del modelo*

El objetivo consiste en hacer previsiones del tráfico entre distintos países. Para que el procedimiento tenga sentido, es menester que ese tráfico no sea demasiado reducido, y permita así obtener previsiones relativamente precisas. Los métodos de este tipo se denominan métodos ascendentes.

Cuando el tráfico entre los países de que se trata es reducido, es mejor empezar por la previsión del tráfico para un grupo más amplio de países. Estas previsiones se emplean a menudo como base para pronosticar el tráfico hacia cada país del grupo. Para ello se emplea un procedimiento de corrección que se describirá con más detalles más adelante. Los métodos de este tipo se denominan métodos descendentes. Seguidamente se proporcionan algunas indicaciones sobre los casos en que es preferible aplicar uno u otro método:

Sea σ_T^2 la varianza de la previsión acumulada, σ_i^2, la varianza de la i-ésima previsión local y γ_{ij}, la covarianza de las previsiones locales i-ésima y j-ésima. Si se cumple la siguiente desigualdad:

$$\sigma_T^2 < \sum_i \sigma_i^2 + \sum_{i \neq j} \sum \gamma_{ij} \tag{5-1}$$

no se recomienda, en general, utilizar el método ascendente, sino el descendente.

En muchas situaciones es posible emplear al nivel global un modelo de previsión más perfeccionado. Asimismo, los datos sobre un nivel global pueden ser más coherentes y verse menos afectados por cambios estocásticos que los datos correspondientes a un nivel inferior. Por ello, en la mayoría de los casos, la desigualdad anterior se cumplirá en el caso de países pequeños.

5.2 *Método ascendente*

Como se ha explicado en el § 5.1, este método consiste en la formulación directa y separada de las previsiones del tráfico entre distintos países. Si no se cumple la desigualdad del § 5.1, lo que puede suceder en el caso de países grandes, es suficiente utilizar el método ascendente. Por consiguiente, podrá emplearse uno de los modelos de previsión mencionados en la Recomendación E.507, para hacer previsiones del tráfico para distintos países.

5.3 *Procedimiento descendente*

En la mayoría de los casos se recomienda aplicar el procedimiento descendente para hacer previsiones del tráfico internacional de un país pequeño. En el anexo D se proporciona un ejemplo detallado de este procedimiento.

El primer paso consiste en hallar un modelo de previsión para el nivel global, que puede ser un modelo relativamente perfeccionado. Sean X_T las previsiones del tráfico a nivel global y σ_T la desviación típica estimada de las previsiones.

El paso siguiente consiste en elaborar modelos separados de previsiones de tráfico hacia los distintos países. Sea X_i la previsión del tráfico hacia el i-ésimo país y $\hat{\sigma}_i$ la desviación típica. Habrá que corregir seguidamente las previsiones separadas $[\hat{X}_i]$, teniendo en cuenta las previsiones globales X_T. Sabemos que, en general,

$$X_T \neq \sum_i X_i \tag{5-2}$$

Sean $[X'_i]$ los valores corregidos de $[X_i]$ mientras que la previsión global corregida será $X'_T = \Sigma X'_i$.

El procedimiento para hallar $[X'_i]$ se explica en el anexo C.

6 Métodos de previsión cuando se carece de observaciones

6.1 *Introducción*

La mayoría de los modelos de previsión se basan en series temporales equiespaciadas. Si se carece de una observación o de un grupo de observaciones, es necesario utilizar una estimación de las observaciones que faltan y aplicar seguidamente el modelo de previsión o modificar el modelo.

Todos los modelos de suavizado, se aplican a observaciones equiespaciadas. Asimismo, los modelos de ARIMA (*autoregressive integrated moving average*) se adaptan a series temporales equiespaciadas, en tanto que los modelos de regresión sirven para observaciones espaciadas irregularmente sin modificaciones.

En las publicaciones técnicas, se demuestra que la mayoría de los métodos de previsión pueden formularse como modelos lineales dinámicos (MLD). El filtro de Kalman, es un método lineal para estimar estados en una serie temporal modelada según un modelo lineal dinámico. El filtro de Kalman establece un procedimiento recurrente para hacer previsiones mediante un MLD que es óptimo en el sentido de hacer mínimo el error cuadrático medio para el periodo subsiguiente al de previsión. El filtro de Kalman proporciona una solución óptima en caso de ausencia de datos.

6.2 *Procedimiento de ajuste basado en observaciones comparables*

En situaciones en las que falten algunas observaciones, para estimar las observaciones ausentes puede ser posible utilizar datos conexos. Por ejemplo, si se efectúan medidas en un conjunto de haces de circuitos interurbanos de la misma zona, las medidas de tráfico efectuadas en haces de circuitos diferentes, están correlacionadas, lo que implica que la medida del tráfico en un haz de circuitos dado, puede, hasta cierto punto, explicar los resultados de las medidas de tráfico en otros haces de circuitos.

Cuando entre dos series temporales de medidas de tráfico existe una gran correlación, los cambios relativos de nivel y de tendencia serán del mismo orden.

Supongamos que una serie temporal x_t de observaciones equidistantes de 1 a n presenta una carencia de valores. x_t es, por ejemplo, el incremento anual. La serie no tiene los datos de k observaciones ausentes situadas entre r y $r + k + 1$.

Seguidamente se indica el procedimiento para estimar las observaciones que faltan:

i) Examínense series temporales similares a la serie con observaciones ausentes y calcúlese la intercorrelación.

ii) Identifíquense las series temporales con intercorrelación elevada para un desplazamiento nulo.

iii) Calcúlese el factor de crecimiento Δ_{r+i} entre r y $r + k$ de la serie temporal similar y_t:

$$\Delta_{r+i} = \frac{y_{r+i} - y_r}{y_{r+k+1} - y_r} \qquad i = 1, 2, \ldots k \tag{6-1}$$

iv) Las estimaciones de las observaciones ausentes vienen dadas entonces por:

$$\hat{x}_{r+i} = x_r + \Delta_{r+i}(x_{r+k+1} - x_r) \; i = 1, 2, \ldots k \tag{6-2}$$

Ejemplo

Supongamos que deseemos prever la serie temporal x_t. Se ha observado esta serie entre 1 y 10 pero faltan las observaciones correspondientes a los instantes de tiempo, 6, 7 y 8. Sin embargo, se ha medido la serie temporal y_t, conexa. En el cuadro 1/E.506 se indican las medidas.

CUADRO 1/E.506

Medidas de dos series temporales conexas, en una de las cuales faltan algunas observaciones

t	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
x_t	100	112	125	140	152	–	–	–	206	221
y_t	300	338	380	422	460	496	532	574	622	670

La última observación conocida x_t en el instante 5, antes del intervalo vacío, es 152 y la primera observación tras dicho intervalo, en el instante 9, es 206.

En consecuencia, $r = 5$ y $k = 3$. El cálculo da:

$$\Delta_6 = \frac{496 - 460}{622 - 460} = \frac{36}{162}$$

$$\Delta_7 = \frac{532 - 460}{622 - 460} = \frac{72}{162}$$

$$\Delta_8 = \frac{574 - 460}{622 - 460} = \frac{114}{162}$$

$$\hat{x}_6 = 152 + \frac{36}{162}(206 - 152) = \underline{164}$$

$$\hat{x}_7 = 152 + \frac{72}{162}(206 - 152) = \underline{176}$$

$$\hat{x}_8 = 152 + \frac{114}{162}(206 - 152) = \underline{190}$$

6.3 *Modificación de los modelos de previsión*

La otra posibilidad de tratar las observaciones ausentes es ampliar los modelos de previsión mediante procedimientos específicos. Para estimar el tráfico, cuando faltan observaciones, puede utilizarse un procedimiento modificado en lugar del modelo de previsión ordinario.

Para explicar este procedimiento examinaremos un caso sencillo de suavizado exponencial. El modelo sencillo de suavizado exponencial viene dado por:

$$\hat{\mu}_t = (1 - a)\, y_t + a\hat{\mu}_{t-1} \tag{6-3}$$

donde

y_t es el tráfico medido en el instante t

$\hat{\mu}_t$ es el nivel estimado en el instante t.

a es el factor de descuento [y $(1 - a)$ es el parámetro de suavizado].

La ecuación (6-3) es una fórmula recurrente. La recurrencia comienza en el instante 1 y termina en el n si no se ha perdido ninguna observación. En consecuencia, la previsión para la etapa siguiente viene dada por:

$$\hat{y}_t(1) = \hat{\mu}_t \tag{6-4}$$

Si se han perdido algunas observaciones comprendidas entre 1 y n, es necesario modificar el procedimiento de recurrencia. Supóngase ahora que se conocen $y_1, y_2, \ldots, y_r, y_{r+k+1}, y_{r+k+2}, \ldots, y_n$ y se desconocen $y_{r+1}, y_{r+2}, \ldots, y_{r+k}$. Entonces la serie temporal tiene un intervalo vacío con k observaciones perdidas.

Aldrin [2], ha propuesto el siguiente modelo de previsión modificada para el suavizado exponencial simple:

$$\hat{\mu}_t = \begin{cases} (1 - a)\, y_t + a\,\hat{\mu}_{t-1} & t = 1, 2, \ldots, r \\ (1 - a_k)\, y_t + a_k\hat{\mu}_t & t = r+k+1 \\ (1 - a)\, y_t + a\,\hat{\mu}_{t-1} & t = r+k+2, \ldots, n \end{cases} \tag{6-5}$$

donde

$$a_k = \frac{a}{1 + k(1-a)^2} \tag{6-6}$$

Utilizando las ecuaciones (6-5) y (6-6), es posible eludir el procedimiento recurrente en el intervalo comprendido entre r y $r + k + 1$.

En [2] Aldrin, propone procedimientos similares para los siguientes modelos de previsión:

- método de Holt,
- suavizado exponencial doble,
- métodos de los mínimos cuadrados descontados con nivel y tendencia,
- métodos estacionales de Holt-Winters.

En [17] y [18] Wright, sugiere, asimismo, procedimientos específicos para modificar los modelos de suavizado, cuando faltan observaciones.

Como se mencionó en el primer párrafo, los modelos de regresión son invariantes con relación a las observaciones ausentes. Cuando se utiliza el método de los mínimos cuadrados, se atribuye el mismo peso a todas las observaciones. En consecuencia, las observaciones ausentes no afectan al procedimiento de estimación, pudiéndose efectuar la previsión según el procedimiento usual.

Por otro lado, cuando faltan observaciones es necesario modificar los modelos ARIMA. En caso de falta de datos se sugieren diversos procedimientos en las publicaciones técnicas. El concepto básico consiste en formular el modelo ARIMA como un modelo lineal dinámico. Entonces es fácil de obtener la función de verosimilitud, pudiéndose estimar los parámetros del modelo de forma recurrente. Como trabajos de referencia en esta materia, pueden consultarse los de Jones [9] y [10], Harvey y Pierse [8], Ansley y Kohn [3] y Aldrin [2].

Los modelos espaciales de estados o modelos lineales dinámicos y el filtro de Kalman constituyen una amplia clase de modelos. Los modelos de suavizado, los modelos de ARIMA y los modelos de regresión pueden formularse como modelos lineales dinámicos. Esto puede verse por ejemplo en Abraham y Ledolter [1]. Utilizando modelos lineales dinámicos y el filtro de Kalman se estiman los parámetros del modelo de forma recurrente. Pueden verse las descripciones, por ejemplo, en Harrison y Stevens [7], Pack y Whitaker [13], Moreland [12], Szelag [15] y Chemouil y Garnier [6].

Jones [9] y [10], Barham y Dunstan [4], Harvey y Pierse [8], Aldrin [2] y Bølviken [5] muestran la forma en la que los modelos lineales dinámicos y el filtro de Kalman tratan las observaciones ausentes.

ANEXO A

(a la Recomendación E.506)

Procedimiento compuesto

A.1 *Introducción*

En este anexo se describe un método para la estimación del tráfico internacional basado en los minutos tasados por mes y en varios factores de conversión. Su objetivo es el de mostrar las posibilidades de este método, examinando dichos factores y mostrando su utilidad.

Se considera que el método tiene dos ventajas principales:

1) La información sobre el número de minutos tasados por mes intercambiada continuamente entre Administraciones para fines de contabilidad, proporciona un gran volumen continuo de datos.
2) Los factores de conversión del tráfico son relativamente estables cuando se comparan con el crecimiento del tráfico, y varían lentamente puesto que, por lo general, están determinados por los hábitos de los usuarios o la calidad de funcionamiento de la red. Si se consideran separadamente los minutos tasados y los factores de conversión del tráfico, se obtiene una visión de la naturaleza del crecimiento del tráfico que no puede lograrse sólo con mediciones de la ocupación de los circuitos. Debido a la estabilidad de los factores de conversión, éstos pueden medirse utilizando muestras relativamente pequeñas, lo que contribuye a la economía del procedimiento.

A.2 *Procedimiento básico*

A.2.1 *Consideraciones generales*

El procedimiento compuesto se aplica a cada flujo de tráfico, cada sentido y, por lo general, cada categoría de servicio.

El tráfico medio estimado ofrecido durante la hora cargada (en erlangs) se determina a partir de los minutos tasados por mes aplicando la fórmula:

$$A = Mdh/60e \qquad \text{(A-1)}$$

donde

A es el tráfico medio estimado, en erlangs, ofrecido en la hora cargada,

M es el total mensual de minutos tasados,

d es la relación día/mes; esto es, relación entre la duración tasada media en días laborables y la duración tasada mensual,

h es la relación hora cargada/día; esto es, la relación entre la duración tasada durante la hora cargada y la duración tasada media diaria,

e es el factor de eficacia; esto es, la relación entre la duración tasada en la hora cargada y la duración de ocupación en la hora cargada.

A.2.2 *Total de minutos tasados por mes (M)*[2)]

El punto de partida del procedimiento de previsión compuesta es el total de minutos tasados. Las variaciones bruscas en la demanda de los abonados, por ejemplo, como consecuencia de mejoras de la calidad de transmisión, tienen una constante de tiempo del orden de varios meses, y sobre esta base el total de minutos tasados acumulado a intervalos mensuales parece ser óptimo para la comprobación del crecimiento de tráfico. Un periodo más largo (por ejemplo anual) tiende a enmascarar variaciones importantes, mientras que un periodo más corto (por ejemplo diario), aumenta no sólo el volumen de datos, sino también la magnitud de fluctuaciones de un periodo al siguiente. Otra ventaja del periodo de un mes es que las Administraciones intercambian las cifras mensuales correspondientes a los minutos tasados para fines de contabilidad y, por consiguiente, suele ser fácil disponer de registros que abarquen muchos años.

Sin embargo, debe reconocerse que los intercambios de información entre Administraciones para fines de contabilidad a menudo se realizan después del evento y puede llevar algún tiempo hacer los ajustes completos (por ejemplo, tráfico de cobro revertido).

A.2.3 *Relación día/mes (d)*

Esta relación está vinculada al volumen de tráfico cursado durante un día laborable típico y al volumen total de tráfico cursado durante un mes.

Como el número de días laborables y no laborables (fines de semana y festivos) varía de unos meses a otros, no es conveniente hacer referencia a un mes típico, sino que debiera ser posible calcular la relación para el mes en que es importante el tráfico en la hora cargada.

Por consiguiente si:

X representa el número de días laborables del mes considerado,

Y representa el número de días no laborables (fines de semana y festivos) del mes seleccionado resulta

$$\frac{1}{d} = X + Y \cdot r \qquad \text{(A-2)}$$

donde

$$r = \frac{\text{Tráfico medio en días no laborables}}{\text{Tráfico medio en días laborables}}$$

El volumen relativo de tráfico en días no laborables depende mucho del volumen relativo de las comunicaciones privadas entre los países de origen y de destino. (En general, las comunicaciones privadas se establecen con mayor frecuencia los fines de semana.) Puesto que el número de dichas comunicaciones varía muy lentamente, cabe esperar que r o d sean los factores de conversión más estables, y que varíen en general solamente dentro de límites relativamente estrechos. Sin embargo, las políticas de tarifas, como por ejemplo, su reducción los fines de semana, pueden influir considerablemente en los factores r o d.

---

2) Cuando sólo se disponga de los minutos tasados en un año, éstos pueden convertirse en un valor de M aplicándoles un factor apropiado.

Cuando r es aproximadamente la unidad, el tráfico dominical puede exceder del nivel de tráfico de un día laborable típico. De ser éste el caso, conviene dimensionar la ruta para tener en cuenta el tráfico adicional de fin de semana (domingo) o adoptar una disposición adecuada para el encaminamiento de desbordamiento.

A.2.4 *Relación hora cargada/día (h)*

El volumen relativo del tráfico medio en días laborables en la hora cargada depende principalmente de la diferencia horaria entre los puntos de origen y de destino. Se han llevado a cabo intentos moderadamente satisfactorios para predecir la distribución diurna del tráfico a base de esta información junto con el «grado de conveniencia» supuesto en los puntos de origen y de destino. No obstante, existen discrepancias suficientes para justificar la medición de la distribución diurna, a partir de la cual puede calcularse la relación hora cargada/día.

Cuando no se dispone de datos de medida, la Recomendación E.523 es un buen punto de partida. De acuerdo con las distribuciones teóricas que figuran en la Recomendación E.523, se observan variaciones en la relación hora cargada/día que oscilan del 10% para una diferencia en las horas locales de 0 a 2 horas hasta el 13,5% para una diferencia de 7 horas.

Como se ha descrito anteriormente, el procedimiento compuesto está basado en los datos de contabilidad. Sin embargo, para algunas Administraciones puede ser más práctico medir d y h basándose en la duración de ocupación, calculada de acuerdo con el equipo de registro de comunicaciones de que se disponga.

A.2.5 *Factor de eficacia (e)*

El factor de eficacia (relación entre el tiempo tasado en la hora cargada y el tiempo ocupado en la hora cargada, e) permite determinar, partiendo de la duración tasada, la ocupación total de los circuitos. Por tanto, es necesario incluir la duración total de ocupación de los circuitos en la medida de esta relación, y no sólo el tiempo que lleva el establecimiento de las comunicaciones tasadas. Por ejemplo, la medida del tiempo total en que los circuitos están ocupados debe comprender la duración de ocupación para comunicaciones tasadas (el tiempo que transcurre entre la toma y la liberación de los circuitos) y, además, la duración de ocupación para las peticiones de números telefónicos, llamadas de prueba, llamadas de servicio, tentativas infructuosas y otras clases de tráfico no tasado cursado durante la hora cargada.

El factor de eficacia tiende a variar con el tiempo. A este respecto, la eficacia depende principalmente del método de operación (manual, semiautomático, automático internacional), de la existencia de abonados comunicando y de la calidad de la red distante.

Las previsiones de la eficacia pueden obtenerse extrapolando las tendencias pasadas y ajustándolas para tener en cuenta las mejoras proyectadas.

La consideración detallada de la eficacia es también una ventaja desde el punto de vista de la explotación, pues es posible determinar las mejoras que pueden hacerse y cuantificar los beneficios que se derivan de las mismas.

Debe observarse que el límite encontrado en la práctica para e está comprendido, por lo general, entre 0,8 y 0,9 aproximadamente, para la explotación automática.

A.2.6 *Tráfico medio ofrecido en la hora cargada (A)*

Debe observarse que A es el tráfico *medio* ofrecido en la hora cargada (expresado en erlangs).

A.2.7 *Utilización del procedimiento compuesto*

En el caso de países con volúmenes de tráfico relativamente pequeños y explotación manual, se dispondría de los factores relativos a la duración tasada (d y h) a partir del análisis de los comprobantes de comunicaciones (tiques). Para determinar el factor de eficacia (e), la operadora manual tendría que registrar la duración de ocupación en la hora cargada así como la duración tasada durante el periodo de muestreo.

En los países que utilizan centrales con control por programa almacenado y posiciones de asistencia manual asociadas, el análisis por computador puede ser de utilidad para el procedimiento de previsión compuesto.

Una consecuencia de este método es que los factores d y h dan una visión del comportamiento del abonado, en la medida en que la duración no tasada (petición de números telefónicos, llamadas de prueba, llamadas de servicio, etc.) no está comprendida en la medición de estos factores. Debe destacarse la importancia de calcular el factor de eficacia, e, durante la hora cargada.

ANEXO B

(a la Recomendación E.506)

Ejemplo de aplicación del método de los mínimos cuadrados ponderados

B.1 *Datos de tráfico télex*

Se ha analizado el tráfico télex entre los siguientes países:

- Republica Federal de Alemania (D)
- Dinamarca (DNK)
- Estados Unidos (USA)
- Finlandia (FIN)
- Noruega (NOR)
- Suecia (S).

Los datos se obtuvieron de observaciones anuales en el periodo comprendido entre 1973 y 1984 [19].

B.2 *Previsión*

Antes de utilizar el método de mínimos cuadrados ponderados, deben efectuarse previsiones separadas para la matriz de tráfico. En este ejemplo se utiliza para la previsión un modelo ARIMA (0,2,1) simple, con observaciones transformadas logarítmicamente sin variables explicativas. Cabe que se puedan desarrollar modelos de previsión mejores para el tráfico télex entre los diversos países. Sin embargo, la intención principal de este ejemplo es explicar la utilización, de la técnica de los mínimos cuadrados ponderados.

En el cuadro B-1/E.506, se recogen las previsiones para 1984 basadas en observaciones efectuadas entre 1973 y 1983.

CUADRO B-1/E.506

Previsiones de tráfico télex entre la República Federal de Alemania (D), Dinamarca (DNK), Estados Unidos (USA), Finlandia (FIN), Noruega (NOR) y Suecia (S) en 1984

Hacia \ Desde	D	DNK	USA	FIN	NOR	S	Suma	Suma de las previsiones
D	–	4869	12 630	2879	2397	5230	28 005	27 788
DNK	5196	–	1655	751	1270	1959	10 831	10 805
USA	11 103	1313	–	719	1657	2401	17 193	17 009
FIN	2655	715	741	–	489	1896	6496	6458
NOR	2415	1255	1821	541	–	1548	7580	7597
S	4828	1821	2283	1798	1333	–	12 063	12 053
Suma	26 197	9973	19 130	6688	7146	13 034		
Suma de las previsiones	26 097	9967	19 353	6659	7110	12 914		

Debe observarse que no hay coherencia entre las previsiones totales por filas y columnas y las previsiones de los elementos de la matriz de tráfico. Por ejemplo la suma del tráfico de salida previsto en Alemania es 28 005 y la suma de la fila de previsiones es 27 788.

Para ajustar las previsiones a fin de conseguir su coherencia y poder utilizar tanto las previsiones de fila/columna, como las previsiones de elementos de tráfico, se utiliza el método de los mínimos cuadrados ponderados.

B.3 *Ajuste de las previsiones de la matriz de tráfico*

Para poder utilizar el método de los mínimos cuadrados ponderados es necesario conocer las previsiones separadas y sus ponderaciones. En el cuadro B-2/E.506, figuran las previsiones separadas en tanto que los pesos se basan en la media de los cuadrados de los errores de previsión siguiente.

Sea y_t el tráfico en el instante t. El modelo ARIMA (0,2,1) con datos transformados logarítmicamente es:

$$z_t = (1 - B)^2 \ln y_t = (1 - \theta B)\, a_t$$

ó

$$z_t = a_t - \theta a_{t-1}$$

donde

$z_t = \ln y_t - 2 \ln y_{t-1} + \ln y_{t-2}$

a_t es ruido blanco

θ es un parámetro

B es el operador de desplazamiento regresivo.

La media de los cuadrados de los errores de previsión para el periodo siguiente de z_t es:

$$ECM = \frac{1}{n} \Sigma (z_t - \hat{z}_{t-1}(1))^2$$

donde

$\hat{z}_{t-1}(1)$ es la previsión para el periodo siguiente.

En el cuadro B-3/E.506 figuran los resultados obtenidos utilizando el metodo de los mínimos cuadrados ponderados. Dichos resultados ponen de manifiesto que se han ajustado las previsiones del cuadro B-1/E.506. En este ejemplo, se han realizado cambios de menor importancia debido a la buena concordancia de las previsiones de sumas de filas/columnas con los elementos del tráfico.

CUADRO B-2/E.506

Ponderaciones inversas y medias de los cuadrados de los errores de previsión para el periodo siguiente, del tráfico télex (100^{-4}) entre la República Federal de Alemania (D), Dinamarca (DNK), Estados Unidos (USA), Finlandia (FIN), Noruega (NOR) y Suecia (S) en 1984

Hacia \ Desde	D	DNK	USA	FIN	NOR	S	Suma
D	–	28,72	13,18	11,40	8,29	44,61	7,77
DNK	5,91	–	43,14	18,28	39,99	18,40	10,61
USA	23,76	39,19	–	42,07	50,72	51,55	21,27
FIN	23,05	12,15	99,08	–	34,41	19,96	17,46
NOR	21,47	40,16	132,57	24,64	–	17,15	20,56
S	6,38	12,95	28,60	28,08	8,76	–	6,48
Suma	6,15	3,85	14,27	9,55	12,94	8,53	

CUADRO B-3/E.506

Provisiones télex ajustadas utilizando el método de los mínimos cuadrados ponderados

Hacia \ Desde	D	DNK	USA	FIN	NOR	S	Suma
D	–	4850	12 684	2858	2383	5090	27 865
DNK	5185	–	1674	750	1257	1959	10 825
USA	11 001	1321	–	717	1644	2407	17 090
FIN	2633	715	745	–	487	1891	6471
NOR	2402	1258	1870	540	–	1547	7617
S	4823	1817	2307	1788	1331	–	12 066
Suma	26 044	9961	19 280	6653	7102	12 894	

ANEXO C

(a la Recomendación E.506)

Descripción de un procedimiento descendente

Sean

X_T la previsión del tráfico a nivel global,

X_i la previsión del tráfico hacia el país i,

$\hat{\sigma}_T$ la desviación típica estimada de la previsión global.

$\hat{\sigma}_i$ la desviación típica estimada de la previsión correspondiente al país i.

Generalmente

$$X_T \neq \sum_i X_i \tag{C-1}$$

con lo que es necesario hallar una corrección

$$[X'_i] \text{ de } [X_i] \text{ y } [X'_T] \text{ de } [X_T]$$

determinando el mínimo para la expresión

$$Q = \alpha_0(X_T - X'_T)^2 + \sum_i \alpha_i(X_i - X'_i)^2 \tag{C-2}$$

con la condición de que

$$X'_T = \sum_i X'_i \tag{C-3}$$

donde α y $[\alpha_i]$ se eligen de modo tal que

$$\alpha_0 = \frac{1}{\hat{\sigma}_T^2} \text{ y } \alpha_i = \frac{1}{\hat{\sigma}_i^2} \quad \text{con } i = 1, 2, \ldots \tag{C-4}$$

La solución del problema de optimización da los valores de $[X'_i]$:

$$X'_i = X_i - \hat{\sigma}_i^2 \frac{\sum_i X_i - X_T}{\sum_i \hat{\sigma}_i^2 + \hat{\sigma}_T^2} \qquad \text{(C-5)}$$

Un examen más detenido de la base de datos puede conducir a otras expresiones para los coeficientes $[\alpha_i]$, con $i = 0, 1, \ldots$ En algunas ocasiones, será también razonable utilizar otros criterios para hallar los valores previstos corregidos $[\hat{X}'_i]$. Esto puede verse en el ejemplo del método descendente del anexo D.

Si, en cambio, la varianza de la previsión general $\hat{X}_T$ es bastante pequeña, puede elegirse el procedimiento siguiente:

Las correcciones $[X_i]$ se hallarán determinando el mínimo para la expresión

$$Q' = \sum_i \alpha_i (X_i - X'_i)^2 \qquad \text{(C-6)}$$

con la condición de que

$$X_T = \sum X'_i \qquad \text{(C-7)}$$

Si se eligen para α_i, con $i = 1, 2, \ldots$, las inversas de las varianzas estimadas, la solución del problema de optimización viene dada por la expresión

$$X'_i = X_i - \hat{\sigma}_i^2 \frac{\sum X_i - X_T}{\sum \hat{\sigma}_i^2} \qquad \text{(C-8)}$$

ANEXO D

(a la Recomendación E.506)

Ejemplo de método descendente de elaboración de modelos

El modelo de previsión del tráfico telefónico de Noruega a los países europeos se divide en dos partes. El primer paso es la elaboración de un modelo econométrico para el tráfico total de Noruega a Europa. Seguidamente, se aplica el modelo para descomponer el tráfico total, por países.

D.1 *Modelo econométrico para el tráfico total de Noruega a Europa*

Con un modelo econométrico se procura explicar la evolución del tráfico telefónico, medido en minutos tasados, en función de las principales variable explicativas. Debido a la falta de datos sobre algunas variables, tales como el turismo, éstas han debido omitirse en el modelo.

El modelo general puede expresarse del modo siguiente:

$$X_t = e^K \cdot PIB_t^a \cdot P_t^b \cdot A_t^c \cdot e^{u_t} \qquad (t = 1, 2, \ldots, N) \qquad \text{(D-1)}$$

donde

X_t es la demanda de tráfico telefónico de Noruega a Europa en el instante t (minutos tasados);

PIB_t es el producto interior bruto de Noruega en el instante t (precios reales);

P_t es el índice de tasas para el tráfico de Noruega hacia Europa en el instante t (precios reales);

A_t es el porcentaje del tráfico telefónico de Noruega a Europa establecido por marcación directa (a fin de tener en cuenta el efecto de la automatización). Por razones estadísticas (la imposibilidad de calcular el logaritmo de cero) A_t varía entre 1 y 2 en lugar de entre 0 y 1;

K es la constante;

a es la elasticidad con respecto al PIB;

b es la elasticidad del precio;

c es la elasticidad con respecto a la automatización;

u_t es la variable estocástica que agrupa los efectos de las variables que no se han introducido en forma explícita en el modelo y que tienden a compensarse entre sí (esperanza matemática de $u_t = 0$ y varianza de $u_t = \sigma^2$).

Aplicando el análisis de regresión (método de los mínimos cuadrados) obtuvimos los coeficientes (elasticidades) del modelo de previsión del tráfico telefónico de Noruega a Europa que figuran en el cuadro D-1/E.506 (en nuestros cálculos utilizamos datos correspondientes al periodo 1951-1980).

Los estadísticos t deben compararse con la distribución de Student con $N-d$ grados de libertad, donde N es el número de observaciones y d el número de parámetros estimados. En este ejemplo, $N = 30$ y $d = 4$.

El modelo «explica» el 99,7% de la variación de la demanda de tráfico telefónico de Noruega a Europa en el periodo 1951-1980.

Este modelo logarítmico indica que:

- un aumento del 1% en el PIB origina un aumento del 2,80% en el tráfico telefónico,
- un aumento de las tarifas del 1%, medido en precios reales, origina una disminución del tráfico telefónico del 0,26% y
- un aumento del 1% en A_t origina un aumento del tráfico del 0,29%.

Seguidamente, sobre la base de la evolución prevista de las tarifas para Europa, del PIB y de la automatización futura del tráfico hacia Europa, se prevé la evolución del tráfico telefónico de Noruega hacia Europa, utilizando la ecuación:

$$X_t = e_t^{-16,095} \cdot PIB_t^{2,80} \cdot P_t u^{-0,26} \cdot A_t^{0,29} \qquad \text{(D-2)}$$

CUADRO D-1/E.506

Coeficientes	Valores estimados	Estadísticos t
K	−16,095	−4,2
a	2,799	8,2
b	− 0,264	−1,0
c	0,290	2,1

D.2 *Modelo para desglosar el tráfico total de Noruega hacia Europa*

El método de desglose consiste primeramente en aplicar la tendencia a la previsión del tráfico hacia cada país. No obstante, la importancia de la tendencia se reduce a medida que se avanza en el periodo de previsión, es decir, que se hace converger la tendencia para cada país al aumento del tráfico total para Europa. Seguidamente se ajusta en más o en menos el tráfico hacia cada país, con arreglo a un porcentaje que es igual para todos ellos, de modo que la suma de los valores del tráfico hacia los distintos países sea igual al tráfico total hacia Europa previsto de acuerdo con la ecuación (D-2).

Matemáticamente, el modelo de desglose puede expresarse del modo siguiente:

Cálculo de la tendencia para el país i:

$$R_{it} = b_i + a_i \cdot t, \qquad i = 1, \ldots, 34 \qquad t = 1, \ldots, N \tag{D-3}$$

donde

$R_{it} = \dfrac{X_{it}}{X_t}$ es la parte alícuota del país i del tráfico total hacia Europa;

X_{it} es el tráfico hacia el país i en el instante t;

X_t es el tráfico hacia Europa en el instante t;

t es la variable de tendencia;

a_i y b_i son dos coeficientes propios del país i; a_i es la tendencia del país i. Los coeficientes se estiman utilizando el análisis de regresión, y los cálculos se basaron en el tráfico observado durante el periodo 1966-1980.

Las partes alícuotas previstas para el país i se calculan seguidamente mediante

$$R_{it} = R_{iN} + a_i \cdot (t - N) \cdot e^{-\frac{t-5}{40}} \tag{D-4}$$

donde N es el último año de observación, y e es la función exponencial.

El factor $e^{-\frac{t-5}{40}}$ es un factor de corrección aplicado para que el crecimiento del tráfico telefónico hacia los distintos países converja hacia el crecimiento del tráfico total hacia Europa después del ajuste introducido en la ecuación (D-6).

A fin de que la suma de las partes alícuotas de los países sea igual a la unidad, es menester que

$$\sum_i R_{it} = 1 \tag{D-5}$$

Esto se obtiene haciendo que la parte alícuota ajustada $\tilde{R}_{it}$, sea

$$\tilde{R}_{it} = R_{it} \frac{1}{\sum_i R_{it}} \tag{D-6}$$

Seguidamente, se calcula el tráfico previsto para cada país multiplicando el tráfico total hacia Europa, X_t, por la parte alícuota de cada país del tráfico total:

$$X_{it} = \tilde{R}_{it} \times X_t \tag{D-7}$$

D.3 *Modelo econométrico del tráfico telefónico de Noruega hacia América Central y América del Sur, África, Asia y Oceanía*

Para el tráfico telefónico de Noruega hacia estos continentes hemos utilizado las mismas variables explicativas y coeficientes estimados. Nuestro análisis demostró que, con respecto al tráfico hacia estos continentes, el número de estaciones telefónicas de cada continente es una variable explicativa más útil y significativa que el producto interior bruto.

Después de aplicar un procedimiento de estimación simultánea de sección transversal/serie cronológica obtuvimos los coeficientes del modelo de previsión para el tráfico de Noruega a estos continentes indicados en el cuadro D-2/E.506 (los cálculos para los distintos continentes se basaron en datos del periodo 1961-1980).

CUADRO D-2/E.506

Coeficientes	Valores estimados	Estadísticos t
Tasas	−1,930	−5,5
Aparatos telefónicos	2,009	4,2
Automatización	0,5	–

Tenemos $R^2 = 0{,}96$. El modelo puede formularse del modo siguiente:

$$X_t^k = e^K \cdot (TS_t^k)^{2{,}009} \cdot (P_t^k)^{1{,}930} \cdot (A_t^k)^{0{,}5} \qquad \text{(D-8)}$$

donde

X_t^k es el tráfico telefónico hacia el continente k (k = América Central, ..., Oceanía) en el instante t,

e^K es una constante propia de cada continente. Para el tráfico telefónico de Noruega hacia:

América Central: $K^1 = -11{,}025$
América del Sur: $K^2 = -12{,}62$
África: $K^3 = -11{,}395$
Asia: $K^4 = -15{,}02$
Oceanía: $K^5 = -13{,}194$

TS_t^k es el número de estaciones telefónicas del continente k en el instante t,

P_t^k es el índice de las tasas para el tráfico, hacia el continente k en el instante t (precios reales),

A_t^k es el porcentaje de tráfico telefónico con marcación directa hacia el continente k.

La ecuación (D-8), junto con las previsiones relativas a la evolución futura de las tasas de las comunicaciones con cada continente, del número de estaciones telefónicas instaladas en cada continente y de la automatización del tráfico telefónico de Noruega hacia el continente, se emplea para prever la evolución futura de ese tráfico.

Referencias

[1] ABRAHAM (A.) y LEDOLTER (J.): Statistical methods for forecasting. *J. Wiley*, Nueva York, 1983.

[2] ALDRIN (M.): Forecasting time series with missing observations. *Stat 15/86 Norwegian Computing Center*, 1986.

[3] ANSLEY (C. F.) y KOHN (R.): Estimation, filtering and smoothing in state space models with incomplete specified initial conditions. *The Annals of Statistics*, 13, pp. 1286-1316, 1985.

[4] BARHAM (S. Y.) y DUNSTAN (F. D. J.): Missing values in time series. *Time Series Analysis: Theory and Practice 2*: Anderson, O. D., ed., pp. 25-41, North Holland, Amsterdam, 1982.

[5] BØLVIKEN (E.): Forecasting telephone traffic using Kalman Filtering: Theoretical considerations. *Stat 5/86 Norwegian Computing Center*, 1986.

[6] CHEMOUIL (P.) y GARNIER (B.): An adaptive short-term traffic forecasting procedure using Kalman Filtering. *XI International Teletraffic Congress*, Kyoto, 1985.

[7] HARRISON (P. J.) y STEVENS (C. F.): Bayesian forecasting. *Journal of Royal Statistical Society.* Ser B 37, pp. 205-228, 1976.

[8] HARVEY (A. C.) y PIERSE (R. G.): Estimating missing observations in econometric time series. *Journal of American Statistical As.*, 79, pp. 125-131, 1984.

[9] JONES (R. H.): Maximum likelihood fitting of ARMA models to time series with missing observations. *Technometrics*, 22, No. 3, pp. 389-396, 1980.

[10] JONES (R. H.): Time series with unequally spaced data. *Handbook of Statistics 5*. ed. Hannah, E. J., et al., pp. 157-177, North Holland, Amsterdam, 1985.

[11] KRUITHOF (J.): Telefoonverkeersrekening. *De Ingenieur*, 52, No. 8, 1937.

[12] MORELAND (J. P.): A robust sequential projection algorithm for traffic load forecasting. *The Bell Technical Journal*, 61, pp. 15-38, 1982.

[13] PACK (C. D.) y WHITAKER (B. A.): Kalman Filter models for network forecasting. *The Bell Technical Journal*, 61, pp. 1-14, 1982.

[14] STORDAHL (K.) y HOLDEN (L.): Traffic forecasting models based on top down and bottom up models. *ITC 11*, Kyoto, 1985.

[15] SZELAG (C. R.): A short-term forecasting algorithm for trunk demand servicing. *The Bell Technical Journal*, 61, pp. 67-96, 1982.

[16] TU (M.) y PACK (D.): Improved forecasts for local telecommunications network. 6th International Forecasting Symposium, Paris, 1986.

[17] WRIGHT (D. H.): Forecasting irregularly spaced data: An extension of double exponential smoothing. *Computer and Engineering*, 10, pp. 135-147, 1986.

[18] WRIGHT (D. H.): Forecasting data published at irregular time intervals using an extension of Holt's method. *Management science*, 32, pp. 499-510, 1986.

[19] *Cuadro de las relaciones y del tráfico télex internacionales*, UIT, Ginebra, 1973-1984.

Recomendación E.507 [1)]

MODELOS PARA LA PREVISIÓN DEL TRÁFICO INTERNACIONAL

1 Introducción

Para elaborar modelos econométricos y de series cronológicas y formular las previsiones correspondientes hay que dominar diversos métodos y técnicas que tratan una variedad de situaciones diferentes. Así pues, el propósito de esta Recomendación es exponer algunas de las ideas fundamentales sin entrar en explicación de detalles, para los cuales pueden consultarse las publicaciones citadas en la lista de referencias. No pretende, por tanto, constituir una guía completa para la elaboración de modelos econométricos y de series cronológicas y la formulación de las previsiones consiguientes.

La presente Recomendación contiene también algunas directrices para la elaboración de diversos modelos de previsión: identificación del modelo, inclusión de variables explicativas, ajuste de irregularidades, estimación de parámetros, verificación del diagnóstico, etc.

Esta Recomendación describe además diversos métodos para evaluar los modelos de previsión y elegir el modelo.

2 Elaboración del modelo de previsión

A fin de facilitar la descripción de este procedimiento, cabe dividirlo en cuatro etapas. La primera consiste en la búsqueda de una clase de modelos útiles para describir la situación real. Ejemplos de tales clases son los modelos simples, los modelos de suavizamiento, los modelos de autorregresión, los modelos de autorregresión integrados con media móvil (*autoregresive integrated moving average*, ARIMA) o los modelos econométricos. Antes de elegir la clase de modelos ha de analizarse la influencia de las variables externas. Si determinadas variables externas tienen repercusiones importantes en la demanda de tráfico, se las debe incluir en los modelos de previsión, siempre que se disponga de datos anteriores suficientes.

El paso siguiente consiste en adoptar, a título de ensayo un modelo determinado, dentro de la clase de modelos seleccionada. Si la clase es demasiado extensa para que resulte práctico efectuar ajustes directos a los datos, pueden utilizarse métodos aproximados para identificar subclases. Los datos disponibles y el conocimiento del sistema sugerirán una subclase de modelos de extensión apropiada. Asimismo, en algunos casos, puede utilizarse este procedimiento de selección para obtener estimaciones preliminares aproximadas de los parámetros del modelo. Seguidamente, el modelo provisional se ajusta a los datos mediante la estimación de los parámetros. De ordinario, se emplean estimadores de los métodos de los mínimos cuadrados, o de la máxima verosimilitud.

La etapa siguiente es la verificación del modelo. Este procedimiento se denomina a menudo verificación del diagnóstico. Su objeto es establecer la medida en que el modelo se ajusta a los datos y si la discrepancia se considera excesiva, indicar posibles remedios. Así pues, el resultado de esta etapa puede ser la adopción del modelo, si el ajuste fuese aceptable. Si, en cambio, éste fuese insuficiente, ello indicará que deben estimarse los parámetros de nuevos modelos provisionales y efectuar en éstos la verificación del diagnóstico.

---

1) El texto de la antigua Recomendación E.506 del *Libro Rojo*, al que se añadido un volumen considerable de nuevos textos, se ha convertido en las Recomendaciones E.506 y E.507 actuales.

En la figura 1/E.507 están representadas las etapas del procedimiento de elaboración del modelo.

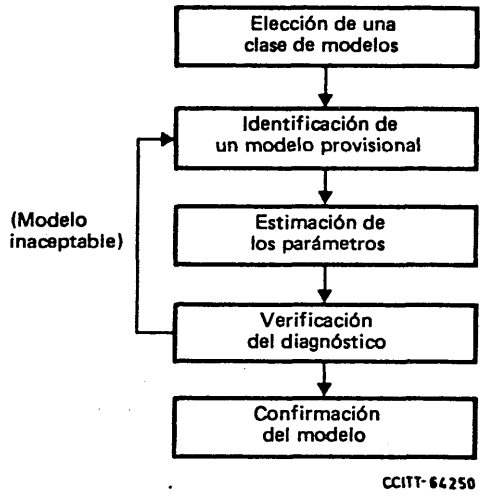


FIGURA 1/E.507

Etapas del procedimiento de elaboración del modelo

3. Diferentes modelos de previsión

El objetivo de este § 3 es dar una breve descripción general de los modelos de previsión más importantes. En el Manual del GAS 10 citado en [5], figura una descripción más detallada de los modelos.

3.1 *Modelos de ajuste de curvas*

En los modelos de ajuste de curvas la tendencia del tráfico se extrapola calculando los valores de los parámetros de una función que se prevé caracterice el crecimiento del tráfico internacional con el tiempo. Los cálculos numéricos para algunos modelos de ajuste de curvas pueden efectuarse utilizando el método de los mínimos cuadros.

A continuación se dan ejemplos de modelos de ajuste de curvas corrientes utilizados para la previsión del tráfico internacional:

Lineal: $$Y_t = a + bt \tag{3-1}$$

Parabólica: $$Y_t = a + bt + ct^2 \tag{3-2}$$

Exponencial: $$Y_t = ae^{bt} \tag{3-3}$$

Logística: $$Y_t = \frac{M}{1 + ae^{bt}} \tag{3-4}$$

Gompertz: $$Y_t = M(a)^{bt} \tag{3-5}$$

donde

Y_t es el tráfico en el instante t,

a, b, c son parámetros,

M es un parámetro que describe el nivel de saturación.

En las figuras 2/E.507 y 3/E.507 se muestran las diversas curvas de tendencia.

Las curvas logística y de Gompertz difieren de las curvas lineal, parabólica y exponencial porque tiene un nivel de saturación o asintótico. Para información más detallada véase [10].

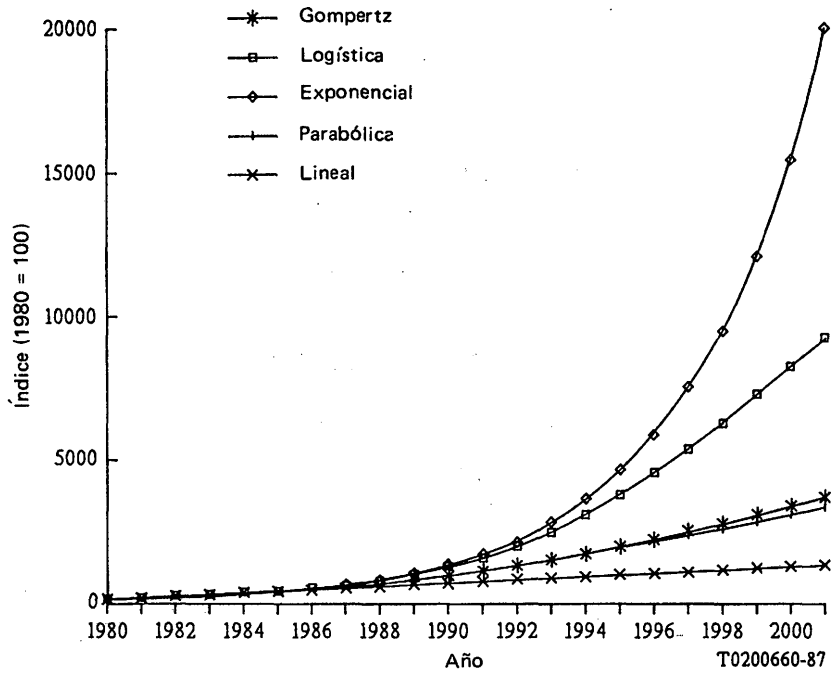


FIGURA 2/E.507

Ejemplo de ajuste del tráfico telefónico internacional utilizando diferentes modelos

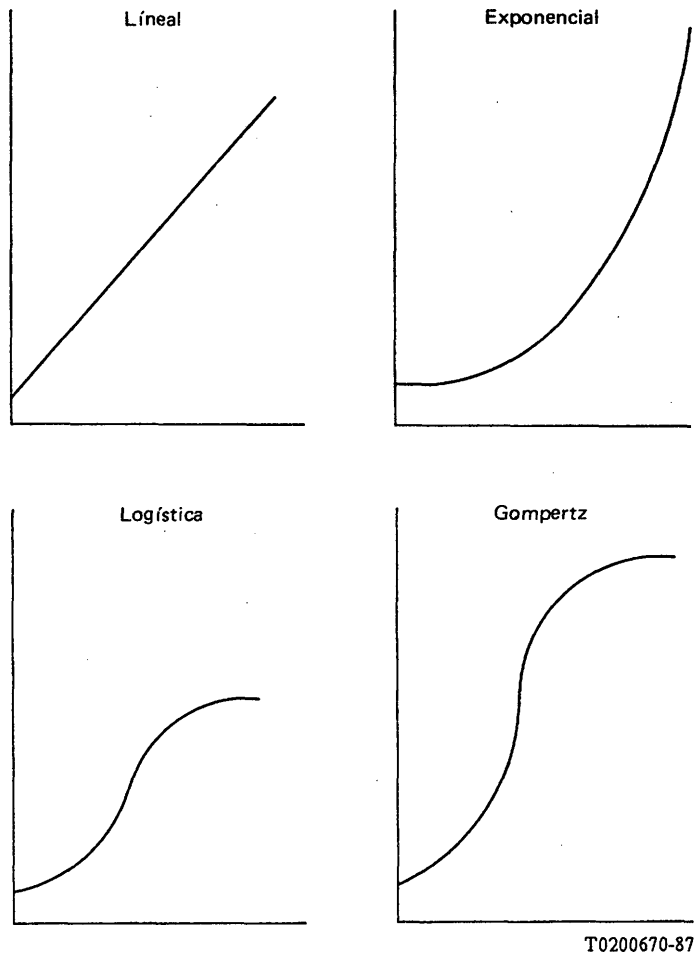


FIGURA 3/E.507

Ejemplos de ajuste de curvas

3.2 *Modelos de suavizado*

Empleando un proceso de suavizado en el ajuste de curvas, es posible calcular los parámetros del modelo de modo que se ajusten perfectamente a los datos actuales, pero no necesariamente a los datos obtenidos hace ya tiempo.

El proceso de suavizado más conocido es el de la media móvil. El grado de suavizado está controlado por el número de observaciones más recientes incluidas en la media. Todas las observaciones incluidas en la media tienen la misma ponderación.

Además de los modelos de media móvil, existe otro grupo de modelos de suavizado basados en la ponderación de las observaciones. Los modelos más corrientes son:

- suavizado exponencial simple,
- suavizado exponencial doble,
- regresión con descuento,
- método de Holt,
- modelos estacionales de Holt-Winters.

Por ejemplo, en el método del suavizado exponencial, la ponderación de las observaciones anteriores disminuye geométricamente con el tiempo de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$\hat{\mu}_t = (1 - a)Y_t + a\hat{\mu}_{t-1} \tag{3-6}$$

donde:

Y_t es el tráfico medido en el instante t,

μ_t es el nivel estimado en el instante t, y

a es el factor de descuento [y $(1 - a)$ es el parámetro de suavizado].

La repercusión de las observaciones anteriores sobre las previsiones está controlada por la magnitud del factor descuento.

La utilización de modelos de suavizado es especialmente adecuada para previsiones a corto plazo. Para más información véanse [1], [5] y [9].

3.3 *Modelos de autorregresión*

Si la demanda de tráfico, X_t, en el instante t se puede expresar como una combinación lineal de anteriores observaciones equidistantes de la demanda de tráfico pasada, el proceso es un proceso de autorregresión. En tal caso el modelo viene definido por:

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + \Phi_2 X_{t-2} + \ldots + \Phi_p X_{t-p} + a_t \tag{3-7}$$

donde

a_t es el ruido blanco en el instante t;

Φ con $_k$, $k = 1, \ldots p$ son los parámetros de autorregresión.

$AR(p)$ denota el modelo puesto que el orden del modelo es p.

Se pueden estimar los parámetros utilizando análisis de regresión. Debido a tendencias comunes, las variables exógenas $(X_{t-1}, X_{t-2}, \ldots X_{t-p})$ suelen guardar una estrecha correlación. Por consiguiente, las estimaciones de los parámetros estarán correlacionadas. Por otra parte, es difícil hacer pruebas significativas de las estimaciones.

Otra posibilidad consiste en calcular los coeficientes empíricos de autocorrelación y utilizar seguidamente las ecuaciones de Yule-Walker para estimar los parámetros $[\Phi_k]$. Este procedimiento puede aplicarse cuando las series cronológicas $[X_t]$ son estacionarias. Si no lo fuesen, éstas a menudo podrán convertirse en estacionarias, por ejemplo diferenciando las series. El procedimiento de estimación se indica en el § A.1.

3.4 *Modelos de autorregresión integrados con media móvil (modelos ARIMA, autoregresive integrated moving average)*

Una extensión de la clase de los modelos de autorregresión que incluye los modelos de media móvil se denomina modelos de autorregresión de media móvil (modelos ARMA, *autoregresive integrates moving average*). Un modelo de media móvil de orden q viene dado por la expresión

$$X_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \ldots - \theta_q a_{t-q} \tag{3-8}$$

donde

a_t es el ruido blanco en el instante t;

$[\theta_k]$ son los parámetros de media móvil.

Suponiendo que el término de ruido blanco de los modelos de autorregresión del § 3.3 puede describirse mediante un modelo de media móvil, se obtiene el modelo ARMA (p,q).

$$X_t = \Phi_1 X_{t-1} + \Phi_2 X_{t-2} + \ldots + \Phi_p X_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} \ldots - \theta_q a_{t-q} \tag{3-9}$$

El modelo ARMA describe una serie cronológica estacionaria. Si, la serie cronológica es no estacionaria, es necesario diferenciar la serie. Esto se hace como sigue:

Sea Y_t la serie cronológica y B el operador de retroceso

$$X_t = (1\text{-B})^d Y_t \tag{3-10}$$

donde

d es el número de diferencias para que la serie sea estacionaria.

El nuevo modelo ARIMA (p, d, q) se halla insertando la ecuación (3-10) en la ecuación (3-9).

El método de análisis de las series cronológicas de este tipo fue ideado por G. E. P. Box y G. M. Jenkins [3]. Para analizar dichas series y formular las previsiones correspondientes debe utilizarse generalmente un conjunto de programas destinados al tratamiento de series cronológicas.

Como se indica en la figura 1/E.507, se adopta un modelo provisional. Para ello, se determinan las transformaciones necesarias y el número de parámetros de autorregresión y de media móvil. La elección se basa en la estructura de las autocorrelaciones y de las autocorrelaciones parciales.

El paso siguiente indicado en la figura 1/E.507 es el procedimiento de estimación. Se emplea la estimación por máxima verosimilitud. Desafortunadamente, es difícil hallar estos valores debido a la necesidad de resolver un sistema no lineal de ecuaciones. En la práctica debe disponerse para estos cálculos de un programa de computador. El modelo de previsión se basa en la ecuación (3-9) y el procedimiento para formular previsiones con una anticipación de l unidades de tiempo se indica en el § A.2 del anexo A.

Los modelos de previsión descritos hasta ahora son modelos de una sola variable. También es posible introducir variables explicativas. En este caso el sistema será descrito por un modelo de función de transferencia. Los métodos de análisis de series cronológicas de un modelo de función de transferencia son bastante semejantes a los métodos descritos anteriormente.

En [1], [2], [3], [5], [11], [15] y [17] figuran descripciones detalladas de los modelos ARIMA.

3.5 *Modelos espaciales de estados con filtrado de Kalman*

Los modelos espaciales de estados constituyen una manera de representar procesos temporales discretos por medio de ecuaciones de diferencias. El método empleado para elaborar los modelos espaciales de estado permite la conversión de cualquier modelo lineal general en una forma adecuada para la estimación recursiva y la previsión. En [1] puede hallarse una descripción más detallada de los modelos espaciales de estado ARIMA.

Para un proceso estocástico, esta representación puede tener la siguiente forma:

$$X_{t+1} = \Phi X_t + Z_t + \omega_t \tag{3-11}$$

e

$$Y_t = HX_t + \nu_t \tag{3-12}$$

donde

X_t es un vector-s de variable de estado en el instante t,

Z_t es un vector-s de eventos determinísticos,

Φ es una matriz de transiciones de $s \times s$ que puede, en general depender de t,

ω_t es un vector-s de errores aleatorios de modelado,

Y_t es un vector-d de medidas en el periodo t,

H es una matriz de $d \times s$ denominada la matriz de observación, y

ν_t es un vector-d de errores de medida.

Tanto ω_t en la ecuación (3-11) como ν_t en la ecuación (3-12) son secuencias aleatorias aditivas con estadístico conocido. El valor esperado de cada secuencia es el vector cero y ω_t y ν_t satisfacen las condiciones:

$$\begin{aligned} E\left[\omega_t \omega_j^T\right] &= Q_t\, \delta_{tj} \text{ para todos los valores de } t, j, \\ E\left[\nu_t \nu_j^T\right] &= R_t\, \delta_{tj} \text{ para todos los valores de } t, j, \end{aligned} \tag{3-13}$$

donde

Q_t y R_t son matrices definidas no negativas,[2)]

y

δ_{tj} es la delta de Kronecker.

Q_t es la matriz de covarianza de los errores de modelado y R_t es la matriz de covarianza de los errores de medida; ω_t y ν_t se suponen que no están correlacionadas y se denominan ruido blanco. En otras palabras:

$$E\left[\nu_t\, \omega_j^T\right] = 0 \text{ para todos los valores de } t, j, \tag{3-14}$$

y

$$E\left[\nu_t\, X_0^T\right] = 0 \text{ para todos los valores de } t \tag{3-15}$$

Según las hipótesis formuladas anteriormente, se determinará $X_{t,t}$ de modo que:

$$E\left[(X_{t,t} - X_t)^T (X_{t,t} - X_t)\right] \text{ sea mínimo,} \tag{3-16}$$

donde

$X_{t,t}$ es una estimación del vector de estado en el instante t, y

X_t es el vector de variables de estado verdaderas.

---

2) Una matriz A es definida y no negativa si, y sólo si para todos los vectores z, $z^T A z \geqslant 0$.

La técnica de filtrado de Kalman permite la estimación recursiva de variables de estado para aplicaciones en línea. Esto se hace de la manera siguiente. Suponiendo que hay una variable explicativa Z_t, cuando se dispone de un nuevo punto de datos, se utiliza para actualizar el modelo:

$$X_{t,t} = X_{t,t-1} + K_t(Y_t - HX_{t,t-1}) \tag{3-17}$$

donde

K_t es la matriz de ganancia de Kalman que puede calcularse recursivamente [18].

Intuitivamente, la matriz de ganancia determina que ponderación relativa se dará al último error de previsión observado para corregirlo. A fin de crear una proyección k pasos más adelante, se utiliza la siguiente fórmula:

$$X_{t+k,t} = \Phi^k X_{t,t} \tag{3-18}$$

donde

$X_{t+k,t}$ es una estimación de X_{t+k} dadas las observaciones $Y_1, Y_2, \ldots, Y_t$.

Las ecuaciones (3-17) y (3-18) muestran que la técnica de filtrado de Kalman conduce a un procedimiento de previsión conveniente que es recursivo por naturaleza y proporciona estimaciones de varianza mínima, no sesgadas, del proceso temporal discreto de interés.

Para más información, véanse [4], [5], [16], [18], [19] y [22].

El filtro de Kalman funciona bien cuando los datos examinados son estacionales. Los datos de carga de tráfico estacionales pueden representarse con una serie cronológica periódica. De esta manera, puede obtenerse un filtro de Kalman estacional superponiendo un modelo de crecimiento lineal con un modelo estacional. Para un análisis más detallado de las técnicas de filtro de Kalman para datos estacionales, véase [6] y [20].

3.6 *Modelos de regresión*

Las ecuaciones (3-1) y (3-2) son modelos de regresión típicos. En las ecuaciones, el tráfico, Y_t, es la variable dependiente (o explicativa), mientras que el tiempo t es la variable independiente.

Un modelo de regresión describe una relación lineal entre las variable dependientes y las independientes. Dadas ciertas hipótesis, pueden utilizarse los mínimos cuadrados ordinarios para estimar los parámetros.

Un modelo con varias variables independientes se denomina un modelo de regresión múltiple. El modelo viene dado por:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_{1t} + \beta_2 X_{2t} + \ldots + \beta_k X_{kt} + u_t \tag{3-19}$$

donde

Y_t es el tráfico en el instante t,

β_i, $i = 0, 1, \ldots, k$ son parámetros,

X_{it}, $i_e = 1, 2, \ldots, k$ es el valor de las variables independientes en el instante t,

u_t es el término de error en el instante t.

Las variables independientes o explicativas que pueden utilizarse en el modelo de regresión son, por ejemplo, las tarifas, exportaciones, importaciones, grado de automatización. En el § 2 «Datos de base para las previsiones» de la Recomendación E.506 se indican otras variables explicativas.

En [1], [5], [7], [15] y [23] figura una descripción detallada de los modelos de regresión.

3.7 *Modelos econométricos*

En los modelos econométricos intervienen ecuaciones que relacionan la variable que se desea predecir (la variable dependiente o endógena) con diversas variables socioeconómicas (llamadas variables independientes o explicativas). La forma de las ecuaciones debe reflejar la relación causal esperada entre las variables. Dada una

fórmula modelo, se utilizan datos históricos o representativos para estimar los coeficientes de la ecuación. Suponiendo que el modelo sigue siendo válido con el tiempo, pueden utilizarse estimaciones de los valores futuros de las variables independientes para efectuar previsiones de las variables que interesan. En el anexo C se presenta ejemplo de modelo econométrico típico.

Hay una amplia gama de modelos posibles y cierto número de métodos para estimar los coeficientes (por ejemplo, métodos de los mínimos cuadrados, parámetros variables, regresión no lineal, etc.). En muchos aspectos, el conjunto de modelos econométricos disponibles es mucho más flexible que otros modelos. Por mencionar sólo algunos ejemplos, en los modelos econométricos se pueden incorporar efectos retardados, ponderar las observaciones, integrar modelos residuales ARIMA, combinar información de secciones separadas y permitir la variación de los parámetros.

Una de las principales ventajas de la elaboración de un modelo econométrico para la formulación de previsiones, deriva de la necesidad de identificar adecuadamente la estructura o los procesos que generan los datos, y de determinar los trayectos causales correspondientes. Gracias a la identificación explícita de la estructura, las fuentes de error son más fáciles de identificar en los modelos econométricos que en otros tipos de modelos.

Empleando modelos econométricos es fácil detectar los cambios de estructuras y eliminar de los datos históricos los valores atípicos, o bien ponderar debidamente la influencia de éstos. Asimismo, los cambios en los factores que afecten a las variables de que se trate pueden incorporarse fácilmente en la previsión generada a partir de un modelo econométrico.

Con frecuencia pueden elaborarse modelos econométricos bastante fiables con menos observaciones que las necesarias para los modelos de series cronológicas. Con modelos de regresión combinados, un reducido número de observaciones de series cronológicas para varias secciones transversales bastan para elaborar un modelo que puede emplearse para la previsión.

Sin embargo, al estimar el modelo hay que cerciorarse de que se cumplen las hipótesis en que se basan las técnicas que se describen en muchas de las publicaciones citadas en la lista de referencias incluida al final de la presente Recomendación. Por ejemplo, el número de variables independientes que pueden utilizarse viene limitado por la cantidad de datos disponibles para estimar el modelo. Asimismo, hay que evitar las variables independientes intercorrelacionadas. Algunas veces, la correlación entre las variables puede evitarse utilizando datos diferenciados o para los que no se ha considerado la tendencia o aplicando una transformación de variables. Para más detalles, véase [8], [12], [13], [14] y [21].

4 Discontinuidades en el crecimiento del tráfico

4.1 *Ejemplos de discontinuidades*

Tal vez sea difícil evaluar de antemano la magnitud de una discontinuidad. A menudo, la influencia de los factores que ocasionan las discontinuidades se hace sentir durante un periodo de transición, y la discontinuidad no es tan evidente. Además, resulta difícil identificar con exactitud las discontinuidades derivadas de la implantación, por ejemplo, de un servicio automático internacional, ya que la modificación del modo de explotación va normalmente unida a otras modificaciones (por ejemplo, reducciones de tarifas).

En la figura 4/E.507, se puede observar la influencia que ejercen las discontinuidades en el crecimiento del tráfico.

Se han registrado discontinuidades que han multiplicado por dos, e incluso por más, la intensidad del tráfico cursado. Cabe también observar que pueden registrarse cambios en la tendencia de crecimiento del tráfico después de producirse discontinuidades.

Para las previsiones a corto plazo, tal vez convenga emplear la tendencia del tráfico entre discontinuidades, pero para las previsiones a largo plazo convendrá posiblemente emplear una estimación de la tendencia basada en observaciones a largo plazo, teniendo en cuenta las discontinuidades anteriores.

Además de las fluctuaciones aleatorias debidas a las crestas imprevisibles de tráfico, averías, etc., las medidas de tráfico están sujetas a fluctuaciones sistemáticas, debidas a ciclos diarios o semanales de la intensidad de tráfico, a la influencia de las diferencias horarias, etc.

4.2 *Introducción de variables explicativas*

La identificación de las variables explicativas para un modelo econométrico es quizás el aspecto más difícil de la elaboración de esos modelos. Las variables explicativas utilizadas en los modelos econométricos representan los principales factores que influyen en la variable cuyo valor se procura determinar. En el § 2 de la Recomendación E.506 figura una lista de variables explicativas.

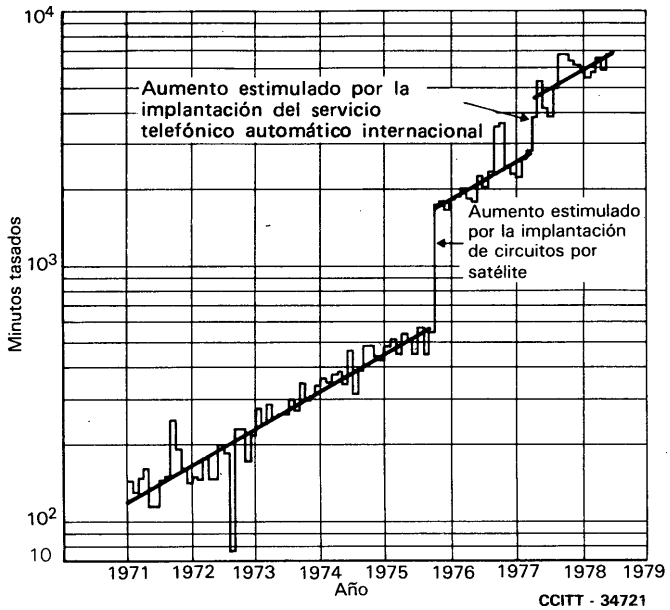


FIGURA 4/E.507

Minutos tasados en comunicaciones telefónicas de salida de Australia hacia Sri Lanka

La teoría económica es el punto de partida para la selección de las variables. Más concretamente, la teoría de la demanda proporciona el marco fundamental para la elaboración del modelo general. No obstante, la descripción de la estructura o el proceso que origina los datos determina a menudo las variables explicativas que se incluyen. Por ejemplo, a fin de describir una estructura de modo apropiado, habrá quizás que incorporar al modelo ciertas relaciones tecnológicas.

Si bien existen algunos criterios para la selección de las variables explicativas (por ejemplo, $\overline{R}^2$, el estadístico de Durbin-Watson (D-W), el error cuadrático medio (ECM), y el nivel de previsión *ex-post*, explicados en la lista de referencias), las dificultades estadísticas o la insuficiencia de los datos (ya sean históricos o previstos) limitan el conjunto de variables explicativas posibles, y a menudo hay que recurrir a variables sustitutivas. Asimismo, a diferencia de los modelos estadísticos puros, los modelos econométricos admiten variables explicativas, no sólo sobre la base de criterios estadísticos, sino también partiendo de la premisa de que existe una relación de causalidad.

Un modelo econométrico totalmente especificado captará los puntos de inflexión. No habrá discontinuidades en la variable dependiente, a menos, que los parámetros del modelo se modifiquen radicalmente en un lapso muy corto. Las discontinuidades del crecimiento del tráfico telefónico constituyen indicaciones de que el mercado o la estructura tecnológica subyacentes han experimentado grandes transformaciones.

Los cambios asociados al crecimiento de la demanda telefónica pueden captarse mediante la regresión de parámetros variables o la introducción de una variable que parezca explicar la discontinuidad (por ejemplo, una variable de publicidad si se estima que la publicidad es la causa del cambio estructural). Las discontinuidades singulares o escalonadas no pueden tratarse mediante la introducción de cambios explicativos: es posible resolver este problema mediante el empleo de variables ficticias.

4.3 *Introducción de variables ficticias*

En los modelos econométricos, influyen a menudo variables cualitativas. Para medir los efectos de estas variables cualitativas, se utilizan variables ficticias. Con esta técnica, se usa el valor 1 cuando está presente el atributo cualitativo que influye en la variable dependiente y 0 cuando ese atributo está ausente.

Así pues, las variables ficticias son adecuadas para utilizarlas cuando surge una discontinuidad en la variable dependiente. La variable ficticia adoptará, por ejemplo, el valor cero durante el periodo anterior en que las llamadas se cursaban con asistencia de operadora y el valor uno durante el periodo posterior al establecimiento de la marcación directa por el abonado.

Las variables ficticias se utilizan frecuentemente a fin de representar efectos estacionales en la variable dependiente o cuando es menester eliminar el efecto de un valor atípico en los parámetros de un modelo, como un gran salto de la demanda telefónica debido a una huelga en los servicios postales o una aguda disminución debida al deterioro de instalaciones provocado por condiciones climatológicas rigurosas.

El uso indiscriminado de variables ficticias debe desaconsejarse por dos razones:

1) las variables ficticias tienden a absorber todo el poder explicativo durante las discontinuidades, y
2) esas variables reducen el número de grados de libertad.

5 Evaluación de la especificación del modelo

5.1 *Consideraciones generales*

Se presentan aquí métodos de prueba de la significación de los parámetros y métodos de cálculo de los intervalos de confianza, para algunos de los modelos de previsión dados en el § 3. En particular, se examinan los métodos relacionados con el análisis de regresión y el análisis de series cronológicas.

Todos los modelos de previsión econométricos que aquí se presentan se consideran modelos de regresión. También pueden considerarse modelos de regresión los modelos de ajuste de curvas explicados en el § 3.1.

Un modelo exponencial dado por

$$Z_t = ae^{bt} \cdot u_t \tag{5-1}$$

puede transformarse a una forma lineal:

$$\ln Z_t = \ln a + bt + \ln u_t \tag{5-2}$$

o

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + a_t \tag{5-3}$$

donde

$Y_t = \ln Z_t$

$\beta_0 = \ln a$

$\beta_1 = b$

$X_t = t$

$a_t = \ln u_t$ (ruido blanco).

5.2 *Autocorrelación*

Un modelo de previsión adecuado debe dar pequeños residuos autocorrelacionados. Si los residuos están significativamente correlacionados, los parámetros estimados y también las previsiones pueden ser deficientes. Para verificar si los errores están correlacionados, se calcula la función de autocorrelación r_k, $k = 1, 2, \ldots$; r_k es la autocorrelación estimada de residuos en el retardo k. Una manera de detectar la autocorrelación entre los residuos es trazar la función de autocorrelación y realizar una prueba de Durbin-Watson. El estadístico de Durbin-Watson es:

$$\text{D-W} = \frac{\sum_{t=2}^{N} (e_t - e_{t-1})^2}{\sum_{t=1}^{N} e_t^2} \tag{5-4}$$

donde

e_t es el residuo estimado en el instante t,

N es el número de observaciones.

5.3 *Prueba de significación de los parámetros*

Un modo de evaluar el modelo de previsión consiste en analizar los efectos de las diferentes variables exógenas. Después de estimar los parámetros del modelo de regresión, se ha de probar la significación de éstos.

En el ejemplo de modelo econométrico del anexo C, se dan los valores estimados de los parámetros. Debajo de estos valores se indica, entre paréntesis, la desviación típica estimada. De acuerdo con una regla práctica, los parámetros se consideran significativos si el valor absoluto de las estimaciones es superior al doble de la desviacion típica estimada. Un modo más preciso de probar la significación de los parámetros tiene en cuenta las distribuciones de sus estimadores.

Puede utilizarse el coeficiente de correlación múltiple (o coeficiente de determinación) como criterio para el ajuste de la ecuación.

El coeficiente de correlación múltiple, R^2, viene dado por:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N} (\hat{Y}_i - \overline{Y})^2}{\sum_{i=1}^{N} (Y_i - \overline{Y})^2} \tag{5-5}$$

Si el coeficiente de correlación múltiple es próximo a 1 el ajuste es satisfactorio. No obstante, un R^2 elevado no implica que la previsión sea exacta.

En los análisis de series cronológicas el examen del modelo se efectúa de otro modo. Como se ha señalado en el § 3.4, el número de parámetros autorregresivos y de media móvil de un modelo ARIMA se determina por un procedimiento de identificación basado en la estructura de la función de autocorrelación y de autocorrelación parcial.

La estimación de los parámetros y de sus desviaciones típicas se lleva a cabo por un procedimiento de estimación no lineal iterativo. Empleando un programa de computador destinado al análisis de series cronológicas, pueden evaluarse las estimaciones de los parámetros mediante el examen de las desviaciones típicas estimadas, del mismo modo que en el análisis de regresión.

Una prueba global del ajuste se basa en el estadístico

$$Q_{N-d} = \sum_{i=1}^{N} r_i^2 \tag{5-6}$$

donde r_i es la autocorrelación estimada para el periodo i, y d es el número de parámetros del modelo. Cuando el modelo es adecuado, Q_{N-d} presenta aproximadamente la distribución ji-cuadrado (χ^2) con $N-d$ grados de libertad. Para probar el ajuste, el valor Q_{N-d} puede compararse con cuantiles de la distribución ji-cuadrado.

5.4 *Validez de las variables exógenas*

Los modelos de previsión econométricos se basan en un conjunto de variables exógenas que explican la evolución de la variable endógena (la demanda de tráfico). A fin de efectuar previsiones de la demanda de tráfico, es menester formular previsiones por cada una de las variables exógenas. Es muy importante señalar que una variable exógena no ha de incluirse en el modelo si la previsión de la variable es menos fiable que la previsión de la demanda de tráfico.

Supóngase que la evolución exacta de la variable exógena es conocida, lo que es el caso, por ejemplo, de los modelos sencillos en los cuales la variable explicativa es el tiempo. Si el ajuste del modelo es bueno y el ruido blanco presenta una distribución normal con esperanza matemática nula, es posible calcular límites de confianza para las previsiones. Ello se hace fácilmente mediante un programa de computador.

Sin embargo, los valores de la mayoría de las variables explicativas no pueden predecirse con exactitud. La confianza de la predicción disminuirá en tal caso con el número de periodos. Por consiguiente, las variables explicativas harán que el intervalo de confianza de las previsiones aumente con el número de periodos de previsión. En tales situaciones es difícil calcular un intervalo de confianza en torno a los valores previstos.

Si la demanda de tráfico puede describirse mediante un modelo de autorregresión con media móvil, no se incluyen en el modelo variables explicativas. Por tanto, si el ajuste del modelo no es deficiente, pueden calcularse los límites de confianza de los valores previstos. Ello se hace con el auxilio de un conjunto de programas de análisis de series cronológicas.

5.5 *Intervalos de confianza*

Los intervalos de confianza, en el contexto de las previsiones, indican construcciones estadísticas de límites o fronteras de previsión o de predicción. Como los modelos estadísticos llevan consigo algunos errores, las estimaciones de los parámetros llevan asociada una cierta variabilidad de sus valores. En otras palabras, aunque se haya identificado el modelo de previsión correcto, la influencia de los factores endógenos causará errores en las estimaciones de los parámetros y en la previsión. Los intervalos de confianza tienen en cuenta la incertidumbre asociada a las estimaciones de los parámetros.

En los modelos causales, otra fuente de incertidumbre en la previsión de la serie que se estudia son las predicciones de las variables explicativas. Este tipo de incertidumbre no puede tratarse por intervalos de confianza y suele ignorarse, aunque puede ser más importante que la incertidumbre asociada a la estimación de los coeficientes. Por otra parte, la incertidumbre debida a posibles influencias externas no se refleja en los intervalos de confianza.

Para un modelo lineal de regresión estática, el intervalo de confianza de la previsión depende de la fiabilidad de los coeficientes de regresión, de la magnitud de la varianza residual y de los valores de las variables explicativas. El intervalo de confianza del 95% para un valor previsto Y_{N+1} viene dado por:

$$\hat{Y}_N(1) - 2\hat{\sigma} \leqslant Y_{N+1} \leqslant \hat{Y}_N(1) + 2\hat{\sigma} \qquad (5\text{-}7)$$

donde $\hat{Y}_N(1)$ es la previsión del paso siguiente y $\hat{\sigma}$ es el error típico de la previsión.

Lo que quiere decir que esperamos, con una probabilidad del 95%, que el valor real de la serie en el instante $N+1$ se sitúe dentro de los límites indicados por el intervalo de confianza, suponiendo que no hay errores asociados a la previsión de las variables explicativas.

6 Comparación de modelos de previsión alternativos

6.1 *Verificación del diagnóstico – Evaluación de modelos*

Las pruebas y verificaciones del diagnóstico son elementos importantes en el procedimiento de elaboración de modelos. La calidad del modelo se caracteriza por los residuos. Los modelos de previsión adecuados deben dar residuos autocorrelacionados pequeños, la varianza de los residuos no debe disminuir ni aumentar y el valor de esperanza matemática de los residuos debe ser cero o próximo a cero. La exactitud de la previsión es afectada por la magnitud del residuo que debe ser pequeño.

Además, los límites de confianza de las estimaciones de parámetros y las previsiones deben ser relativamente pequeños. De la misma manera, el error cuadrático medio debe ser pequeño comparado con los resultados de otros modelos.

6.2 *Previsión de los niveles en función de la previsión de los cambios*

Muchos modelos econométricos se estiman utilizando los niveles de las variables dependientes e independientes. Dado que las variables económicas evolucionan juntas en el tiempo, se obtienen elevados coeficientes de determinación. La colinealidad entre los niveles de las variables explicativas no plantea un problema cuando el modelo sólo se emplea con fines de previsión ya que las pautas de colinealidad del pasado seguirán existiendo en el futuro. No obstante, cuando se procura medir coeficientes estructurales (por ejemplo, las elasticidades del precio o las de los ingresos) la colinealidad de las variables explicativas (denominada multicolinealidad) hace que los resultados de los coeficientes estimados no sean fiables.

A fin de evitar el problema de multicolinealidad, estimar coeficientes de referencia y formular previsiones, cabe utilizar los cambios de las variables (primera diferencia o primera diferencia logarítmica, que equivale a un cambio porcentual) para estimar un modelo y efectuar predicciones basadas en el mismo. El empleo de cambios de variables para estimar un modelo tiende a eliminar el efecto de multicolinealidad y produce estimaciones más fiables de los coeficientes al suprimir el efecto común de las influencias económicas sobre las variables explicativas.

Si se formulan previsiones a través de los niveles de las variables explicativas y de los cambios de éstas, puede obtenerse una previsión más correcta mediante un proceso de armonización. Este proceso consiste en ajustar los modelos de modo que los dos conjuntos de previsiones den resultados equivalentes.

6.3 *Previsiones ex-post*

La previsión *ex-post* es la formulación de una predicción empleando un modelo estimado a partir de una submuestra de los datos que comienza con la primera observación y finaliza varios periodos antes de la última observación. En la previsión *ex-post*, se utilizan valores reales de las variables explicativas para formular la predicción. Por otra parte, si se emplean valores previstos de las variables explicativas para efectuar una previsión *ex-post*, puede medirse el error asociado a las variables explicativas incorrectamente previstas.

El propósito de la previsión *ex-post* es evaluar el poder predictivo del modelo mediante la comparación de los valores previstos con los que se hayan registrado realmente en el periodo comprendido entre el fin de la muestra parcial y la última observación. Con la previsión *ex-post*, puede evaluarse la exactitud de las previsiones en lo que se refiere a:

1) desviaciones porcentuales de los valores previstos con respecto a los valores reales;
2) comportamiento del modelo en los puntos de inflexión;
3) comportamiento sistemático de las desviaciones.

Las desviaciones de los valores previstos con respecto a los valores reales proporcionan una idea general de la exactitud del modelo. Las derivas sistemáticas de las desviaciones pueden suministrar información que sirva para modificar el modelo o para reajustar las previsiones teniendo en cuenta esta deriva. De igual importancia para la evaluación del poder predictivo es la correcta indicación del comportamiento en los puntos de inflexión, es decir, la medida en que el modelo es adecuado para predecir los cambios en la variación de la variable dependiente. A continuación se examinan otros criterios de evaluación de la exactitud de las previsiones.

6.4 *Criterios de evaluación de la calidad de las previsiones*

Un modelo pudiera ajustar muy bien los datos históricos. Sin embargo, cuando se comparan las previsiones con los datos del futuro que no se utilizan para la estimación de parámetros, el ajuste pudiera no ser tan satisfactorio. En consecuencia, la comparación de las previsiones con las observaciones reales puede proporcionar información adicional sobre la calidad del modelo. Supongamos que tenemos la serie cronológica $Y_1, Y_2 \ldots, Y_N, Y_{N+1}, \ldots, Y_{N+M}$.

Las últimas M observaciones se eliminan de la serie cronológica y del procedimiento de elaboración del modelo. El error de previsión del paso siguiente viene dado por:

$$e_{N+t} = Y_{N+t} - \hat{Y}_{N+t-1}(1) \qquad t = 1, 2, \ldots, M \tag{6-1}$$

donde

$\hat{Y}_{N+t-1}(1)$ es la previsión del paso siguiente.

Error medio

El error medio, EM, se define por

$$\mathrm{EM} = \frac{1}{M} \sum_{t=1}^{M} e_{N+t} \tag{6-2}$$

El EM es un criterio para evaluar el sesgo de la previsión. Como la esperanza matemática de los residuos debe ser cero, una gran desviación con respecto a cero indica un sesgo en las previsiones.

Error medio en porcentaje

El error medio en porcentaje, EMP, viene definido por

$$\mathrm{EMP} = \frac{100}{M} \sum_{t=1}^{M} \frac{e_{n+t}}{Y_{N+t}} \tag{6-3}$$

También este estadístico indica un posible sesgo de las previsiones. El criterio mide la desviación porcentual en el sesgo. No se recomienda utilizar EMP cuando las observaciones son pequeñas.

Error cuadrático medio

El error cuadrático medio, ECM, de la previsión se define como

$$\mathrm{ECM} = \left[\frac{1}{M} \sum_{t=1}^{M} e_{N+t}^2 \right]^{1/2} \tag{6-4}$$

El ECM es la medida utilizada más corrientemente para evaluar la precisión de las previsiones.

Error medio absoluto

El error medio absoluto, EMA, viene dado por

$$\mathrm{EMA} = \frac{1}{M} \sum_{t=1}^{M} \left| e_{N+t} \right| \tag{6-5}$$

Coeficiente de desigualdad de Theil

El coeficiente de desigualdad de Theil se define del modo siguiente:

$$U = \left[\sum_{t=1}^{M} \frac{e_{N+t}^2}{Y_{N+t}^2} \right]^{1/2} \tag{6-6}$$

Se prefiere utilizar como medida de la exactitud de las previsiones el coeficiente U de Theil ya que la discrepancia entre los valores previstos y los valores reales puede descomponerse en errores debidos a:

1) la tendencia central,
2) la variación desigual entre los cambios previstos y los reales, y
3) la covariación incompleta entre los cambios previstos y los reales.

Este modo de descomponer los errores de previsión puede utilizarse para ajustar el modelo a fin de aumentar su exactitud.

Otra cualidad que debe poseer un modelo de previsión es la capacidad de captar los puntos de inflexión. Es decir, que la variación de los valores previstos cambie de dirección en el mismo periodo en que cambie la dirección de los valores de la serie real estudiada. Si se estima un modelo abarcando un largo periodo de tiempo que contiene varios puntos de inflexión, el análisis de las previsiones *ex-post* permite detectar generalmente la incapacidad del modelo para seguir de cerca la evolución de los valores reales cuando presentan puntos de inflexión.

7 Elección del modelo de previsión

7.1 *Calidad de las previsiones*

Si bien la elección de un modelo de previsión se basa generalmente en la calidad de las previsiones, debe atenderse también a otras consideraciones. En efecto, han de tenerse en cuenta la longitud del periodo de previsión, la forma funcional del modelo y la exactitud con que pueden preverse las variables explicativas de un modelo econométrico.

La longitud del periodo de previsión influye, junto con las limitaciones de los datos históricos y el propósito con que se utilizará el modelo, en la decisión de utilizar un tipo de modelo en lugar de otro. Por ejemplo, los modelos de autorregresión integrados con media móvil (ARIMA) pueden ser apropiados para las previsiones a corto plazo cuando no se trata de la inestabilidad, se dispone de suficientes datos históricos y las relaciones de causalidad no son de interés. Asimismo, cuando es difícil identificar la estructura que genera los datos, no se dispone de otra opción que utilizar un modelo de previsión basado en los datos históricos de la variable que se desea predecir.

También debe tenerse en cuenta para la elección del modelo de previsión la forma funcional de éste. Aunque es verdad que un modelo más complejo puede reducir el error de especificación del modelo, también es verdad que, en general, aumentará considerablemente el efecto de los errores en los datos. Al elegir la forma del modelo se debe tener en cuenta una solución de compromiso entre estas fuentes de error.

Otra consideración que influye en la elección de un modelo de previsión es la disponibilidad de predicciones de las variables explicativas y la fiabilidad de estas predicciones. Un modelo superior que utilice variables explicativas imposibles de prever con exactitud, puede resultar inferior a un modelo ordinario cuyas variables explicativas se prevean con exactitud.

Si se trata de la inestabilidad del mercado, han de utilizarse para las previsiones modelos econométricos con los que se puedan tener en cuenta las transformaciones estructurales. Cuando interesan las relaciones de causalidad, no cabe emplear como instrumentos de previsión los modelos simples o los modelos ARIMA. Tampoco pueden utilizarse estos modelos si los datos históricos de que se dispone son insuficientes. Por último, cuando el propósito del modelo sea predecir los efectos asociados con los cambios en los factores que influyen en la variable de que se trata, los modelos de series cronológicas pueden ser apropiados (con excepción, por supuesto, de los modelos de función de transferencia y los modelos de múltiples series cronológicas).

7.2 *Duración del periodo de previsión*

Para la ampliación normal del equipo de conmutación y la adición de circuitos, es necesario un periodo de previsión de unos seis años. Sin embargo, la planificación de nuevos cables u otros medios de transmisión, o de grandes instalaciones de planta, puede requerir un periodo de previsión más dilatado. Las previsiones a largo plazo serán forzosamente menos exactas que las realizadas a corto plazo, pero resultan aceptables.

Al formular previsiones con un modelo estadístico, la duración del periodo abarcado estará enteramente determinada por los siguientes elementos:

a) los datos históricos disponibles,

b) la finalidad o la utilización de las previsiones,

c) la estructura del mercado del que proceden los datos,

d) el modelo de previsión utilizado, y

e) la frecuencia de los datos.

Los datos históricos disponibles dependen del periodo en el que se han recopilado y la frecuencia de recopilación (o la duración del periodo en el que los datos se han acumulado). Una reducida base de datos históricos sólo servirá para un corto intervalo de previsión. Por ejemplo, si se dispone de 10 ó 20 observaciones, puede utilizarse un modelo para efectuar previsiones que abarquen 4 ó 5 periodos a partir del final de la muestra. En cambio, con 150 ó 200 observaciones, pueden formularse en condiciones análogas previsiones fiables para 30 a 50 periodos.

La finalidad de la previsión influirá evidentemente en el número de periodos que ésta deberá comprender. Para planificar a largo plazo las instalaciones, se necesitan previsiones que abarquen de 15 a 20 años o más. Para la evaluación de las modificaciones de tarifas pueden necesitarse previsiones que abarquen sólo dos o tres años. La modificación de las disposiciones de encaminamiento puede exigir sólo previsiones que se extiendan a algunos meses con posterioridad a la muestra.

La estabilidad o la inestabilidad del mercado influye también en el periodo de previsión. Cuando la estructura del mercado es estable, el periodo de previsión podría llegar a ser igual al periodo histórico considerado. Los mercados muy inestables no proporcionan las mismas facilidades y la previsión sólo puede abarcar un reducido número de periodos.

La naturaleza del modelo utilizado para las previsiones influye en la decisión relativa al tiempo que cabe razonablemente abarcar. Para las previsiones a largo plazo, los modelos estructurales tienden a dar mejores resultados que otros modelos, mientras que a corto plazo todos los modelos parecen dar resultados igualmente buenos.

Debe señalarse que, si bien el propósito de la previsión y el modelo utilizado influyen en el tiempo abarcado, el número de periodos que ha de comprender la previsión es crucial para la elección del modelo de previsión y de las aplicaciones a que se destinará.

ANEXO A

(a la Recomendación E.507)

Descripción de los procedimientos de previsión

A.1 *Estimación de los parámetros de autorregresión*

La autocorrelación empírica con un retardo k viene dada por la expresión

$$r_k = \frac{v_d}{v_0} \tag{A-1}$$

donde

$$v_k = \frac{1}{N-1} \sum_{t=1}^{N-k} (X_t - \overline{X})(X_{t+k} - \overline{X}) \tag{A-2}$$

y

$$\overline{X} = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N} X_t \tag{A-3}$$

siendo N el número total de observaciones.

La relación entre $[r_k]$ y las estimaciones $[\hat{\Phi}_k]$ de $[\Phi_k]$ se expresa mediante las ecuaciones de Yule-Walker:

$$\begin{aligned} r_1 &= \hat{\Phi}_1 + \hat{\Phi}_2 r_1 + \ldots + \hat{\Phi}_p r_{p-1} \\ r_2 &= \hat{\Phi}_1 r_1 + \hat{\Phi}_2 r_2 + \ldots + \hat{\Phi}_p r_{p-2} \\ &\cdot \\ &\cdot \\ &\cdot \\ r_p &= \hat{\Phi}_1 r_{p-1} + \hat{\Phi}_2 r_{p-2} + \ldots + \hat{\Phi}_p \end{aligned} \tag{A-4}$$

Por consiguiente, los estimadores $[\hat{\Phi}_k]$ pueden hallarse resolviendo el sistema de ecuaciones.

Para los cálculos, la resolución directa de las ecuaciones puede sustituirse por el siguiente procedimiento recursivo. Sean $[\hat{\Phi}_{k,j}]_j$ estimadores de los parámetros con retardo $j = 1, 2, \ldots, k$ cuando el número total de los parámetros es k. En tal caso, se hallan los estimadores $[\hat{\Phi}_{k+1,j}]_j$ mediante

$$\hat{\Phi}_{k+1,k+1} = \frac{r_{k+1} \sum_{j=1}^{k} \hat{\Phi}_{k,j}\, r_{k+1-j}}{1 - \sum_{j=1}^{k} \hat{\Phi}_{k,j}\, r_j} \tag{A-5}$$

$$\hat{\Phi}_{k+1,j} = \hat{\Phi}_{k,j} - \hat{\Phi}_{k+1,k+1}\, \hat{\Phi}_{k,k-j+1} \qquad j = 1, 2, \ldots, k \tag{A-6}$$

Si se define $\hat{\Phi}_{p,j} = \hat{\Phi}_j$, con $j = 1, 2, \ldots, p$, la previsión de la demanda del tráfico para el instante $t+1$ se expresa mediante la fórmula

$$X_{t+1} = \hat{\Phi}_1 X_t + \hat{\Phi}_2 X_{t-1} + \ldots + \hat{\Phi}_p X_{t-p}. \tag{A-7}$$

A.2 *Previsión con modelos ARIMA*

La previsión efectuada con l unidades de tiempo de antelación viene dada por la expresión:

$$\begin{aligned} \hat{X}_t(l) = {} & \hat{\Phi}_1 [X_{t+l-1}] + \hat{\Phi}_2 [X_{t+l-2}] \\ & + \ldots + \hat{\Phi}_p [X_{t+l-p}] \\ & + [a_{t+l}] - \hat{\theta}_1 [a_{t+l-1}] \\ & - \hat{\theta}_2 [a_{t+l-2}] - \ldots - \hat{\theta}_q [a_{t+l-q}], \end{aligned} \tag{A-8}$$

$$\text{donde } [\hat{X}_j] = \begin{cases} \hat{X}_t (j-t) & \text{si } j > t \\ X_j & \text{si } j \leqslant t \end{cases} \tag{A-9}$$

$$[a_j] = \begin{cases} 0 & \text{si } j > t \\ X_j - \hat{X}_j & \text{si } j \leqslant t, \end{cases} \tag{A-10}$$

lo que significa que $[X_j]$ se define como una previsión cuando $j > t$ y como una observación real en los demás casos y que $[a_j]$ se anula por definición cuando $j > t$ dado que el valor de la esperanza matemática del ruido blanco es cero. Si se conocen las observaciones ($j \leqslant t$), $[a_j]$ es igual al residuo.

ANEXO B

(a la Recomendación E.507)

Filtro de Kalman para un modelo de tendencia lineal

Para elaborar modelos del tráfico telefónico, se supone que no hay cambios determinísticos en el esquema de demanda. Puede elaborarse el modelo de esta situación fijando el componente terminístico Z_t a cero. Entonces el modelo espacial de estados es:

$$\begin{aligned} X_{t+1} &= \varphi X_t + \omega_t \\ Y_t &= HX_t + \nu_t \end{aligned} \tag{B-1}$$

donde

X_t es un vector-s de variables de estado en el periodo t,

Y_t es un vector-s de medidas en el año t,

φ es una matriz de transición de $s \times s$ que puede, en general depender de t,

y

ω_t es un vector-s de errores de modelado aleatorios,

ν_t es el error de medidas en el año t.

Para modelar la demanda del tráfico telefónico, adáptese un modelo simple de variable de un dato y dos estados, definido por:

$$X_{t+1} = \begin{bmatrix} x_{t+1} \\ \dot{x}_{t+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_t \\ \dot{x}_t \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \omega_t \\ \dot{\omega}_t \end{bmatrix} \tag{B-2}$$

e

$$y_t = x_t + \nu_t \tag{B-3}$$

donde

x_t es la carga verdadera en el año t,

$\dot{x}_t$ es el crecimiento incremental verdadero en el año t,

y_t es la carga medida en el año t,

ν_t es el error de medida en el año t.

Así pues, como en nuestro modelo

$$\varphi = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix}, \qquad \text{y } H = 1. \tag{B-4}$$

La proyección del escalón siguiente se escribe como sigue:

$$X_{t+1,t} = \begin{bmatrix} x_{t+1,t} \\ \dot{x}_{t+1,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t,t} \\ \dot{x}_{t,t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{t,t-1} + \alpha_t(y_t - x_{t,t-1}) \\ \dot{x}_{t,t-1} + \beta_t(y_t - x_{t,t-1}) \end{bmatrix} \tag{B-5}$$

donde

$X_{t+1,t}$ es la proyección de las variables de estado en el periodo $t + 1$ dadas las observaciones a través del año t.

Los coeficientes α_t y β_t son las matrices de ganancia de Kalman en el año t. Se escriben de nuevo las ecuaciones anteriores y se tiene:

$$x_{t,t} = (1-\alpha_t)x_{t,t-1} + \alpha_t y_t \tag{B-6}$$

y

$$\dot{x}_{t,t} = (1-\beta_t)\dot{x}_{t,t-1} + \beta_t(y_t - x_{t-1,t-1}) \tag{B-7}$$

El filtro de Kalman crea una tendencia lineal para cada serie cronológica prevista sobre la base de observaciones actuales o medidas de la demanda del tráfico y la previsión del año anterior de dicha demanda. La observación y la carga de tráfico prevista se combinan para producir una carga suavizada que corresponde al nivel del proceso, y un incremento de crecimiento suavizado. Los valores de ganancia de Kalman α_t y β_t pueden ser fijos o adaptativos. En [16] Moreland presenta un método para seleccionar parámetros consistentes fijos que proporcionan una calidad adecuada independiente del ruido del sistema, del error de medida y de las condiciones iniciales. Para más detalles sobre la selección apropiada de estos parámetros véanse [6], [20] y [22].

ANEXO C

(a la Recomendación E.507)

Ejemplos de un modelo econométrico

Para ejemplificar la aplicación de un modelo econométrico, hemos elegido el modelo de minutos tasados de comunicaciones de Estados Unidos de América al Brasil. Se eligió este modelo entre distintos modelos posibles por las siguientes razones:

a) a fin de suministrar un ejemplo de la introducción de variables explicativas;

b) para poner de relieve las dificultades que plantean los modelos utilizados a la vez para la estimación de la estructura y para fines de previsión y

c) para mostrar el modo en que las transformaciones pueden influir en los resultados.

La demanda de minutos tasados de comunicaciones de Estados Unidos al Brasil (MIN) se estima mediante una ecuación log-lineal que incluye como variables explicativas los «mensajes» tasados de Estados Unidos al Brasil (MSG), el índice de las tarifas telefónicas reales (RPI), los ingresos personales en Estados Unidos a precios de 1972 ($YP72$) y el comercio bilateral real entre Estados Unidos y el Brasil (RTR). El modelo está representado por la siguiente expresión:

$$\ln(MIN)_t = \beta_0 + \beta_1 \ln(MSG)_t + \beta_2 \ln(RPI)_t + \beta_3 \ln(YP72)_t + \beta_4 \ln(RTR)_t + u_t \tag{C-1}$$

donde u_t es el término de error de la regresión y donde se prevé que $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$, $\beta_3 > 0$ y $\beta_4 > 0$.

Utilizando un tipo de regresión curvilínea *(ridge regression)* para tratar los graves problemas de multicolinealidad, estimamos la ecuación sobre el intervalo 1971 : 1 (es decir, primer trimestre de 1971) a 1979 : 4 y obtenemos los resultados siguientes:

$$\ln(MIN)_t = -3{,}489 + \underset{(0{,}035)}{0{,}619}\ \ln(MSG)_t - \underset{(0{,}095)}{0{,}447}\ \ln(RPI)_t + \underset{(0{,}269)}{1{,}166}\ \ln(YP72)_t + \underset{(0{,}084)}{0{,}281}\ \ln(RTR)_t \qquad \text{(C-2)}$$

$$\overline{R}^2 = 0{,}985,\ SER = 0{,}083,\ D\text{-}W = 0{,}922,\ k = 0{,}10 \qquad \text{(C-3)}$$

donde $\overline{R}^2$ es el coeficiente de determinación ajustado, SER es el error típico de la regresión, $D\text{-}W$ es el estadístico de Durbin-Watson y k es la constante de la regresión curvilínea. Los valores que figuran bajo la ecuación anterior entre paréntesis son la desviación típica estimada de los parámetros estimados $\hat{\beta}_1$, $\hat{\beta}_2$, $\hat{\beta}_3$ y $\hat{\beta}_4$.

La introducción de los mensajes como variable explicativa en este modelo fue impuesta por el hecho de que la calidad de transmisión ha aumentado desde mediados del decenio de 1970, la relación respuesta/toma (tasa de compleción) se ha elevado y, al mismo tiempo, el fuerte crecimiento de este mercado ha comenzado a disiparse. Asimismo, las tasas de crecimiento de algunos periodos no podrían explicarse por medidas relativas a las tarifas en uno u otro extremo o por cambios en los ingresos personales reales en Estados Unidos. El comportamiento de la variable de mensajes en la ecuación representativa de los minutos tasados puede dar cuenta de todos estos factores.

Dado que el modelo se emplea con un doble propósito, la estimación de la estructura y la previsión, se introduce por lo menos una variable más que las que se emplearían si el modelo se utilizase exclusivamente con fines de previsión. La introducción de variables explicativas adicionales conduce a graves problemas de multicolinealidad y exige el uso de una regresión curvilínea que disminuye $\overline{R}^2$ y el estadístico de Durbin-Watson. Por tanto, el poder predictivo del modelo se reduce en cierta medida.

El efecto de la transformación de las variables de un modelo puede apreciarse en el análisis de las previsiones *ex-post* realizadas con el modelo de minutos tasados de comunicaciones de Estados Unidos al Brasil. Cuando se utilizan los niveles de las variables, las desviaciones son mayores que las que se registran con el empleo de los logaritmos de las mismas, los que se usaron para obtener un mejor ajuste (el ECM estimado para el modelo de regresión log-lineal es 0,119 827). En el cuadro C-1/E.507 se indican los resultados de las previsiones cuando se emplean los niveles de las variables y cuando se utiliza la forma logarítmica.

CUADRO C-1/E.507

	Logaritmos			Niveles		
	Previsión	Valor real	Desviación (%)	Niveles	Previsión	Desviación (%)
1980: 1	14,858	14,938	−0,540	2 836 269	3 073 697	− 7,725
2	14,842	14,972	−0,872	2 791 250	3 180 334	−12,234
3	14,916	15,111	−1,296	3 005 637	3 654 092	−17,746
4	14,959	15,077	−0,778	3 137 698	3 529 016	−11,089
1981: 1	15,022	15,102	−0,535	3 341 733	3 621 735	− 7,731
2	14,971	15,141	−1,123	3 175 577	3 762 592	−15,601
3	15,395	15,261	0,879	4 852 478	4 244 178	14,333
4	15,405	15,302	0,674	4 901 246	4 421 755	10,844
1982: 1	15,365	15,348	0,110	4 709 065	4 630 238	1,702
2	15,326	15,386	−0,387	4 528 947	4 807 901	− 5,802

Referencias

[1] ABRAHAM (A.) y LEDOLTER (J.): Statistical methods for forecasting, *J. Wiley*, Nueva York, 1983.

[2] ANDERSON (O. D.): Time series analysis and forecasting. The Box-Jenkins approach. *Butterworth*, Londres, 1976.

[3] BOX (G. E. P.) y JENKINS (G. M.): Time Series Analysis: Forecasting and Control, *Holden-Day*, San Francisco, 1976.

[4] BROWN (R. G.): Introduction to random signal analysis and Kalman Filtering, *John Wiley & Sons*, Nueva York, 1983.

[5] Manual del CCITT: Datos de planificación y métodos de previsión, Vol. I y II, UIT, Ginebra, 1988.

[6] CHEMOUIL (P.) y GARNIER (B.): An Adaptive Short-Term Traffic Forecasting Procedure Using Kalman Filtering. *ITC 11*, Tokyo, 1985.

[7] DRAPER (N.) y SMITH (H.): Applied Regression Analysis, Second Edition, *John Wiley & Sons*, Nueva York, 1981.

[8] DUTTA (M.): Econometric Methods, *South-Western Publishing Co.*, Cincinnati, 1975.

[9] GARDNER (E. S. Jr.): Exponential smoothing the state of art, *Journal of forecasting*, 4, pp. 1-28, 1985.

[10] GILCHRIST (W.): Statistical forecasting, *John Wiley & Sons*, Nueva York, 1976.

[11] GRANGER (C. W. J.) y NEWBOLD (P.): Forecasting Economic Time Series, *Academic Press*, Nueva York, 1977.

[12] JOHNSTON (J.): Econometric Methods, Second Edition, *McGraw-Hill*, Nueva York, 1972.

[13] JUDGE (G. G.) *y otros*: The Theory and Practice of Econometrics, *John Wiley & Sons*, Nueva York, 1980.

[14] KMENTA (J.): Elements of Econometrics, *Macmillan Publishing Company*, Nueva York, 1971.

[15] MAKRIDAKIS (S.), WHEELWRIGHT (S. C.) y McGEE (V.E.): Forecasting Methods and applications Second Edition, *John Wiley & Sons*, Nueva York, 1983.

[16] MORELAND (J. P.): A robust sequential projection algorithm for traffic load forecasting, *The Bell Technical Journal*, Vol. 61, No. 1, 1982.

[17] NELSON (C. R.): Applied Time Series Analysis for Managerial Forecasting, *Holden-Day*, San Francisco, 1973.

[18] PACK (C. D.) y WHITAKER (B.A.): Kalman filter models for network forecasting, *The Bell Technical Journal*, Vol. 61, No. 1, pp. 1-9, 1982.

[19] SORENSON (H. W.): Kalman filtering techniques. Advances in control systems theory and applications, *Academic Press*, Vol. 3, pp. 219-292, 1966.

[20] SZELAG (C. R.): A short-term forecasting algorithm for trunk demand servicing, *The Bell Technical Journal*, Vol. 61, No. 1, pp. 67-96, 1982.

[21] THEIL (H.): Principles of Econometrics, *John Wiley & Sons*, Nueva York, 1971.

[22] TOME (F. M.) y CUNHA (J. A.): Traffic forecasting with a state space model. *ITC 11*, Tokyo, 1985.

[23] WONNACOTT (T. H.) y WONNACOTT (R. J.): Regression, *John Wiley & Sons*, Nueva York, 1981.

Bibliografía

PINDYCK (R. S.) y RUBINFELD (D. F.): Econometric Models and Econometric Forecasts, *McGraw-Hill*, Nueva York, 1981.

SASTRI (T.): A state space modelling approach for time series forecasting, *Management Science*, Vol. 31, No. 11, pp. 1451-1470, 1985.

PREVISIONES PARA NUEVOS SERVICIOS INTERNACIONALES

1 Introducción

La operación y la administración de una red internacional de telecomunicaciones deben incluir la consideración de las demandas de nuevos servicios presentadas por los abonados, que pueden tener características de tráfico diferentes de las del tráfico tradicional (es decir, las horas cargadas, los requisitos de anchura de banda, y la duración media de las comunicaciones podrían ser distintos). Al considerar estas nuevas demandas, las Administraciones pueden responder mejor a las necesidades del cliente en cuanto a servicios de telecomunicaciones innovadores. Según el tipo de servicio y la demanda estimada para un servicio, puede ser necesario aumentar la capacidad y las instalaciones de la red. Una ampliación de la red internacional puede requerir grandes inversiones de capital y responsabilidades y funciones administrativas adicionales. Por lo tanto, es aconsejable que las Administraciones hagan previsiones para los nuevos servicios internacionales dentro de sus procesos de planificación.

Esta Recomendación presenta métodos de previsión para los nuevos servicios. Las definiciones de algunas de las características de estos servicos, junto con sus requisitos, aparecen en el § 2, seguido de una indicación de los datos de base necesarios en el § 3. El § 4 trata los estudios necesarios para determinar el mercado potencial. La presentación de los métodos de previsión figura en el § 5. El § 6 concluye con las pruebas de las previsiones y con los ajustes.

2 Definiciones de nuevos servicios

2.1 Debe distinguirse entre los servicios que aportan mejoras a los servicios existentes cursados por la red actual y los servicios que son nuevos.

Muchos de los servicios de esta segunda categoría serán cursados por la red digital de servicios integrados (RDSI). El objeto de esta sección no es ofrecer una lista exhaustiva de servicios sino establecer una estructura para su clasificación. Esta estructura es necesaria porque en cada caso pueden requerirse datos básicos y estrategias de previsión diferentes.

2.2 servicios mejorados ofrecidos por la red existente

Son servicios que se ofrecen por la red existente y que representan una mejora respecto del uso originalmente previsto de la red. Servicios como el servicio internacional de cobro revertido automático, las llamadas con tarjetas de crédito y los grupos cerrados de usuario son ejemplos de servicios vocales mejorados, mientras que el facsímil, el telefax y el videotex lo son de los servicios no vocales. Estos servicios pueden cursarse por la red existente y, por lo tanto, sus datos se referirán a un uso o a una carga ofrecida peculiar. Se pueden establecer disposiciones para la medida de este tráfico, como el uso de códigos especiales de acceso a la red para las aplicaciones no vocales, o el muestreo de los circuitos de salida para determinar la relación entre el tráfico no vocal y el tráfico vocal.

2.3 servicios nuevos

Son los que implican ofrecimientos de servicios totalmente nuevos, muchos de los cuales pueden cursarse por la RDSI. En el caso de la RDSI, la Recomendación I.210 divide los servicios de telecomunicaciones en dos grandes categorías: servicios portadores y teleservicios (servicios finales). También define los servicios suplementarios que modifican o complementan un servicio básico de telecomunicación. La definición de los servicios portadores de la RDSI se encuentra en las Recomendaciones I.210 e I.211, mientras que la de los teleservicios aparece en las Recomendaciones I.210 e I.212. Los servicios portadores pueden incluir servicios con conmutación de circuitos desde 64 kbit/s a 2 Mbit/s y servicios con conmutación de paquetes. Los servicios con conmutación de circuitos a más de 2 Mbits quedan para ulterior estudio.

Los teleservicios pueden incluir el facsímil de grupo 4, texto y facsímil en modo mixto, el teletex y el videotex a 64 kbit/s, la videofonía, la videoconferencia, la transferencia electrónica de fondos y transacciones a puntos de venta. Esta lista no es exhaustiva pero indica la naturaleza y el alcance de los servicios portadores y de los teleservicios. El cuadro /E.508 presenta esquemáticamente ejemplos de nuevos servicios.

CUADRO 1/E.508

Ejemplo de servicios mejorados y nuevos

Servicios existentes mejorados	Servicios nuevos	
	Servicios portadores	Teleservicios
Teletex	Paquetes	Facsímil de grupo 4
Facsímil		Modo mixto
Videotex		Videofonía
Sistemas de tratamiento de mensajes	Conmutación de circuitos	Videoconferencia
Servicio internacional de cobro revertido automático	– 64 kbit/s	Transferencia electrónica de fondos
Tarjetas de crédito	– 2 Mbit/s	Transacciones a puntos de venta
Grupos cerrados de usuarios		Teletex (64 kbit/s) Videotex (64 kbit/s)

3 Datos de base para las previsiones

3.1 *Medidas para los servicios mejorados*

Se dispone de resultados de las medidas efectuadas para los servicios existentes, en forma de número de llamadas, minutos, erlangs, etc. Estos procedimientos se tratan en el § 2 de la Recomendación E.506. Para medir y determinar los datos de un servicio mejorado a partir de otros datos de tráfico de la misa red, puede ser necesario aplicar procedimientos de muestreo o de otro tipo a fin de facilitar la estimación de dicho tráfico, que se describen en los § 4 y 5.

3.2 *Servicios nuevos*

Estos servicios, tal como se definen en el § 2, pueden cursarse por la RDSI. En el caso de la RDSI, los servicios portadores con conmutación de circuitos y sus teleservicios asociados se medirán por incrementos de 64 kbit/s. Los servicios portadores con conmutación de paquetes y sus teleservicios asociados se medirán en función de una unidad de caudal, por ejemplo kilocaracteres o kilopaquetes por segundo. Otras características necesarias reflejarán medidas de calidad de servicio como el ruido, eco, tiempo de espera después de marcar, mutilación, tasa de error en los bits, tiempo de ocupación, tiempo de establecimiento, segundos sin error, etc.

4 Estudios de mercado

Los estudios de mercado se efectúan para probar la conducta y respuesta del consumidor. Estos estudios se efectúan mediante cuestionarios, análisis de mercado, grupos seleccionados y entrevistas. Su finalidad es la de averiguar la intención del consumidor de utilizar un servicio, sus actitudes hacia los servicios nuevos y existentes, la sensibilidad a los precios y la elasticidad recíproca entre servicios. Los estudios de mercado ayudan a decidir qué nuevos servicios deben desarrollarse. En las etapas iniciales de la previsión de la demanda de un servicio nuevo se puede utilizar una combinación de las fases cualitativa y cuantitativa de los estudios de mercado.

Los estudios de mercado se diseñan considerando un marco para el muestreo, la estratificación de los clientes y el mercado, la selección de una muestra estadísticamente aleatoria y la corrección de los resultados para compensar la desviación por la falta de respuestas. La muestra puede provenir de la totalidd del mercado o de subsegmentos del mismo. Al muestrear diferentes segmentos del mercado, los factores que les caracterizan deben ser similares respecto a la conducta del consumidor (pequeña varianza intragrupo) y deben diferir lo más posible de otros segmentos (gran varianza intergrupos); cada segmento es homogéneo, mientras que los segmentos diferentes son heterogéneos.

Los estudios de mercado pueden ser útiles para la previsión de servicios existentes o de la penetración de nuevos servicios. Se pueden utilizar para establecer previsiones para servicios nuevos o de cualquier servicio para el que no se disponga de datos históricos de la demanda. Es importante que los clientes potenciales reciban una descripción completa del nuevo servicio, con inclusión de los términos y condiciones con los que se va prestar. También es esencial preguntar a los entrevistados si utilizarían el nuevo servicio con una diversidad de niveles y estructuras tarifarios ilustrativos. Este aspecto del estudio de mercado ayudará a redimensionar la demanda prevista al determinar la estructura tarifaria definitiva y la sensibilidad del cliente al precio inicial.

5 Procedimientos de previsión

5.1 *Generalidades*

La falta de datos históricos es la diferencia fundamental entre la previsión de servicios nuevos y la de servicios existentes. La metodología de previsión depende de los datos de base. Por ejemplo, para un servicio planificado que no se ha introducido todavía, se pueden utilizar los datos de los estudios de mercado. Si el servicio ya existe en algunos países, los procedimientos de previsión para introducirlo en otro país tendrán en cuenta los datos históricos de los otros países, se aplicación al nuevo país y la comparación de las características de los países.

5.2 *Muestreo y diseño del cuestionario*

Para los servicios nuevos, el método de previsión basado en estudios de mercado consta de cinco pasos. En el primero se define el alcance del estudio.

En el segundo se define y selecciona una muestra de la población, incluyendo ésta todos los clientes potenciales que puedan ser identificados por medio de un estudio cualitativo de mercado basado en entrevistas a grupos seleccionados. Para el estudio pueden utilizarse muestras estratificadas, lo que hace necesario agrupar la población en segmentos (o estratos) homogéneos y hacer luego un muestreo dentro de cada estrato. La estratificación evita una representación desproporcionada de algunos sectores de la población, deficiencia que puede presentarse en forma fortuita con el muestreo aleatorio simple. La muestra puede estructurarse para que incluya ciertos números especificados de entrevistados cuyas características se sabe o se cree afectan al tema del estudio. Dos ejemplos de estas características del cliente son su posición socioeconómica y su tipo de actividad comercial.

El tercer paso es el diseño del cuestionario. Hay que encontrar un término medio entre la necesidad de obtener la mayor información posible y la de dar al cuestionario una longitud razonable, tal como lo determine el entrevistador. La mayoría de los cuestionarios tienen tres secciones básicas:

1) preguntas calificadoras, para determinar si la persona contactada posee conocimiento del tema;
2) preguntas esenciales, que constituyen el cuerpo del cuestionario; y
3) pregundas de clasificación, para reunir información sobre las condiciones demográficas.

El cuarto paso implica la realización del estudio – la encuesta propiamente dicha. La realización de las entrevistas se deben confiar a entrevistadores profesionales o a empresas especializadas en estudios de mercado.

El quinto y último paso consiste en la tabulación y análisis de los datos del estudio. Los § 5.3 a 5.7 describen este proceso con detalle.

5.3 *Tasas de conversión para la muestra*

Se utilizan tasas de conversión para calcular la proporción de entrevistados que expresan interés en el servicio y que podrían abonarse a él.

A continuación se expone el análisis de los datos de un estudio de mercado basado en el sondeo de una muestra; se trata de una muestra estratificada que abarca los segmentos del mercado, para un servicio de introducción reciente o planificado.

Sean

X_{1i} = proporción de empresas del segmento de mercado i que están muy interesadas en el servicio.

X_{2i} = proporción de empresas del segmento de mercado i que están interesadas en el servicio.

X_{3i} = proporción de empresas del segmento de mercado i que no están interesadas en el servicio.

X_{4i} = proporción de empresas del segmento de mercado i que no pueden decidir si están o no interesadas.

El ejemplo anterior tiene cuatro categorías de respuestas. Según la forma del cuestionario, se pueden utilizar más o menos categorías.

Observése que

$$\sum_j X_{ji} = 1,$$

donde j es el índice de categorías de respuestas.

Algunas veces las empresas de estudios de mercado determinan tasas de conversión para tipos seleccionados de productos o servicios. Las tasas de conversión dependen de la naturaleza del servicio, del tipo de entrevistados, y del cuestionario y su realización. Las tasas de conversión aplicadas a la muestra permitirán calcular la proporción estimada de empresas *participantes en el sondeo* que en un momento dado serán abonados, durante el periodo de planificación. Para los estudios relacionados con el cálculo de las tasas de conversión, véanse [1], [3] y [5].

Entonces:

$c_1 X_{1i}$ = proporción de empresas del segmento de mercado i que expresaron mucho interés y que se espera que se abonen al servicio.

$c_2 X_{2i}$ = proporción de empresas del segmento de mercado i que expresaron interés y que se espera que se abonen al servicio.

$c_3 X_{3i}$ = proporción de empresas del segmento de mercado i que no expresaron interés, pero que se espera que se abonen al servicio.

$c_4 X_{4i}$ = proporción de empresas indecisas del segmento de mercado i y que se espera que se abonen al servicio.

donde c_j = la tasa de conversión para la respuesta j.

La proporción de empresas en el segmento marcado i, P_i, que se espera se abonen al servicio, es igual a

$$P_i = \sum_{j=1}^{4} c_j X_{ji} \tag{5-1}$$

La tasa de conversión se basa en el supuesto de que el conocimiento por parte del mercado es del 100%. Es decir, todos los entrevistados están perfectamente informados de la disponibilidad, modo de utilización, tarifas, parámetros técnicos, etc. del servicio. Por lo tanto, P_i, puede interpretarse como la proporción a largo plazo de empresas del segmento de mercado i que se espera se abonarán al servicio en un futuro instante T.

En el cálculo de la proporción de clientes que se abonarán al servicio se presentan dos problemas:

1) P_i se refiere a la muestra sondeada, pero los resultados necesitan extrapolarse para que representen a la población.

2) P_i es la proporción a largo plazo (máxima) de empresas que se espera que se abonen al servicio. Ahora bien, lo que interesa es predecir no sólo el número final de abonados, sino también los que lo serán durante los periodos intermedios, antes de que el servicio alcance su punto de saturación.

5.4 *Extrapolación de la muestra a la población*

Para extrapolar los datos de la muestra de manera que representen a la población se procede de la siguiente manera.

Sea N_i = el tamaño del segmento de mercado i (medido, por ejemplo, por el número de empresas del segmento de mercado i).

S_i, que es el número de abonados esperado en el horizonte de planificación, viene dado por,:

$$S_i = P_i N_i \tag{5-2}$$

5.5 *Penetración en el mercado en función del tiempo*

Para determinar el número esperado de abonados en diversos instantes, situados antes de que el servicio alcance su madurez, se procede así:

Sea p_{it} = la proporción de empresas del segmento de mercado i que se espera que se abonen en el instante t.

Es evidente que

$p_{it} < P_i$

y $p_{it} \rightarrow P_i$ para $t \rightarrow T$

La relación entre p_{it} y P_i pueden definirse explícitamente por:

$$p_{it} = a_{it} \cdot P_i \tag{5-3}$$

a_{it} es una función de penetración que refleja el cambio del conocimiento y aceptación del servicio por parte del mercado en función del tiempo, dentro del segmento de mercado i. En el intervalo (0,1) debe definirse una expresión funcional adecuada para a_{it}.

Como ejemplo, supongamos que a_{it} sea uan función logística:

$$a_{it} = \frac{1}{1 + e^{b_i t}} \tag{5-4}$$

donde $b_i \leqslant 0$ es la rapidez con que p_{it} tiende a P_i en el segmeto de mercado i, como se ilustra en la figura 1/E.508.

Para otros ejemplos de funciones de penetración no lineales, véase el anexo A.

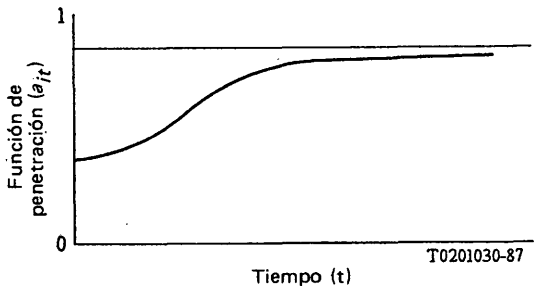


FIGURA 1/E.508

Tasa de penetración en el mercado

La introducción de un nuevo servicio normalmente difiere según el segmento de mercado. La tasa de penetración puede expresarse en función del tiempo, y la rapidez de ajuste (b_i) puede variar de un segmento a otro. Valores absolutos de b_i pequeños, para la función logística, implicarán tasas de penetración más rápidas.

Si bien la forma de la función de penetración, que relaciona la tasa de penetración con el tiempo, es la misma para todos los segmentos, el parámetro b_i varía según los segmentos, siendo mayor en los segmentos en los que la introducción del nuevo servicio es más tardía.

Siendo t_{0i} = el periodo de introducción del servicio en el segmento de mercado i,

$t - t_{0i}$ = será el periodo de tiempo transcurrido desde la introducción del servicio en el segmento de mercado i.

En la ilustración esquemática de la figura 2/E.508 el servicio ha alcanzado el mismo nivel de penetración en el mercado, a_0, in t_C periodos después de su introducción en el segmento de mercado C como lo hizo en t_A periodos tras su introducción en el segmento de mercado A. Las introducciones posteriores pueden no llevar necesariamente a mayores tasas de penetración en los segmentos. Sin embargo, dicha expectativa es razonable dentro de un mismo segmento de mercado entre países de características similares.

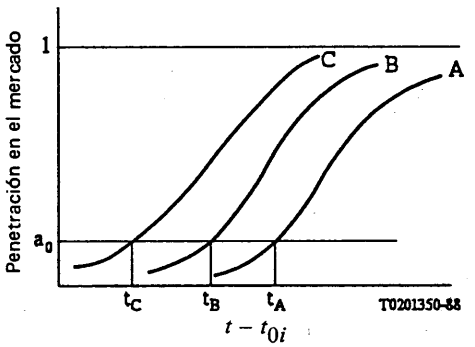


FIGURA 2/E.508

Conocimiento del mercado en función del tiempo de introducción del servicio

5.6 *Crecimiento del segmento de mercado en función del tiempo*

En el análisis precedente se ha considerado una penetración gradual del nuevo servicio en el mercado, suponiendo que p_{it} tiende a P_i con el paso del tiempo. El mismo razonamiento puede aplicarse al tamaño del segmento de mercado i con el paso del tiempo.

Sea n_{it} el tamaño del segmento de mercado i en el instante t.

El número estimado de abonados en el instante t, para el segmento de mercado i, viene dado por:

$$s_{it} = a_{it} \cdot p_{it} \cdot n_{it} \tag{5-5}$$

y

$S_t = \sum_i s_{it}$ = número estimado de abonados en todos los segmentos de mercado en el instante t.

5.7 *Magnitudes previstas*

El procedimiento anterior permite prever el número estimado de clientes de un nuevo servicio dentro de un país. Otras magnitudes interesantes pueden ser las líneas, los minutos, los mensajes, los ingresos, los paquetes, los kilobits, etc. El método más directo de previsión para algunas de estas magnitudes consiste en suponer relaciones constantes, como:

Líneas de acceso estimadas	=	(Media de las líneas de acceso) × Número estimado de abonados
Minutos estimados	=	(Uso medio por línea) × Líneas de acceso estimadas
Mensajes estimados	=	Minutos estimados/(duración media de las conversaciones)
Ingresos estimados	=	(tasa media por mimuto) × Minutos estimados

Las constantes, que figuran entre paréntesis, pueden determinarse por medio de: 1) el proceso del estudio de mercado; o 2) las tendencias del pasado en servicios similares.

5.8 *Previsiones con datos históricos: análisis de aplicaciones*

Tras la introducción de un nuevo servicio, pueden analizarse los datos históricos para prever la demanda en otros países. El desarrollo de un nuevo servicio obedecerá a tendencias que dependen de la aplicación, como la transmisión de datos, las reservas de viajes, las comunicaciones internas de compañías y el contacto con proveedores. Las aplicaciones de un servicio varían considerablemente y ninguna de las variables en forma aislada puede ser un indicador adecuado de la demanda total.

El siguiente método relaciona la demanda con las características del país para prever la difusión de un nuevo servicio en otros países.

Sea $D = (D_i, D_2, \ldots\ldots, D_n)'$

que representa un vector de demanda anual del servicio en función del país para n países en los que el servicio existe actualmente. Sea C la matriz del las m características, relacionadas con cada uno de los n países, que son variables explicativas razonables de la demanda. Los componentes de m variarán según la naturaleza del servicio y su aplicación.

Algunos componentes esenciales de m serían el precio del servicio (o un índice que represente su precio) y algún indicador del conocimiento del mercado. Como se ha visto en secciones anteriores, el conocimiento del mercado es uno de los factores determinantes clave de la tasa de penetración del servicio en el mercado. Unos indicadores razonables serían los gastos en publicidad y el tiempo (medido como $t^* = t - t_0$) donde t^* sería la medida del tiempo transcurrido desde la introducción del servicio en el instante t_0. El conocimiento por el mercado se puede caracterizar por una función no lineal de t^*, como se indica en el § 5.5. Otros componentes de m pueden ser las características socioeconómicas de los clientes, el tamaño del mercado y la ubicación de los clientes.

El modelo estimado es:

$$D = C\beta + u, \tag{5-6}$$

donde

C es una matriz de $(n \times m)$ de las características de los países

D es un vector de $(n \times 1)$ de la demanda

β es un vector de $(m \times 1)$ de los coeficientes que corresponden a cada una de las características de m

u es un vector de $(n \times 1)$ de los términos de error.

La regresión estimada es:

$$\hat{D} = C\hat{\beta} \tag{5-7}$$

Se aplicarán los métodos tradicionales de cálculo de regresiones. La ecuación (5-7) puede utilizarse para predecir la demanda en cualquier país en el que se introduce el servicio por primera vez, siempre y cuando se disponga de los elementos de la matriz C.

5.9 *Previsión con informaciones limitadas*

En el caso extremo en que no se cuenta con datos de estudio de mercado (o su utilización resulta antieconómica por las limitaciones en materia de recursos), o en que no es fácil conocer o cuantificar las características del país que intervienen en la demanda, hay que recurrir a otros métodos de previsión.

Por ejemplo, para hacer previsiones de la demanda de un nuevo servicio internacional de líneas privadas, con utilización de tecnología digital, en la elaboración de estimaciones razonables del número de líneas, deberían tenerse en cuenta los siguientes elementos:

a) discusiones con compañías telefónicas extranjeras;
b) discusiones con grandes clientes potenciales para conocer sus necesidades futuras;
c) solicitudes del servicio por los clientes;
d) correspondencia sobre las intenciones de los clientes;
e) cualquier otra información cualitativa similar.

6 Pruebas y ajustes de las previsiones

6.1 *Generalidades*

Las pruebas y ajustes de las previsiones dependen de la metodología aplicada. Por ejemplo, en el caso de previsiones basadas en estudios de mercado es importante verificar las previsiones, el conocimiento y el tamaño del mercado y la tasa de penetración en función del tiempo y ajustar las previsiones en consecuencia. Pero cuando la metodología está basada en la aplicación, se emplearán las pruebas y ajustes tradicionales aplicables a los métodos de regresión tal como se expone a continuación.

6.2 *Análisis basados en estudios de mercado*

Esta sección examina los ajustes de las previsiones basadas en la metodología descrita en los § 5.2 a 5.8. La metodología se basaba en la cuantificación de las respuestas de una encuesta relativa a una muestra.

La previsión se hizo en dos partes:

(a) Extrapolación de la muestra a la población, utilizando el tamaño del mercado, N_i.
(b) Suposición de una penetración gradual del nuevo servicio en el mercado (conocimiento) a_{it} en función del tiempo.

Los valores atribuidos a n_{it}, que representa el tamaño del segmento de mercado i en el instante t y a_{it} pueden verificarse con el transcurso del tiempo, y los ajustes de las previsiones se hacen de la siguiente manera:

a) Para un ejemplo de n_{it}, los segmentos podrían clasificarse como servicios de viajes o financieros. El tamaño del segmento sería el número de turistas y el número de grandes barcos. Cuando existen datos históricos sobre estas unidades de medida, pueden utilizarse para prever sus tamaños en cualquier momento futuro. Cuando no se cuenta con un historial, se pueden establecer factores de crecimiento razonables recurriendo a expertos en la materia y a experiencias previas. La previsión de n_{it} debe verificarse por comparación de valores de medidas reales y ajustarse si presenta desviaciones importantes.

b) Es más difícil comprobar a_{it} a base de unas pocas observaciones hechas desde la introducción del servicio.

Dado que,

$$a_{it} = \frac{p_{it}}{P_i} \tag{6-1}$$

y se supone P_i es fijo (a largo plazo), la comprobación de a_{it} equivale a probar p_{it}. Se puede verificar p_{it} observando la proporción de entrevistados que realmente se abonan al servicio en el instante t. Esto supone la necesidad de observar a los mismos individuos entrevistados originalmente, como es costumbre en un estudio de grupos especiales (paneles). Los datos del grupo especial se obtienen analizando muestras de los mismos individuos tras cierto tiempo. Los estudios de grupos especiales se realizan con frecuencia en relación con encuestas socioeconómicas relativas a las familias. Habiendo observado p_{it} durante algunos periodos, se puede representar gráficamente los valores de a_{it} en función del tiempo para estudiar la naturaleza de la función de penetración, a_{it} y se debe elegir la forma funcional que mejor se ajuste a los datos. En las etapas iniciales de la introducción de un servicio, es razonable suponer que se aplican las formas tradicionales de la función de penetración en el mercado, como la función logística (tal como se ilustra en el ejemplo del § 5.5). Otras variantes de las funciones que describen la penetración en el mercado serían las curvas de crecimiento de Gompertz o Gauss. La restricción es que la función de penetración debe estar limitada al intervalo (0,1). En el anexo A se presenta el desarrollo algebraico completo de algunas formas funcionales.

Hay varias funciones estadísticas que pueden elegirse como representaciones de la función de penetración. La función adoptada debe basarse en alguna información teórica, como la naturaleza esperada de la penetración del servicio específico en función del tiempo.

La verificación continua de n_{it}, p_{it} y a_{it} en el tiempo permitirá ajustar estos valores cuando sea necesario y acrecentará la confiaza en las previsiones.

6.3 *Análisis basado en la aplicación*

El análisis basado en la aplicación es un método de regresión, y se aplicarán en tal caso las pruebas tradicionales para un modelo de regresión. Por ejemplo, será necesario probar las hipótesis adoptadas para cada una de las variables explicativas incluidas en el modelo. En caso de duda, puede ser necesario introducir correcciones para tener en cuenta la heteroelasticidad, la correlación de la serie y la multicolinealidad. La metodología para realizar dichas pruebas se describe en la mayoría de los libros de texto sobre econometría. Como guía se pueden utilizar, en especial, las obras citadas en [2] y [4]. En la Recomendación E.507 se examinarán también estas correcciones.

Hay que hacer ajustes para reflejar las variables que debe incluir el modelo de regresión pero que no pueden cuantificarse con facilidad. Por ejemplo el conocimiento del mercado resultante de las campañas publicitarias y promocionales juega un papel importante en el crecimiento de un nuevo servicio. Pero quizás no se disponga fácilmente de datos sobre dichos gastos o el grado de conocimiento alcanzado. Algunos servicios internacionales van dirigidos a los viajeros internacionales, y las fluctuaciones de los tipos de cambio serán un factor determinante. Dichas variables, aunque no sean imposibles de medir, pueden ser muy difíciles de conocer. Sin embargo, las estimaciones de las tendencias futuras de dichas variables pueden permitir al responsable de las previsiones el hacer estimaciones razonables de su repercusión sobre la demanda. Ciertos acontecimientos inesperados, como disturbios políticos y desastres naturales en ciertos países, también exigirán ajustes de las previsiones a posteriori con arreglo a criterios administrativos.

Otro ajuste importante que puede resultar necesario es la competencia que pueden representar otras empresas de telecomunicaciones del sector público que ofrecen servicios similares o sustitutivos. Los precios de los competidores, si se conocen, pueden utilizarse como variables explicativas en el modelo y permitir la medida de las interrelaciones de los precios. En la mayoría de las situaciones es difícil conocer los precios de la competencia, y en tal caso es preciso desarrollar otros métodos para calcular la participación de la competencia en el mercado.

Cualquiera que sea la metodología, las previsiones definitivas deberán ser examinadas por la entidad responsable de la planificación del servicio así como por ingenieros de la red para determinar su viabilidad tanto desde el punto de vista de la puesta en práctica de lo planificado como desde un punto de vista técnico.

ANEXO A

(a la Recomendación E.508)

Funciones de penetración (curvas de crecimiento)

A continuación se ilustran algunos ejemplos de funciones de penetración no lineales:

A.1 *La Curva logística*

$$a_{it} = \alpha / \{1 + e^{-bt}\} \tag{A-1}$$

Para $\alpha = 1$, la curva está limitada al intervalo (0,1). La variación de b alterará la pendiente de la curva. Cuanto mayor sea b más rápida será la penetración. Esta curva tiene forma de S y es simétrica con respecto a su punto de inflexión que se produce para:

$$\frac{d^2 a_{it}}{dt^2} = 0 \tag{A-2}$$

A.2 *Curva de Gompertz*

$$a_{it} = \alpha \exp \left\{-be^{-kt}\right\} \tag{A-3}$$

Cuando $t \rightarrow \infty$, $a_{it} \rightarrow \alpha$, o sea el crecimiento limitativo.

Haciendo $k = 1$ y $\alpha = 1$, los valores superiores de b implicarán penetraciones más lentas. Esta curva también tiene forma de S, al igual que la curva logística, pero no es simétrica con respecto a su punto de inflexión.

Cuando $t = 0$, $a_{it} = \alpha e^{-b}$, es decir, la tasa inicial de penetración.

A.3 *Curva de Gauss*

$$a_{it} = \alpha \left(1 - e^{-bt^2}\right) \tag{A-4}$$

Cuando $t \rightarrow \infty$, $a_{it} \rightarrow \alpha$

Cuando $t \rightarrow 0$, $a_{it} \rightarrow 0$

Haciendo $\alpha = 1$, la curva queda limitada al intervalo (0,1).

Referencias

[1] AXELROD (J. N.): Attitude measures that predict purchase, *Journal of Advertising Research*, Vol. 8, N.° 1, pp. 3-17, Nueva York, marzo de 1968.

[2] JOHNSTON (J.): Econometric methods, Second Edition, *McGraw-Hill*, Nueva York, 1972.

[3] KALWANI (M. U.) y SILK (A. J.): On the reliability and predictive validity of purchase intention measures, *Marketing Science*, Vol. 1, N. 3, pp. 243-286, Providence, R1, verano de 1982.

[4] KMENTA (J.): Elements of econometrics, *Macmillan Publishing Company*, Nueva York, 1971.

[5] MORRISON (D. G.) Purchase intentions and purchase behavior, *Journal of Marketing*, Vol. 43, pp. 65-74, (primavera de 1979).

Bibliografía

BEN-AKIVA (M.) y LERMAN (S. R.): Discrete choice analysis.

DRAPER (N.) y SMITH (H.): Applied regression analysis, Second Edition, *John Wiley & Sons*, Nueva York, 1981.

SECCIÓN 3

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS NECESARIOS EN EXPLOTACIÓN MANUAL

Recomendación E.510 [1]

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS NECESARIOS EN EXPLOTACIÓN MANUAL

1 La calidad de un servicio internacional *rápido* manual se definirá como el porcentaje de peticiones que en el curso de la hora cargada media (definida seguidamente en el § 3) no hayan podido atenderse inmediatamente por no existir circuito libre en la relación considerada.

Por «peticiones inmediatamente atendidas» se entenderá aquellas en que la misma operadora que recibe la llamada establece la comunicación en el término de dos minutos a partir de la recepción de tal llamada, sea quedándose en observación en el haz de circuitos si no encuentra inmediatamente libre un circuito, sea realizando varias tentativas en el transcurso de dicho plazo.

Ulteriormente, convendrá sustituir esta definición por otra basada en la *rapidez media* de establecimiento de las comunicaciones en la hora cargada, es decir, en el tiempo medio transcurrido entre el momento en que la operadora ha terminado de registrar la petición y aquel en el que el abonado deseado se halla en línea o en que la persona que llama recibe la indicación «abonado ocupado», «no contesta», etc. Por ahora, y mientras no existan datos sobre la duración de las operaciones en el servicio internacional europeo, no puede establecerse tal definición.

2 El número de circuitos necesarios en una relación internacional, para obtener un grado de servicio dado, se determinará en función del «tiempo total de ocupación» del haz en la hora cargada.

El tiempo total de ocupación es el producto del número de llamadas en la hora cargada por un factor igual a la suma de la duración media de las conferencias y de la duración media de las operaciones.

Estas duraciones se obtendrán realizando gran número de escuchas en las horas cargadas, previo acuerdo entre las Administraciones interesadas. En caso necesario, las indicaciones inscritas en los tiques podrán servir también para determinar la duración media de las conferencias.

La duración media de las conferencias se obtendrá dividiendo el número total de minutos de conferencia registrados por el número de comunicaciones fructuosas registrado.

La duración media de las operaciones se obtendrá dividiendo el número total de minutos empleados en efectuar dichas operaciones (comprendidas las comunicaciones infructuosas) por el número de comunicaciones fructuosas registrado.

3 El número de llamadas en la hora cargada se determinará, a su vez, por la media de las registradas durante las horas cargadas de cierto número de días cargados del año.

No se considerarán los días de carga excepcional que pueden producirse alrededor de ciertas fiestas, etc., durante los cuales las Administraciones interesadas pondrán en servicio, de ser posible, circuitos suplementarios.

En principio, estas observaciones se harán durante los días laborables de dos semanas consecutivas, es decir, durante diez días laborables consecutivos. Si la curva mensual del tráfico acusa variaciones poco acentuadas, las observaciones se repetirán únicamente dos veces por año; pero si se registran grandes variaciones estacionales, se repetirán tres, cuatro o más veces por año, para que en la media establecida estén considerados todos los periodos característicos de la intensidad de tráfico.

---

[1] Esta Recomendación, que data de la XIII Asamblea Plenaria del CCIF (Londres, 1946), se ha estudiado en substancia en el marco de la Cuestión 13/II durante el periodo 1968-1972, encontrándose que mantiene aún validez.

4 Al tiempo total de ocupación así determinado se añadirá un porcentaje fijado de acuerdo entre las Administraciones interesadas, en vista de las estadísticas de crecimiento del tráfico en los años precedentes, en previsión del probable futuro crecimiento del tráfico y del plazo que habrá de transcurrir entre el momento en que se reconozca la necesidad de nuevos circuitos y el de su entrada en servicio.

5 Al tiempo total de ocupación de los circuitos así obtenido se asignará cierto número de circuitos, según un baremo apropiado (véase el cuadro 1/E.510).

6 Como bases de cálculo mínimas para el servicio telefónico manual internacional se utilizarán los baremos A o B.

El baremo A corresponde a un 30% aproximadamente de llamadas no establecidas al primer intento a causa de ocupación total de los circuitos y a un 20% aproximadamente de llamadas diferidas.

El baremo B corresponde a 7% aproximadamente de llamadas diferidas y se utilizará siempre que sea posible.

En estos baremos no se ha tenido en cuenta la posibilidad de utilizar rutas secundarias que permitan aumentar el tiempo de ocupación admisible, especialmente en los haces pequeños.

CUADRO 1/E.510 –

Baremos de capacidad de los haces de circuitos
(Véase el suplemento N.º 2 al final del presente fascículo)

Número de circuitos	Baremo A		Baremo B	
	Coeficiente de ocupación de los circuitos	Minutos de utilización posible en la hora más cargada	Coeficiente de ocupación de los circuitos	Minutos de utilización posible en la hora más cargada
1	65,0	39	–	–
2	76,7	92	46,6	56
3	83,3	150	56,7	102
4	86,7	208	63,3	152
5	88,6	266	68,3	205
6	90,0	324	72,0	259
7	91,0	382	74,5	313
8	91,7	440	76,5	367
9	92,2	498	78,0	421
10	92,6	556	79,2	475
11	93,0	614	80,1	529
12	93,4	672	81,0	583
13	93,6	730	81,7	637
14	93,9	788	82,3	691
15	94,1	846	82,8	745
16	94,2	904	83,2	799
17	94,3	962	83,6	853
18	94,4	1020	83,9	907
19	94,5	1078	84,2	961
20	94,6	1136	84,6	1015

Nota – Los valores de los baremos A y B pueden extenderse a haces de más de 20 circuitos empleando los valores dados para 20 circuitos.

SECCIÓN 4

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS NECESARIOS EN EXPLOTACIÓN AUTOMÁTICA Y SEMIAUTOMÁTICA

Recomendación E.520

DETERMINACIÓN DEL NÚMERO DE CIRCUITOS NECESARIOS EN EXPLOTACIÓN AUTOMÁTICA Y SEMIAUTOMÁTICA (SIN POSIBILIDAD DE DESBORDAMIENTO)

Esta Recomendación se aplica a los haces de circuitos:
- de explotación automática,
- de explotación semiautomática,
- de explotación automática y semiautomática en un mismo haz de circuitos.

1 Método general

1.1 El CCITT recomienda que el número de circuitos necesarios para un haz se calcule partiendo de cuadros o de curvas basados en la fórmula B de Erlang (véanse los suplementos N.° 1 y N.° 2 al final del presente fascículo relativos a los haces de accesibilidad total). Los métodos recomendados para la determinación del tráfico se describen en la Recomendación E.500.

En *explotación semiautomática*, la probabilidad de pérdida p deberá basarse en un valor del 3% en el curso de la hora cargada media.

En *explotación automática*, la probabilidad de pérdida p deberá basarse en un valor del 1% en el curso de la hora cargada media.

El tráfico semiautomático que se encamine por los mismos circuitos que el tráfico automático se sumará a éste, y para el tráfico total se utilizará el mismo valor del parámetro, $p = 1\%$.

Los valores de 3% y 1% se refieren a la fórmula B de Erlang y a los cuadros y curvas correspondientes. No hay que considerar el valor de 3% como representativo de un determinado grado de servicio, pues en servicio automático se observa un cierto achatamiento de las puntas de tráfico; se indica aquí únicamente para poder determinar el valor del parámetro p (probabilidad de pérdida) que interviene en los cuadros y en las curvas de la fórmula B de Erlang.

1.2 Para asegurar un grado de servicio satisfactorio, tanto para el tráfico en la hora cargada media como para el tráfico en días excepcionalmente cargados, se recomienda aumentar en caso necesario el número de circuitos propuesto, de manera que la probabilidad de pérdida no exceda del 7% en el curso de la hora cargada media correspondiente al tráfico medio calculado para *los cinco días más cargados*, según las especificaciones de la Recomendación E.500.

1.3 Conviene prever cierta flexibilidad en las disposiciones relativas a la probabilidad de pérdida en los *pequeños haces de circuitos intercontinentales de gran longitud* de explotación automática. Se prevé que estos circuitos se exploten bidireccionalmente y se considera que para un servicio automático un haz de seis circuitos constituye un mínimo razonable. En el anexo A se incluye un cuadro que tiene en cuenta esta flexibilidad, basado en una probabilidad de pérdida del 3% para seis circuitos, con una progresión regular hasta un 1% para 20 circuitos. No se modifican las disposiciones generales relativas a los días excepcionalmente cargados.

En los casos excepcionales en que se utilicen en explotación automática haces muy reducidos (de menos de seis circuitos intercontinentales), el cálculo del número de circuitos del haz se basará en una probabilidad de pérdida del 3%.

2 Diferencias de hora

Es probable que las diferencias de hora entre los dos extremos de un circuito internacional sean mayores que entre los de circuitos continentales. Si se quieren tener en cuenta estas diferencias en los haces que comprendan circuitos en ambos sentidos, conviene obtener datos sobre la intensidad del tráfico durante la hora cargada media común y durante las horas medias en cada sentido de transmisión.

Es posible que en ciertos casos pueda aceptarse tráfico de desbordamiento sin necesidad de aumentar el número de circuitos, aun cuando, como es natural, este tipo de tráfico sea tráfico de cresta. Este caso puede presentarse si durante la hora cargada media del haz final de circuitos no hay desbordamiento proveniente de haces de circuitos de gran utilización.

3 Circuitos en ambos sentidos

3.1 Con los circuitos en ambos sentidos se corre el riesgo de toma simultánea en los dos extremos; este fenómeno tiende a manifestarse más en los circuitos con largos tiempos de propagación. Conviene prever el orden de elección en los dos extremos, con objeto de que las tomas simultáneas sólo puedan producirse cuando no haya más que un circuito libre.

Si todos los circuitos de un haz se explotan bidireccionalmente, siendo diferentes las horas cargadas medias en cada sentido de transmisión, la intensidad total del tráfico del haz en la hora cargada media puede no ser la suma de las intensidades de tráfico en cada sentido en sus respectivas horas cargadas medias. Además, estas diferencias entre las horas cargadas medias en cada sentido pueden variar según la estación del año. No obstante, los métodos actuales de medida del tráfico permiten determinar su intensidad durante la hora cargada media para el tráfico total.

3.2 Algunos haces de circuitos intercontinentales pueden comprender circuitos en un solo sentido y circuitos en ambos sentidos. En todos los casos, se recomienda utilizar los primeros, si están libres, y no los segundos. El número de circuitos que han de preverse depende del tráfico en un sentido y del tráfico total.

El tráfico total se determinará:

a) para el tráfico cursado en cada sentido, y

b) en uno y otro sentido.

Esta determinación deberá hacerse para la hora u horas cargadas correspondientes a los casos a) y b) precedentes.

Cuando el número de circuitos en un solo sentido para cada sentido de transmisión sea aproximadamente el mismo, no será necesario aplicar métodos especiales y los cálculos podrán efectuarse como en el caso de un «grading» simple con dos haces de circuitos [1].

Si hay una diferencia notable de circuitos en un solo sentido entre uno y otro sentidos de transmisión, puede ser necesario aplicar ciertas correcciones para tener en cuenta las diferencias de intensidad de los tráficos de naturaleza aleatoria que, provenientes de los dos haces anteriores, desbordan en el haz en ambos sentidos. En la Recomendación E.521, se mencionan los métodos generales aplicados para tratar estos casos.

ANEXO A

(a la Recomendación E.520)

El cuadro A-1/E.520 puede aplicarse a pequeños haces de circuitos intercontinentales de gran longitud. Los valores indicados en la columna (2) son adecuados para el tráfico aleatorio ofrecido con accesibilidad total.

El cuadro está basado en una probabilidad de pérdida del 1% para 20 circuitos, probabilidad que aumenta regularmente hasta el 2% para nueve circuitos, y hasta el 3% para seis circuitos. (Las probabilidades de pérdida para estos tres valores se han calculado según la fórmula de Erlang: véase el suplemento N.° 1.) Los valores de intensidad de tráfico obtenidos por interpolación coinciden aproximadamente con los que se pueden determinar aplicando la teoría de la igualdad de la utilidad marginal, es decir, con un coeficiente de mejora de 0,05 erlangs por cada circuito adicional.

Para los haces que han de tener más de 20 circuitos, conviene utilizar el cuadro mencionado en el suplemento N.° 1, aplicando una probabilidad de pérdida del 1%.

CUADRO A-1/E.520

Número de circuitos	Intensidad del tráfico (en erlangs)		
	Ofrecido	Cursado	Afectado por la congestión
(1)	(2)	(3)	(4)
6	2,54	2,47	0,08
7	3,13	3,05	0,09
8	3,73	3,65	0,09
9	4,35	4,26	0,09
10	4,99	4,90	0,09
11	5,64	5,55	0,10
12	6,31	6,21	0,10
13	6,99	6,88	0,10
14	7,67	7,57	0,10
15	8,37	8,27	0,11
16	9,08	8,96	0,11
17	9,81	9,69	0,11
18	10,54	10,42	0,11
19	11,28	11,16	0,12
20	12,03	11,91	0,12

Referencias

[1] TÅNGE (I.): Optimal Use of Both-Way Circuits in Cases of Unlimited Availability, *TELE*, N.º 1, 1956 (edición inglesa).

Recomendación E.521

CÁLCULO DEL NÚMERO DE CIRCUITOS DE UN HAZ UTILIZADO PARA CURSAR EL TRÁFICO DE DESBORDAMIENTO

El cálculo del número de circuitos de los haces por los que se curse tráfico de desbordamiento debiera hacerse a base de la presente Recomendación y de la Recomendación E.522, relativa a los haces de gran utilización.

El objetivo para el grado de servicio utilizado, es aquel en que el bloqueo medio durante la hora cargada de los 30 días más cargados del año no rebasa el 1%.

Para determinar el número de circuitos de un haz utilizado para cursar el tráfico de desbordamiento se requieren tres parámetros del tráfico: el promedio de tráfico ofrecido al haz, el factor ponderado de irregularidad, y el nivel de las variaciones del tráfico de un día para otro.

El nivel de las variaciones del tráfico de un día para otro indica el grado en que el tráfico de la hora cargada diaria difiere del tráfico global medio, y se determina mediante la varianza de las muestras del tráfico de las 30 horas cargadas.

El factor de irregularidad indica el grado en que la variabilidad del tráfico difiere de un tráfico de carácter puramente aleatorio en una sola hora; en términos estadísticos, se trata de la relación varianza/media de la distribución del tráfico ofrecido simultáneamente en desbordamiento.

1 Determinación del nivel de las variaciones del tráfico de un día para otro

Sean M_1, M_2, ..., M_{30} los 30 valores considerados del tráfico en la hora cargada, ofrecido al haz de última elección. Se determina el valor medio del tráfico diario mediante:

$$M = \frac{1}{30} \sum_{j=1}^{30} M_j$$

Determínese la varianza de las muestras V_d de tráfico diario mediante:

$$V_d = \frac{1}{29} \sum_{j=1}^{30} (M_j - M)^2$$

Determínese el punto (M, V_d) en la figura 1/E.521; M en el eje horizontal, y V_d en el vertical.

i) Si el punto (M, V_d) se encuentra por debajo de la curva inferior, el nivel de la variación es *nulo.*

ii) Si el punto se encuentra entre las dos curvas inferiores, el nivel de la variación es *bajo.*

iii) Si el punto se encuentra entre las dos curvas superiores, el nivel de la variación es *mediano.*

iv) Si el punto se encuentra por encima de la curva superior, el nivel de la variación es *alto.*

Procedimientos sustitutivos: Si no se dispone de los datos para el cómputo de la varianza V_d deben aplicarse las siguientes directrices:

a) Si la proporción del tráfico ofrecido al haz final, en desbordamiento de otros haces, no rebasa el 25%, se supone que el nivel de la variación de un día para otro es bajo.

b) En los otros casos, se supone un nivel de variación medio.

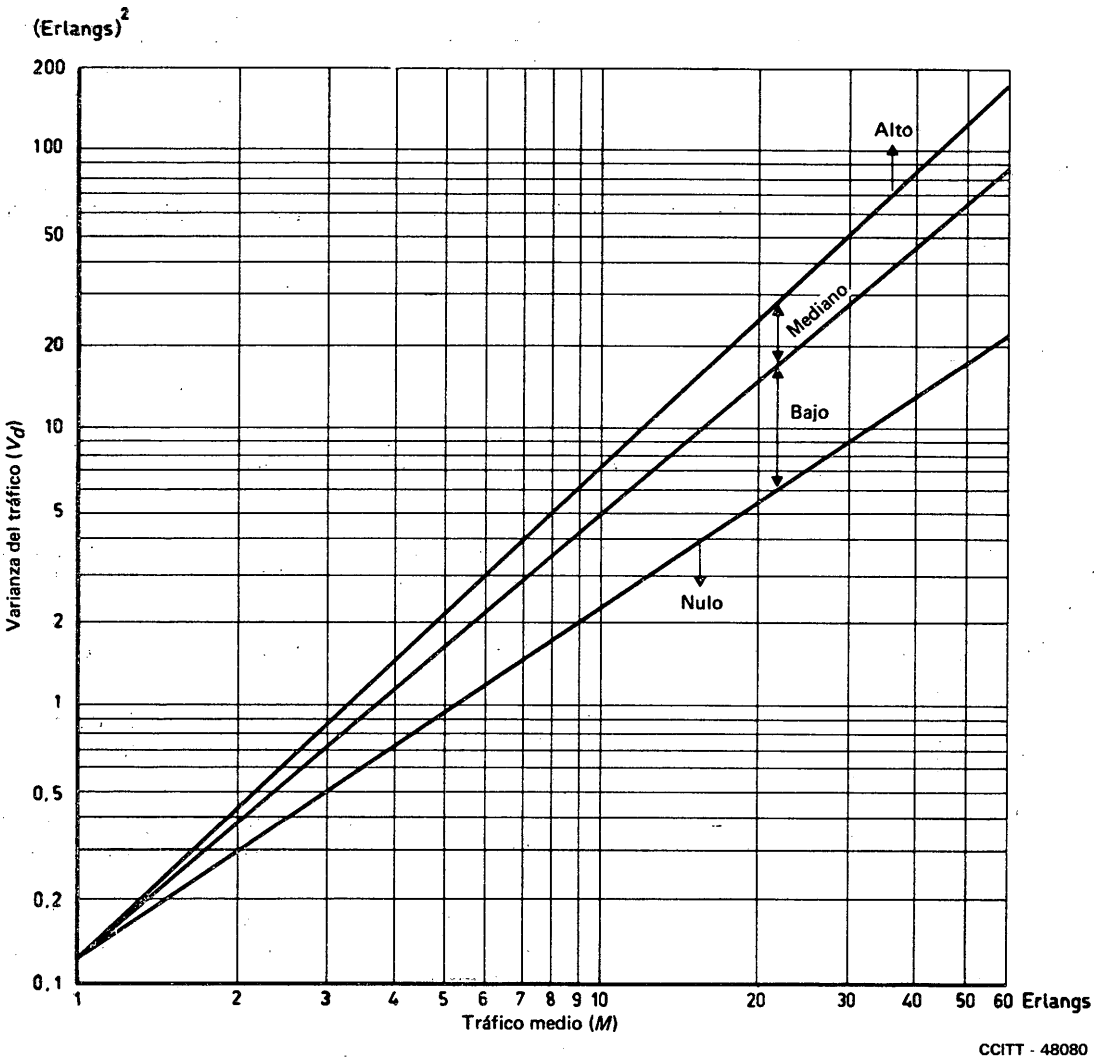


FIGURA 1/E.521

Determinación del nivel de la variación del tráfico de un día para otro

2 Determinación del factor de irregularidad z

Los factores de irregularidad dependen esencialmente del número de circuitos de gran utilización a los que tiene acceso el tráfico aleatorio. Cuando el número de dichos circuitos de gran utilización no es superior a 30, la irregularidad real del tráfico de desbordamiento de un haz de gran utilización será sólo ligeramente inferior a los valores máximos de irregularidad[1), 2)]. Estos valores máximos se indican en el cuadro 1/E.521.

CUADRO 1/E.521

Factor de irregularidad máxima z_i

Número de circuitos de gran utilización (n_i)	Factor de irregularidad (z_i)	Número de circuitos de gran utilización (n_i)	Factor de irregularidad (z_i)
1	1,17	16	2,44
2	1,31	17	2,49
3	1,43	18	2,55
4	1,54	19	2,61
5	1,64	20	2,66
6	1,73	21	2,71
7	1,82	22	2,76
8	1,90	23	2,81
9	1,98	24	2,86
10	2,05	25	2,91
11	2,12	26	2,96
12	2,19	27	3,00
13	2,26	28	3,05
14	2,32	29	3,09
15	2,38	30	3,14

Para más de 30 circuitos, el factor de irregularidad del tráfico que se desborda de un haz de gran utilización i de n_i circuitos viene dado por:

$$z_i = 1 - \beta_i + \frac{A_i}{n_i + 1 + \beta_i - A_i}$$

donde

A_i es el tráfico medio (aleatorio) ofrecido a los n_i circuitos y

β_i es el tráfico de desbordamiento. El tráfico de desbordamiento se calcula empleando la fórmula clásica de comunicaciones perdidas de Erlang $E_{1,\,n_i}(A_i)$:

$$\beta_i = A_i E_{1,\,n_i}(A_i).$$

El valor medio ponderado del factor de irregularidad z se calcula entonces a partir de la siguiente expresión:

$$z = \frac{\sum_{i=1}^{h} \beta_i z_i}{\sum_{i=1}^{h} \beta_i}$$

para los h elementos de tráfico ofrecido al haz final.

Debe tenerse en cuenta que para el tráfico ofrecido directamente al haz final, el factor de irregularidad es $z_i = 1$.

---

1) Los cuadros que indican:
- la media exacta del tráfico de desbordamiento,
- la diferencia entre la varianza y la media del tráfico de desbordamiento

se han publicado en el documento citado en [1].

2) Las curvas que indican la media exacta y la varianza del tráfico de desbordamiento están representadas en [2] en [3] y [4].

3 Determinación del tráfico medio ofrecido al haz final y del número de circuitos necesarios

3.1 Para planificar las necesidades futuras de las redes, el tráfico de desbordamiento hacia un haz final se puede determinar, en teoría, a base de las previsiones de los tráficos ofrecidos a los haces de gran utilización.

El tráfico medio de desbordamiento hacia el haz final desde un haz de gran utilización se determina en dos etapas:

i) el valor medio del tráfico de desbordamiento en una sola hora β_i que desborda n_i circuitos, viene dado, como ya queda indicado por:

$$\beta_i = A_i E_{i,\, n_i}(A_i),$$

donde A_i es la previsión del tráfico ofrecido al haz i de gran utilización;

ii) el valor medio del tráfico de desbordamiento $\bar{\beta}_i$ que desborda n_i circuitos se determina seguidamente ajustando el tráfico β_i de una sola hora para tener en cuenta el efecto de las variaciones del tráfico de un día para otro.

$$\bar{\beta}_i = r_i \beta_i.$$

El factor de ajuste r_i figura en el cuadro 2/E.521 y es función:

- del tráfico ofrecido A_i,
- del tráfico $A_i E_{i,\, n_i - 1}(A_i) - \beta_i$ cursado por el último circuito de un haz i, y
- del nivel de un día para otro del tráfico ofrecido al haz i de gran utilización.

Este nivel puede determinarse sirviéndose del método descrito en el § 1, pero aplicándolo a las mediciones del tráfico ofrecido al haz de gran utilización. De no disponerse de dichas mediciones, se puede utilizar un nivel *mediano.*

El tráfico medio ofrecido al haz final será entonces la suma de todos los $\bar{\beta}_i$ en los h elementos de tráfico:

$$M = \sum_{i=1}^{h} \bar{\beta}_i$$

Se puede considerar que el nivel de las variaciones del tráfico de un día para otro en el haz final será constante a lo largo del periodo de las previsiones.

Utilizando el nivel de la variación de tráfico de un día para otro determinado en el § 1 para el haz final y el factor de irregularidad del § 2, se emplea el cuadro apropiado, elegido entre los cuadros 3/E.521 a 6/E.521, para obtener el número de circuitos necesarios.

Nota 1 – Este método de cálculo del tráfico medio ofrecido al haz final sólo es válido si es insignificante el tráfico de desbordamiento debido al bloqueo producido en la central a causa de tentativas para conectar con el haz de gran utilización.

Nota 2 – El cuadro 3/E.521 difiere ligeramente de los anteriores cuadros publicados por el CCITT, si bien en él no se han previsto las variaciones de un día para otro. En el nuevo cuadro se tiene en cuenta la desviación sistemática en el procedimiento de medida, que está basado en un periodo de tiempo finito (1 hora), en vez de estarlo en un periodo de tiempo infinito como en el cuadro anterior [5].

Nota 3 – Los cuadros 4/E.521, 5/E.521 y 6/E.521 están basados en el cálculo del bloqueo medio a partir de la fórmula:

$$\bar{\beta} = \int B(m)\, f(m) dm,$$

donde

$B(m)$ es el bloqueo previsto para una sola hora, y

$f(m)$ es la distribución de la densidad del tráfico diario (m), suponiéndose una distribución de Pearson de Tipo III:

$$\left[f(m) = \frac{(M/V)^{(M^2/V_d)}}{\gamma^{(M^2/V^d)}}\, m^{[(M^2/V_d) - 1]}\, e^{-M_m/V_d} \right]$$

M y V_d son la varianza media y la varianza de un día para otro del tráfico calculado [5] en el § 1.

CUADRO 2/E.521

Ajuste del desbordamiento para haces de circuitos de gran utilización
Factor r_i

Tráfico ofrecido A_i	Tráfico del haz precedente														
	Variación baja de un día para otro					Variación mediana de un día para otro					Variación alta de un día para otro				
	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6	0,25	0,3	0,4	0,5	0,6
3	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
5	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0
7	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1
10	1,1	1,1	1,1	1,0	1,0	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1
15	1,2	1,1	1,1	1,1	1,0	1,5	1,4	1,2	1,2	1,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1
20	1,2	1,2	1,1	1,1	1,0	1,6	1,5	1,3	1,2	1,1	2,0	1,8	1,5	1,3	1,2
25	1,3	1,2	1,2	1,1	1,1	1,8	1,6	1,4	1,3	1,1	2,3	2,0	1,7	1,4	1,2
30	1,3	1,3	1,2	1,1	1,1	1,8	1,7	1,4	1,3	1,2	2,4	2,1	1,7	1,5	1,3

CUADRO 3/E.521

Capacidad, en erlangs, para una sola hora, en función del número de circuitos y del factor de irregularidad

Parámetros: – bloqueo 0,01;
– *sin* variación de un día para otro;
– valores medios ponderados del factor de irregularidad.

Número de circuitos necesarios	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0
1	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,53	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,94	0,69	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1,42	1,14	0,89	0,67	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	1,97	1,64	1,36	1,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	2,56	2,19	1,86	1,58	1,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	3,19	2,81	2,44	2,11	1,81	1,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	3,83	3,42	3,03	2,67	2,36	2,03	1,75	1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	4,53	4,08	3,67	3,28	2,92	2,58	2,28	2,00	1,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	5,22	4,75	4,31	3,89	3,53	3,17	2,83	2,53	2,25	1,97	0,0	0,0	0,0	0,0
12	5,94	5,44	4,97	4,56	4,14	3,78	3,42	3,08	2,78	2,47	2,22	0,0	0,0	0,0
13	6,67	6,14	5,64	5,19	4,81	4,39	4,03	3,67	3,33	3,03	2,72	0,0	0,0	0,0
14	7,42	6,86	6,36	5,89	5,44	5,03	4,67	4,28	3,94	3,61	3,28	2,69	0,0	0,0
15	8,17	7,58	7,06	6,58	6,11	5,69	5,31	4,92	4,56	4,19	3,86	3,22	0,0	0,0
16	8,94	8,33	7,78	7,28	6,81	6,36	5,94	5,56	5,17	4,81	4,44	3,81	3,19	0,0
17	9,72	9,08	8,50	8,00	7,50	7,06	6,61	6,19	5,81	5,42	5,06	4,39	3,75	3,44
18	10,50	9,83	9,25	8,72	8,22	7,75	7,31	6,86	6,44	6,06	5,69	4,97	4,31	4,00
19	11,31	10,61	10,00	9,44	8,92	8,44	7,97	7,53	7,11	6,72	6,33	5,58	4,89	4,58
20	12,08	11,39	10,78	10,19	9,67	9,14	8,67	8,22	7,81	7,39	6,97	6,22	5,50	5,17
21	12,89	12,19	11,53	10,94	10,39	9,86	9,39	8,92	8,47	8,06	7,64	6,86	6,11	5,78
22	13,72	13,00	12,31	11,69	11,14	10,61	10,08	9,61	9,17	8,72	8,31	7,50	6,75	6,39
23	14,53	13,78	13,08	12,47	11,89	11,36	10,81	10,33	9,86	9,42	8,97	8,17	7,39	7,00
24	15,36	14,58	13,89	13,22	12,64	12,08	11,56	11,03	10,56	10,11	9,67	8,83	8,03	7,64
25	16,19	15,39	14,67	14,00	13,39	12,83	12,28	11,78	11,28	10,81	10,36	9,50	8,69	8,31
26	17,03	16,22	15,47	14,81	14,17	13,58	13,03	12,50	12,00	11,53	11,06	10,19	9,36	8,94
27	17,86	17,03	16,28	15,58	14,94	14,33	13,78	13,22	12,72	12,22	11,75	10,86	10,03	9,61
28	18,69	17,86	17,08	16,36	15,72	15,11	14,53	13,97	13,44	12,94	12,47	11,56	10,69	10,28
29	19,56	18,69	17,89	17,17	16,50	15,86	15,28	14,72	14,19	13,67	13,19	12,28	11,39	10,94
30	20,39	19,53	18,72	17,97	17,28	16,64	16,06	15,47	14,92	14,42	13,92	12,97	12,08	11,64
31	21,25	20,36	19,53	18,78	18,08	17,42	16,81	16,22	15,67	15,14	14,64	13,69	12,78	12,33
32	22,11	21,19	20,36	19,58	18,89	18,22	17,58	17,00	16,42	15,89	15,36	14,39	13,47	13,03
33	22,97	22,06	21,19	20,39	19,67	19,00	18,36	17,75	17,19	16,64	16,11	15,11	14,17	13,72
34	23,83	22,89	22,00	21,22	20,47	19,81	19,14	18,53	17,94	17,39	16,86	15,86	14,89	14,42
35	24,69	23,75	22,83	22,03	21,28	20,58	19,92	19,31	18,69	18,14	17,61	16,58	15,61	15,14
36	25,58	24,58	23,69	22,86	22,11	21,39	20,72	20,08	19,47	18,89	18,36	17,31	16,31	15,83
37	26,44	25,44	24,53	23,69	22,92	22,19	21,50	20,86	20,25	19,67	19,11	18,06	17,06	16,56
38	27,31	26,31	25,36	24,53	23,72	23,00	22,31	21,64	21,03	20,44	19,86	18,81	17,78	17,28
39	28,19	27,17	26,22	25,36	24,56	23,81	23,11	22,44	21,81	21,19	20,64	19,53	18,50	18,00
40	29,08	28,03	27,06	26,19	25,39	24,61	23,89	23,22	22,58	21,97	21,39	20,28	19,25	18,72
41	29,94	28,89	27,92	27,03	26,19	25,44	24,69	24,03	23,36	22,75	22,17	21,06	19,97	19,47
42	30,83	29,75	28,78	27,86	27,03	26,25	25,53	24,81	24,17	23,53	22,94	21,81	20,72	20,19
43	31,72	30,64	29,61	28,72	27,86	27,08	26,33	25,61	24,94	24,31	23,69	22,56	21,47	20,94
44	32,61	31,50	30,47	29,56	28,69	27,89	27,14	26,42	25,75	25,11	24,50	23,33	22,22	21,69
45	33,50	32,39	31,33	30,42	29,53	28,72	27,94	27,22	26,56	25,89	25,28	24,08	22,97	22,42
46	34,39	33,25	32,19	31,25	30,39	29,56	28,78	28,03	27,33	26,69	26,06	24,86	23,72	23,17
47	35,28	34,14	33,08	32,11	31,22	30,39	29,58	28,86	28,14	27,47	26,83	25,64	24,47	23,92
48	36,17	35,00	33,94	32,97	32,06	31,22	30,42	29,67	28,94	28,28	27,64	26,42	25,25	24,69
49	37,06	35,89	34,81	33,81	32,92	32,06	31,25	30,47	29,75	29,08	28,42	27,19	26,00	25,44
50	37,97	36,78	35,67	34,67	33,75	32,89	32,08	31,31	30,58	29,89	29,22	27,97	26,78	26,19

CUADRO 4/E.521

Capacidad, en erlangs, para una sola hora, en función del número de circuitos y del factor de irregularidad

Parámetros: – bloqueo 0,01;
– variación de un día para otro *baja*;
– valores medios ponderados del factor de irregularidad.

Número de circuitos necesarios	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0
1	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,53	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,94	0,69	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1,39	1,14	0,89	0,67	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	1,89	1,64	1,36	1,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	2,44	2,14	1,86	1,58	1,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	3,03	2,69	2,42	2,11	1,81	1,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	3,64	3,28	2,97	2,67	2,36	2,03	1,75	1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	4,25	3,89	3,56	3,22	2,92	2,58	2,28	2,00	1,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4,92	4,53	4,17	3,83	3,50	3,17	2,83	2,53	2,25	1,97	0,0	0,0	0,0	0,0
12	5,58	5,17	4,78	4,44	4,08	3,78	3,42	3,08	2,78	2,47	2,22	0,0	0,0	0,0
13	6,25	5,81	5,42	5,06	4,69	4,36	4,03	3,67	3,33	3,03	2,72	0,0	0,0	0,0
14	6,94	6,50	6,08	5,69	5,33	4,97	4,64	4,28	3,94	3,61	3,28	2,69	0,0	0,0
15	7,64	7,17	6,75	6,33	5,97	5,61	5,25	4,92	4,56	4,19	3,86	3,22	0,0	0,0
16	8,33	7,86	7,42	7,00	6,61	6,25	5,89	5,53	5,17	4,81	4,44	3,81	3,19	0,0
17	9,06	8,56	8,11	7,67	7,28	6,89	6,53	6,17	5,81	5,42	5,06	4,39	3,75	3,44
18	9,81	9,28	8,81	8,36	7,94	7,56	7,17	6,81	6,44	6,06	5,69	4,97	4,31	4,00
19	10,53	10,00	9,50	9,06	8,61	8,22	7,83	7,44	7,08	6,72	6,33	5,58	4,89	4,58
20	11,28	10,72	10,22	9,75	9,31	8,89	8,50	8,11	7,72	7,36	6,97	6,22	5,50	5,17
21	12,03	11,44	10,94	10,44	10,00	9,56	9,17	8,78	8,39	8,03	7,64	6,86	6,11	5,78
22	12,78	12,19	11,67	11,17	10,69	10,25	9,83	9,44	9,06	8,67	8,31	7,56	6,75	6,39
23	13,53	12,94	12,39	11,89	11,42	10,94	10,53	10,11	9,72	9,33	8,94	8,19	7,39	7,00
24	14,31	13,69	13,14	12,61	12,11	11,67	11,22	10,81	10,39	10,00	9,61	8,86	8,03	7,64
25	15,08	14,44	13,86	13,33	12,83	12,36	11,92	11,50	11,08	10,67	10,28	9,50	8,67	8,31
26	15,86	15,22	14,61	14,08	13,56	13,08	12,61	12,19	11,75	11,36	10,94	10,17	9,33	8,94
27	16,64	15,97	15,36	14,81	14,28	13,81	13,33	12,89	12,44	12,03	11,64	10,83	10,00	9,61
28	17,42	16,75	16,14	15,56	15,03	14,53	14,06	13,58	13,14	12,72	12,31	11,50	10,67	10,28
29	18,22	17,53	16,89	16,31	15,78	15,25	14,78	14,31	13,86	13,42	13,00	12,19	11,36	10,94
30	19,00	18,31	17,67	17,06	16,50	16,00	15,50	15,03	14,56	14,11	13,69	12,86	12,06	11,64
31	19,81	19,08	18,44	17,83	17,25	16,72	16,22	15,72	15,28	14,83	14,39	13,56	12,75	12,33
32	20,61	19,89	19,19	18,58	18,00	17,47	16,94	16,47	16,00	15,53	15,11	14,25	13,44	13,03
33	21,39	20,67	19,97	19,36	18,78	18,22	17,69	17,19	16,72	16,25	15,81	14,94	14,14	13,72
34	22,22	21,47	20,75	20,11	19,53	18,97	18,42	17,92	17,44	16,97	16,53	15,67	14,83	14,42
35	23,03	22,25	21,56	20,89	20,28	19,72	19,17	18,67	18,17	17,69	17,22	16,36	15,56	15,11
36	23,83	23,06	22,33	21,67	21,06	20,47	19,92	19,39	18,89	18,42	17,94	17,08	16,25	15,81
37	24,64	23,86	23,14	22,44	21,83	21,25	20,67	20,14	19,64	19,14	18,67	17,78	16,94	16,50
38	25,47	24,67	23,92	23,25	22,61	22,00	21,44	20,89	20,36	19,89	19,42	18,50	17,64	17,19
39	26,28	25,47	24,72	24,03	23,39	22,78	22,19	21,64	21,11	20,61	20,14	19,22	18,33	17,89
40	27,11	26,28	25,53	24,81	24,17	23,53	22,94	22,39	21,86	21,36	20,86	19,94	19,06	18,61
41	27,92	27,08	26,31	25,61	24,94	24,31	23,72	23,14	22,61	22,11	21,61	20,67	19,78	19,31
42	28,75	27,92	27,11	26,39	25,72	25,08	24,47	23,92	23,36	22,83	22,33	21,39	20,47	20,03
43	29,58	28,72	27,92	27,19	26,50	25,86	25,25	24,67	24,11	23,58	23,08	22,11	21,19	20,75
44	30,42	29,56	28,75	28,00	27,31	26,64	26,03	25,44	24,89	24,33	23,83	22,86	21,92	21,44
45	31,25	30,36	29,56	28,81	28,08	27,44	26,81	26,22	25,64	25,11	24,58	23,58	22,64	22,17
46	32,08	31,19	30,36	29,61	28,89	28,22	27,58	26,97	26,42	25,86	25,33	24,33	23,36	22,89
47	32,92	32,03	31,17	30,42	29,69	29,00	28,36	27,75	27,17	26,61	26,08	25,06	24,11	23,64
48	33,75	32,83	32,00	31,22	30,47	29,81	29,14	28,53	27,94	27,39	26,83	25,81	24,83	24,36
49	34,58	33,67	32,81	32,03	31,28	30,58	29,94	29,31	28,72	28,14	27,58	26,56	25,56	25,08
50	35,44	34,50	33,64	32,83	32,08	31,39	30,72	30,08	29,50	28,92	28,36	27,31	26,31	25,83

CUADRO 5/E.521

Capacidad, en erlangs, para una sola hora, en función del número de circuitos y del factor de irregularidad

Parámetros: – bloqueo 0,01;
– variación de un día para otro *mediana*;
– valores medios ponderados del factor de irregularidad.

Número de circuitos necesarios	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0
1	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,53	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,94	0,69	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1,39	1,14	0,89	0,67	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	1,86	1,61	1,36	1,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	2,39	2,11	1,83	1,58	1,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	2,94	2,64	2,36	2,08	1,81	1,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	3,53	3,19	2,89	2,61	2,33	2,03	1,75	1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	4,11	3,78	3,47	3,17	2,86	2,58	2,28	2,00	1,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4,72	4,39	4,03	3,72	3,42	3,14	2,83	2,53	2,25	1,97	0,0	0,0	0,0	0,0
12	5,36	4,97	4,64	4,31	4,00	3,69	3,39	3,08	2,78	2,47	2,22	0,0	0,0	0,0
13	6,00	5,61	5,25	4,89	4,56	4,25	3,94	3,67	3,33	3,03	2,72	0,0	0,0	0,0
14	6,64	6,22	5,86	5,50	5,17	4,83	4,53	4,22	3,92	3,61	3,28	2,69	0,0	0,0
15	7,31	6,89	6,47	6,11	5,78	5,42	5,11	4,78	4,47	4,19	3,86	3,22	0,0	0,0
16	7,97	7,53	7,11	6,75	6,39	6,03	5,69	5,39	5,06	4,75	4,44	3,81	3,19	0,0
17	8,64	8,19	7,78	7,36	7,00	6,64	6,31	5,97	5,64	5,33	5,03	4,39	3,75	3,44
18	9,33	8,86	8,42	8,03	7,64	7,28	6,92	6,58	6,25	5,92	5,61	4,97	4,31	4,00
19	10,03	9,53	9,08	8,67	8,28	7,89	7,53	7,19	6,86	6,53	6,19	5,58	4,89	4,58
20	10,69	10,19	9,75	9,33	8,92	8,53	8,17	7,81	7,47	7,14	6,81	6,17	5,50	5,17
21	11,42	10,89	10,42	9,97	9,56	9,17	8,81	8,44	8,08	7,75	7,42	6,75	6,11	5,78
22	12,11	11,58	11,11	10,64	10,22	9,83	9,44	9,06	8,69	8,36	8,03	7,36	6,72	6,39
23	12,83	12,28	11,78	11,33	10,89	10,47	10,08	9,69	9,33	8,97	8,64	7,97	7,33	7,00
24	13,53	13,00	12,47	12,00	11,56	11,14	10,72	10,36	9,97	9,61	9,25	8,58	7,94	7,61
25	14,25	13,69	13,17	12,69	12,25	11,81	11,39	11,00	10,61	10,25	9,89	9,19	8,56	9,19
26	14,97	14,42	13,86	13,39	12,92	12,47	12,06	11,64	11,28	10,89	10,53	9,83	9,17	8,81
27	15,69	15,11	14,58	14,08	13,61	13,14	12,72	12,31	11,92	11,53	11,17	10,44	9,78	9,42
28	16,44	15,83	15,28	14,78	14,28	13,83	13,39	12,97	12,58	12,19	11,81	11,08	10,39	10,06
29	17,17	16,56	16,00	15,47	14,97	14,53	14,08	13,64	13,25	12,83	12,47	11,72	11,03	10,67
30	17,92	17,28	16,72	16,17	15,67	15,19	14,75	14,31	13,92	13,50	13,11	12,36	11,64	11,31
31	18,64	18,03	17,42	16,89	16,39	15,89	15,44	15,00	14,58	14,17	13,78	13,03	12,28	11,94
32	19,39	18,75	18,14	17,58	17,08	16,58	16,11	15,67	15,25	14,83	14,44	13,67	12,92	12,56
33	20,14	19,47	18,86	18,31	17,78	17,28	16,81	16,36	15,92	15,50	15,11	14,33	13,58	13,19
34	20,89	20,22	19,61	19,03	18,50	18,00	17,50	17,06	16,61	16,17	15,78	14,97	14,22	13,86
35	21,64	20,97	20,33	19,75	19,22	18,69	18,19	17,75	17,28	16,86	16,44	15,64	14,86	14,50
36	22,39	21,69	21,06	20,47	19,92	19,42	18,92	18,44	17,97	17,53	17,11	16,31	15,53	15,14
37	23,14	22,44	21,81	21,19	20,64	20,11	19,61	19,14	18,67	18,22	17,81	16,97	16,19	15,81
38	23,89	23,19	22,53	21,94	21,36	20,83	20,31	19,83	19,36	18,92	18,47	17,64	16,86	16,47
39	24,64	23,94	23,28	22,67	22,08	21,56	21,03	20,53	20,06	19,61	19,17	18,33	17,53	17,11
40	25,42	24,69	24,03	23,39	22,81	22,25	21,75	21,25	20,75	20,31	19,86	19,00	18,19	17,78
41	26,17	25,44	24,78	24,14	23,56	22,97	22,44	21,94	21,47	21,00	20,56	19,69	18,86	18,44
42	26,94	26,19	25,50	24,86	24,28	23,72	23,17	22,67	22,17	21,69	21,25	20,36	19,53	19,11
43	27,72	26,97	26,25	25,61	25,00	24,44	23,89	23,36	22,86	22,39	21,94	21,06	20,19	19,81
44	28,47	27,72	27,00	26,36	25,75	25,17	24,61	24,08	23,58	23,08	22,64	21,75	20,89	20,47
45	29,25	28,47	27,78	27,11	26,47	25,89	25,33	24,81	24,31	23,81	23,33	22,44	21,56	21,14
46	30,03	29,25	28,53	27,86	27,22	26,64	26,06	25,53	25,00	24,50	24,03	23,14	22,25	21,83
47	30,81	30,00	29,28	28,61	27,97	27,36	26,78	26,25	25,72	25,22	24,75	23,83	22,94	22,50
48	31,58	30,78	30,03	29,36	28,72	28,11	27,53	26,97	26,44	25,94	25,44	24,53	23,64	23,19
49	32,36	31,56	30,81	30,11	29,44	28,83	28,25	27,69	27,17	26,64	26,17	25,22	24,33	23,89
50	33,14	32,31	31,56	30,86	30,19	29,58	29,00	28,42	27,89	27,36	26,86	25,92	25,03	24,58

CUADRO 6/E.521

Capacidad, en erlangs, para una sola hora, en función del número de circuitos y del factor de irregularidad

Parámetros: – bloqueo 0,01;
– variación de un día para otro *alta*;
– valores medios ponderados del factor de irregularidad.

Número de circuitos necesarios	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,4	3,8	4,0
1	0,06	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
2	0,22	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
3	0,53	0,33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4	0,94	0,69	0,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
5	1,36	1,14	0,89	0,67	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
6	1,86	1,61	1,36	1,08	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
7	2,36	2,08	1,83	1,58	1,31	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
8	2,89	2,61	2,33	2,06	1,81	1,53	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
9	3,44	3,14	2,86	2,58	2,31	2,03	1,75	1,50	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10	4,03	3,69	3,39	3,11	2,83	2,56	2,28	2,00	1,75	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11	4,61	4,25	3,94	3,64	3,36	3,08	2,81	2,53	2,25	1,97	0,0	0,0	0,0	0,0
12	5,19	4,83	4,50	4,19	3,89	3,61	3,33	3,06	2,78	2,47	2,22	0,0	0,0	0,0
13	5,81	5,42	5,08	4,78	4,44	4,17	3,86	3,58	3,31	3,03	2,72	0,0	0,0	0,0
14	6,42	6,03	5,67	5,33	5,03	4,72	4,42	4,14	3,83	3,58	3,28	2,69	0,0	0,0
15	7,03	6,64	6,28	5,92	5,61	5,28	4,97	4,69	4,39	4,11	3,83	3,22	0,0	0,0
16	7,67	7,25	6,86	6,53	6,19	5,86	5,56	5,25	4,94	4,67	4,36	3,81	3,19	0,0
17	8,31	7,86	7,47	7,11	6,78	6,44	6,11	5,81	5,50	5,22	4,92	4,36	3,75	3,44
18	8,94	8,50	8,11	7,72	7,36	7,03	6,69	6,39	6,08	5,78	5,47	4,89	4,31	4,00
19	9,58	9,14	8,72	8,33	7,97	7,64	7,31	6,97	6,64	6,33	6,03	5,44	4,89	4,58
20	10,22	9,78	9,36	8,94	8,58	8,22	7,89	7,56	7,22	6,92	6,61	6,00	5,44	5,14
21	10,89	10,42	9,97	9,58	9,19	8,83	8,50	8,14	7,83	7,50	7,19	6,58	6,00	5,69
22	11,53	11,06	10,61	10,22	9,83	9,44	9,08	8,75	8,42	8,08	7,78	7,17	6,56	6,25
23	12,19	11,72	11,28	10,83	10,44	10,06	9,69	9,36	9,00	8,67	8,36	7,72	7,14	6,83
24	12,86	12,36	11,92	11,47	11,08	10,69	10,31	9,94	9,61	9,28	8,94	8,31	7,69	7,39
25	13,53	13,03	12,56	12,11	11,69	11,31	10,94	10,56	10,22	9,89	9,56	8,92	8,28	7,97
26	14,19	13,69	13,22	12,75	12,33	11,94	11,56	11,19	10,83	10,47	10,14	9,50	8,86	8,56
27	14,89	14,36	13,86	13,42	12,97	12,58	12,19	11,81	11,44	11,08	10,75	10,08	9,44	9,14
28	15,56	15,03	14,53	14,06	13,64	13,22	12,81	12,42	12,06	11,69	11,36	10,69	10,03	9,72
29	16,25	15,69	15,19	14,72	14,28	13,86	13,44	13,06	12,69	12,33	11,97	11,31	10,64	10,31
30	16,92	16,36	15,86	15,36	14,92	14,50	14,08	13,69	13,31	12,94	12,58	11,89	11,22	10,92
31	17,61	17,06	16,53	16,03	15,58	15,14	14,72	14,33	13,94	13,56	13,19	12,50	11,83	11,50
32	18,31	17,72	17,19	16,69	16,22	15,78	15,36	14,94	14,56	14,19	13,83	13,11	12,44	12,11
33	18,97	18,42	17,86	17,36	16,89	16,44	16,00	15,58	15,19	14,81	14,44	13,72	13,06	12,69
34	19,67	19,08	18,53	18,03	17,56	17,08	16,67	16,25	15,83	15,44	15,08	14,36	13,67	13,31
35	20,36	19,78	19,22	18,69	18,22	17,75	17,31	16,89	16,47	16,08	15,69	14,97	14,28	13,92
36	21,06	20,47	19,89	19,36	18,89	18,42	17,97	17,53	17,11	16,72	16,33	15,61	14,89	14,53
37	21,75	21,14	20,58	20,06	19,56	19,08	18,61	18,19	17,78	17,36	16,97	16,22	15,50	15,14
38	22,44	21,83	21,25	20,72	20,22	19,72	19,28	18,83	18,42	18,00	17,61	16,86	16,14	15,78
39	23,17	22,53	21,94	21,39	20,89	20,39	19,94	19,50	19,06	18,64	18,25	17,50	16,75	16,39
40	23,86	23,22	22,64	22,08	21,56	21,06	20,58	20,14	19,72	19,31	18,89	18,11	17,39	17,00
41	24,56	23,92	23,33	22,75	22,22	21,75	21,25	20,81	20,36	19,94	19,53	18,75	18,00	17,64
42	25,28	24,61	24,00	23,44	22,92	22,42	21,92	21,47	21,03	20,58	20,19	19,39	18,64	18,29
43	25,97	25,31	24,69	24,14	23,58	23,08	22,58	22,14	21,67	21,25	20,83	20,03	19,28	18,89
44	26,67	26,03	25,39	24,81	24,28	23,75	23,25	22,78	22,33	21,92	21,47	20,67	19,89	19,53
45	27,39	26,72	26,08	25,50	24,94	24,44	23,94	23,44	23,00	22,56	22,14	21,33	20,53	20,17
46	28,08	27,42	26,78	26,19	25,64	25,11	24,61	24,14	23,67	23,22	22,78	21,97	21,17	20,81
47	28,81	28,14	27,47	26,89	26,33	25,81	25,28	24,81	24,33	23,89	23,44	22,61	21,81	21,44
48	29,53	28,83	28,19	27,58	27,00	26,47	25,97	25,47	25,00	24,56	24,11	23,28	22,47	22,08
49	30,22	29,53	28,89	28,28	27,69	27,17	26,64	26,14	25,67	25,19	24,75	23,92	23,11	22,72
50	30,94	30,25	29,58	28,97	28,39	27,83	27,31	26,81	26,33	25,86	25,42	24,58	23,75	23,36

3.2 *Utilización del computador*

Cuando se dispone de un computador, se puede automatizar el empleo de los cuadros 3/E.521 a 6/E.521. Para ello, se han desarrollado algoritmos numéricos, cuya descripción figura en el artículo citado en [5].

4 Ejemplo

4.1 *Nivel de las variaciones del tráfico de un día para otro*

Si se conocen los valores de tráfico ofrecido al haz final en los 30 días más cargados (M_1 a M_{30}) y se ha calculado que la carga media y la varianza son 10 y 20, respectivamente, aplicando la figura 1/E.521 deberá utilizarse un nivel *alto* de variaciones del tráfico de un día para otro.

4.2 *Tráfico futuro ofrecido al haz final y factor de irregularidad*

Si la previsión de los tráficos futuros indica que se ofrecerán tres elementos de tráfico al haz final:

- el desbordamiento de 6 circuitos que ofrece 7,8 erlangs,
- el desbordamiento de 12 circuitos que ofrece 10 erlangs,
- se ofrecerían 7 erlangs directamente,

se puede, pues establecer el cuadro 7/E.521.

CUADRO 7/E.521

Número de elementos de tráfico i	Tráfico ofrecido a los haces de gran utilización A_i	Número de circuitos de gran utilización n_i	Desbordamiento para una sola hora β_i	Tráfico del haz de última elección	Factor de irregularidad z_i	$\beta_i z_i$	Factor de ajuste r_i	Desbordamiento medio $\bar{\beta}_i = r_i \beta_i$
1	7,8	6	2,95	0,69	1,73	5,1	1,0	2,95
2	10,0	12	1,20	0,44	2,19	2,6	1,2	1,44
3	7,0	0	7,0	–	1,0	7,0	1,0	7,00
						14,7		
			$\sum_{i=1}^{h} \beta_i = 11{,}15$			$z = \frac{\sum_{i=1}^{h} \beta_i z_i}{\sum_{i=1}^{h} \beta_i} = \frac{14{,}7}{11{,}15} = 1{,}3$		$M = \sum_{i=1}^{h} \bar{\beta}_i = 11{,}39$

Debe tenerse en cuenta que los valores de r_i se han obtenido del cuadro 2/E.521 para el nivel *mediano* de las variaciones del tráfico de un día para otro; si se dispusiera de los tráficos de los 30 días más cargados para cada uno de los haces de gran utilización, se podría utilizar para cada haz un nivel más adecuado.

Se dispone ya de toda la información necesaria y utilizando el cuadro 6/E.521 en el que figuran las capacidades para el nivel *alto* de las variaciones del tráfico de un día para otro, el tráfico medio ofrecido al haz final $M = 11{,}39$ y un factor de irregularidad $z = 1{,}3$ (interpolación entre $z = 1{,}2$ y $z = 1{,}4$), el resultado es que se necesitan 23 circuitos.

Téngase en cuenta que de no disponerse de las mediciones empleadas en el § 4.1, para determinar el nivel de las variaciones del tráfico de un día para otro, se habría tenido que utilizar el procedimiento sustitutivo mencionado en el § 1.

Tráfico de desbordamiento ofrecido al haz final = 4,15 erlangs.

Tráfico total ofrecido al haz final = 11,15 erlangs.

La relación 4,15/11,15 = 0,37 es superior a 0,25 y, por consiguiente, debiera utilizarse un nivel *mediano* de variaciones del tráfico de un día para otro.

Referencias

[1] *Tabellen für die Planung von Fernsprecheinrichtungen*, Siemens u. Halske, Munich, 1961.

[2] WILKINSON (R. I.): Theories for Toll Traffic Engineering in the U.S.A., figuras 12 y 13, *Bell System Technical Journal*, Vol. 35, marzo de 1956.

[3] WILKINSON (R. I.): Simplified Engineering of Single Stage Alternate Routing System, *VI Congreso Internacional de Teletráfico*, Londres, 1964.

[4] WILKINSON (R. I.): Non Random Traffic Curves and Tables, *Bell Telephone Laboratories*, 1970.

[5] HILL (D. W.), NEAL (S. R.): The Traffic Capacity of a Probability- Engineered Trunk Group; *Bell System Technical Journal*, septiembre de 1976.

Recomendación E.522

NÚMERO DE CIRCUITOS EN UN HAZ DE GRAN UTILIZACIÓN

1 Introducción

En el estudio económico del plan de una red con encaminamiento alternativo, el número de circuitos de un haz de gran utilización debe determinarse de forma que las cargas anuales correspondientes al conjunto de la red sean mínimas y se respeten al mismo tiempo determinadas condiciones relativas al grado de servicio. En una disposición óptima, el coste por erlang del encaminamiento de un volumen de tráfico marginal por la ruta de gran utilización o por la de encaminamiento alternativo es el mismo.

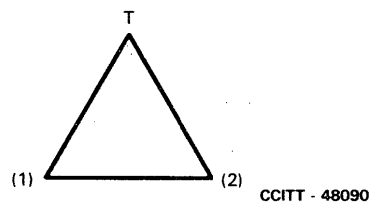


FIGURA 1/E.522

En consecuencia, el número óptimo de circuitos de gran utilización, n, entre una central (1) y otra central (2) lo da la expresión siguiente, cuando el tráfico de desbordamiento se encamina por un centro de tránsito T (ruta 1-T-2), véase la figura 1/E.522:

$$F_n(A) = A\,[E_{1,\,n}(A) - E_{1,\,(n+1)}(A)] = M \times \frac{\text{cargas financieras anuales (1-2)}}{\text{cargas financieras anuales (1-T-2)}}$$

A es la intensidad del tráfico ofrecido a la relación «1-2» en la fórmula de llamadas perdidas de Erlang para un haz de accesibilidad perfecta. La expresión $F_n(A)$ da la ocupación marginal [1] (función de mejora) del haz de gran utilización cuando se le agrega un circuito suplementario.

M es el *factor de utilización marginal* [2] *para la ruta final* «1-T-2» (que no tiene nada que ver con la relación de costes) cuando se agrega un circuito suplementario. Las cargas financieras anuales son las cargas anuales marginales correspondientes a la adición de un circuito suplementario en la ruta «1-2» y en la ruta «1-T-2».

La planificación de una red de encaminamiento alternativo ha sido objeto de abundante literatura técnica [1] a [10].

La carga anual, a los efectos de esta Recomendación, indica los costes de inversión.

---

[1] La ocupación marginal suele llamarse capacidad del último circuito *(last trunk capacity, LTC)*.

[2] El factor de utilización marginal suele llamarse capacidad del circuito adicional *(additional trunk capacity, ATC)*.

2 Método práctico recomendado

2.1 *Campo de aplicación*

Hay que tener en cuenta que las condiciones aplicables al encaminamiento alternativo varían mucho según se trate de la red continental o de la red intercontinental. Se pueden observar concretamente notables diferencias en lo que respecta a la longitud y al coste de los circuitos, al tráfico y a las horas cargadas. El método descrito más adelante trata de tener en cuenta estos factores en la medida en que puede hacerse en el marco de un procedimiento simplificado.

2.2 *Estadísticas de tráfico*

Conviene subrayar la importancia de las estimaciones fiables del tráfico. Para cada una de las relaciones de que se trate, es indispensable disponer de evaluaciones del tráfico para la hora cargada de la relación y para la hora cargada de cada sección de las rutas de desbordamiento. Estos valores pueden ser modificados por las disposiciones finalmente adoptadas para los circuitos de gran utilización y, para ello, hay que disponer de evaluaciones de tráfico para cada relación y para la mayoría de la horas significativas del día. Esto se aplica especialmente a la red intercontinental, en la que las rutas finales encaminan elementos de tráfico que tienen horas cargadas muy diversas.

2.3 *Bases del método recomendado*

El método se basa en una simplificación de las ecuaciones de cálculo económico de las dimensiones indicadas en la introducción. Las hipótesis que permiten tal simplificación son las siguientes:

i) Las relaciones entre las cargas anuales correspondientes a las rutas alternativas y a las de gran utilización se agrupan por categorías, y sólo se retiene un valor representativo de cada categoría; esta simplificación es aceptable porque se sabe que el coste total de las redes es relativamente poco sensible a las fluctuaciones en la relación de las cargas anuales.

ii) El factor de utilización marginal M, aplicable a las rutas de desbordamiento, se considera constante para una gama de capacidades de los haces de circuitos.

Capacidad del haz (número de circuitos)	Valor de M
Menos de 10	0,6
10 o más	0,8

iii) Cada haz de gran utilización se dimensionará con relación a la ruta alternativa menos cara (es decir, que no se tiene en cuenta el efecto de rutas alternativas paralelas).

Si se quiere obtener una mayor precisión en el dimensionamiento de la red o en el de las rutas, se pueden aplicar métodos más complejos [5] y [7].

2.4 *Determinación de la relación de costes*

En el servicio continental e intercontinental, el número de circuitos que ha de preverse para los haces de gran utilización depende de la relación de las cargas financieras anuales evaluada por las Administraciones interesadas. La relación de las cargas financieras anuales (véase el cuadro 1/E.522) se define así:

$$R = \frac{\text{carga anual por un circuito suplementario en la ruta alternativa}}{\text{carga anual por un circuito suplementario en la ruta de gran utilización}}$$

La «carga financiera anual por un circuito suplementario en la ruta alternativa» se calcula sumando:

– la carga anual por circuito de cada sección de la ruta alternativa, y

– la carga anual por conmutación de un circuito en cada centro de conmutación intermedio.

Cuando interviene una tercera Administración, puede ser necesario calcular la carga anual por conmutación en el centro intermedio a partir de la carga por conmutación de tránsito por minuto de ocupación[3]. Esto puede hacerse del modo siguiente:

Cargas anuales por conmutación = $M \times 60 \times F \times 26 \times 12 \times$ carga por conmutación de tránsito por minuto de ocupación.

Al calcular el factor de conversión F de hora cargada a día, debe tenerse en cuenta que éste depende del tráfico ofrecido a la ruta de gran utilización, de la probabilidad de desbordamiento y de la diferencia horaria. A título de orientación, puede utilizarse el cuadro 1/E.522 que está basado en los perfiles de tráfico normal del cuadro 1/E.523.

CUADRO 1/E.522

Tráfico ofrecido (erlangs)	Probabilidad de desborda-miento (%)	Diferencia horaria												
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	1	2,6	3,2	3,7	3,8	2,7	2,3	2,3	1,7	3,2	2,4	2,2	2,0	2,7
	10	3,7	4,5	4,8	4,7	3,5	3,1	3,0	2,5	4,1	3,2	2,9	2,8	3,6
	20	4,5	5,2	5,4	5,3	4,0	3,7	3,5	3,1	4,7	3,8	3,4	3,4	4,2
	30	5,1	5,8	6,0	5,8	4,6	4,2	4,0	3,7	5,1	4,3	3,9	4,0	4,8
	40	5,7	6,4	6,5	6,3	5,1	4,7	4,5	4,2	5,6	4,8	4,4	4,6	5,3
	50	6,3	6,9	7,0	6,8	5,6	5,2	5,0	4,7	6,0	5,3	5,0	5,1	5,8
10	1	2,1	2,6	3,3	3,5	2,5	2,1	2,1	1,4	2,8	2,0	2,0	1,8	2,4
	10	3,2	4,0	4,4	4,3	3,1	2,7	2,6	2,1	3,8	2,8	2,6	2,4	3,2
	20	4,0	4,8	5,1	4,9	3,6	3,3	3,1	2,7	4,3	3,4	3,0	3,0	3,8
	30	4,7	5,4	5,6	5,4	4,2	3,8	3,6	3,3	4,8	3,9	3,4	3,6	4,4
	40	5,3	6,0	6,1	5,9	4,7	4,4	4,2	3,8	5,3	4,4	4,0	4,2	4,9
	50	5,9	6,6	6,7	6,4	5,3	4,9	4,7	4,4	5,7	5,0	4,6	4,8	5,5
25	1	1,6	2,0	2,8	3,1	2,2	1,8	2,0	1,2	2,4	1,7	1,8	1,6	2,1
	10	2,7	3,3	3,9	3,9	2,7	2,4	2,3	1,7	3,3	2,4	2,3	2,0	2,7
	20	3,5	4,2	4,6	4,4	3,2	2,8	2,7	2,2	3,9	3,0	2,6	2,5	3,3
	30	4,2	5,0	5,2	5,0	3,7	3,4	3,2	2,8	4,4	3,5	3,0	3,1	3,9
	40	4,8	5,6	5,8	5,5	4,3	3,9	3,8	3,4	4,9	4,0	3,5	3,7	4,5
	50	5,5	6,2	6,3	6,1	4,9	4,5	4,3	4,0	5,4	4,6	4,1	4,4	5,1
50	1	1,3	1,7	2,4	2,9	2,1	1,6	2,0	1,1	2,1	1,5	1,6	1,4	2,0
	10	2,3	2,8	3,5	3,6	2,5	2,2	2,1	1,4	3,1	2,2	2,2	1,8	2,4
	20	3,1	3,9	4,3	4,2	3,0	2,6	2,4	1,9	3,7	2,7	2,5	2,2	3,0
	30	3,9	4,7	5,0	4,8	3,4	3,1	2,9	2,5	4,2	3,3	2,8	2,8	3,6
	40	4,6	5,4	5,6	5,3	4,0	3,7	3,5	3,2	4,7	3,8	3,2	3,5	4,3
	50	5,3	6,0	6,1	5,9	4,7	4,3	4,2	3,8	5,2	4,3	3,8	4,2	4,9

Nota – Puede utilizarse interpolación lineal para obtener valores intermedios.

[3] Puede ser necesario calcular la carga por conmutación de tránsito por minuto ocupado a partir de la tarifa por minuto de conversación (el factor de eficacia se describe en la Recomendación E.506).

El valor calculado de R se utilizará entonces para elegir en el cuadro 2/E.522 el valor preciso (o el valor inmediatamente superior) de la relación de las cargas anuales que ha de aplicarse en los cuadros del tráfico. Los valores de las relaciones de las cargas anuales pueden agruparse de la siguiente forma:

a) En el interior de un mismo continente o de otras extensiones terrestres menos importantes pero estrechamente ligadas, las distancias pueden alcanzar 1600 km (1000 millas), con un tráfico elevado y una explotación frecuentemente unidireccional:

Relación de las cargas anuales: R = 1,5; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 y 7,0[4)]

b) Servicio intercontinental de larga distancia, poco tráfico y explotación generalmente bidireccional:

Relación de las cargas anuales: R = 1,1; 1,3; 1,5; 2,0; 3,0; 4,0 y 5,0[4)]

2.5 *Modo de aplicación del método*

Los circuitos de gran utilización que cursan tráfico aleatorio pueden dimensionarse a partir del cuadro 2/E.522.

Etapa 1 – Estímese la relación de las cargas anuales, R, como se indica en el § 2.4. (Hay poca diferencia entre relaciones adyacentes.) Si esta relación es difícil de estimar, empléense los valores subrayados en a) y b) del § 2.4.

Etapa 2 – Consúltese el cuadro 2/E.522 para determinar el número N de circuitos de gran utilización.

Nota – Cuando se indiquen dos valores para N, el valor de la derecha se aplica a las rutas alternativas de más de 10 circuitos, y el de la izquierda a haces menos importantes. No se indica el valor de la izquierda cuando la importancia de la ruta alternativa no puede ser reducida.

3 Perfiles de tráfico durante 24 horas

El valor de tráfico utilizado en el método explicado en el § 2 debe ser el del tráfico ofrecido a la ruta de gran utilización durante la hora cargada de la ruta final. En caso de que ciertas horas cargadas de los haces de circuitos o enlaces que constituyen una ruta alternativa no coincidan con la hora cargada de la relación, ha de aplicarse el método que se expone a continuación, a fin de tener en cuenta los perfiles de tráfico durante 24 horas [6], [8] y [9].

El método consiste en los tres pasos básicos siguientes:

i) determinar la demanda de tráfico horario en la que ha de basarse el dimensionamiento;

ii) dimensionar todos los haces de circuitos, de gran utilización y finales, para una demanda de tráfico horario dada;

iii) repetir el proceso indicado en ii) para cada matriz horaria adicional.

3.1 *Determinación de la demanda de tráfico horario*

Cada Administración reúne los datos históricos del tráfico horario de conformidad con las Recomendaciones E.500 y E.523. Sobre la base de esos datos históricos y de la información contenida en la Recomendación E.506 se formulan previsiones de la demanda de tráfico horario con las que se obtiene una serie de valores horarios de la demanda entre centrales.

3.2 *Dimensionamiento de los haces de circuitos para una demanda de tráfico horario*

Aplicando los métodos indicados en el § 2 y en la Recomendación E.521 se dimensionan los haces de circuitos para la demanda de tráfico de la primera hora considerada, prescindiendo de los otros valores de la demanda de tráfico horario.

---

4) Estos valores son provisionales. Las gamas y valores representativos de la relación de las cargas anuales requieren ulterior estudio.

CUADRO 2/E.522

Número de circuitos de gran utilización necesarios según la importancia del tráfico ofrecido, de la relación de las cargas anuales y de los haces de desbordamiento

Tráfico ofrecido durante la hora cargada de la red (erlangs)	Relación de las cargas anuales									Número de circuitos si no hay ruta de desbordamiento para $p = 0{,}01$
	1,1	1,3	1,5	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	
	Ocupación mínima de los circuitos para tráfico de gran utilización									
	0,545/0,727	0,46/0,615	0,4/0,53	0,3/0,4	0,2/0,26	0,15/0,2	0,12/0,16	0,1/0,13	0,085/0,114	
	N, número de circuitos *A/B* de gran utilización, donde *A* es para menos de 10 circuitos del haz de desbordamiento ($M = 0{,}6$) *B* es para 10 o más circuitos del haz de desbordamiento ($M = 0{,}8$)									
1,5	1/0	1/0	2/1	2/2	3/2	3/3	4/3	4/3	4/4	6
1,75	1/0	2/1	2/1	3/2	3/3	4/3	4/4	4/4	4/4	6
2,0	1/0	2/1	2/2	3/2	4/3	4/4	4/4	5/4	5/5	7
2,25	2/0	2/1	3/2	3/3	4/4	5/4	5/4	5/5	5/5	7
2,5	2/0	3/1	3/2	4/3	5/4	5/5	5/5	6/5	6/5	7
2,75	2/1	3/2	3/2	4/3	5/4	5/5	6/5	6/6	6/6	8
3,0	3/1	3/2	4/3	4/4	5/5	6/5	6/6	6/6	7/6	8
3,5	3/1	4/2	4/3	5/4	6/5	7/6	7/6	7/7	7/7	9
4,0	4/2	4/3	5/4	6/5	7/6	7/7	8/7	8/7	8/8	10
4,5	4/2	5/3	6/4	6/6	7/7	8/7	8/8	9/8	9/8	10
5,0	5/3	6/4	6/5	7/6	8/7	9/8	9/9	9/9	10/9	11
5,5	5/3	6/5	7/5	8/7	9/8	9/9	10/9	10/10	10/10	12
6,0	6/3	7/5	7/6	8/7	9/9	10/9	11/10	11/10	11/11	13
7,0	7/4	8/6	8/7	10/8	11/10	11/11	12/11	12/12	13/12	14
8,0	8/5	9/7	10/8	11/10	12/11	13/12	13/13	14/13	14/13	15
9,0	/6	/8	/9	/11	/12	/13	/14	/14	/15	17
10,0	/7	/9	/10	/12	/14	/15	/15	/16	/16	18
12,0	/9	/11	/12	/14	/16	/17	/18	/18	/19	20
15,0	/12	/14	/16	/18	/20	/21	/21	/22	/22	24
20,0	/16	/19	/21	/23	/25	/27	/28	/28	/29	30
25,0	/21	/24	/26	/29	/31	/33	/33	/34	/35	36
30,0	/26	/29	/31	/34	/37	/38	/39	/40	/41	42
40,0	/36	/39	/42	/45	/48	/50	/51	/52	/52	53
50,0	/45	/49	/52	/55	/59	/61	/62	/63		64
60,0	/55	/60	/62	/66	/70	/72	/73			75
80,0	/74	/80	/83	/87	/92	/94	/95			96
100,0	/94	/100	/103	/108	/113	/116				117
120,0	/113	/120	/124	/129	/134	/137	Los haces de circuitos finales directos son económicos dentro de esta zona.			138
150,0	/143	/150	/154	/160	/166	/169				170
200,0	/192	/200	/205	/212	/219					221
250,0	/241	/250	/256	/263	/271					273
300,0	/290	/300	/306	/315	/323					324

3.3 *Repetición del proceso para cada una de las demás matrices del tráfico horario*

Al dimensionar los haces de circuitos para la segunda demanda de tráfico horario, se parte de las cantidades de circuitos resultantes del paso anterior, y sólo se introducen modificaciones si es menester aumentar el número de circuitos de un haz, es decir, que si las capacidades de los haces de circuitos para la primera demanda de tráfico horario son mayores que para los de la segunda demanda de tráfico horario, se mantienen las capacidades de los haces de circuitos previstas para la primera demanda de tráfico horario.

Se sigue el mismo procedimiento iterativo para todas las demandas de tráfico horario. Las capacidades de los haces de circuitos resultantes satisfarán las demandas de tráfico para todas las horas consideradas (en el anexo A figura un ejemplo de cálculo).

3.4 *Secuencia del proceso*

El proceso puede iniciarse con la demanda de tráfico de la primera hora; no obstante, se ha observado mediante experimentos que puede mejorarse la eficiencia de la red si el proceso se inicia con la hora de menor demanda total de tráfico. Hay que observar que este método ofrece redes subóptimas que pueden mejorarse por procedimientos manuales.

4 Redes de encaminamiento alternativo con desembolso mínimo

El método indicado a continuación permite que las Administraciones reajusten las redes de encaminamiento alternativo a fin de tener en cuenta los actuales métodos de contabilidad de ingresos.

El método consiste en los pasos siguientes:

i) Obtener perfiles de tráfico durante 24 horas de conformidad con las Recomendaciones E.500 y E.523.

ii) Calcular las cantidades y costes de circuitos para una red sin desbordamiento de conformidad con la Recomendación E.520.

iii) Calcular los minutos de desbordamiento mensuales (tiempo de ocupación) con diversos porcentajes de desbordamiento en la hora cargada. Esto se realiza aplicando tres factores de conversión a los erlangs de desbordamiento de la hora cargada.
   - Relación minutos de ocupación/erlangs: un valor fijo de 60.
   - Relación desbordamiento diario/desbordamiento en la hora cargada: valor que depende del perfil de tráfico durante 24 horas y del grado de desbordamiento.
   - Relación desbordamiento mensual/desbordamiento diario (véase la Recomendación E.506): valor que depende del modelo de variación de un día para otro dentro de un mes y del grado de desbordamiento.

iv) A partir de la red calculada en el paso ii):
   - Reducir en uno los circuitos de gran utilización.
   - Calcular el desbordamiento hacia el haz final de circuitos.
   - Dimensionar el haz final de circuitos de acuerdo con la Recomendación E.521.
   - Calcular los costes de circuitos y las cargas (tarifas) de tránsito.

v) Repetir el paso iv) hasta lograr el desembolso mínimo (costes de circuitos más cargas de tránsito) para las Administraciones terminales (para un ejemplo de cálculo, véase el anexo B).

5 Consideraciones relativas al servicio

Un haz mínimo de dos circuitos puede ser económico en el servicio intercontinental cuando la explotación es bidireccional. Diversas consideraciones de servicio pueden militar también en favor de un aumento del número de circuitos directos, especialmente cuando la relación de las cargas anuales se aproxima a la unidad.

Aunque la importancia de los haces de gran utilización esté normalmente determinada por la intensidad del tráfico que ha de cursarse y por la relación de las cargas anuales, hay que reconocer que estos haces forman parte de una red que debe asegurar una cierta calidad de servicio a los abonados. La posibilidad de cursar el tráfico ofrecido con una eficacia aceptable dependerá de las consideraciones relativas a la calidad de servicio en el conjunto de la red.

En un sistema de haces de circuitos de gran utilización y de haces de circuitos finales, la característica esencial, desde el punto de vista de la calidad de servicio, es la ventaja que presentan los circuitos directos con relación a los encaminamientos de varias secciones (conexiones multienlace). Habida cuenta de los factores económicos, el empleo liberal de haces de circuitos directos de gran utilización asegura al abonado una elevada calidad de servicio. Se recomienda que se creen nuevos haces de gran utilización cada vez que el curso del tráfico y las relaciones de costes no sean determinantes. Esta práctica puede tener como consecuencia la creación de haces directos de gran utilización de dos circuitos o más.

La puesta en servicio de haces de gran utilización mejora el grado general del servicio y las posibilidades de encaminamiento del tráfico en los periodos de cresta o en casos de avería. Si algunas secciones de gran utilización ponen en derivación la ruta final, la puesta en servicio de rutas de gran utilización puede contribuir a evitar los gastos que pudieren ser necesarios para mantener por debajo del máximo el número de secciones en serie. En el futuro, quizá sea necesario multiplicar las medidas de intensidad de tráfico para la contabilidad internacional; estas operaciones podrían verse facilitadas por el empleo de circuitos de gran utilización.

ANEXO A

(a la Recomendación E.522)

Ejemplo de dimensionamiento de una red sobre la base de los perfiles de tráfico durante 24 horas

A.1 *Hipótesis* (Véase también la figura A-1/E.522)

Los cálculos se realizan en las condiciones siguientes:

1) Diferencias horarias:

A está nueve horas al Oeste de B
C está cinco horas al Oeste de A
B está diez horas al Oeste de C

2) Perfiles de tráfico

Se utilizan los perfiles de tráfico durante 24 horas del cuadro 1/E.523.

3) Tráfico de la hora cargada:

A-B 50 erlangs
A-C 100 erlangs
C-B 70 erlangs

4) Relación de costes:

$R = 1{,}3$

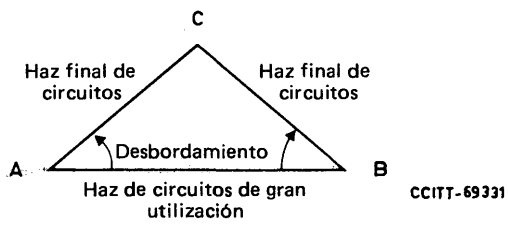


FIGURA A-1/E.522

Red triangular para ejemplos numéricos (ejemplo 1)

A.2 *Resultados numéricos*

Se tratan las demandas de tráfico durante 24 horas. El orden del tratamiento es desde la hora que tiene la menor demanda de tráfico total hasta la hora que tiene la mayor demanda de tráfico total. Los resultados de los cálculos se indican en el cuadro A-1/E.522.

CUADRO A-1/E.522

Resultados numéricos

Hora	Demanda de tráfico horario			Número de circuitos obtenido mediante dimensionamiento basado en una sola hora (sin tener en cuenta límites más bajos impuestos por la etapa iterativa precedente)			Número de circuitos obtenido considerando límites más bajos impuestos por la etapa iterativa precedente			Número de circuitos necesarios para satisfacer múltiples demandas de tráfico horario		
	A-B	A-C	C-B	A-B	A-C	C-B	A-B	A-C	C-B	A-B	A-C	C-B
6	17,50	5,00	3,50	17	19	17	17	19	17	17	19	17
7	20,00	5,00	3,50	19	20	18	19	20	18	19	20	18
5	2,50	5,00	28,00	1	14	41	19	11	39	19	20	39
4	2,50	5,00	35,00	1	14	49	19	11	47	19	20	47
8	37,50	5,00	3,50	37	23	22	19	38	37	19	38	47
9	40,00	5,00	3,50	39	24	23	19	41	40	19	41	47
3	2,50	5,00	45,50	1	14	61	19	11	59	19	41	59
18	2,50	50,00	3,50	1	66	12	19	64	9	19	64	59
10	50,00	5,00	3,50	49	26	25	9	61	59	19	64	59
19	2,50	60,00	3,50	1	77	12	19	75	9	19	75	59
20	2,50	60,00	3,50	1	77	12	19	75	9	19	75	59
22	12,50	30,00	24,50	12	45	39	12	45	39	19	75	59
2	2,50	5,00	63,00	1	14	80	19	11	78	19	75	78
17	2,50	70,00	3,50	1	87	12	19	85	9	19	85	78
1	2,50	5,00	70,00	1	14	87	19	11	85	19	85	85
23	20,00	20,00	42,00	19	36	60	19	36	60	19	85	85
11	47,50	25,00	17,50	47	46	38	3	85	77	19	85	85
21	12,50	55,00	24,50	12	73	39	12	73	39	19	85	85
12	42,50	30,00	21,00	42	50	41	3	85	76	19	85	85
16	2,50	90,00	3,50	1	109	12	19	107	9	19	107	85
0	20,00	20,00	66,50	19	36	87	19	36	87	19	107	87
13	30,00	65,00	35,00	29	86	54	5	107	76	19	107	87
15	17,50	100,00	28,00	17	121	44	19	120	43	19	120	87
14	27,50	95,00	38,50	27	117	57	19	124	64	19	124	87

Este ejemplo se refiere a una red intercontinental en la que las horas cargadas de las tres relaciones de tráfico presentan grandes diferencias entre ellas. La hora cargada de la relación A-C, es decir la hora 15, es un periodo de poco tráfico para las relaciones A-B y C-B. La hora cargada de la relación C-B, es decir la hora 1, es un periodo de poco tráfico para las relaciones A-B y A-C. De forma similar, la hora cargada de la relación A-B es decir la hora 10, es un periodo de poco tráfico para las relaciones A-C y C-B.

En este caso no puede aplicarse el método de dimensionamiento para una sola hora, en el cual los datos de tráfico durante la hora cargada del haz final de circuitos se utilizan para el dimensionamiento. Este método conduce a un subdimensionamiento.

Si todos los haces de circuitos se dimensionan como haces finales, los números de circuitos que se necesitan para los haces de circuitos A-B, A-C y C-B son 64, 117 y 85, respectivamente. Mediante el encaminamiento alternativo se ahorra aproximadamente el 14% del número total de circuitos.

ANEXO B

(a la Recomendación E.522)

Ejemplo de dimensionamiento de una red por el método de desembolso mínimo

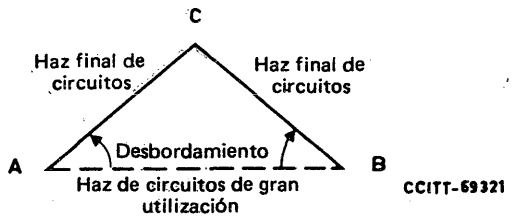


FIGURA B-1/E.522

Red triangular para ejemplos numéricos (ejemplo 2)

B.1 *Hipótesis* (véase también la figura B-1/E.522)

Los cálculos se realizan en las condiciones siguientes:

1) Diferencia horaria:

A está a 3 horas al Oeste de B
A está a 3 horas al Oeste de C
No hay diferencia horaria entre B y C

2) Perfiles de tráfico:

Se utilizan los perfiles de tráfico durante 24 horas del cuadro 1/E.523.

3) Tráfico de la hora cargada:

A-B 16 erlangs
A-C 33 erlangs
C-B 33 erlangs

4) Coste mensual por circuito para cada Administración:

A-B 1000 unidades
A-C 1000 unidades
C-B 800 unidades

5) Tarifas de tránsito por minuto de ocupación para cada Administración terminal:

½ unidad

6) Factores de conversión:

i) Minutos de ocupación/erlangs: 60

ii) Desbordamiento diario/desbordamiento de la hora cargada

Este factor de conversión (F) se calcula de acuerdo con las pautas establecidas en el § 2.4.

iii) Desbordamiento mensual/desbordamiento diario: 26

suponiendo un contacto social medio según la Recomendación E.502.

7) Grado de servicio en los haces finales de circuitos: 0,01

B.2 *Resultados numéricos*

Los resultados numéricos se indican en el cuadro B-1/E.522. El número de circuitos C-B no aumenta por causa de la adaptación de perfiles de tráfico durante 24 horas. El número de circuitos A-B de gran utilización en la red de desembolso mínimo es superior al de la red de coste mínimo. El efecto de considerar las tarifas de tránsito en los dimensionamientos es siempre en el sentido de menos desbordamiento.

CUADRO B-1/E.522

Resultados numéricos

Resultados de la red				Resultados económicos (× 1000 unidades/mes)								
Probabilidad de desbordamiento en la hora cargada	Número de circuitos			Costes de circuitos			Tarifas de tránsito			Desembolso total		
	A-B	A-C	C-B	A	B	C	A	B	C	A	B	C
0,0000	25	45	45	70	61	81	–	–	–	70,0	61,0	81,0
0,0090	25	45	45	70	61	81	0,3	0,3	(0,7)	70,3	61,3	80,3
0,0151	24	45	45	69	60	81	0,6	0,6	(1,3)	69,6	60,6	79,7
0,0221	23	45	45	68	59	81	0,9	0,9	(1,9)	68,9	59,9	79,1
0,0331	22	46	45	68	58	82	1,4	1,4	(2,9)	69,4	59,4	79,1
0,0471	21	46	45	67	57	82	2,1	2,1	(4,2)	69,1	59,1	77,8
0,0641	20	46	45	66	56	82	3,0	3,0	(6,0)	69,0	59,0	76,0
										Desembolso mínimo para A y B		
0,0861	19	47	45	66	55	83	4,2	4,2	(8,4)	70,2	59,2	74,5
0,1121	18	47	45	65	54	83	5,7	5,7	(11,5)	70,7	59,7	71,5
										Red de coste mínimo		
0,142	17	48	45	65	53	84	7,6	7,6	(15,1)	72,6	60,6	68,9
0,175	16	49	45	65	52	85	9,7	9,7	(19,4)	74,7	61,7	65,6

Referencias

[1] WILKINSON (R. I.): Theories for toll traffic engineering in the USA, *Bell Syst. Tech. J.*, 1956, No. 35, pp. 421-514.

[2] WILKINSON (R. I.): Simplified engineering of single stage alternate routing systems, *Fourth International Teletraffic Congress*, Londres, 1964.

[3] RAPP (Y.): Planning of junction network in a multi-exchange area. 1. General Principles, *Ericsson Tech.*, 1964, No. 20, 1, pp. 77-130.

[4] LEVINE (S. W.), WERNANDER (M. A.): Modular engineering of trunk groups for traffic requirements, *Fifth International Teletraffic Congress*, Nueva York, 1967.

[5] PRATT (C. W.): The concept of marginal overflow in alternate routing, *Fifth International Teletraffic Congress*, Nueva York, 1967.

[6] EISENBERG (M.): Engineering traffic networks for more than one busy hour, *Bell Syst. Tech. J.*, 1977, Vol. 56, pp. 1-20.

[7] AKIMARU (H.) *y otros:* Derivatives of Wilkinson formula and their application to optimum design of alternative routing systems, *Ninth International Teletraffic Congress*, Torremolinos, 1979.

[8] HORN (R. W.): A simple approach to dimensioning a telecommunication network for many hours of traffic demand, *International Conference on Communications*, Denver, 1981.

[9] BESHAI (M. E.): Traffic data reduction for multiple-hour network dimensioning, *Second International Network Planning Symposium*, Brighton, 1983.

[10] LINDBERGER (K.): Simple approximations of overflow system quantities for additional demands in the optimization, *Tenth International Teletraffic Congress*, Montreal, 1983.

PERFILES TÍPICOS DE DISTRIBUCIÓN DE TRÁFICO PARA CORRIENTES DE TRÁFICO INTERNACIONAL

El carácter mundial de la red telefónica internacional, que abarca de hecho todos los husos horarios, ha motivado la realización de estudios de las corrientes de tráfico entre países situados en diferentes husos horarios. Estos estudios han indicado la conveniencia de utilizar, a los fines de la previsión de los medios para cursar el tráfico, perfiles típicos de distribución de tráfico para 24 horas, fundados en un análisis teórico y verificados por mediciones. De hecho, tales conceptos pueden aplicarse a diversas situaciones en la red:

i) servicio por satélite con acceso variable, en que gran número de corrientes de tráfico, con perfiles de distribución eventualmente diferentes, comparten un haz común de circuitos por satélite;

ii) combinación de corrientes de tráfico en haces de circuitos terrenales que pueden ser rutas de gran utilización o de última elección;

iii) encaminamiento desviado del tráfico entre los países de origen y de destino para aprovechar la existencia de condiciones de carga reducida en el trayecto desviado.

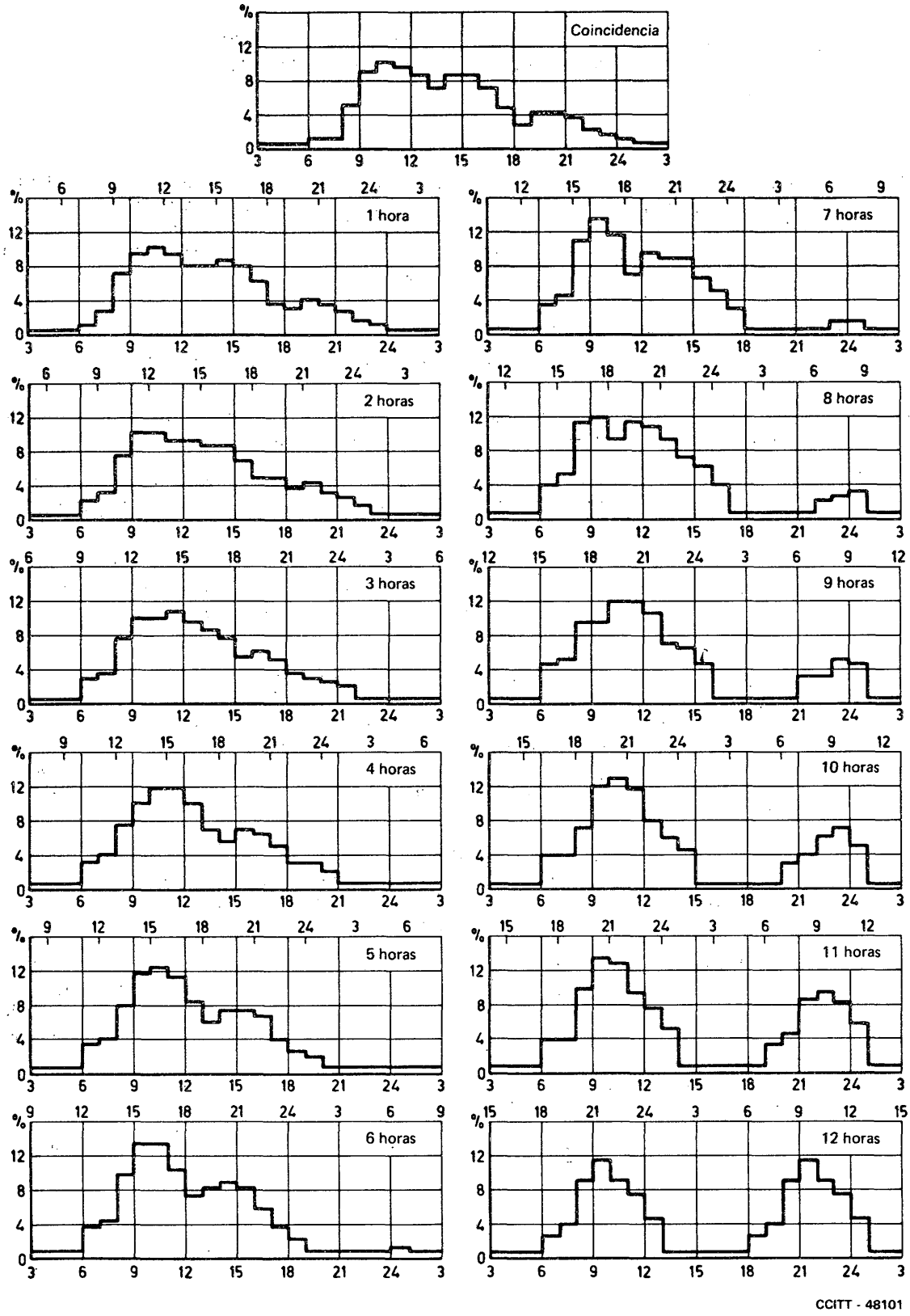
Cuando se estudia una de estas posibilidades, debe tenerse en cuenta el plan de encaminamiento internacional (véase la Recomendación E.171 [1]) y los principios adoptados para el establecimiento de las cuentas (véase la Recomendación D.150 [2]).

Debe reconocerse que la base preferida para el dimensionado consiste en perfiles de distribución de tráfico obtenidos con tráfico real. No obstante, muchos países han hallado que los perfiles de distribución típicos presentados en esta Recomendación son muy útiles en el caso de las corrientes demasiado pequeñas para obtener mediciones fidedignas, o cuando no se dispone de mediciones.

Para los perfiles de distribución del tráfico bidireccional se indican dos métodos equivalentes de presentación, en forma de diagrama y tabular. En la figura 1/E.523, los volúmenes de tráfico horario se indican en forma de diagrama como porcentajes del volumen del tráfico diario total; tales porcentajes son particularmente convenientes para los estudios de tarifas. En el cuadro 1/E.523, los tráficos horarios se expresan como porcentajes del tráfico en la hora cargada, lo que es conveniente para los cálculos de dimensionado. Las diferencias horarias se indican en horas completas únicamente. Los perfiles de distribución de tráfico unidireccional figuran en los cuadros 2/E.523 y 3/E.523.

Si bien los cuadros se refieren a corrientes de tráfico bidireccional y unidireccional, debe destacarse que, en la presente fase, sólo los perfiles de tráfico bidireccional pueden considerarse razonablemente confirmados por mediciones. Los perfiles de distribución de tráfico unidireccional tienen un fundamento teórico y están basados en algunas mediciones, pero deben usarse con prudencia en tanto no hayan podido verificarse de manera adecuada.

La base teórica de los perfiles de distribución de tráfico presentados se expone en el anexo A a la presente Recomendación. Depende de una función de conveniencia $f(t)$ que representa el perfil de distribución del tráfico diario *local*, donde no existe naturalmente ninguna diferencia horaria. La función $f(t)$ usada para calcular el perfil típico de distribución se obtuvo por tratamiento matemático de mediciones efectuadas en las corrientes de tráfico Tokyo – Oakland y Tokyo – Vancouver. Si bien los resultados han sido confirmados por otras mediciones, no se descarta la posibilidad de que la función de conveniencia varíe de un país a otro y, en rigor, podría ser necesario obtenerlos independientemente y obtener luego por medio de ella un perfil calculado para la relación internacional. Quizás también habría que dar a la función de conveniencia para el país de destino más importancia que a la relativa al país de origen. Estas observaciones sugieren posibles perfeccionamientos, pero no se cuantifican los mismos en la presente Recomendación.



Nota – La escala vertical indica el volumen de tráfico horario como porcentaje del volumen de tráfico diario total. Las escalas horizontales indican las horas locales.

FIGURA 1/E.523

Esquemas típicos de distribución horaria del tráfico bidireccional

CUADRO 1/E.523

Esquemas horarios típicos de distribución del tráfico bidirreccional

Diferencia de tiempo (en horas) entre los dos países	Hora local en el país situado más al oeste																								HC
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	%
0	5	5	5	5	5	5	10	10	50	90	100	95	85	70	85	85	70	45	25	40	40	35	20	15	10,0
1	5	5	5	5	5	5	10	25	70	95	100	90	80	80	85	80	60	35	30	40	35	25	15	10	10,0
2	5	5	5	5	5	5	20	30	75	100	100	90	90	85	85	65	45	45	35	40	30	25	15	5	10,0
3	5	5	5	5	5	5	25	35	75	100	95	100	95	80	70	50	60	45	35	30	25	15	5	5	10,4
4	5	5	5	5	5	5	25	35	65	85	100	100	85	60	50	60	55	40	25	25	20	5	5	5	11,5
5	5	5	5	5	5	5	25	30	65	95	100	90	70	50	60	60	55	30	20	20	5	5	5	5	12,4
6	10	5	5	5	5	5	25	30	75	100	100	75	55	60	65	60	40	25	15	5	5	5	5	5	13,1
7	10	5	5	5	5	5	25	35	80	100	85	55	70	65	65	50	40	20	5	5	5	5	5	10	13,5
8	25	5	5	5	5	5	35	45	95	100	80	95	90	75	60	50	35	5	5	5	5	5	20	20	11,7
9	40	5	5	5	5	5	35	40	75	80	100	95	85	60	55	35	5	5	5	5	5	25	25	40	12,1
10	40	5	5	5	5	5	35	35	60	95	100	90	65	50	40	5	5	5	5	5	25	30	50	55	12,5
11	40	5	5	5	5	5	30	25	75	100	95	70	55	35	5	5	5	5	5	25	30	65	70	60	12,3
12	40	5	5	5	5	5	20	35	80	100	80	65	40	5	5	5	5	5	20	35	60	100	80	65	11,3

Nota 1 – El perfil horario para 24 horas de distribución del tráfico bidireccional entre dos países cualesquiera se lee de izquierda a derecha en la fila apropiada del cuadro; todas las diferencias horarias están comprendidas entre 0 y 12 horas. Cada valor representa el porcentaje del tráfico de la hora cargada.

Nota 2 – El país *situado más al oeste* de una relación de tráfico dada es aquel desde el cual puede irse en dirección este hacia el otro, atravesando zonas horarias, sin que la diferencia exceda de 12 horas.

Nota 3 – Para los estudios de planificación de la red se utilizará normalmente la hora UTC (tiempo universal coordinado), de modo que todas las corrientes de tráfico se estudien en forma coherente respecto del tiempo. Si el país más occidental tiene W horas de adelanto con respecto al UTC (haciendo caso omiso de la línea internacional de cambio de fecha), el tráfico entre las 00.00 y la 01.00 UTC se obtiene de la fila correspondiente a la diferencia horaria entre los dos países en la columna encabezada por W. Alternativamente, el primer valor de la fila apropiada indica la intensidad relativa de tráfico para la hora $(24-W)$ a $(25-W)$ UTC.

Ejemplo: Para la corriente de tráfico entre el Reino Unido (UTC + 1 hora) y la zona central de Estados Unidos de América (UTC + 18 horas), la diferencia de tiempo es 7 horas; se considera que Estados Unidos es el país más occidental, y, en consecuencia, $W = 18$. Así, según el cuadro, el tráfico entre las 00.00 y las 01.00 UTC es el 5 % del tráfico de la hora cargada, y ésta va de las 15.00 a las 16.00 UTC.

Nota 4 – La columna «HC %» indica el volumen del tráfico de la hora cargada como porcentaje del volumen del tráfico diario total.

CUADRO 2/E.523

Distribución diurna del tráfico telefónico internacional hacia el este

Hora local en el país situado más al oeste

Diferencia de tiempo (en horas) entre los dos países	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	10	5	5	5	5	5	10	10	50	90	100	95	85	70	85	85	70	45	25	40	40	35	20	15
1	5	5	5	5	5	5	10	30	80	95	100	90	80	80	85	80	60	35	30	40	35	25	15	10
2	5	5	5	5	5	5	25	40	85	100	100	90	90	85	85	60	40	45	35	40	25	20	15	5
3	5	5	5	5	5	5	40	50	90	100	95	100	95	80	65	40	55	45	35	25	20	10	5	5
4	5	5	5	5	5	5	35	50	70	85	100	100	85	60	40	50	50	40	25	20	15	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	30	40	70	95	100	90	65	45	50	50	50	25	20	15	5	5	5	5
6	10	5	5	5	5	5	40	45	85	100	100	65	45	55	55	50	30	20	15	5	5	5	5	5
7	10	5	5	5	5	5	40	50	90	100	75	40	60	55	55	40	30	10	5	5	5	5	5	10
8	25	5	5	5	5	5	55	65	100	100	70	90	85	70	45	35	25	5	5	5	5	5	20	20
9	50	5	5	5	5	5	40	45	70	75	100	100	85	55	50	35	5	5	5	5	5	25	35	60
10	65	5	5	5	5	5	45	45	60	95	100	90	60	45	35	5	5	5	5	5	25	30	75	100
11	65	5	5	5	5	5	40	40	75	90	80	55	40	25	5	5	5	5	5	20	25	80	100	95
12	55	5	5	5	5	5	20	40	65	70	50	40	20	5	5	5	5	5	20	25	70	100	90	80

Nota – Este cuadro se ha obtenido para $p = 1{,}4$ y $q = 0{,}6$; es decir, que se da mayor importancia a la función de conveniencia del abonado llamado (véase el anexo A).

CUADRO 3/E.523

Distribución diurna del tráfico telefónico internacional hacia el este

Hora local en el país situado más al oeste

Diferencia de tiempo (en horas) entre los dos países	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
0	10	5	5	5	5	5	10	10	50	90	100	95	85	70	85	85	70	45	25	40	40	35	20	15
1	5	5	5	5	5	5	10	20	60	95	100	90	80	80	85	80	60	35	30	40	35	25	15	10
2	5	5	5	5	5	5	15	20	65	100	100	90	90	85	85	70	50	45	35	40	35	30	15	5
3	5	5	5	5	5	5	10	20	60	100	95	100	95	80	75	60	65	45	35	35	30	15	5	5
4	5	5	5	5	5	5	15	20	60	85	100	100	85	60	60	70	60	40	25	30	25	5	5	5
5	5	5	5	5	5	5	20	20	60	95	100	90	75	55	70	70	60	35	20	25	5	5	5	5
6	10	5	5	5	5	5	10	15	65	100	100	85	65	65	75	70	50	30	15	5	5	5	5	5
7	10	5	5	5	5	5	10	20	70	100	95	70	80	75	75	60	50	30	5	5	5	5	5	10
8	20	5	5	5	5	5	15	25	90	100	90	95	95	80	75	65	45	5	5	5	5	5	20	20
9	25	5	5	5	5	5	30	35	80	85	100	95	85	65	60	35	5	5	5	5	5	20	20	25
10	10	5	5	5	5	5	25	25	60	95	100	90	70	55	45	5	5	5	5	5	25	30	25	10
11	15	5	5	5	5	5	10	10	65	95	100	80	65	45	5	5	5	5	5	25	35	40	35	25
12	20	5	5	5	5	5	20	25	70	100	90	80	55	5	5	5	5	5	20	40	65	70	50	40

Nota – Este cuadro se ha obtenido para $p = 1{,}4$ y $q = 0{,}6$; es decir, que se da mayor importancia a la función de conveniencia del abonado llamado (véase el anexo A).

ANEXO A

(a la Recomendación E.523)

Expresión matemática de la influencia de la diferencia horaria en la intensidad del tráfico

Se hace una llamada telefónica cuando una persona desea comunicar con otra, pero ambas tienen que estar presentes en uno y otro extremo de la conexión para que se establezca la comunicación. Se estima que la llamada telefónica se hace a la hora que tiende a ser conveniente tanto para el abonado que llama como para el abonado llamado. Se considera que el *grado de conveniencia* para hacer una llamada telefónica es una función periódica del tiempo t, con un periodo de 24 horas. Cuando la diferencia horaria entre ambos abonados es nula, el grado de conveniencia se indica por $f(t)$, donde t es la hora local legal. La forma gráfica de la función básica $f(t)$ estará determinada por la organización diaria de las actividades humanas, y se asemejará o coincidirá bastante con la distribución horaria del tráfico en la red telefónica nacional (o local).

Se supone que la distribución del tráfico horario $F_\tau(t)$, cuando existe una diferencia de τ horas entre los puntos de origen y llamado, viene expresada por la media geométrica de las funciones de conveniencia de los dos puntos cuya diferencia horaria es de τ horas.

$$F_{\tau,}(t) = \mathrm{k}\left\{f(t)\cdot f(t+\tau)\right\}^{1/2}$$

donde

$$\mathrm{k} = 1/\int_{24\ \text{horas}} \left\{f(t)\cdot f(t+\tau)\right\}^{1/2} dt \qquad \text{(A-1)}$$

El signo de τ es positivo cuando en el punto de destino la hora es más avanzada que la de referencia, y negativo en el caso contrario.

La distribución de la ecuación (A-1) representa la suma de los tráficos salientes y entrantes. Pueden obtenerse también expresiones para las distribuciones del tráfico horario unidireccional, ampliando el concepto de función de conveniencia como se indica a continuación.

Se definen funciones de conveniencia tanto para el abonado que llama $f_0(t)$ como para el abonado llamado $f_i(t)$. Las distribuciones del tráfico unidireccional de comunicaciones telefónicas hacia el este y hacia el oeste, en el caso de una diferencia de τ horas, se expresan entonces en forma similar, de la siguiente manera:

$$F_{\tau,\,\text{Este}}(t) = \mathrm{k}\left\{f_0(t)\cdot f_i(t+\tau)\right\}^{1/2}$$

$$\mathrm{k} = 1/\int_{24\ \text{horas}} \left\{f_0(t)\cdot f_i(t+\tau)\right\}^{1/2} dt \qquad \text{(A-2)}$$

$$F_{\tau,\,\text{Oeste}}(t) = \mathrm{k}\left\{f_i(t)\cdot f_0(t+\tau)\right\}^{1/2}$$

$$\mathrm{k} = 1/\int_{24\ \text{horas}} \left\{f_i(t)\cdot f_0(t+\tau)\right\}^{1/2} dt \qquad \text{(A-3)}$$

donde t es la hora local legal de la estación occidental, y τ es positivo.

Es natural que el abonado que llama haga la llamada teniendo en cuenta la conveniencia de la persona a la que llama; en consecuencia, la función de conveniencia de la persona llamada f_i es más importante que la de la persona que llama f_0 en la distribución unidireccional F. Estas funciones pueden escribirse como sigue:

$$f_i(t) = k_1 \left\{ f(t) \right\}^p, \qquad f_0(t) = k_2 \left\{ f(t) \right\}^q, \tag{A-4}$$

donde

$$p > q \quad \text{y} \quad p + q = 2,$$

y donde k_1 y k_2 son coeficientes de normalización para que:

$$\int_{24\ \text{horas}} f_i(t)\, dt = 1, \qquad \int_{24\ \text{horas}} f_0(t)\, dt = 1.$$

Por lo que atañe a los valores de p y q en la ecuación (A-4), se ha determinado empíricamente que la *conveniencia del solicitado* p es considerablemente mayor que la *conveniencia del solicitante* q, siendo apropiados, pues, los valores de $p = 1{,}4$ y $q = 0{,}6$ aproximadamente.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Plan de encaminamiento telefónico internacional*, Rec. E.171.

[2] Recomendación del CCITT *Nuevo régimen de establecimiento de las cuentas telefónicas internacionales*, Rec. D.150.

Bibliografía

CASEY (J. Jr.), SHIMASAKI (N.): Optimal Dimensioning of a Satellite Network Using Alternate Routing Concepts; *VI Congreso Internacional de Teletráfico*, Munich, 1970.

RAPP (Y.): Planning of a Junction Network with Non-Coincident Busy Hours; *Ericsson Technics*, N.° 1, 1971.

CABALLERO (P. A.), DÍAZ (F.): Optimization of Networks of Hierarchical Structure with Non-coincident Busy Hours; *VII Congreso Internacional de Teletráfico*, Estocolmo, 1973.

OHTA (T.): Network Efficiency and Network Planning Considering Telecommunication Traffic Influenced by Time Difference; *VII Congreso Internacional de Teletráfico*, Estocolmo, 1973.

APROXIMACIONES DEL TRÁFICO DE DESBORDAMIENTO PARA FLUJOS DE TRÁFICO NO ALEATORIOS

1 Introducción

Esta Recomendación describe métodos de aproximación para calcular las probabilidades de bloqueo de los flujos de tráfico de un haz de circuitos. Se basa en contribuciones presentadas en el periodo de estudios 1984-1988 y se espera que se modifique y amplíe en el futuro (con los últimos adelantos de los métodos).

Los métodos considerados son complementos necesarios de los métodos que figuran en la actual Recomendación E.521 cuando hay que tener en cuenta conceptos tales como la ingeniería de agrupación con igualación del servicio, la protección del servicio y el grado de servicio de extremo a extremo. En este caso, la Recomendación E.521 es insuficiente porque trata al grado de servicio sólo para un flujo de tráfico no aleatorio en un haz de circuitos.

Los métodos de diseño relativos a los conceptos mencionados se estudiarán ulteriormente tomando como base la presente Recomendación cuando en el futuro complementen o sustituyan a la Recomendación E.521.

Los métodos propuestos en esta Recomendación se evalúan en función de los criterios siguientes: exactitud, tiempo de procesamiento, capacidad de memoria y programación necesarios. Pueden resultar pertinentes otros criterios y añadirse en el futuro.

En el § 2 se describen brevemente los métodos propuestos. En el § 3 figura un conjunto de ejemplos de disposiciones de haces de circuitos para las cuales se han calculado exactamente las probabilidades de bloqueo (solución exacta de las ecuaciones de estado) que permiten comparar los resultados de los métodos. Estos resultados se resumen en el cuadro 2/E.524 del § 4, donde para cada método se indican los criterios importantes. Al final de esta Recomendación figuran las referencias para cada método, con información detallada sobre los fundamentos matemáticos de dichos métodos.

2 Métodos propuestos

Se consideran los siguientes métodos:

a) Método del proceso de Poisson interrumpido (PPI)

b) Método de la capacidad equivalente (CE)

c) Método de aproximación de Wilkinson Wallström (AWW)

2.1 *Método del proceso de Poisson interrumpido (PPI)*

El método PPI es un proceso de Poisson interrumpido por un conmutador aleatorio. La duración del ciclo de trabajo (plazos cerrado/abierto) del conmutador aleatorio tiene una distribución exponencial negativa. El tráfico que desborda de un haz de circuitos puede aproximarse con exactitud mediante un PPI, porque este proceso puede representar las características globales del tráfico de desbordamiento. El PPI está caracterizado por tres parámetros, a saber, la intensidad del tráfico durante el periodo cerrado del conmutador, y las duraciones medias del ciclo de trabajo. Para aproximar el tráfico de desbordamiento mediante el PPI se determinan estos tres parámetros, de modo que algunos momentos del tráfico de desbordamiento coinciden con los del PPI.

En esta Recomendación se examinan los dos métodos siguientes de adaptación de momentos:

- el método de adaptación de tres momentos [1], donde los parámetros del PPI se determinan de modo que los tres primeros momentos del PPI coincidan con los del tráfico de desbordamiento;
- el método de adaptación de relaciones de cuatro momentos [2], donde los parámetros del PPI se determinan de modo que el primer momento y las relaciones de los momentos binomiales segundo/tercero y séptimo/octavo del PPI coincidan con los del tráfico de desbordamiento.

Para analizar un grupo de circuitos por el que se encaminan simultáneamente varios flujos de Poisson y de tráfico de desbordamiento, cada flujo de tráfico de desbordamiento se aproxima por un PPI. El método PPI es perfectamente adecuado para el cálculo por computador. Las ecuaciones de transición de estado de un haz de circuitos con flujos de entrada PPI pueden resolverse directamente sin que sea necesario introducir modelos equivalentes. Las características del tráfico del desbordamiento pueden obtenerse resolviendo las ecuaciones de transición de estados. La principal característica del método PPI es que pueden resolverse las medias y las varianzas para cada flujo de tráfico de desbordamiento.

2.2 *Método de la capacidad equivalente (CE)*

El método de la capacidad equivalente [3] no utiliza los momentos del tráfico sino el comportamiento transitorio del tráfico primario, introduciendo una cierta función $\rho(n)$ de la capacidad equivalente (n) del tráfico de desbordamiento parcial, definido por el proceso recurrente:

$$\left[\begin{array}{l} \rho(o) = Em\,(\alpha) \qquad \text{[fórmula de las llamadas perdidas de Erlang]} \\ \dfrac{n}{\rho(n)} = (m + n - a) + \alpha \cdot \rho(n - 1) \end{array}\right. \tag{2-1}$$

si n es un número entero positivo y si no, se aproxíma por interpolación lineal.

En una aproximación práctica, si se consideran sólo los estados predominantes de congestión del tráfico de desbordamiento se llega a las ecuaciones:

$$\frac{n_i}{n} = \frac{a_i\,\rho_i(n_i)/D_i\,(n_i + 1)}{\sum\limits_{k=1}^{x} a_k\,\rho_k(n_k)/D_k\,(n_k + 1)} \tag{2-2}$$

con:

$$D_i(n) = 1 + a_i\left[\rho_i(n)\,\rho_i(n - 1)\right] \tag{2-3}$$

que definen la capacidad equivalente (n_i) del tráfico de desbordamiento parcial denominado i, en función de la dependencia mutua entre los flujos parciales de tráfico de desbordamiento.

El valor medio del segundo flujo parcial de desbordamiento es:

$$O_i = a_i\,\pi\,\rho_i(n_i) \tag{2-4}$$

donde π es la duración de la congestión del haz de desbordamiento.

La igualación parcial del grado de servicio se cumple si:

$$\rho_i\,(n_i) = C \tag{2-5}$$

siendo C una constante que ha de elegirse.

2.3 *Método AWW*

El método AWW (de aproximación de Wilkinson Wallström) utiliza un modelo TAE (de tráfico aleatorio equivalente) basado en una mejora de la aproximación de Rapp. El desbordamiento total de tráfico se desglosa en las partes individuales mediante una sencilla expresión [véanse las ecuaciones (2-7) y (2-9)]. Para calcular el tráfico de desbordamiento total, puede utilizarse cualquier método. En [4] se indica un cálculo aproximado por la fórmula de Erlang en el que la velocidad es independiente del tamaño del haz de circuitos calculado.

Se utilizan las siguientes notaciones:

M es la media del tráfico ofrecido total;

C es la varianza del tráfico ofrecido total;

Z V/M;

B es el bloqueo medio del haz estudiado;

m_i, v_i, z_i, b_i son las magnitudes correspondientes de un determinado flujo de tráfico;

$\sim$ se utiliza para magnitudes de desbordamiento.

2.3.1 *Bloqueo del tráfico de desbordamiento*

Para los cálculos de desbordamiento se utiliza un modelo de TAE aproximado. Investigaciones numéricas han demostrado una considerable mejora de la aproximación clásica de Rapp para el tráfico ficticio. El error añadido por la aproximación es pequeño comparado con el error del modelo de TAE. Se sabe que el TAE subestima los pequeños bloqueos cuando se mezclan tráficos con factores de irregularidad diferentes [2]. La fórmula que se dio en [4], aunque con un error de impresión, es para $Z > 1$:

$$A^* \approx V + Z(Z - 1)(2 + \gamma^{\beta})$$

donde

$$\gamma = (2{,}36Z - 2{,}17) \log \{1 + (Z - 1)/[M(Z + 1{,}5)]\}$$

y

$$\beta = Z/(1{,}5M + 2Z - 1{,}3) \qquad (2\text{-}6)$$

2.3.2 *Fórmula de Wallström para individual*

Ha sido grande el interés por encontrar una fórmula sencilla y precisa para el tráfico con bloqueo individual $\tilde{m}_i$. Ya en 1967, Katz [5] propuso una fórmula del tipo

$$\tilde{m}_i = m_i B(1 - w + wz_i/Z) \qquad (2\text{-}7)$$

siendo w una expresión adecuada. Wallström propuso una muy sencilla pero con resultados razonables [6], [2]:

$$w = 1 - B \qquad (2\text{-}8)$$

Un problema práctico es, sin embargo, que un pequeño subflujo con crestas irregulares podría tener un bloqueo $b_i > 1$ con esta fórmula. Para evitar estos resultados poco razonables, se aplica una modificación en este caso. Sea $z_{\text{máx}}$ la mayor z_i individual. Entonces el valor utilizado es:

$$w = \begin{cases} 1 - B & \text{si } z_{\text{máx}} < Z(1+B)/B \\ Z(1-B)/(B(z_{\text{máx}} - Z)) & \text{en los demás casos} \end{cases} \qquad (2\text{-}9)$$

2.3.3 *Tratamiento de las varianzas de desbordamiento*

Para el cálculo de una gran red sería muy pesado seguir la pista a todas las covarianzas. El caso normal es que el tráfico de desbordamiento para un haz de circuito o bien se pierde o es ofrecido a un haz de segunda elección sin desglosarlo. Por tanto, es práctico incluir covarianzas en los distintos parámetros de desbordamiento $\tilde{v}_i$ para que se sumen a la varianza total. Las magnitudes $\tilde{v}_i$ se obtienen a partir de la varianza de desbordamiento total $\tilde{V}$ mediante una sencilla fórmula de desglose.

$$\tilde{v}_i = \tilde{V}_{vi}/V \qquad (2\text{-}10)$$

Puede demostrarse que la fórmula de desglose de Wallströms (2-8) y la fórmula (2-10), en unión del modelo de TAE cumplen un cierto requisito de coherencia. Se obtendrán los mismos valores para el tráfico con bloqueo si el cálculo se hiciese primero para los $N_1 + N_2$ circuitos como si el cálculo se hiciese primero para los N_1 circuitos y luego se ofreciese el desbordamiento a los N_2 circuitos.

Como las distintas varianzas se tratan de este modo, no son comparables con los resultados recogidos en el cuadro 2/E.524.

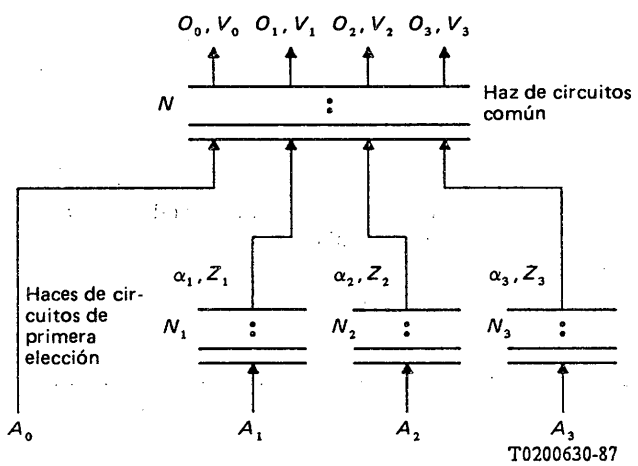
3 Ejemplos y criterios de comparación

Los métodos definidos se prueban calculando los ejemplos dados en el cuadro 1/E.524.

El modelo de cálculo se muestra en la figura 1/E.524

Para hacer la comparación, se establecen los siguientes criterios:

- exactitud de la media y la varianza del tráfico de desbordamiento (media y desviación típica);
- criterios de cálculo (tiempo del procesador, capacidad de memoria, programación necesaria).



A_i: Volumen de tráfico de Poisson ofrecido

N_i: Número de haces de circuitos de primera elección

α_i: Media del tráfico de desbordamiento procedente del haz de circuitos de primera elección

Z_i: Irregularidad del tráfico de desbordamiento procedente del haz de circuitos de primera elección

N: Número de haces de circuitos comunes

O_i: Media del tráfico de desbordamiento procedente de haces de circuitos comunes

V_i: Varianza del tráfico de desbordamiento procedente de haces de circuitos comunes

FIGURA 1/E.524

Modelo de cálculo

CUADRO 1a/E.524

Media y varianza del tráfico de desbordamiento individual calculadas exactamente – Tres haces de circuitos de primera elección

Caso	A_1	A_2	A_3	α_1	α_2	α_3	A_0	N	O_0	O_1	O_2	O_3
	N_1	N_2	N_3	Z_1	Z_2	Z_3			V_0	V_1	V_2	V_3
1	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	–	11	–	0,4337	0,7490	1,091
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			–	0,7656	2,110	4,441
2	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	–	16	–	0,1149	0,2758	0,4944
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			–	0,2436	0,7328	1,911
3	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	–	25	–	0,01369	0,02846	0,06627
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			–	0,02041	0,06461	0,2205
4	7,036	10,176	13,250	3,003	5,003	7,002	–	14	–	0,7459	1,262	1,785
	5	6	7	1,573	1,567	1,559			–	1,193	2,292	3,624
5	7,036	10,176	13,250	3,003	5,003	7,002	–	19	–	0,2884	0,4857	0,6832
	5	6	7	1,573	1,567	1,559			–	0,4636	0,9089	1,460
6	7,036	10,176	13,250	3,003	5,003	7,002	–	26	–	0,03570	0,05915	0,08237
	5	6	7	1,573	1,567	1,559			–	0,05358	0,1026	0,1621
7	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	–	16	–	0,4516	1,176	2,344
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			–	0,7434	3,466	10,39

CUADRO 1a/E.524 *(cont.)*

Caso	A_1	A_2	A_3	α_1	α_2	α_3	A_0	N	O_0	O_1	O_2	O_3
	N_1	N_2	N_3	Z_1	Z_2	Z_3			V_0	V_1	V_2	V_3
8	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	–	23	–	0,1538	0,4294	0,9739
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			–	0,2427	1,200	4,219
9	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	–	35	–	0,01303	0,03984	0,1006
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			–	0,1841	0,09378	0,3690
10	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	–	15	–	1,157	1,456	1,320
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			–	4,442	4,256	2,850
11	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	–	21	–	0,5564	0,5849	0,4749
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			–	2,026	1,675	1,023
12	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	–	32	–	0,06907	0,05265	0,03848
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			–	0,2167	0,1295	0,07165
13	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	3,000	13	0,4064	0,5038	0,8274	1,160
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			0,5578	0,8566	2,243	4,574
14	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	3,000	18	0,1460	0,1840	0,3384	0,5729
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			0,1992	0,3043	0,8779	2,163

CUADRO 1a/E.524 *(cont.)*

Caso	A_1	A_2	A_3	α_1	α_2	α_3	A_0	N	O_0	O_1	O_2	O_3
	N_1	N_2	N_3	Z_1	Z_2	Z_3			V_0	V_1	V_2	V_3
15	7,036	26,688	64,169	3,003	3,001	3,000	3,000	28	0,01170	0,01506	0,03086	0,07035
	5	28	70	1,573	3,022	4,527			0,01472	0,02218	0,06861	0,2287
16	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	1,000	17	0,1253	0,4451	1,156	2,304
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			0,1392	0,7266	3,366	10,10
17	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	1,000	24	0,04250	0,1536	0,4275	0,9674
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			0,04696	0,2409	1,183	4,148
18	7,036	32,395	77,617	3,003	5,002	7,001	1,000	35	0,004542	0,01687	0,05106	0,1282
	5	31	77	1,573	3,029	4,511			0,004891	0,02398	0,1214	0,4751
19	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	9,000	21	1,761	1,251	1,654	1,630
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			3,052	4,517	4,406	3,103
20	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	9,000	28	0,6761	0,6501	0,7389	0,6427
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			1,253	2,225	1,956	1,279
21	64,169	32,395	13,250	3,000	5,002	7,002	9,000	40	0,06219	0,09577	0,07978	0,06069
	70	31	7	4,527	3,029	1,559			0,1054	0,2884	0,1887	0,1099

CUADRO 1b/E.524

Media y varianza del tráfico de desbordamiento individual calculadas exactamente – Dos haces de circuitos de primera elección

A_1	N_1	A_2	N_2	N	O_1	V_1	O_2	V_2
8,2	5	30,0	30	10	0,6155	1,1791	1,1393	3,4723
				5	1,8068	3,2634	2,4656	7,4312
				21	0,0188	0,0304	0,0485	0,1240
				14	0,2108	0,3898	0,4624	1,3701
		14,3	7	22	0,0470	0,0771	0,0929	0,1983
				16	0,3743	0,6602	0,7546	1,7626
				12	0,9282	1,6137	1,8320	4,2120
				7	2,0023	3,2718	4,0953	7,8064
		42,0	37	27	0,0230	0,0354	0,0978	0,2984
				19	0,2136	0,3683	0,8356	2,9450
				8	1,4984	2,6161	4,4363	14,6018
				13	0,6940	1,2375	2,4148	8,4923
30,0	30	14,3	7	25	0,0653	0,1613	0,0541	0,1112
				18	0,4664	1,2990	0,4662	1,0879
				12	1,3746	3,9321	1,7390	4,0015
				7	2,4255	6,9941	3,8063	7,6277
8,2	5	67,9	65	30	0,0160	0,0242	0,0979	0,3548
				20	0,1839	0,3141	0,9739	4,1953
				14	0,5385	0,9676	2,4438	10,7208
				8	1,3598	1,4401	4,7035	19,7109
51,5	54	14,3	7	27	0,0735	0,2239	0,0399	0,0802
				19	0,6404	1,2499	0,4699	1,1030
				13	1,4033	5,0795	1,3609	3,2229
				7	2,5873	9,6136	3,6744	7,5139

CUADRO 1c/E.524

Media y varianza del tráfico de desbordamiento individual calculadas exactamente – Un haz de circuitos de primera elección

A_1	N_1	A_0		N	O_1	V_1	O_0	V_0
8,2	5	4,0		16	0,0499	0,0872	0,0331	0,0479
				11	0,4859	0,9154	0,3494	0,5382
				9	1,1692	2,1202	0,9011	1,3274
				5	2,1422	3,5883	1,8018	2,3694
30,0	30			20	0,0601	0,1565	0,0167	0,023
				13	0,5804	1,7427	0,1990	0,3062
				9	1,3997	4,2546	0,5988	0,9338
				5	2,5579	5,6196	1,5661	2,1991
51,5	54			22	0,9751	0,2497	0,0144	0,0197
				15	0,5141	1,8924	0,1209	0,1819
				10	1,8820	5,3004	0,4297	0,6790
				5	2,4294	3,2974	1,1450	1,7255

4 Resumen de los resultados

En el cuadro 2/E.524 se muestran los métodos disponibles y las medidas de calidad de funcionamiento con respecto a los criterios.

CUADRO 2/E.524

Comparación de diferentes métodos de aproximación

Funciones / Métodos	Entrada	Salida	Comparación						
	Momentos de orden superior necesarios	Momentos de orden más elevado del tráfico de desbordamiento	Error en el tráfico de desbordamiento				Volumen de cálculo necesario		
			Media		Varianza				
			Media	Desviación típica	Media	Desviación típica	Tiempo de procesamiento	Exigencias de memoria	Esfuerzo de programación
Método PPI									
a) Adaptación de 3 momentos	3	3	−0,0045	0,0585	−0,0210	0,0922			
b) Relación de 4 momentos	8	∞	0,0008	0,0255	−0,0053	0,0373			
Método CE	1	1	−0,0661	0,1527					
Método AWW	2	2	−0,0448	0,1647					

Referencias

[1] MATSUMOTO (J.) y WATANABE (Y): Analysis of individual traffic characteristics for queuing systems with multiple Poisson and overflow inputs, *Proc. 10th ITC*, paper 5.3.1, Montreal, 1983.

[2] RENEBY (L.): On individual and overall losses in overflow systems, *Proc. 10th ITC*, paper 5.3.5, Montreal, 1983.

[3] LE GALL (P.): Overflow traffic combination and cluster engineering, *Proc. 11th ITC*, paper 2.2B-1, Kyoto, 1985.

[4] LINDBERG (P.), NIVERT (K.) y SAGERHOLM (B.): Economy and service aspects of different designs of alternate routing networks, *Proc. 11th ITC*, Kyoto, 1985.

[5] KATZ (S.): Statistical performance analysis of a switched communications network, *Proc. 5th ITC*, Nueva York, 1967.

[6] LINDBERGER (K.): Simple approximations of overflow system quantities for additional demands in the optimization, *Proc. 10th ITC*, Montreal, 1983.

MÉTODOS DE PROTECCIÓN DEL SERVICIO

1 Introducción

El objetivo de los métodos de protección del servicio es el de controlar el grado de servicio de algunos flujos de tráfico limitando el acceso a haces de circuitos. Existen diversos métodos, cuyo denominador común es que pueden rechazar ciertas tentativas de llamadas cuando el haz de circuitos en cuestión tiene poca capacidad de reserva. La protección del servicio se utiliza generalmente en redes con encaminamiento alternativo para limitar el tráfico de desbordamiento, aunque puede utilizarse también para dar servicio con prioridad a una clase de tráfico con respecto a otro.

Las condiciones de fallo o de sobrecarga pueden exigir cambios temporales de los parámetros de protección del servicio. Esto se considera una acción de gestión de red, que se describe en las Recomendaciones de la serie E.400.

Las aplicaciones de métodos de protección del servicio se describen en el § 2 y los métodos disponibles en el § 3.

La utilización de la protección del servicio aumenta generalmente la complejidad de los algoritmos de dimensionamiento. En el § 4 se presentan los algoritmos de dimensionamiento adecuados.

La elección entre los métodos disponibles dependerá generalmente de las características de calidad de funcionamiento y de la facilidad de aplicación, aspectos que se examinan en los § 5 y 6.

2 Aplicaciones

2.1 *Encaminamiento del tráfico*

2.1.1 *Estrategias de encaminamiento del tráfico de desbordamiento – Principios generales*

Las estrategias de encaminamiento en que interviene tráfico de desbordamiento tienen a menudo rutas de primera elección (gran utilización) y rutas alternativas indirectas. En condiciones de sobrecarga, la proporción de tráfico con encaminamiento alternativo aumenta rápidamente, con riesgo de degradar gravemente la calidad de la red. Deben utilizarse métodos de protección del servicio para impedir el desbordamiento de las llamadas de una ruta directa hacia una ruta alternativa cuando los haces de circuitos de la ruta alternativa se encuentran muy cargados. En la figura 1/E.525, que muestra de manera sencilla un caso jerárquico: las llamadas de A a B tienen una ruta directa de primera elección y una ruta alternativa que pasa por D. La central A debe aplicar la protección del servicio al haz de circuitos AD. Cuando AD está ocupando por encima de un determinado límite, las llamadas de desbordamiento (por ejemplo de AB) se rechazan y se otorga prioridad al tráfico de primera elección (por ejemplo de A a C).

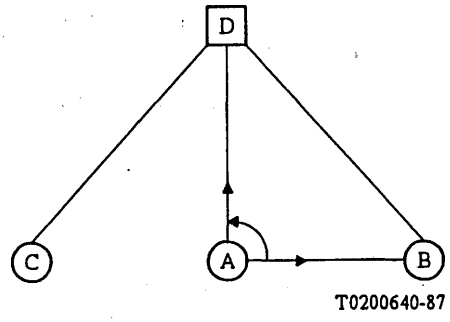


FIGURA 1/E.525

En la figura 1/E.525, el tráfico de A a B tiene acceso a dos rutas posibles, pero el tráfico de A a C sólo tiene una. En estas condiciones, es probable que el tráfico de A a B presente un grado de servicio de extremo a extremo mucho mejor, a menos que se utilice la protección del servicio para limitar su acceso a AD. Este control del grado de servicio permite el dimensionamiento óptimo (de costo mínimo) de las cargas de tráfico previstas, además de ofrecer protectión contra sobrecargas intensas.

2.1.2 *Encaminamiento alternativo jerárquico fijo*

La figura 1/E.525 ilustra el encaminamiento alternativo jerárquico fijo. En este caso, la central D es una central tándem con un nivel jerárquico superior al de las centrales A, B y C. Las rutas directas de nivel inferior (por ejemplo AB) desbordan por la ruta jerárquica (ADB). Esta ruta jerárquica constituye siempre el encaminamiento alternativo final. En dichas redes, es muy conveniente aplicar la protección del servicio para limitar el desbordamiento del tráfico hacia las rutas de última elección.

2.1.3 *Encaminamiento alternativo no jerárquico fijo*

Esta expresión se refiere a las estrategias de encaminamiento basadas en secuencias fijas de rutas alternativas (como en el encaminamiento alternativo jerárquico), pero no tiene una ruta jerárquica de útima elección para todo el tráfico de desbordamiento. La figura 2/E.525 puede ilustrar algunos casos sencillos pero habituales. El tráfico de A a B tiene una ruta de primera elección AB y una ruta alternativa ACB, que constituye la ruta final para este tráfico, mientras que el tráfico de A a C puede utilizar AC como primera elección y desbordar por ADC. El tráfico de D a B se ofrece a la ruta DAB y desborda por DCB, o viceversa. Este último principio de encaminamiento se denomina normalmente desbordamiento mutuo.

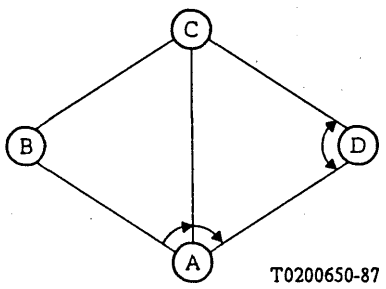


FIGURA 2/E.525

En ambos esquemas de encaminamiento puede distinguirse una cierta jerarquía. Sin embargo, no son jerárquicos en el sentido de que no hay ningún haz de circuitos jerárquicos que sea final para todo el tráfico cursado por él. La aplicación de métodos de protección del servicio puede ser más complicada que para el encaminamiento jerárquico, pero siguen siendo válidos los principios generales del § 2.1.1.

2.1.4 *Encaminamiento dinámico*

Hay muchas formas de encaminamiento dinámico, sea preplanificado dinámico adaptativo, sea con control centralizado o distribuido (véase la Recomendación E.170). Un aspecto que es común a la mayoría de los esquemas de encaminamiento dinámico es la disponibilidad de un número mayor de rutas alternativas potenciales para una conexión determinada. Con este tipo de encaminamiento, la protección del servicio adquiere importancia capital y presenta diversos aspectos especiales:

- La protección debe ser mayor que con otros esquemas de encaminamiento del tráfico de desbordamiento (es decir, deben utilizarse parámetros de reserva mayores).
- Si es posible, debe aplicarse la protección del servicio a todos los haces de circuitos de una ruta alternativa. Ello requiere un cierto volumen de transferencia de información entre centrales o hacia un procesador central.

– En relación con el encaminamiento adaptativo, puede utilizarse el concepto de protección del servicio, no sólo para bloquear las llamadas de desbordamiento, sino también para seleccionar una buena ruta alternativa (ésta será normalmente una ruta en la que todos los haces de circuitos tienen como mínimo un número pedido de circuitos libres).

2.2 *Servicio con prioridad*

Pueden utilizarse también los métodos de protección del servicio para dar servicio con prioridad a un tipo de tráfico, por ejemplo en una red multiservicios como la RDSI.

2.3 *Estabilidad*

Para proporcionar estabilidad en las redes con planes de encaminamiento no jerárquicos, debe utilizarse la protección del servicio para limitar el tráfico de desbordamiento si dicho tráfico desborda hacia una ruta alternativa compartida con tráfico de primera elección.

3 Métodos existentes

3.1 *División del haz de circuitos*

Una técnica directa consiste en dividir un haz de circuitos en dos componentes. Se permite el acceso del tráfico con prioridad a todo el haz de circuitos, mientras que el tráfico sin prioridad (normalmente el de desbordamiento) sólo puede tener acceso a un componente. Normalmente, el tráfico con prioridad se ofrece en primer lugar al componente reservado, que equivale entonces a un haz separado de circuitos de gran utilización.

3.2 *Reserva de circuitos*

Se conoce también este método como sistema de reservas con prioridad. Se aceptan llamadas sin prioridad por el haz de circuitos en cuestión únicamente cuando el número momentáneo de circuitos libres en dicho haz observado a la llegada de una llamada sin prioridad excede de un límite inferior especificado (con independencia de qué circuitos en particular estén libres). Las llamadas con prioridad se aceptan siempre, si cualquiera de los circuitos está libre.

La reserva de circuitos puede también aplicarse selectivamente, por ejemplo, para limitar las tentativas de llamada a destinos difíciles de alcanzar. Este método se conoce como reserva selectiva de circuitos.

4 Evaluación y dimensionamiento

4.1 *Concepto de ingeniería de agrupación*

En el encaminamiento alternativo automático (EAA) jerárquico, una agrupación consiste en un haz de circuitos de última elección (haz final) junto con los haces de circuitos de gran utilización cuyo tráfico desborda hacia el haz final. Esta agrupación debe tratarse como un todo, lo que implica en primer lugar que los criterios sobre grado de servicio (GDS) deben aplicarse al conjunto de la agrupación y no a los haces finales por separado. En segundo lugar, el dimensionamiento de la carga elevada debe hacerse para toda la agrupación. A fin de cumplir lo más eficazmente posible los criterios de GDS para la agrupación con carga normal y elevada durante el proceso de dimensionamiento, deben determinarse la forma apropiada los parámetros que intervienen en los métodos de protección del servicio.

4.2 *División del haz de circuitos*

En el EAA jerárquico, la división del haz de circuitos de última elección produce un haz separado de gran utilización para el tráfico de primera elección, que debe dimensionarse de forma que cumpla los criterios de GDS de la agrupación. Entre los métodos de evaluación normalizados que pueden utilizarse figura la teoría del tráfico aleatorio equivalente de Wilkinson [1]. Puede utilizarse el proceso de Poisson interrumpido para lograr una evaluación más precisa [2] y [3] y para determinar la calidad de funcionamiento de la red [4].

La división de los haces de circuitos permite controlar el GDS en el encaminamiento no jerárquico. El dimensionamiento y la evaluación concretos dependen de cada situación y normalmente es más práctico utilizar métodos de análisis de momentos de primer orden [5], [6].

4.3 *Reserva de circuitos*

En el encaminamiento alternativo automático jerárquico, debe aplicarse un parámetro de reserva de circuitos al haz de última elección, a fin de cumplir de forma óptima los criterios de GDS de la agrupación para todo el tráfico que se ofrece a ésta. Para la evaluación de los flujos de Poisson, se dispone de un método recursivo que puede hacerse extensivo a las situaciones de desbordamiento [7] mediante técnicas de tráfico aleatorio equivalente (TAE). Pueden utilizarse métodos del tipo del proceso de Poisson interrumpido [3] para lograr una evaluación más precisa y para determinar la calidad de funcionamiento de la red [8].

Para las estrategias no jerárquicas, se recomienda también los métodos de evaluación de momentos de primer orden. Existen fórmulas recurrentes sencillas para un haz que utilice reserva de circuitos y al que se le aplique tráfico de Poisson. Pueden ampliarse también los métodos de momentos de primer orden [7] para lograr una mayor precisión teniendo en cuenta el bloqueo hacia el destino y correlaciones de tráfico [6], [8].

5 Características de calidad de funcionamiento

5.1 *Eficacia*

La eficacia puede medirse por la capacidad de tráfico en condiciones de carga normal con sujeción a los criterios de GDS. A este respecto, no existe una gran diferencia entre los métodos de reserva de circuitos y de división de los haces de circuitos siempre que haya un dimensionamiento correcto en cada caso.

5.2 *Protección contra sobrecargas*

Los dos métodos de protección del servicio, la reserva de circuitos y la división del haz de circuitos de última elección con un haz reservado de gran utilización ofrecen una protección contra sobrecargas considerablemente mejor para el tráfico de primera y última elección en los casos de sobrecarga general y de desbordamiento que el método menos usual de división del haz de circuitos de última elección con un haz de última elección reservado.

5.3 *Consistencia*

Una ventaja significativa de la reserva de circuitos es que proporciona un perfil consistente de la calidad de funcionamiento con respecto a las variaciones de la carga de tráfico (tráfico de alta prioridad decreciente en combinación con tráfico de baja prioridad creciente) y las fijaciones de parámetros de reserva. Independiente del tamaño del haz de circuitos, las variaciones del tráfico (que no han sido previstas) se cursan relativamente bien.

Con la reserva de circuitos, es probable que el mismo valor de parámetros sea óptimo para una amplia gama de configuraciones en condiciones de carga normal y de sobrecarga.

En cambio, la sección reservada de un haz de circuitos dividido debe redimensionarse para diferentes configuraciones y (cuando se ha dimensionado de acuerdo con el esquema de carga de tráfico normal) no dará valores óptimos en condiciones de sobrecarga.

5.4 *Irregularidad*

Las variaciones de la irregularidad de tráfico de desbordamiento tienen una repercusión ligeramente mayor sobre las probabilidades de bloqueo dentro de las configuraciones de haces de circuitos divididos en comparación con la reserva de circuitos.

6 Consecuencias de la aplicación

6.1 *Métodos de dimensionamiento*

Existen métodos para el cálculo de un haz de circuitos dividido o un parámetro de reserva de circuitos [7], [9], [10].

6.2 *Medidas de tráfico*

Ambos métodos de protección del servicio requieren la estimación del tráfico de primera y de última elección que hay que proteger y del tráfico de desbordamiento procedente del haz o haces de circuitos de gran utilización (es decir, medidas efectuadas destino por destino).

Con el método de división del haz de circuitos, el tráfico encaminado por rutas de primera elección puede medirse fácilmente haz por haz. El método de reserva de circuitos requiere medidas distintas a las tradicionales para identificar el tráfico de primera elección.

6.3 *Aspectos operacionales*

Como la reserva de circuitos es una técnica controlada por soporte lógico, la protección de los diferentes flujos de tráfico puede variarse fácilmente cambiando los parámetros del soporte lógico. Esto permite efectuar cambios temporales en el marco del control de gestión de red. Deben tomarse precauciones en tales situaciones para restablecer los valores de los parámetros de diseño.

6.4 *Requisitos tecnológicos*

Los métodos de división del haz de circuitos pueden aplicarse en las centrales electromecánicas y en las centrales controladas por procesador.

En la práctica, la reserva de circuitos únicamente puede efectuarse con soporte lógico como facilidad condicional de desbordamiento y, por tanto, sólo puede aplicarse en las centrales con control por programa almacenado.

Ambos métodos requieren que la central tenga la capacidad de distinguir entre tráficos con prioridad y sin ella.

Referencias

[1] WILKINSON (R. I.): Theories for toll traffic engineering in the USA, *Bell System Technical Journal*, Vol. 35, marzo de 1956.

[2] MATSUMOTO (J.), WATANABE (Y.): Analysis of individual traffic characteristics for queueing systems with multiple Poisson and overflow inputs, *Proc. 10th ITC*, paper 5.3.1, Montreal, 1983.

[3] KUCZURA (A.): The interrupted Poisson Process as an overflow processor, *Bell System Technical Journal*, Vol. 52, No. 3, 1973.

[4] MANSFIELD (D. R.), DOWNS (T.): A moment method for the analysis of telephone traffic networks by decomposition, *Proc. 9th ITC*, paper 2.4.4, Torremolinos, 1979.

[5] MANSFIELD (D. R.), DOWNS (T.): On the one-moment analysis of telephone traffic networks, *IEEE Trans. Comm., 27*, pp. 1169-1174, 1979.

[6] LE GALL (F.), BERNUSSOU (J.): An analytical formulation for grade-of-service determination in telephone networks, *IEE Trans. Comm., 31*, pp. 420-424, 1983.

[7] COOPER (R. B.): Introduction to queueing theory, *North Holland*, 1977.

[8] SONGHURST (D. J.): Protection against traffic overload in hierarchical networks employing alternative routing, *Proc. Telecommunication Network Planning Symposium*, pp. 214-220, Paris, 1980.

[9] LEBOURGES (M.), PASSERON (A.): Contribution to a Network Sizing Procedure using Probability Distributions of Traffic Data, *Networks '86*, Tarpon Springs, 1986.

[10] LINDBERGER (K.): Simple approximations of overflow system quantities for additional demands in the optimization, *Proc. 10th ITC*, Montreal, 1983.

Bibliografía

LEBOURGES (M.), BECQUE (C. R.), SONGHURST (D. J.): Analysis and dimensioning on non-hierarchical telephone networks, *Proc. 11th ITC*, paper 2.28-4, Kyoto, 1985.

SECCIÓN 5

GRADO DE SERVICIO

Recomendación E.540

GRADO DE SERVICIO GLOBAL DE LA PARTE INTERNACIONAL DE UNA CONEXIÓN INTERNACIONAL

1 El Plan de encaminamiento internacional prevé que el tráfico de las relaciones internacionales de tráfico pueda despacharse por uno de los siguientes encaminamientos:

a) circuitos directos;

b) explotación en tránsito para todas las conexiones, con intervención de uno o más centros de tránsito;

c) circuitos directos de gran utilización con desbordamiento por uno o más centros de tránsito.

En principio, sería conveniente dimensionar las rutas internacionales de manera que pudiera asegurarse el mismo grado de servicio en todas las relaciones, cualquiera que fuese la forma en que estuvieran servidas. En la práctica, puede suceder, sin embargo, que por consideraciones materiales no sea conveniente adoptar un valor universal único.

2 Según la Recomendación E.520, los haces de circuitos directos se calculan con arreglo a una probabilidad de pérdida $p = 1\%$ durante la hora cargada media. Se autoriza una excepción en el caso de pequeños haces de circuitos internacionales de gran longitud, para los que se acepta una probabilidad de pérdida $p = 3\%$ si el número de circuitos es igual o inferior a seis. A medida que aumenta el tráfico, mejora progresivamente el grado de servicio, hasta corresponder a un valor de probabilidad de pérdida $p = 1\%$ para 20 circuitos.

3 En las relaciones aseguradas exclusivamente en tránsito, el grado de servicio empeora en función del número de centros de tránsito atravesados. De las medidas de congestión efectuadas en estas condiciones se desprende que el grado de servicio global en las comunicaciones con hasta seis secciones en cascada es inferior al que correspondería a una probabilidad de pérdida *p doble* en cualquiera de las seis secciones de la cadena de circuitos. En consecuencia, en una serie de rutas, cada una de ellas calculada para un valor de $p = 1\%$, el grado de servicio global rara vez excede del 2%. Una comunicación con circuitos en cadena este-oeste tendría la ventaja de presentar horas cargadas diferentes en sus diversas secciones, ventaja que no podría darse en circuitos norte-sur.

En el caso de relaciones servidas por circuitos de gran utilización, el tráfico de desbordamiento se encaminará por un mínimo de dos secciones, de suerte que experimentará el mismo empeoramiento del grado de servicio que el tráfico de tránsito. No obstante, gran parte de este tráfico se cursará por los circuitos de gran utilización, y el grado de servicio será aproximadamente el de las relaciones exclusivamente servidas por circuitos directos.

Es conveniente prever siempre un circuito de gran utilización como mínimo entre un CT3 y el CT1 de que dependa, incluso si este circuito no está totalmente justificado desde el punto de vista económico. No obstante, no deberá preverse tal circuito de no existir o anticiparse un volumen suficiente de tráfico durante la hora cargada. La creación de tales circuitos mejoraría la transmisión, así como el grado de servicio. Esta medida debiera suscitar un aumento del tráfico y de los ingresos correspondientes a esos circuitos.

El grado de servicio global de la parte internacional de una conexión es uno de los elementos que contribuyen al grado de servicio global entre abonados de países diferentes.

GRADO DE SERVICIO GLOBAL EN LAS CONEXIONES INTERNACIONALES (DE ABONADO A ABONADO)

1 Introducción

1.1 El grado de servicio global en las conexiones internacionales (de abonado a abonado) – referido únicamente al fenómeno de la congestión en la totalidad de la red como resultado del volumen de tráfico – depende de varios factores, por ejemplo, los sistemas de encaminamiento en las partes nacionales e internacionales de la conexión, la congestión admitida por paso de conmutación, el método utilizado para medir el tráfico y calcular el tráfico de base y las diferencias entre las horas cargadas en los diversos enlaces participantes en la conexión.

1.2 La manera más satisfactoria de expresar este grado de servicio sería indicando su distribución. El grado medio de servicio previsto durante la hora cargada en una conexión completa sería el parámetro más útil. Sin embargo, mientras no se mida continua y regularmente el tráfico durante los periodos cargados en todas las partes de la red, no será posible calcular dicho grado medio de servicio. Por consiguiente, en la etapa actual, no se puede utilizar como criterio para el dimensionamiento de la red.

1.3 La única manera práctica de garantizar un grado de servicio global aceptable en las comunicaciones internacionales consiste en especificar, para las redes nacionales, un límite superior de diseño para probabilidad de pérdida por enlace de la conexión, al igual que se hace para los enlaces de la red internacional. (Véase la Recomendación E.540.)

2 Consideraciones generales

2.1 Como el buen funcionamiento del servicio automático internacional depende mucho del grado de servicio de todas las secciones que componen la conexión entre los abonados, conviene que el grado de servicio de las redes nacionales de origen y de destino que intervengan en la conexión sea comparable al de la red internacional.

2.2 Reviste gran importancia para cursar el tráfico que el grado de servicio de los enlaces del país de destino sea bueno, ya que una elevada congestión en la red del país de destino puede tener graves repercusiones en la red internacional. Una elevada congestión en la red nacional del país de destino entraña tentativas repetidas que, a su vez, aumentan la carga de los equipos de conmutación comunes, al tiempo que aumenta la ocupación de las rutas con llamadas infructuosas.

3 Objetivos de diseño

3.1 Se recomienda diseñar los enlaces de la red nacional con una probabilidad de pérdida[1] no mayor del 1% por enlace de la ruta final durante la hora cargada que corresponda. Se reconoce, no obstante, que en algunos países se admite una congestión suplementaria en los pasos internos de conmutación de los centros de tránsito. Se reconoce igualmente que si el servicio nacional no asegura el grado de servicio recomendado, tal vez no sea económicamente posible asegurar ese grado de servicio en las relaciones internacionales.

3.2 En la Recomendación E.171 [1] se indica el número máximo de enlaces en cascada que pueden utilizarse en una conexión internacional.

3.3 Aunque el peor grado de servicio global corresponderá aproximadamente a la suma de las probabilidades de pérdida de los distintos enlaces conectados en cascada, en la mayoría de las comunicaciones el grado global de servicio será sensiblemente mejor.

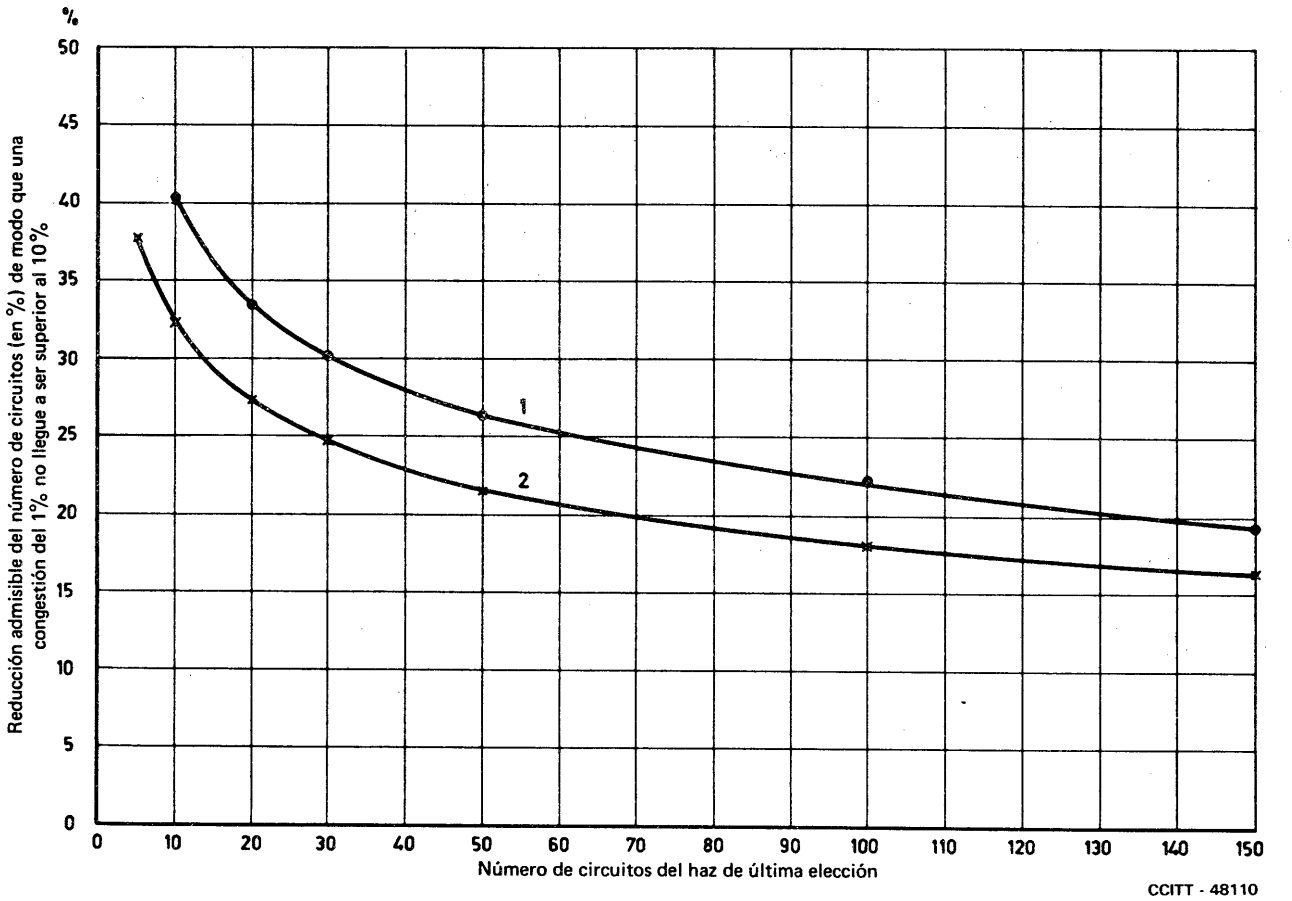
---

[1] La probabilidad de pérdida aquí citada se refiere a los valores del tráfico durante la hora cargada, tal como vienen definidos en la Recomendación E.500.

4 Carga máxima de tráfico

4.1 Es difícil mantener un servicio automático de calidad aceptable en un haz final de circuitos si la carga de tráfico rebasa un nivel correspondiente a una probabilidad de pérdida del 10% según la fórmula de Erlang. Sobrepasada esa carga, el grado de servicio de la ruta puede disminuir rápidamente. Esta condición será más evidente en razón del efecto acumulativo, de producirse, de la repetición de las tentativas.

4.2 Las curvas representadas en la figura 1/E.541 indican la reducción proporcional del número de circuitos que puede tolerarse durante un periodo de 15 minutos, por ejemplo, durante una hora cargada normal en un haz de circuitos de accesibilidad total, calculada para una probabilidad de pérdida del 1% según la fórmula de Erlang, según el criterio de sobrecarga definido anteriormente. El cuadro 1/E.541 da los valores numéricos que han permitido trazar las curvas.



1 : factor de irregularidad = 2,5
2 : tráfico aleatorio (factor de irregularidad = 1,0)

FIGURA 1/E.541

Reducción proporcional del número de circuitos de un haz final en caso de avería si el grado de servicio calculado (en erlangs) no ha de exceder al correspondiente a una probabilidad de pérdida del 10 %

CUADRO 1/E.541

Reducción porcentual del número de circuitos si el grado de servicio calculado (en erlangs) no ha de exceder del correspondiente a una probabilidad de pérdida del 10 %

Número de circuitos	Siendo el grado de servicio previsto del 1 %, este cuadro indica la reducción (en %) admisible del número de circuitos que da lugar a una congestión del 10 %	
	Tráfico aleatorio (Factor de irregularidad de la distribución = 1,0)	Factor de irregularidad de la distribución = 2,5
5	37,7	–
10	32,3	40,2
20	27,2	33,3
30	24,8	30,1
50	21,7	26,5
100	18,3	22,4
150	16,7	19,7

4.3 Las curvas de la figura 1/E.541 deben servir solamente de orientación. Si la avería se produce en una hora excepcionalmente cargada, la reducción admisible es menor. En cambio, si se produce en una hora poco cargada, se puede tolerar una mayor reducción del número de circuitos; éste sería también el caso después de un anuncio grabado apropiado. De manera general, el conocimiento del porcentaje de ocupación de los circuitos permite estimar el valor más general de probabilidad de pérdida, calculado según la fórmula de Erlang, así como la reducción admisible en el número de circuitos.

En haces importantes conviene no reducir el número de circuitos más de lo que se considere admisible, so pena de producir congestiones importantísimas debidas a tentativas repetidas.

5 Observaciones generales

Nota 1 – En el suplemento N.° 5 del presente fascículo se trata de la influencia que ejerce un fallo de las instalaciones de transmisión en la conmutación internacional y en los procedimientos de explotación debido a las perturbaciones del tráfico.

Nota 2 – El encaminamiento alternativo en las redes nacionales e internacional asegura un grado de servicio medio mejor que el que ofrece la ruta teórica de última elección.

Nota 3 – La no coincidencia de las horas cargadas en las redes nacionales e internacional dará como resultado un mejor grado de servicio que el obtenido sumando las probabilidades nominales de pérdida de las distintas secciones conectadas en cascada.

Nota 4 – Las diferencias horarias darán también como resultado un mejor grado de servicio.

Nota 5 – Los métodos de medida y de cálculo del tráfico para las previsiones en las redes nacionales pueden ser distintos de un país a otro y diferir de los que se indican en la Recomendación E.500 para la red internacional. Esto significa que los valores nacionales de intensidad de tráfico no siempre se pueden comparar entre sí, ni con los valores de la red internacional. Cada Administración deberá estimar la posible diferencia existente entre el valor nominal que adopte para la intensidad de tráfico de su red y el recomendado para la red internacional.

Nota 6 – El valor nominal del grado de servicio para un circuito dado no corresponde a la situación real más que en la medida en que la intensidad de tráfico de cada etapa de conmutación tiene el valor previsto. Este caso sólo se dará rara vez en la práctica. Por otro lado, según las reglas usuales de planificación, mientras no se haya llegado al final del periodo de planificación, la probabilidad de pérdida que caracteriza el grado de servicio no debe exceder del valor especificado. Si se trata de una red en ampliación, el grado de servicio en los haces de circuitos es mejor que el valor crítico especificado, durante casi toda la duración de dicho periodo.

En conclusión, el grado de servicio global depende de la precisión con que se efectúan las previsiones y del procedimiento de planificación empleado; es decir, depende, por ejemplo, del intervalo de tiempo que separa dos ampliaciones sucesivas de las instalaciones y del valor nominal provisional de la intensidad de tráfico sobre la base a partir de la cual se ha calculado el grado de servicio.

Referencias

[1] Recomendación del CCITT *Plan de encaminamiento telefónico internacional*, Rec. E.171.

GRADO DE SERVICIO EN LAS CENTRALES TELEFÓNICAS INTERNACIONALES DIGITALES

1 Introducción

1.1 En esta Recomendación se especifican los parámetros y valores de grado de servicio (GDS) que deben utilizarse como normas de dimensionamiento y objetivos de calidad de funcionamiento de centrales telefónicas internacionales. Se recomiendan también procedimientos para supervisar la calidad de funcionamiento de las centrales en cuanto al GDS.

1.2 Las normas de GDS para las centrales telefónicas internacionales definidas en esta Recomendación presuponen que la central está «totalmente operativa», y se basan en los niveles de carga especificados en la Recomendación E.500.

2 Alcance de la Recomendación

2.1 Las normas de GDS se especifican para la central en su conjunto, es decir, que los parámetros de grado de servicio, tanto desde el punto de vista de la pérdida como desde el punto de vista de la demora, no están asociados exclusivamente con el área de control o con las redes que aseguren la conexión; así, no se favorece ninguna concepción particular del sistema.

2.2 Si bien los parámetros de GDS definidos en esta Recomendación son aplicables tanto a las centrales digitales como a las analógicas, los valores numéricos recomendados para estos parámetros están destinados principalmente a las centrales digitales. El GDS puede ser demasiado restrictivo para las centrales analógicas, por lo que se aconseja a las Administraciones que prevean márgenes adecuados cuando apliquen esta Recomendación a las centrales analógicas.

Las Administraciones pueden también considerar estos valores de GDS para el dimensionamiento de los centros de tránsito nacionales, de manera que la característica de GDS de extremo a extremo en las conexiones internacionales se mantenga a un nivel elevado.

3 Parámetros de grado de servicio

Las normas de grado de servicio desde el punto de vista de la pérdida y desde el punto de vista de la demora se definen como sigue:

3.1 *Grado de servicio desde el punto de vista de la pérdida*

La **probabilidad de pérdida interna**, para cualquier tentativa de llamada, es la probabilidad de que no pueda establecerse una conexión global entre un circuito entrante determinado y cualquier circuito libre saliente apropiado de la red de conmutación.

El grado de servicio desde el punto de vista de la pérdida ha de aplicarse a cualquier par de haces de circuitos entrantes y salientes, promediado para el conjunto de accesos de entrada del haz de circuitos entrante.

Esta solución tiene explícitamente en cuenta el hecho de que las Administraciones tomarán las medidas necesarias para garantizar, por ejemplo, una carga favorable de los bloques de conmutación a fin de equilibrar el acceso a todos los haces de circuitos. Estas medidas reducirán al mínimo las repercusiones que tendrá el caso más desfavorable sobre la capacidad de tráfico del conmutador, al circunscribir los ajustes necesarios a ciertas partes bien localizadas de la red de conexión.

Estas medidas permitirán que el sistema de conmutación funcione con toda la eficacia posible dentro de los límites impuestos por esta norma de grado de servicio desde el punto de vista de la pérdida.

3.2 *Grado de servicio desde el punto de vista de la demora en el caso de la señalización asociada al canal*

duración de la preselección: Intervalo de tiempo transcurrido entre el instante en que una señal de toma entrante llega al lado de entrada de la central y el instante en que la central receptora devuelve a la central precedente una señal de invitación a transmitir.

La duración de la preselección puede afectar al tiempo de ocupación de los circuitos precedentes y del equipo de control centralizado en la central o centrales precedentes. También puede percibirlo el abonado como un periodo de espera del tono de invitación a marcar, en el caso de un tono especial de invitación a marcar para llamadas internacionales en centrales internacionales de salida, o puede contribuir al periodo de espera después de marcar experimentado por el abonado en todos los demás casos. La contribución al periodo de espera después de marcar no incluye por fuerza la totalidad de la duración de la preselección.

Nota – Aunque en la precedente definición de la duración de la preselección no se indica expresamente que incluye la demora de conexión del receptor, a los efectos de la presente Recomendación se supone que la demora de conexión del receptor forma parte de la duración de la preselección.

3.3 *Grado de servicio desde el punto de vista de la demora para cualquier combinación de señalización asociada al canal y señalización por canal común*

tiempo de establecimiento de la comunicación por una central: Intervalo transcurrido desde el instante en que se recibe la información de dirección requerida para establecer una comunicación en el lado de entrada de la central hasta el instante en que la señal de toma o la correspondiente información de dirección se envía a la central siguiente.

tiempo de transferencia de la central (señalización asociada al canal de extremo a extremo o señalización por canal común): Intervalo transcurrido desde el instante en que la central dispone, para su tratamiento, de la información requerida para establecer una transferencia (transconexión), hasta el instante en que la red de conexión establece la transconexión entre los circuitos entrantes y salientes.

tiempo de transferencia de la central (señalización asociada al canal sección por sección): Intervalo transcurrido desde el fin de la transmisión de los impulsos de señalización hasta el establecimiento de un trayecto de comunicación a través de la central entre los circuitos entrantes y salientes.

4 Normas de grado de servicio

Se recomiendan los valores indicados en el cuadro 1/E.543 para las normas de GDS de centrales telefónicas internacionales digitales. Los niveles de carga normal y de carga elevada son los definidos en la Recomendación E.500.

CUADRO 1/E.543

	Carga normal	Carga elevada
Duración de la preselección [a) b)]	P(> 0,5 s) ≤ 5 %	P(> 1 s) ≤ 5 %
Tiempo de establecimiento de la comunicación por una central [b)]	P(> 0,5 s) ≤ 5 %	P(> 1 s) ≤ 5 %
Tiempo de transferencia de la central [b)]	P(> 0,5 s) ≤ 5 %	P(> 1 s) ≤ 5 %
Probabilidad de pérdida interna [c)]	0,002	0,01

[a)] Véase la nota 1 del § 3.2.

[b)] La determinación del número de tentativas de toma de los distintos dispositivos o módulos de la central con niveles de carga normal y elevada deberá realizarse de conformidad con la Recomendación E.500. Se utilizarán niveles de carga de la central o del haz de circuitos según los dispositivos o módulos de la central afectados.

[c)] Los valores del tráfico ofrecido al haz de circuitos y a la red de conexión de la central, que deben utilizarse para evaluar la probabilidad de pérdida, deben corresponder a los niveles de intensidad de tráfico definidos para haces de circuitos y centrales, respectivamente, en la Recomendación E.500.

En caso de que no coincidan las horas cargadas de la central y de los haces de circuitos se recomienda utilizar modelos que puedan tener en cuenta los distintos valores de tráfico en las diferentes partes de la central. Por ejemplo, los modelos que se utilizan para dimensionar el equipo auxiliar podrían sacar ventajas de la no coincidencia de las horas cargadas de los distintos haces de circuitos que utilizan el mismo equipo auxiliar.

5 Medidas para supervisar el GDS de una central

En el contexto de la administración del tráfico, la supervisión del GDS en una central es un medio para detectar problemas potenciales que pueden afectar la calidad de funcionamiento de esa central en cuanto al GDS. Analizando las desviaciones con relación a los umbrales de GDS previamente establecidos pueden detectarse zonas con problemas. Tras la identificación de los problemas, pueden derivarse de la supervisión del GDS acciones tales como el equilibrado de cargas, la eliminación de fallos, ampliaciones, etc. Estas actuaciones no se efectúan en tiempo real y, en consecuencia, la recopilación de datos y su análisis no están sometidos a las limitaciones del trabajo en tiempo real. Las medidas de tráfico que se recomiendan a continuación no distinguen los motivos del fallo de la tentativa de llamada o de la demora excesiva.

Cuando los valores del GDS son permanentemente peores que los especificados en el § 4 para las normas de GDS, será necesario identificar las causas de esta situación mediante el análisis de los procedimientos de medida apropiados. Considerando el marco indicado anteriormente, la única importancia de los errores que se produzcan en la estimación del GDS radica en el hecho de que pueden provocar reacciones mayores o menores que las necesarias para modificar las situaciones en las centrales.

Se ha definido un estimador estadístico para cada uno de los parámetros de GDS. Las medidas deben efectuarse con cada haz de circuitos y con cada central. Eventualmente, puede obtenerse un ahorro en el caso de las medidas de demora que se efectúan basándose en cada tipo de señalización cuando varios haces de circuitos comparten los mismos dispositivos auxiliares. Todas las medidas que se describen a continuación se refieren a un periodo de medida específico.

5.1 *Medidas de las demoras*

5.1.1 *Duración de la preselección*

La calidad de funcionamiento en cuanto al GDS de una central en lo que respecta a este parámetro puede estimarse por medio de la relación:

$$p = \frac{B}{A},$$

donde

- A es el número de tentativas de llamada, procedentes de un determinado haz de circuitos entrantes, aceptadas para su tratamiento;
- B es el número de tentativas de llamada, pertenecientes al conjunto A, para las que la duración de la preselección supera el valor predeterminado X.

Nota – En centrales con control por programa almacenado (CPA) puede transcurrir cierto tiempo entre el momento en que aparece la señal de toma entrante en el circuito entrante y el momento en el que el procesador acepta procesar la tentativa de llamada. El medir esta duración exige la utilización de equipos externos a los procesadores que tratan las llamadas. Esta medida sólo proporciona una indicación de la duración de la preselección tras la aceptación de la llamada para su procesamiento. En el caso de que esta duración sea importante, deberá tenerse en cuenta en el dimensionamiento y restarse del tiempo total permitido para la duración de la preselección.

5.1.2 *Tiempo de establecimiento de la comunicación por una central*

La calidad de funcionamiento de una central en lo que respecta a este parámetro puede medirse mediante la relación siguiente:

$$q = \frac{D}{C},$$

donde

- C es el número de tentativas de llamada para las que se ha recibido suficiente información de dirección en el lado de llegada de la central, que se dirigen a cierto haz de circuitos salientes y para las que la señal de toma o la correspondiente información de dirección se envía a la central siguiente.
- D es el número de tentativas de llamada incluidas en C para las que el tiempo de establecimiento de la comunicación por la central supera el valor predeterminado T.

5.1.3 *Tiempo de transferencia de la central*

La calidad de funcionamiento de una central en lo que respecta a este parámetro puede medirse mediante la relación siguiente:

$$r = \frac{F}{E},$$

donde

- E (para la señalización asociada al canal de extremo a extremo y la señalización por canal común) es el número de tentativas de llamada con respecto a las cuales se dispone, para su tratamiento en la central, de la información necesaria para establecer una transconexión para determinado haz de circuitos;
- E (para la señalización asociada al canal sección por sección) es el número de tentativas de llamada para las que se ha completado la transmisión de impulsos de señalización en un haz de circuitos determinado;
- F es el número de tentativas de llamada incluidas en E para las que el tiempo de transferencia ha superado el valor predeterminado V.

Nota 1 – La pérdida de tentativas de llamada causada por la propia central, la liberación prematura por parte del abonado o la expiración del periodo de temporización en una central precedente, puede modificar los resultados de las medidas de demoras indicadas más arriba. Sin embargo, el efecto sólo será importante en condiciones anormales, que deberán estudiarse independientemente.

Nota 2 – Se recomienda que los valores de X, T y V sean 0,5 segundos (carga normal) o 1 segundo (carga elevada).

Nota 3 – La medida de demoras llamada por llamada puede provocar grandes incrementos en los gastos de la central. Dado que desde el punto de vista estadístico no se requiere una precisión muy grande, pueden ser suficientes para los fines de supervisión del GDS procedimientos de muestreo o llamadas de prueba.

5.2 *Medidas de la pérdida (de tentativas de llamada)*

Un estimador de este parámetro por haz de circuitos es el siguiente:

$$s = \frac{H}{G},$$

donde

G es el número de tentativas de llamada, que requieren una conexión desde un acceso de entrada al haz de circuitos salientes deseado que tenga por lo menos un circuito libre y para el que se ha proporcionado a la central información suficiente para tratar la llamada;

H es el número de esas tentativas de llamada, incluidas en G, que no han conseguido establecer la conexión requerida.

Nota – La pérdida de tentativas de llamada, causada por la liberación prematura por parte del abonado o debido a la expiración del periodo de temporización en una central precedente, puede modificar el resultado de la medida indicada más arriba.

Recomendación E.550

GRADO DE SERVICIO Y NUEVOS CRITERIOS DE CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE LAS CENTRALES TELEFÓNICAS INTERNACIONALES EN CONDICIONES DE FALLO

1 Introducción

1.1 Esta Recomendación se refiere a situaciones de fallo en una sola central y a su influencia en las llamadas cursadas por esta central (no se tratan las repercusiones en la red).

1.2 Se formula esta Recomendación desde el punto de vista de grado de servicio (GDS) de la central.

1.3 De conformidad con la Recomendación E.543, relativa a las centrales de tránsito en condiciones normales de funcionamiento, esta Recomendación se aplica, principalmente, a las centrales digitales internacionales. Sin embargo, las Administraciones pueden tener en cuenta esta Recomendación para sus redes nacionales.

1.4 En el grado de servicio (GDS) percibido por el abonado (bloqueo y/o demora en el establecimiento de las comunicaciones) no sólo influyen las variaciones de la carga de tráfico sino también los fallos parciales o totales de los componentes de la red. El concepto de GDS percibido por el abonado no está limitado a condiciones específicas de avería y restablecimiento. Por ejemplo, generalmente el usuario ignora que ha surgido un problema en la red y no está en condiciones de distinguir entre una condición de fallo y otras condiciones, tales como los picos en la demanda de tráfico o la insuficiencia de los equipos en servicio como consecuencia de actividades de mantenimiento periódico. Es necesario, pues, formular criterios de calidad de funcionamiento y objetivos de GDS adecuados para las centrales telefónicas internacionales, en los que se tengan en cuenta las repercusiones de los fallos parciales y totales de la central. Además, en el marco de estos trabajos, habrán de elaborarse definiciones, modelos, y métodos de medida y cálculos apropiados.

1.5 Desde el punto de vista del abonado, el GDS no sólo debe definirse por el nivel de servicio insatisfactorio, sino también por la duración de los periodos durante los cuales el GDS es insatisfactorio y por la frecuencia con que tales situaciones se producen. Así pues, en su forma más general, los criterios de calidad de funcionamiento deben tener en cuenta factores tales como la frecuencia y duración de los fallos, la demanda de tráfico durante los fallos, el número de abonados afectados por los fallos y la distorsión de los perfiles del tráfico que éstos originan.

No obstante, desde el punto de vista práctico, sería conveniente comenzar por criterios más simples que puedan desarrollarse gradualmente a fin de tener en cuenta todos los factores antes mencionados.

1.6 Los fallos totales o parciales en la parte internacional de la red tienen un efecto mucho más grave que el de fallos análogos en redes nacionales, ya que en éstas los componentes averiados pueden aislarse y el tráfico afectado puede reencaminarse.

En consecuencia, los fallos de la parte internacional de la red pueden degradar el servicio por un incremento de los bloqueos y las demoras, o incluso interrumpir por completo el servicio durante cierto tiempo. El objeto de la presente Recomendación es formular algunos objetivos de servicio para las centrales internacionales, a fin de garantizar cierto nivel de servicio a los abonados que soliciten conexiones internacionales.

Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que cuando existen centrales multicabeceras que proporcionan acceso desde/hacia un país con diversidad de circuitos y métodos de restauración, el GDS real será mayor que en el caso de una sola central.

2 Consideraciones generales

2.1 En los nuevos criterios de calidad de funcionamiento que se procura establecer intervienen conceptos propios del campo de la «disponibilidad» (frecuencia y duración de las averías) y la «congestión de tráfico» (niveles de bloqueo y/o demora). Es necesario, por tanto, que la terminología, definiciones y modelos examinados sean coherentes con las Recomendaciones correspondientes sobre terminología y vocabulario.

2.2 En los periodos de gran congestión, causada por picos de tráfico o por un funcionamiento defectuoso de la central, es probable que se registre un aumento importante del número de tentativas repetidas. Además, cabe esperar que, debido a la demanda acumulada durante un periodo de avería total, la carga de tráfico de la central sea muy intensa inmediatamente después de restablecerse el servicio una vez eliminado el fallo y establecido el servicio. Deben tenerse en cuenta los posibles efectos de estos fenómenos sobre el GDS propuesto para condiciones de fallo. (Para ulterior estudio.)

3 Características de funcionamiento de la central en condiciones de fallo

3.1 Se considera que la central se encuentra en una condición de fallo cuando cualquier fallo de la misma (soporte físico, soporte lógico, errores humanos) reduce su caudal en el momento en que es necesario cursar tráfico. Se incluyen en la presente Recomendación las cuatro categorías siguientes de fallos de las centrales:

a) fallo total de la central;

b) fallo parcial que afecta por igual a la capacidad para cursar todos los flujos de tráfico;

c) fallo parcial que sólo afecta al tráfico cursado hacia o desde un punto particular, quedando parcial o totalmente aislado de la ruta prevista;

d) fallo intermitente que afecta a una determinada proporción de llamadas.

3.2 En la medida de lo posible, la central debe diseñarse de manera tal que el fallo de una o varias unidades repercuta lo menos posible en su caudal. Además, la central debe ser capaz de tomar medidas por sí misma para aminorar los efectos de cualquier sobrecarga que se produzca como resultado del fallo de alguna de sus unidades (Recomendación Q.504, § 3). Las unidades de la central cuyo fallo reduzca el caudal de ésta en mayor medida deben poseer una disponibilidad proporcionalmente mayor en comparación con las demás unidades (Recomendación Q.504, § 4).

3.3 Cuando un fallo reduce el caudal de la central y se produce congestión, la central debe ser capaz de enviar indicaciones de control hacia otras centrales y hacia los sistemas de gestión de la red a fin de facilitar el control de la carga que se le ofrece (Recomendaciones E.410 y Q.506).

4 GDS y modelos aplicables

4.1 En este punto, los términos «accesible» e «inaccesible» se utilizan en el sentido de la Recomendación G.106 (*Libro Rojo*). La estructura del GDS para las centrales en condiciones de fallo puede formularse, desde el punto de vista del abonado, en los dos niveles conceptuales siguientes:

4.1.1 *Accesibilidad (inaccesibilidad) instantánea del servicio*

En este nivel se atiende principalmente a la probabilidad de que el servicio sea accesible (o inaccesible) para el abonado en *el instante* en que efectúa una demanda.

4.1.2 *Accesibilidad (inaccesibilidad) acumulativa del servicio*

En este nivel, se amplía el concepto de «tiempo de indisponibilidad» utilizado en las especificaciones de disponibilidad de las centrales para incluir los efectos de los fallos parciales y de las sobrecargas de tráfico durante un largo periodo de tiempo.

4.2 Sobre la base del concepto de grado de servicio descrito en el § 4.1 los parámetros de grado de servicio de las centrales en condiciones de fallo (o de avería) se definen como sigue:

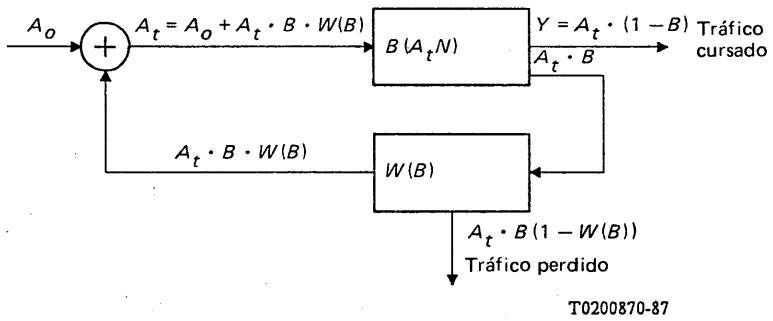
4.2.1 **inaccesibilidad instantánea al servicio de una central** es la probabilidad de que esa central no pueda realizar la función requerida (procesamiento satisfactorio de llamadas) en las condiciones especificadas, en el momento en que se efectúa una petición de servicio.

4.2.2 **inaccesibilidad media al servicio de una central** es la media de inaccesibilidad instantánea en un periodo de observación preestablecido (por ejemplo, un año).

4.2.3 *Nota 1* – El modelo de GDS en el caso de inaccesibilidad instantánea de una central está estrechamente relacionado con el concepto de congestión de llamadas en la teoría de tráfico y debe ampliarse para incluir la congestión de llamadas originada por los fallos de central indicados en el § 3.1. El valor de GDS puede asignarse en tal caso sobre una base análoga a la establecida en la Recomendación E.543 para los centros de tránsito en condiciones normales de funcionamiento.

Nota 2 – En el anexo A figura un modelo para estimar la inaccesibilidad acumulativa de una central. Aunque el modelo permite un enfoque sencillo y por lo tanto atractivo, algunos de los aspectos prácticos relacionados con la medida y la comprobación, así como los efectos que sobre el GDS podrían producir los medios de control de la gestión de la red y el mantenimiento periódico requieren estudios adicionales.

4.3 El modelo de la figura 1/E.550 pone en evidencia la modificación de la naturaleza del tráfico ofrecido en condiciones de fallo.



donde:

A_o = tráfico ofrecido

A_t = tráfico total

B = factor de congestión (tentativas de llamada no procesadas) que puede incluir los efectos de controles de gestión de red

N = recursos

Y = tráfico cursado

W = proporción de tentativas de llamada bloqueadas que se repiten

FIGURA 1/E.550

Modelo para el tráfico ofrecido en condiciones de fallo

En condiciones normales, el factor de congestión B es bajo y habría pocas repeticiones de tentativas; en consecuencia, el tráfico A_t se aproxima al tráfico A_o.

En condiciones de fallo, los recursos se reducen y el factor de congestión B aumenta. Esto provoca el fenómeno de repetición de tentativas y, por consiguiente, la carga A_t de la central se hace más grande que la carga A_o original.

Por tanto, es necesario evaluar la congestión con la nueva carga A_t suponiendo la estabilidad del sistema, lo que puede no ocurrir en todos los casos.

La Recomendación E.501 ofrece unos modelos adecuados para la determinación del tráfico ofrecido a partir del tráfico cursado, teniendo en cuenta las repeticiones de tentativas.

4.4 El efecto de cada tipo de fallo de la central en el GDS puede caracterizarse por:

- la carga en erlangs (A_t) y las tentativas de llamada en la hora cargada (TLHC);
- los parámetros de inaccesibilidad (instantánea y media), congestión y demora (establecimiento de la comunicación, tiempo de transferencia de la central, etc.);
- la duración de la avería;
- la intensidad de fallos.

5 Normas de GDS e inaccesibilidad

5.1 Las situaciones de fallo en la central pueden producir efectos similares a los provocados por sobrecarga de tráfico aplicadas a una central en condiciones de funcionamiento correcto.

En general, las centrales digitales que funcionen en la red deben ser capaces de tomar medidas para garantizar un caudal máximo cuando encuentran una condición de sobrecarga, incluidas todas las condiciones de esta naturaleza causada por una condición de fallo dentro de la central.

Las llamadas que la central haya aceptado para su tratamiento deben seguir procesándose con la mayor rapidez posible compatible con las estrategias de protección frente a sobrecarga recomendadas en el § 3 de la Recomendación Q.543.

5.2 Una medida que puede tomar la central para preservar su capacidad de tratamiento de llamadas consiste en iniciar controles de congestión y/u otras operaciones de gestión de red, a fin de controlar la carga que se ofrece a la central (Recomendaciones E.410, E.413 y Q.506). Desde el punto de vista del abonado llamante, el efecto más evidente puede ser una disminución de la probabilidad de que la red en su conjunto pueda completar una parte de las tentativas de llamada que la central es incapaz de aceptar durante la condición de fallo.

5.3 Las centrales de tránsito internacional ocupan un lugar prominente en la red y es importante que su capacidad de procesamiento esté asociada a un alto grado de disponibilidad. Es probable que existan numerosas diferencias en cuanto a la arquitectura de las centrales, y estas diferentes arquitecturas tendrán repercusiones diferentes en las categorías de fallo y en la pérdida de capacidad resultante.

Por lo general, los fallos que provocan la pérdida de una gran proporción de la capacidad de la central deben tener una baja probabilidad de aparición y un tiempo de indisponibilidad reducido. Es importante que se adopten los procedimientos de mantenimiento necesarios para conseguir una disponibilidad adecuada de la central.

5.4 La expresión formal del criterio de inaccesibilidad media de la central es la siguiente:

Sean:

$y(t)$: Intensidad de las tentativas de llamada que acceden a la central, suponiendo que no hay fallos.

$s(t)$: Intensidad de las tentativas de llamadas que acceden a la central teniendo en cuenta las condiciones de avería que se producen en ésta.

La inaccesibilidad media de la central en un periodo de tiempo T viene dada por:

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T \frac{y(t) - s(t)}{y(t)} \, dt$$

En el anexo A se describe la aplicación práctica de este criterio.

En periodos en los que la central experimenta un fallo completo, es decir, $s(t) = 0$, la expresión:

$$\frac{y(t) - s(t)}{y(t)} \quad \text{es igual a 1.}$$

La contribución de tales periodos al criterio total P puede entonces expresarse sencillamente como la fracción P_{total} del periodo de evaluación T, durante la que se ha producido el corte total en la central debido al fallo.

El objetivo para P_{total} es que este valor no sea de más de 0,4 horas al año.

En los periodos de fallo parcial, conviene también expresar el objetivo en forma de horas equivalentes por año. Se utiliza el término «equivalente» debido a que la duración de los fallos parciales está ponderada por la fracción:

$$\frac{y(t) - s(t)}{y(t)}$$

de tentativas de llamada a las que se les ha denegado el acceso. Los objetivos para la contribución del periodo de fallos parciales de la central al criterio total P, vienen dados por:

$P_{parcial} \leqslant$ a 1,0 horas equivalentes por año.

Obsérvese que por definición, $P = P_{total} + P_{parcial}$

El criterio de inaccesibilidad no comprende:

- los cortes previstos;
- los fallos con duración inferior a 10 segundos;
- los daños accidentales producidos al equipo durante el mantenimiento;
- los fallos de origen externo debidos a interrupciones en el suministro de energía, etc.

Sí están comprendidos los fallos originados por el soporte lógico o el soporte físico.

Asimismo, los objetivos se refieren a la central en condiciones normales de explotación y no comprenden los fallos producidos tras el corte de una central o los que se originan al final del periodo de servicio, es decir la distribución bien conocida de «succión» (*bath tub*).

6 Supervisión de la calidad de funcionamiento

Algunas condiciones de fallo [por ejemplo, el tipo mencionado en el § 3.1 b)], se reflejarán generalmente en las medidas normales de GDS estipuladas en la Recomendación E.543.

Otras condiciones de fallo [por ejemplo, las del tipo mencionado en el § 3.1 c)], pueden provocar una calidad reducida para una parte del flujo del tráfico, y no influir, o hacerlo en grado mínimo sobre el GDS medido de la central. Por ejemplo, si se produce un fallo en un módulo de enlaces en una central digital, se bloquea el tráfico asociado normalmente con dicho módulo pero como entonces no se miden las tentativas de llamada en él, dicho fallo no modifica la supervisión del GDS de la central.

En este segundo caso puede calcularse la inaccesibilidad media utilizando medidas directas de cortes de unidades a fin de obtener información sobre m_i y t_i y estimaciones de b_i para su empleo en el modelo del anexo A. (Véase en el anexo A la explicación de estos símbolos.)

Las estimaciones de b_i pueden incluir factores fijos basados en la arquitectura de la central y factores variables derivados de medidas de tráfico efectuadas inmediatamente antes del instante del fallo.

ANEXO A

(a la Recomendación E.550)

Modelo para la inaccesibilidad media de una central

A.1 Sea P la probabilidad de que no se procese una tentativa de llamada debida a una avería en la central. Entonces:

$$P = \sum_{i=1}^{N} p_i \, b_i \qquad \text{(A-1)}$$

donde:

p_i es la probabilidad de una avería del modo i. Cada modo de avería indica una combinación específica de componentes averiadas en la central,

N es el número de modos de averías.

b_i es la proporción media del tráfico que no puede procesarse debido al modo de avería i. Es función de la avería específica presente y de la carga de tráfico ofrecida en el momento en que se produce la condición de fallo.

Durante un periodo de tiempo T, la probabilidad de avería p_i puede estimarse mediante:

$$p_i = \frac{m_i \cdot t_i}{T} \qquad i = 1, 2, \ldots N \qquad \text{(A-2)}$$

donde:

m_i es el número de averías de modo i que se producen durante el periodo T,

t_i es la duración media de las averías del modo i.

Por razones prácticas se desearían excluir de los cálculos las averías de duración inferior a 15 segundos.

Nota 1 – Un modo de avería dado hace que la central pase al estado de avería correspondiente, caracterizado por una duración media dada y una función b_i que da la proporción de tráfico ofrecido afectado. En principio, el número posible de modos de avería puede ser muy grande, debido al número de combinaciones que pueden producirse. En la práctica puede reducirse este número considerando equivalentes todos los modos de avería con los mismos valores de b_i y de t_i.

Nota 2 – El valor b_i deberá tener en cuenta la distribución del tráfico a lo largo de un día y la probabilidad de que se produzca una avería del modo i durante un periodo de tiempo dado. El valor asignado en el modelo anterior será la media de los valores b_i para las horas consideradas en estas distribuciones. Por ejemplo, una avería parcial que afecte al 20% del caudal del tráfico de la central en la hora cargada y en dos horas similares puede considerarse que afecta a una reducción del 10% en otras cuatro horas moderadamente cargadas y que tiene un efecto despreciable sobre las restantes horas. Si se considera que esta avería es equiprobable a lo largo del tiempo, el valor medio de b_i puede obtenerse como sigue:

$$b_i = \text{Suma de} \left(\frac{\text{Porcentaje del tráfico afectado} \times \text{número de horas cargadas pertinentes}}{\text{24 horas}} \right) =$$

$$= \frac{0{,}2 \times 3}{24} + \frac{0{,}1 \times 4}{24} + \frac{0{,}0 \times 17}{24} = 0{,}025 + 0{,}0167 \doteq 0{,}0417$$

Nota 3 – La probabilidad de que no se procese una tentativa de llamada es función de la clase del tráfico afectado por la avería. Distintos tráficos experimentarán un GDS diferente dependiendo de la arquitectura del sistema, la cual no se ha tenido en cuenta en esta Recomendación. Por ejemplo, las averías parciales que provocan la retirada del servicio de bloques de enlaces conectados a una central, producen como efecto la reducción del tráfico total ofrecido a la central. Los flujos de tráfico que no utilizan los enlaces averiados tendrán, en consecuencia un GDS ligeramente mejor.

A.2 *Ejemplo para calcular la inaccesibilidad, P*

Véase el cuadro A-1/E.550.

CUADRO A-1/E.550

Ejemplo de utilización del modelo para calcular la inaccesibilidad P

(T = 1 año = 8760 horas)

b_i	m_i	t_i	$p_i \cdot b_i$
Proporción media del tráfico que no puede procesarse	Número de fallos de modo i por año	Duración media del fallo de modo i (horas)	Probabilidad de que no se pueda procesar una tentativa de llamada ($\times 10^{-5}$)
1,00	2	0,2	4,56
0,40	3	0,22	3,01
0,20	4	0,3	2,74
0,10	6	0,4	2,74
0,05	10	0,5	2,85

El valor de P es la suma de los distintos productos $p \cdot b_i$ del cuadro A-1/E.550. En este ejemplo, $P = 15{,}90 \times 10^{-5}$, lo que equivale a 1,39 horas de inaccesibilidad por año ($1{,}39 = 15{,}90 \times 10^{-5} \times 8760$). P se descompone como sigue:

P_{total} = 0,40 horas por año ($4{,}56 \times 10^{-5} \times 8760$)

$P_{parcial}$ = 0,99 horas por año (parte restante de P).

A.3 Como ejemplo adicional, considérese un haz de circuitos en el que los fallos de la central pueden interrumpir uno o más circuitos (véase la figura A-1/E.550). Es posible desarrollar la fórmula (A-1).

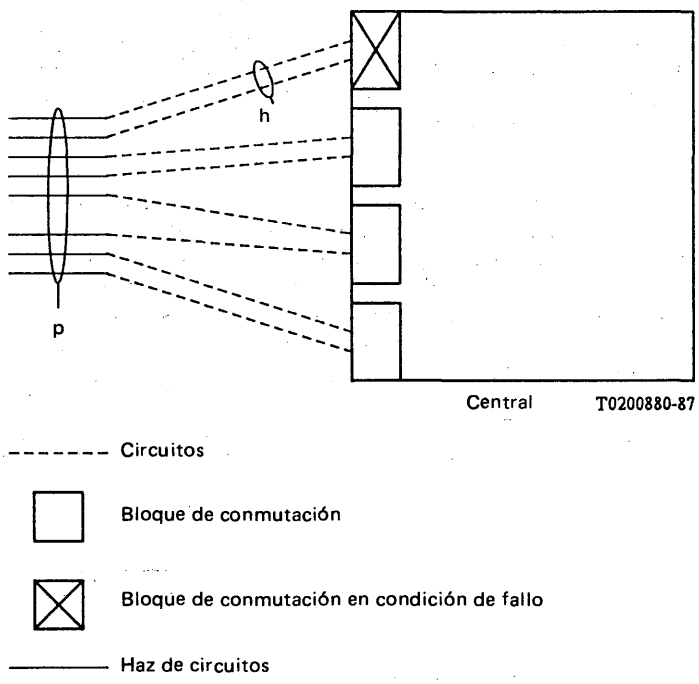


FIGURA A-1/E.550

Fallo de central que interrumpe uno o más circuitos

La proporción media del tráfico $b(n, k, A)$, que no puede procesarse debido a los fallos en los circuitos es, ahora, función de:

- n, dimensión del haz de circuitos,
- k, número de circuitos fuera de servicio a causa del fallo.
- A, tráfico medio ofrecido al haz de circuitos en ausencia de averías.

Si el caudal en un haz de circuitos de dimensión n al que se ofrece un tráfico A es $C_n(A)$; el caudal en el mismo haz de circuitos en el que hay k de ellos fuera de servicio, será $C_{n-k}(A)$. En consecuencia, la proporción media de tráfico $b(n, k, A)$ que no puede procesarse debido al fallo es:

$$b(n, k, A) = \frac{[C_n(A) - C_{n-k}(A)]}{C_n(A)} \tag{A-3}$$

Siendo

$f(k, A)$ la probabilidad de que haya k circuitos en una condición de avería, y A el tráfico medio ofrecido, la probabilidad P_n de que no se procese una tentativa de llamada debido al fallo de un haz de circuitos de tamaño n viene dada por:

$$P_n = \sum_{k, A} f(k, A) \cdot b(n, k, A) \qquad k = 1, 2, \ldots n \tag{A-4}$$

Si k y A son independientes,

$$f(k, A) = f_1(k) \cdot f_2(A) \tag{A-5}$$

donde $f_1(k)$ obedece a una distribución binomial y $f_2(A)$ a una de Poisson.

Si se supone que el tráfico obedece a una distribución de Erlang, $C_n(A)$ es proporcional a $A \cdot (1 - E_n(A))$, donde $E_n(A)$ es la probabilidad de bloqueo expresada por la fórmula de llamadas perdidas de Erlang. Por consiguiente:

$$b(n, k, A) = \frac{E_{n-k}(A) - E_n(A)}{1 - E_n(A)} \tag{A-6}$$

puede obtenerse utilizando las tablas de Erlang e introduciendo su valor en la ecuación (A-4).

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECCIÓN 6

DEFINICIONES

Recomendación E.600

TÉRMINOS Y DEFINICIONES DE INGENIERÍA DE TRÁFICO

Introducción

Esta Recomendación proporciona términos y definiciones para su utilización en el sector de la ingeniería de tráfico. Ésta comprende medidas, previsiones, planificación, dimensionamiento y comprobación de la calidad de funcionamiento. La ingeniería de tráfico tiene por objeto lograr los objetivos de calidad de la aptitud para cursar tráfico para servicios de telecomunicaciones. La calidad de la aptitud para cursar tráfico es uno de los principales factores de la calidad de servicio. En la Recomendación E.800 se explica la relación entre los distintos factores de calidad de servicio (CDS) y se facilitan términos y definiciones para los conceptos de calidad de servicio y para los aspectos de disponibilidad y fiabilidad.

La finalidad del presente vocabulario es facilitar la comprensión de la ingeniería de tráfico y las Recomendaciones conexas. Los términos aquí definidos pueden tener definiciones distintas para aplicaciones que se hallan fuera del sector de la ingeniería de tráfico.

Los términos que podrían sustituir al término preferido se indican a continuación de éste, separados por un punto y coma.

LISTA DE TÉRMINOS

1 *Teoría general*

1.1 Comunicación
1.2 Conexión
1.3 Órgano
1.4 Usuario
1.5 Tráfico de telecomunicación; teletráfico
1.6 Tráfico observado
1.7 Tráfico poissoniano
1.8 Factor de irregularidad
1.9 Tráfico con distribución uniforme
1.10 Tráfico con distribución en pico
1.11 Volumen de tráfico
1.12 Erlang
1.13 Tentativa de toma
1.14 Toma
1.15 Reposo (estado de); estado libre
1.16 Ocupado (estado de)
1.17 Liberación
1.18 Tiempo de ocupación; tiempo de retención
1.19 Modo de operación con bloqueo (de llamadas)
1.20 Modo de operación con espera (de llamadas)
1.21 Congestión de llamadas
1.22 Congestión temporal
1.23 Tiempo de espera; tiempo de cola

2 *Llamadas*

2.1 Llamada
2.2 Intención de llamada; intento de llamada
2.3 Demanda de llamada
2.4 Tentativa de llamada
2.5 Primera tentativa de llamada
2.6 Tentativa de llamada repetida
2.7 Cadena de llamada
2.8 Tentativa de llamada bloqueada
2.9 Tentativa de llamada abandonada
2.10 Tentativa de llamada fructuosa; tentativa de llamada totalmente encaminada
2.11 Tentativa de llamada completada; tentativa de llamada eficaz
2.12 Llamada fructuosa
2.13 Relación respuesta/toma; toma de compleción; tasa de eficacia
2.14 Tasa de tomas con respuesta (TTR)
2.15 Tasa de tentativas de toma con respuesta (TTTR)
2.16 Tasa de llamadas
2.17 Tiempo de marcación

3 *Circuitos*

3.1 Circuito
3.2 Circuito (entre centrales); circuito troncal
3.3 En un solo sentido; unidireccional
3.4 En ambos sentidos; bidireccional
3.5 Haz de circuitos
3.6 Subhaz de circuitos
3.7 Haz de circuitos de primera elección
3.8 Haz de circuitos de gran utilización
3.9 Haz final de circuitos
3.10 Haz de circuitos totalmente provisto

4 *Grado de servicio*

4.1 Grado de servicio
4.2 Variable de calidad de servicio
4.3 Demora del tono de invitación a marcar; periodo de espera del tono de invitación a marcar
4.4 Demora después de marcar; periodo de espera después de marcar
4.5 Demora de la señal de respuesta
4.6 Demora de la preselección; duración de la preselección
4.7 Demora de establecimiento de la comunicación por una central; tiempo de establecimiento de la comunicación por una central
4.8 Demora de transconexión; tiempo de transferencia de una central
4.9 Bloqueo interno
4.10 Bloqueo externo

5 *Ingeniería de tráfico*

5.1 Hora cargada
5.2 Tráfico medio de las horas punta
5.3 Hora cargada media repetitiva o sistemática
5.4 Relación del tráfico diario al tráfico en la hora cargada
5.5 Tráfico cursado
5.6 Tráfico ofrecido
5.7 Tráfico eficaz
5.8 Tráfico de desbordamiento
5.9 Tráfico bloqueado
5.10 Tráfico perdido; tráfico abandonado
5.11 Tráfico suprimido
5.12 Origen
5.13 Destino
5.14 Relación de tráfico
5.15 Matriz de tráfico
5.16 Tráfico de origen
5.17 Tráfico de destino
5.18 Tráfico interno
5.19 Tráfico entrante
5.20 Tráfico saliente
5.21 Tráfico de tránsito
5.22 Desequilibrio de la distribución interna de tráfico
5.23 Ruta
5.24 Encaminamiento de tráfico
5.25 Encaminamiento de la llamada
5.26 Ruta alternativa
5.27 Agrupación de haces
5.28 Tráfico aleatorio equivalente

1 Teoría general

1.1 **comunicación**

E: communication

F: communication

Transferencia de información según convenios adoptados. No es necesario que el flujo de información sea bidireccional.

1.2 **Conexión**

E: connection

F: connexion

Asociación de órganos que proporciona los medios para una comunicación entre dos o más dispositivos pertenecientes a una red de telecomunicaciones o acoplados a ella.

1.3 **órgano**

E: resource

F: ressource

Cualquier conjunto de entidades física o conceptualmente identificables de una red de telecomunicaciones, cuya utilización puede determinarse sin ambigüedad.

1.4 **usuario**

E: user

F: usager

Cualquier entidad externa a la red que utiliza conexiones que no pasan por la red para la comunicación.

1.5 **tráfico de telecomunicación; teletráfico**

E: telecommunications traffic: teletraffic

F: trafic de télécommunications; télétrafic

Proceso de llegadas y liberaciones de las demandas de los órganos de una red.

Nota – La unidad de la variable tráfico es el erlang (símbolo: E).

1.6 **tráfico observado**

E: observed traffic

S: trafic observé

El tráfico observado instantáneo es el número de órganos ocupados en un instante dado. El tráfico observado medio en un periodo dado, es la media de los tráficos observados instantáneos.

1.7 **tráfico poissoniano;**

E: Poisson traffic; pure chance traffic

F: trafic poissonnien; trafic de pur hasard

Tráfico que presenta una distribución de Poisson para las llegadas.

Nota – El tráfico poissoniano tiene un factor de irregularidad igual a uno.

1.8 **factor de irregularidad**

E: peakedness factor

F: facteur d'irrégularité

Relación entre la varianza y la media de un tráfico.

1.9 **tráfico con distribución uniforme**

E: smooth traffic

F: trafic regularisé

Tráfico cuyo factor de irregularidad es menor que uno.

1.10 **tráfico con distribución en pico**

E: peaked traffic

F: trafic survariant

Tráfico cuyo factor de irregularidad es mayor que uno.

1.11 **volumen de tráfico**

E: traffic volume

F: volume de trafic

Es la integral del tráfico instantáneo a lo largo de un intervalo de tiempo dado.

Nota 1 – El volumen de tráfico es igual a la suma de las duraciones de las ocupaciones de los órganos.

Nota 2 – La unidad utilizada para el volumen de tráfico es el erlang-hora (símbolo: Eh).

1.12 **erlang**

E: Erlang

F: erlang

Unidad de tráfico (de símbolo: E). En telefonía tradicional, el número de erlangs es el número de órganos ocupados, o el número esperado de órganos ocupados en unas condiciones precisadas.

1.13 **tentativa de toma**

E: bid

F: tentative de prise

Tentativa aislada en la que se obtiene la utilización de un órgano del tipo considerado.

Nota – En un contexto de gestión de la red, la ausencia de calificación implica una tentativa de toma de un haz de circuitos, una ruta o un destino.

1.14 **toma**

E: seizure

F: prise

Tentativa de toma en la que se obtiene la utilización de un órgano del tipo considerado.

1.15 **reposo (estado de); estado libre**

E: idle (state)

F: libre

Condición de un órgano que está libre para ser tomado.

1.16 **ocupado (estado de)**

E: busy (state)

F: occupé

Condición de un órgano tras su toma.

1.17 **liberación**

E: release

F: libération

Evento que cambia la condición de un órgano de ocupado a libre (en reposo).

1.18 **tiempo de ocupación**

E: holding time

F: durée d'occupation

Tiempo transcurrido entre la toma de un órgano y su liberación.

1.19 **modo de operación en bloqueo (de llamadas)**

E: blocked mode of operation

F: mode d'exploitation avec blocage

Modo de operación en el cual no se permite la espera a las tentativas de toma que no encuentren los órganos adecuados libres y accesibles.

1.20 **modo de operación con espera**

E: delay mode of operation

F: mode d'exploitation avec attente

Modo de operación de un sistema en el cual las tentativas de toma que no encuentran los órganos adecuados libres y accesibles pueden esperar.

1.21 **congestion de llamadas**

E: call congestion

F: encombrement d'appel

Probabilidad de que una tentativa de toma de un grupo particular de órganos no dé lugar a una toma inmediata.

1.22 **congestión temporal**

E: time congestion

F: congestion temporelle

Proporción de tiempo en la que un conjunto determinado de órganos no contiene ningún órgano libre.

1.23 **tiempo de espera; tiempo de cola**

E: waiting time; queuing time

F: temps de mise en attente

En el modo de operación con espera, intervalo de tiempo transcurrido entre la tentativa de toma de un órgano y su toma.

2 Llamadas

2.1 **llamadas**

E: call

F: appel

Término genérico relativo al establecimiento, utilización y liberación de una conexión. Normalmente se necesita una calificación para indicar claramente el aspecto que se considera, por ejemplo, tentativa de llamada.

2.2 **intención de llamada; intento de llamada**

E: call intent

F: intention d'appel

Deseo de establecer una conexión con un usuario.

Nota – Debería manifestarse normalmente mediante una demanda de llamada. Sin embargo, las demandas pueden suprimirse o retrasarse porque el usuario llamante prevé una calidad de servicio deficiente en un determinado momento.

2.3 **demanda de llamada**

E: call demand

F: demande d'appel

Intención de llamada que da lugar a una primera tentativa de llamada.

2.4 **tentativa de llamada**

E: call attempt

F: tentative d'appel

Tentativa de lograr una conexión con uno o más dispositivos acoplados a una red de telecomunicaciones.

Nota – En un punto dado de la red, una tentativa de llamada se manifiesta por una tentativa aislada de toma no completada o por una tentativa de toma completada, y toda actividad subsiguiente relativa al establecimiento de la conexión.

2.5 **primera tentativa de llamada**

E: first call attempt

F: première tentative d'appel

Primera tentativa de una demanda de llamada que alcanza un determinado punto de la red.

2.6 **tentativa de llamada repetida**

E: repeated call attempt; (reattempt)

F: tentative d'appel répétée

Cualquiera de las tentativas de llamada que siguen a una primera tentativa de llamada, en relación con una determinada demanda de llamada.

Nota – Las tentativas de llamada repetidas pueden ser manuales, esto es, producidas por personas, o automáticas, esto es, producidas por aparatos.

2.7 **cadena de llamada**

E: call string

F: chaîne d'appel

Todas las tentativas de llamada relacionadas con una sola demanda de llamada.

2.8 **tentativa de llamada bloqueada**

E: blocked call attempt

F: tentative d'appel bloquée

Tentativa de llamada que se rechaza debido a la falta de órganos en la red.

2.9 **tentativa de llamada abandonada**

E: abandoned call attempt

F: tentative d'appel abandonnée

Tentativa de llamada interrumpida por el usuario llamante.

2.10 **tentativa de llamada fructuosa; tentativa de llamada totalmente encaminada**

E: successful call attempt; fully routed call attempt

F: tentative d'appel acheminée

Tentativa de llamada en la que se recibe información inteligible acerca del estado del usuario llamado.

2.11 **tentativa de llamada completada; tentativa de llamada eficaz**

E: completed call attempt; effective call attempt

F: tentative d'appel ayant abouti; tentative d'appel efficace

Tentativa de llamada fructuosa en la que se recibe una señal de respuesta.

2.12 **llamada fructuosa**

E: successful call

F: appel ayant abouti

Llamada que alcanza el número deseado y permite la conversación.

2.13 **relación respuesta/toma; tasa de compleción; tasa de eficacia**

E: completion ratio

F: taux d'efficacité

Relación entre el número de tentativas de llamada completadas y el número total de tentativas de llamada, en un punto determinado de una red.

2.14 **tasa de tomas con respuesta (TTR)**

E: answer seizure ratio (ASR)

F: taux de prises avec réponse (TPR)

Sobre la base del código de destino o de la ruta, y durante un intervalo de tiempo especificado, relación entre el número de tomas que dan lugar a una señal de respuesta y el número total de tomas.

2.15 **tasa de tentativas de toma con respuesta (TTTR)**

E: answer bid ratio (ABR)

F: taux de tentatives de prise avec réponse (TTPR)

Sobre la base de una ruta de un código de destino, y durante un periodo de tiempo especificado, relación entre el número de tentativas de tomas que dan lugar a una señal de respuesta y el número total de tentativas de tomas.

2.16 **tasa de llamadas**

E: calling rate

F: taux d'appel

Número de tentativas de llamada en un punto dado durante un determinado periodo de tiempo, dividido por la duranción de dicho periodo.

2.17 **tiempo de marcación**

E: dialling-time

F: durée de numérotation

Intervalo de tiempo que transcurre entre la recepción del tono de invitación a marcar y el final de la marcación efectuada por el usuario llamante.

3 Circuitos

3.1 circuito

E: circuito

F: circuit (de télécommunication)

Medio de transmisión que permite la comunicación entre dos puntos.

3.2 circuito (entre centrales); circuito troncal

E: trunk circuit

F: circuit (commuté)

Circuito que termina en dos centros de conmutación.

3.3 en un solo sentido; unidireccional

E: one way; unidirectional

F: à sens unique; unidirectionnel

Calificación que se aplica al tráfico o a los circuitos para indicar que el establecimiento de una conexión se produce siempre en un solo sentido.

3.4 en ambos sentidos; bidireccional

E: two way; bidirectional

F: à double sens; bidirectionnel

Calificación que se aplica al tráfico o a los circuitos para indicar que el establecimiento de una conexión puede producirse en cualquiera de los dos sentidos.

3.5 haz de circuitos

E: circuit group

F: faisceau (de circuits)

Conjunto de circuitos concebidos como una unidad de encaminamiento de tráfico.

3.6 subhaz de circuitos

E: circuit subgroup

F: sous-faisceau

Parte de un haz de circuitos con características similares (por ejemplo, tipo de señalización, tipo de trayecto de transmisión, etc.).

3.7 haz de circuitos de primera elección

E: first choice circuit group

F: faisceau de premier choix

Para una determinada relación de tráfico, el haz de circuitos al que se ofrece en primer lugar ese tráfico.

3.8 haz de circuitos de gran utilización

E: high usage circuit group

F: faisceau débordant

Para una determinada relación de tráfico, un haz de circuitos que está dimensionado para que desborde hacia uno o varios haces de circuitos.

3.9 haz final de circuitos

E: final circuit group

F: faisceau final

Para una determinada relación de tráfico, un haz de circuitos que no tiene la posibilidad de desbordar hacia otro haz de circuitos dentro del plan de encaminamiento vigente.

3.10 haz de circuitos totalmente provisto

E: fully provided circuit group

F: faisceau totalement fourni

Para una determinada relación de tráfico, un haz de circuitos que constituye el haz de circuitos de primera elección para dicho tráfico y que está dimensionado como un haz final de circuitos.

4 Grado de servicio

4.1 grado de servicio (GDS)

E: grade of service (GOS)

F: qualité d'écoulement du trafic

Conjunto de variables de ingeniería de tráfico utilizadas para tener una medida de la aptitud de un grupo de órganos en condiciones especificadas; estas variables del grado de servicio pueden expresarse como la probabilidad de pérdida, la demora del tono de invitación a marcar, etc.

Nota 1 – Los valores de parámetro asignados como objetivos para el grado de servicio se denominan normas de grado de servicio.

Nota 2 – Los valores de los parámetros de grado de servicio obtenidos en condiciones reales se denominan resultados del grado de servicio.

4.2 variable de la calidad de servicio

E: quality of service variable

F: variable de qualité de service

Cualquier variable de la calidad de funcionamiento (como la congestión, el retardo, etc.) que es percibible por un usuario.

Nota – Véase en la Recomendación E.800 una descripción de las relaciones entre factores de la calidad de servicio.

4.3 demora del tono de invitación a marcar; periodo de espera del tono de invitación a marcar

E: dial-tone delay

F: durée d'attente de tonalité

Intervalo de tiempo transcurrido desde que se descuelga hasta que se recibe el tono de invitación a marcar.

4.4 demora después de marcar; periodo de espera después de marcar

E: post-dialling delay

F: attente après numérotation

Intervalo de tiempo transcurrido entre el final de la marcación por el usuario y la recepción por éste del correspondiente tono o anuncio grabado o el abandono de la tentativa de llamada sin haberse recibido el tono.

4.5 demora de la señal de respuesta

E: answer-signal delay

F: délai du signal de réponse

Intervalo de tiempo transcurrido desde el establecimiento de una conexión entre los usuarios llamante y llamado, hasta la detección de una señal de respuesta en la central de salida.

4.6 demora de la preselección; duración de la preselección

E: incoming response delay

F: durée de présélection

Intervalo de tiempo transcurrido entre el instante en que una señal de toma entrante es reconocible en el lado de entrada de una central y el instante en que la central receptora envía la señal de invitación a transmitir a la central precedente.

Nota – Esta definición es sólo aplicable al caso de la señalización asociada al canal.

4.7 demora de establecimiento de la comunicación por una central; tiempo de establecimiento de la comunicación por una central

E: exchange call set-up delay

F: durée de sélection d'un commutateur

Intervalo de tiempo transcurrido entre el instante en que llega al lado de entrada de una central la información de dirección requerida para el establecimiento de la comunicación y el instante en el que se envía a la central siguiente la señal de toma o la correspondiente información de dirección.

4.8 demora de transconexión; tiempo de transferencia de una central

E: through-connection delay

F: durée d'établissement d'un commutateur

Intervalo de tiempo trancurrido entre el instante en que la información requerida para el establecimiento de una transconexión en una central queda disponible para su tratamiento en la central y el instante en que la transconexión de la red de conexión queda establecida y disponible para la comunicación.

4.9 **bloqueo interno**

E: internal blocking

F: blocage interne

Probabilidad de que no pueda efectuarse la conexión entre un punto dado de una red y cualquier órgano apropiado en reposo de un conjunto externo de órganos, debido a congestión de llamadas en la parte de la red en cuestión.

4.10 **bloqueo externo**

E: external blocking

F: blocage externe

Probabilidad de que no pueda efectuarse una conexión entre un punto dado de una red y cualquier órgano apropiado de un conjunto externo de órganos debido a congestión de llamadas en el conjunto de órganos.

5 Ingeniería de tráfico

5.1 **hora cargada**

E: busy hour

F: heure chargée

Periodo continuo de una hora de duración comprendido enteramente en el intervalo de tiempo en cuestión, en que el volumen de tráfico o el número de tentativas de llamada son máximos.

5.2 **tráfico medio de las horas punta**

E: average daily peak hour traffic

F: moyenne du trafic des heures chargées

Tráfico medio de las horas cargadas de varios días. Habitualmente no guarda relación con la misma hora de cada día.

5.3 **hora cargada media repetitiva o sistemática**

E: time consistent busy hour

F: heure chargée moyenne

Perido de una hora de duración que comienza a la misma hora todos los días y para el cual el volumen medio del tráfico del grupo de órganos en cuestión es máximo en los días de observación.

5.4 **relación del tráfico diario al tráfico en la hora cargada**

E: day to busy hour ratio

F: rapport du trafic journalier au trafic à l'heure chargée

Relación del volumen de tráfico durante las 24 horas de un día al volumen de tráfico en la hora cargada.

Nota – Se emplea también la relación inversa.

5.5 **tráfico cursado**

E: traffic carried

F: trafic écoulé

Tráfico atendido por un grupo de órganos.

5.6 **tráfico ofrecido**

E: traffic offered

F: trafic offert

Tráfico que podría cursar un conjunto de órganos infinitamente grande.

5.7 **tráfico eficaz**

E: effective traffic

F: trafic efficace

Tráfico correspondiente únicamente al tiempo de conversación de las tentativas de llamada completadas.

5.8 **tráfico de desbordamiento**

E: overflow traffic

F: trafic de débordement

La parte del tráfico ofrecida a un conjunto de órganos que no es cursada por dicho conjunto de órganos.

5.9 **tráfico bloqueado**

E: blocked traffic

F: trafic bloqué

La parte del tráfico de desbordamiento que no es cursada por conjuntos subsiguientes de órganos.

5.10 **tráfico perdido; tráfico abandonado**

E: lost traffic; abandoned traffic

F: trafic perdu; trafic abandonné

La parte de tráfico bloqueado, que no da como resultado tentativas de llamada repetidas.

5.11 **tráfico suprimido**

E: suppressed traffic

F: trafic non exprimé; trafic supprimé

Tráfico que es retirado por los usuarios que prevén una calidad de servicio (CDS) mediocre.

5.12 **origen**

E: origin

F: origine

Emplazamiento del usuario llamante. Puede especificarse con la precisión que sea necesaria.

5.13 **destino**

E: destination

F: destination

Emplazamiento de la terminación de la red llamada. Puede especificarse con la precisión que sea necesaria; en el servicio internacional suele ser suficiente el indicativo de zona o de país.

5.14 **relación de tráfico**

E: traffic relation

F: flux de trafic

Tráfico entre un origen dado y un destino determinado.

5.15 **matriz de tráfico**

E: traffic matrix

F: matrice de trafic

Presentación estructurada del tráfico entre cierto número de orígenes y destinos.

5.16 **tráfico de origen**

E: originating traffic

F: trafic de départ

Tráfico generado dentro de la red considerada, con independencia de su destino.

5.17 **tráfico de destino**

E: terminating traffic

F: trafic d'arrivée

Tráfico cuyo destino pertenece a la red considerada, con independencia de su origen.

5.18 **tráfico interno**

E: internal traffic

F: trafic interne

Tráfico con origen y destino pertenecientes a la red considerada.

5.19 **tráfico entrante**

E: incoming traffic

F: trafic entrant

Tráfico que entra a la red considerada desde su exterior, con independencia de su destino.

5.20 **tráfico saliente**

E: outgoing traffic

F: trafic sortant

Tráfico que, con independencia de su origen, sale de la red considerada y está destinado a sumideros externos a dicha red.

5.21 **tráfico de tránsito**

E: transit traffic

F: trafic de transit

Tráfico que pasa a través de la red considerada.

5.22 **desequilibrio de la distribución interna de tráfico**

E: traffic distribution imbalance

F: déséquilibre interne de trafic

Tráfico distribuido desigualmente entre órganos análogos.

5.23 **ruta**

E: route

F: voie d'acheminement

Uno o más haces de circuitos que proporcionan una conexión entre centros de conmutación.

5.24 **encaminamiento de tráfico**

E: traffic routing

F: acheminement de trafic

Selección de rutas para una determinada relación de tráfico; este término puede aplicarse a la selección de haces de circuitos por sistemas de conmutación u operadores, o a la planificación de rutas.

5.25 **encaminamiento de la llamada**

E: call routing

F: acheminement d'appel

Selección de subhaces de circuitos o de circuitos individuales para una determinada tentativa de llamada.

5.26 **ruta alternativa**

E: alternative route; alternate route

F: voie d'acheminement détourné

Ruta de segunda o ulterior elección entre dos centros de conmutación, constituida generalmente por dos o más haces de circuitos en cascada.

5.27 **agrupación de haces**

E: network cluster

F: faisceau de faisceaux

Un haz final de circuitos y todos los haces de circuitos de gran utilización que tienen por lo menos una relación de tráfico para la cual el haz final de circuitos constituye la ruta de última elección.

5.28 **tráfico aleatorio equivalente**

E: equivalent random traffic

F: trafic équivalent

Tráfico poissoniano teórico que, cuando se ofrece a un haz teórico de circuitos (haz de circuitos aleatorio equivalente), produce un tráfico de desbordamiento con una media y una varianza iguales a las de un determinado tráfico ofrecido.

Nota – El tráfico aleatorio equivalente y el haz de circuitos representan el efecto del tráfico de una disposición más compleja de tráficos ofrecidos y de haces de circuitos de gran utilización.

Agrupación de haces 5.27
Bidireccional 3.4
Bloqueo externo 4.10
Bloqueo interno 4.9
Cadena de llamada 2.7
Circuito 3.1
Circuito (entre centrales) 3.2
Circuito troncal 3.2
Comunicación 1.1
Conexión 1.2
Congestión de llamadas 1.21
Congestión temporal 1.22
Demanda de llamada 2.3
Demora de establecimiento de la comunicación por una central 4.7
Demora de la preselección 4.6
Demora de la señal de respuesta 4.5
Demora de tranconexión 4.8
Demora del tono de invitación a marcar 4.3
Demora después de marcar 4.4
Desequilibrio de la distribución interna de tráfico 5.22
Destino 5.13
Duración de la preselección 4.6
En ambos sentidos 3.4
En un solo sentido 3.3
Encaminamiento de la llamada 5.25
Encaminamiento de tráfico 5.24
Erlang 1.12
Estado libre 1.15
Factor de irregularidad 1.8
Grado de servicio 4.1
Haz de circuitos 3.5
Haz de circuitos de gran utilización 3.8
Haz de circuitos de primera elección 3.7
Haz de circuitos totalmente provisto 3.10
Haz final de circuitos 3.9
Hora cargada 5.1
Hora cargada media repetitiva o sistemática 5.3
Intención de llamada 2.2
Intento de llamada 2.2
Liberación 1.17
Llamada 2.1
Llamada fructuosa 2.12
Matriz de tráfico 5.15
Modo de operación con bloqueo (de llamadas) 1.19
Modo de operación con espera (de llamadas) 1.20
Ocupado (estado de) 1.16
Órgano 1.3
Origen 5.12
Periodo de espera del tono de invitación a marcar 4.3
Periodo de espera después de marcar 4.4
Primera tentativa de llamada 2.5
Relación de tráfico 5.14
Relación del tráfico diario al tráfico en la hora cargada 5.4
Relación respuesta/toma 2.13
Reposo (estado de) 1.15
Ruta 5.23
Ruta alternativa 5.26
Subhaz de circuitos 3.6
Tasa de eficacia 2.13
Tasa de llamadas 2.16
Tasa de tentativas de tomas con respuesta (TTTR) 2.15
Tasa de tomas con respuesta (TTR) 2.14
Tentativa de llamada 2.4
Tentativa de llamada abandonada 2.9
Tentativa de llamada bloqueada 2.8
Tentativa de llamada completada 2.11
Tentativa de llamada eficaz 2.11
Tentativa de llamada fructuosa 2.10
Tentativa de llamada repetida 2.6
Tentativa de llamada totalmente encaminada 2.10
Tentativa de toma 1.13
Tiempo de cola 1.23
Tiempo de espera 1.23
Tiempo de establecimiento de comunicación de una central 4.7
Tiempo de marcación 2.17
Tiempo de ocupación 1.18
Tiempo de retención 1.18
Tiempo de transferencia de la central 4.8
Toma 1.14
Toma de compleción 2.13
Tráfico abandonado 5.10
Tráfico aleatorio equivalente 5.28
Tráfico bloqueado 5.9
Tráfico con distribución en pico 1.10
Tráfico con distribución uniforme 1.8
Tráfico cursado 5.5
Tráfico de desbordamiento 5.8
Tráfico de destino 5.17
Tráfico de origen 5.16
Tráfico de telecomunicación; teletráfico 1.5
Tráfico de tránsito 5.21
Tráfico eficaz 5.7
Tráfico entrante 5.19
Tráfico interno 5.18
Tráfico medio de las horas punta 5.2
Tráfico observado 1.6
Tráfico ofrecido 5.6
Tráfico perdido 5.10
Tráfico poissoniano 1.7
Tráfico saliente 5.20
Tráfico suprimido 5.11
Unidireccional 3.3
Usuario 1.4
Variable de calidad de servicio 4.2
Volumen de tráfico 1.11

SECCIÓN 7

INGENIERÍA DE TRÁFICO RDSI

Recomendación E.700

MARCO DE LAS RECOMENDACIONES DE LA SERIE E.700

1 Introducción

Las Recomendaciones de la serie E.700 tienen por objeto establecer las directrices sobre la ingeniería de tráfico para la RDSI. Se estructuran en secciones que tratan de los diversos aspectos de la ingeniería de tráfico.

2 Aspectos generales: Recomendaciones E.700 a E.709

En ellas se trata de los temas de carácter general de las Recomendaciones de la serie E.700.

3 Modelos del tráfico: Recomendaciones E.710 a E.719

En ellas se dan pautas en cuanto a la forma de caracterizar el tráfico que se ofrecerá en las RDSI.

4 Grado de servicio: Recomendaciones E.720 a E.729

En ellas se definen los conceptos y parámetros del grado de servicio (GDS) que tendrán significado en la RDSI, y se establecen los objetivos para dichos parámetros.

5 Métodos de dimensionamiento: Recomendaciones E.730 a E.739

En ellas se indican los métodos para relacionar los objetivos en cuanto a tráfico ofrecido y grado de servicio a fin de atribuir los recursos suficientes en la planificación y el diseño.

6 Medidas del tráfico: Recomendaciones E.740 a E.749

En ellas se describen los requisitos en cuanto a las medidas de tráfico y la supervisión de la calidad de funcionamiento.

Recomendación E.701

CONEXIONES DE REFERENCIA PARA INGENIERÍA DE TRÁFICO

1 Generalidades

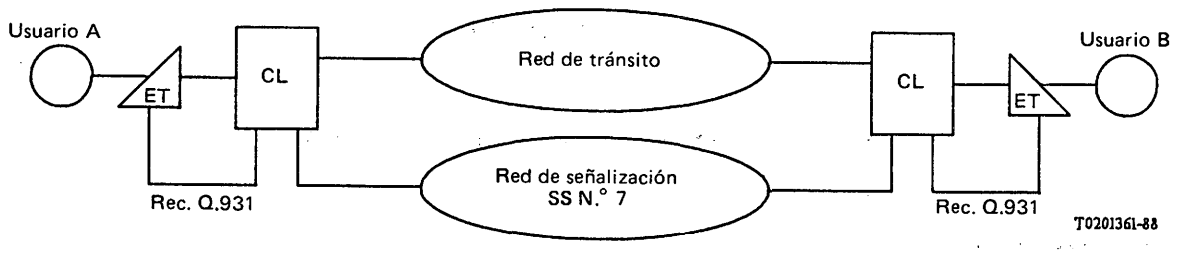
El objetivo de esta Recomendación es dar a las Recomendaciones de la serie E.700 una base para definir el grado de servicio (GDS) y los parámetros del tráfico de la RDSI.

En el § 2 se definen dos conexiones de referencia. La definición de otras conexiones de referencia será objeto de ulterior estudio.

2 Conexiones de referencia

2.1 *Conexión de referencia para servicios punto a punto con conmutación de circuitos*

Véase la figura 1/E.701.



Usuario A	Usuario de origen
Usuario B	Usuario de destino
ET	Equipo terminal
CL	Central local

Nota 1 – La red de tránsito puede comprender ninguna, una o más centrales de tránsito, que pueden ser o no ser centrales especializadas RDSI.

Nota 2 – La red de señalización puede comprender ninguno, uno o más puntos de transferencia de señalización.

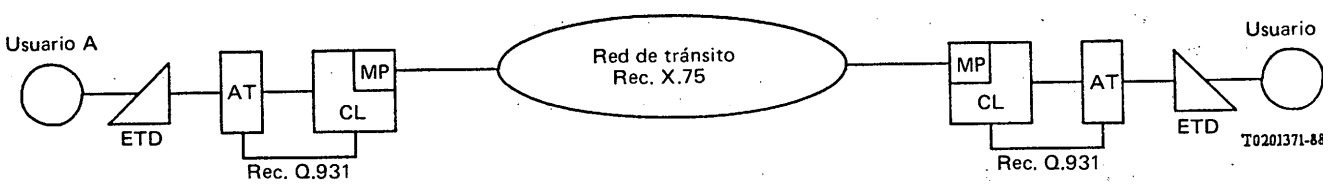
Nota 3 – La topología de la red de señalización puede ser muy distinta de la de la red de tránsito.

FIGURA 1/E.701

Conexión de referencia para servicios punto a punto con conmutación de circuitos

2.2 *Conexión de referencia para servicios punto a punto con conmutación de paquetes*

Véase la figura 2/E.701.



Usuario A	Usuario de origen
Usuario B	Usuario de destino
ETD	Equipo terminal de datos
AT	Adaptador de terminal
CL	Central local
MP	Manipulador de paquetes

Nota 1 – La red de tránsito puede comprender ninguna, una o más centrales de tránsito.

Nota 2 – Las actuales Recomendaciones del CCITT especifican la utilización de ETD de la Rec. X.25 con AT de la Rec. X.31.

Nota 3 – El manipulador de paquetes puede hallarse fuera de la central local.

FIGURA 2/E.701

Conexión de referencia para servicios punto a punto con conmutación de paquetes

DESCRIPCIÓN GENERAL DE LOS REQUISITOS DE TRÁFICO DE LA RDSI

1 Introducción

En esta Recomendación se exponen las consideraciones generales relativas al modelado de los flujos de tráfico en las RDSI. En las Recomendaciones siguientes de la serie E.710 figuran descripciones más detalladas de servicios específicos y puntos significativos[1] en la red:

E.711 – Demanda de los usuarios

E.712 – Modelos de tráfico del plano de usuario (véase la nota)

E.713 – Modelos de tráfico del plano de control

E.714 – Modelos de tráfico del plano de gestión (véase la nota)

En el futuro se formularán otras Recomendaciones de esta serie para reflejar los desarrollos ulteriores de la RDSI.

Nota. – Las Recomendaciones E.712 y E.714 continúan en estudio.

2 Contexto

Los conceptos, servicios y redes de la RDSI se describen en las Recomendaciones de la serie I. El enfoque de las Recomendaciones de la serie E.710 concuerda con el de la serie I. Sin embargo, la recopilación del material de las Recomendaciones de la serie E.710 se centra en los aspectos importantes desde el punto de vista del tráfico para la explotación de la RDSI en el futuro inmediato.

Una importante técnica de modelado utilizada para representar las capacidades de la RDSI es la arquitectura estratificada descrita en las Recomendaciones I.310 e I.320. La serie E.710 se ha formulado utilizando este enfoque. Actualmente, la serie E.710 trata los flujos de tráfico de capa inferior (1 a 3). Los flujos de tráfico de capa superior se estudiarán ulteriormente.

Se han utilizado las perspectivas del plano de usuario y del plano de control descritas en la Recomendación I.320 para proporcionar dos modelos de tráfico distintos en las Recomendaciones E.712 y E.713. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que muchos procedimientos de ingeniería de tráfico descritos en las Recomendaciones de la serie E.700 que siguen a ésta requieren la incorporación de cargas de tráfico de ambos planos que utilizan el mismo recurso. La influencia del plano de gestión queda para ulterior estudio.

Las conexiones de referencia de la RDSI utilizadas en la serie E.710 son las indicadas en la Recomendación E.701.

3 Demanda de usuario

Los usuarios de la RDSI tienen distintas necesidades de transferencia de información. El terminal de usuario traduce estas necesidades en una serie de demandas (peticiones) de llamada para utilizar los servicios disponibles de la RDSI. Estas transformaciones entrañan muchas funciones, incluidas la codificación y protocolos de par a par y entre capas. Las funciones de capa superior no se analizan en la serie E.710.

La Recomendación E.711 comienza con la manifestación por el usuario de su demanda de llamada para utilizar los servicios RDSI definidos en las Recomendaciones I.230 e E.240. Las variables de tráfico correspondientes, incluido el número de tentativas por demanda de llamada, se calculan para los atributos pertinentes de cada servicio.

4 Plano de usuario

En el plano de usuario, los atributos de algunos servicios RDSI dan origen a otros parámetros de tráfico además de los utilizados en telefonía. Sobre la base de los modelos de usuario de la Recomendación E.711, se complementará en el futuro la Recomendación E.712 para obtener modelos de tráfico para cada servicio básico de la RDSI utilizando un conjunto común de parámetros aplicables a todos los servicios.

---

[1] Puntos significativos son los puntos de la red en los que deben evaluarse los flujos de tráfico y los grados de servicio.

5 Plano de control

Cada tentativa procedente de un terminal originará mensajes de señalización en el plano de control. El número de mensajes y sus longitudes dependen mucho de:

- los protocolos (sistema de señalización N.° 7 y acceso digital de la Recomendación Q.931);
- la disposición de la llamada (incluidas las facilidades de usuario);
- las configuraciones del equipo de abonado de origen y de terminación (por ejemplo, envío con superposición).

Los modelos de tráfico del plano de control figuran en la Recomendación E.713.

6 Desarrollos futuros

Los puntos precedentes de esta Recomendación y las otras Recomendaciones de la serie E.710 tratan de los servicios y facilidades que predominarán en las primeras RDSI que se pongan en servicio.

Sin embargo, el concepto de la RDSI conlleva la posibilidad de desarrollar servicios y funciones completamente nuevos en respuesta a necesidades cambiantes de los usuarios. Esto dará como resultado nuevas situaciones de tráfico que deberán abarcar las Recomendaciones de la serie E.710. Algunas de estas situaciones que cabe prever son:

- la repercusión de servicios suplementarios, tales como el de llamada en espera, sobre el tráfico del plano de control;
- nuevas capacidades RDSI, tales como la conmutación estatística y la asignación dinámica;
- comunicaciones en modo sin conexión;
- la repercusión de la señalización de usuario a usuario;
- la repercusión de las llamadas de tipo multipresentación y el uso simultáneo de diferentes servicios interactivos y de distribución, incluidas las conexiones multiintervalo y las multipunto, y el modo difusión.

Recomendación E.711

DEMANDA DE LOS USUARIOS

1 Introducción

1.1 El tráfico ofrecido a las capas 1 a 3 de la RDSI puede modelarse por distribución de los tiempos de llegada y de los tiempos de ocupación (variables de tráfico). La presente Recomendación expone cómo se relacionan estas variables de tráfico con las demandas de usuario en niveles superiores.

2 Estructura general

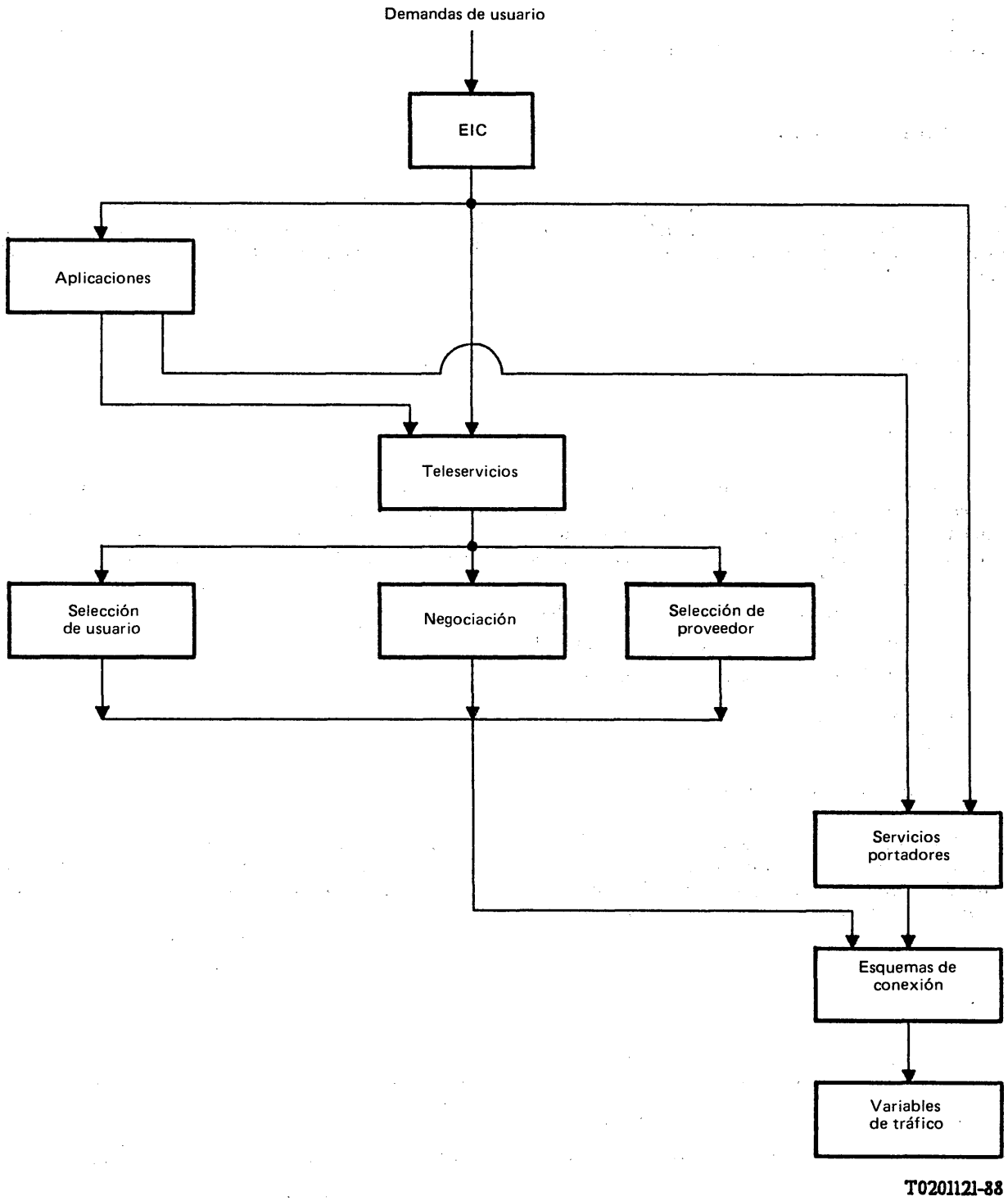
2.1 Aquí se expone el proceso general por el que pueden obtenerse a partir de las demandas de usuario las distribuciones de tiempo de llegada y tiempos de ocupación (variables de tráfico) que determinan el tráfico ofrecido a las capas 1 a 3. El proceso se ilustra en la figura 1/E.711 y se expone en detalle en el anexo B.

2.2 Con la mediación del equipo en las instalaciones del cliente (EIC), las demandas de los usuarios se traducen a secuencias de peticiones de aplicaciones, teleservicios (servicios finales) y servicios portadores.

2.3 Una **aplicación en una RDSI** es una secuencia predefinida de peticiones de teleservicio y de servicio portador para satisfacer una necesidad global de comunicación.

2.4 Un **esquema de llamada** es una secuencia específica de eventos y tiempos intereventos generados por una demanda de llamada y modelados por variables de tráfico que se describen en el § 3 de esta Recomendación. Cada clase de teleservicio puede modelarse por una combinación de esquemas de llamada, cada uno correspondiente a un conjunto de atributos de teleservicio.

2.5 Un **esquema de conexión** es un conjunto específico de atributos de transferencia de información y generales que son importantes en ingeniería de tráfico. Los atributos de transferencia de información y generales se describen en la Recomendación I.210. Cada esquema de llamada puede ser atendido por uno o más esquemas de conexión.



EIC Equipo en las instalaciones del cliente

FIGURA 1/E.711

Relación entre las demandas de usuario y las variables de tráfico

2.6 Un teleservicio tiene atributos que pueden ser seleccionados por el usuario, negociados o seleccionados por la entidad que suministra el servicio. El resultado de este procedimiento de selección es una secuencia de peticiones de esquemas de conexión.

2.7 El anexo A expone las relaciones entre demandas de usuario, aplicaciones, teleservicios, servicios portadores y atributos significativos del tráfico.

2.8 La combinación de esquemas de conexión determinada por el proceso, determina a su vez las distribuciones de los tiempos de llegada y de los tiempos de ocupación.

3 Variables de tráfico

3.1 Las variables de tráfico se expresan como distribuciones de los tiempos de llegada y de los tiempos de ocupación. Para los servicios tradicionales con conmutación de circuitos las formas de algunas distribuciones son tales que pueden ser representadas por los valores medios. A continuación se analizan las variables de tráfico en el contexto de la RDSI.

3.2 *Variables de la llamada*

3.2.1 *Proceso de llegada*

En los servicios tradicionales con conmutación de circuitos, la tasa de tentativas de llamada se ha considerado, por razones prácticas, equivalente a la tasa de demandas de llamada. En la RDSI, por el contrario, no puede seguir suponiéndose esta equivalencia. Muchos teleservicios tendrán atributos tales que para cada demanda de llamada se generen secuencias complejas de tentativas de llamada. Esto exigirá la introducción de otras consideraciones tales como:

- número de tentativas de llamada por demanda de llamada;
- número de negociaciones por demanda de llamada;
- número de demandas de llamada que necesitan reserva.

Todo el tema de las secuencias de tentativas de llamada requiere ulterior estudio.

3.2.2 *Tiempos de ocupación (retención)*

En los servicios tradicionales con conmutación de circuitos, el tiempo de ocupación de la llamada t_1 es la única variable de interés. En los servicios con reserva, se necesitan variables adicionales para caracterizar el tiempo de reserva t_2, el tiempo de compleción t_3 y el tiempo de petición t_4. Véase la figura 2/E.711. Se requiere ulterior estudio para nuevos tiempos de ocupación.

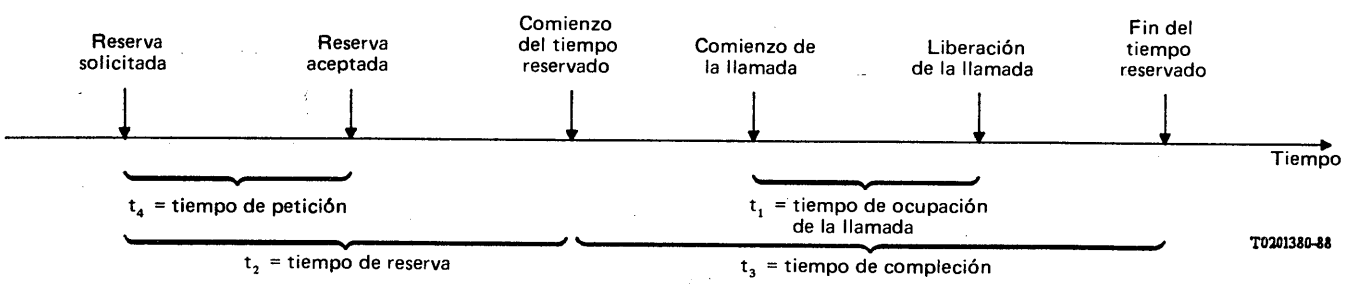


FIGURA 2/E.711

Tiempos de ocupación en los servicios con reserva

3.3 *Variables de transacción*

Para servicios con conmutación de paquetes, se requiere información adicional que complete el § 3.2.

En los servicios con conmutación de paquetes, el contenido de la información, a nivel de usuario, durante una llamada puede producirse en transacciones discretas (periodos durante los cuales un usuario está produciendo continuamente información). Esta subdivisión es importante en tráfico (véase la figura 3/E.711).

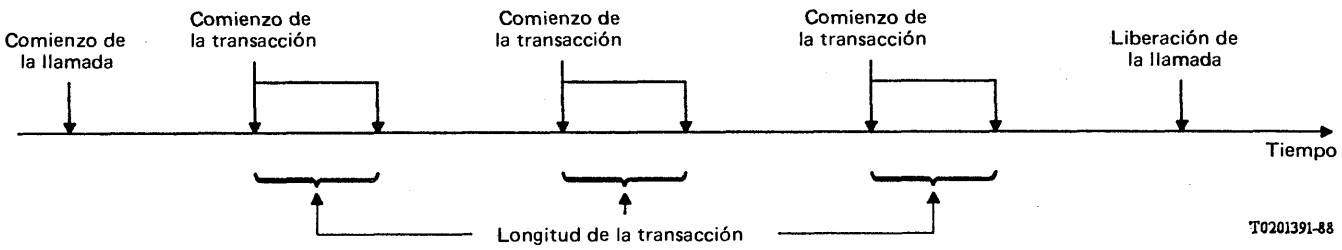
3.3.1 *Proceso de llegada*

El proceso de llegada para las transacciones que intervienen en una llamada queda para ulterior estudio.

3.3.2 *Longitud de la transacción*

La longitud de la transacción expresada en bits representa la carga de trabajo ofrecida por la transacción a través del interfaz usuario/red. La distribución de las longitudes de transacción queda para ulterior estudio.

Nota – Para fines de transporte, la carga de trabajo correspondiente a transacciones simples dentro de una llamada específica puede estar sometida a una o más fases de segmentación. Todo el tema de la segmentación de la carga de trabajo queda para ulterior estudio.



Nota – La transferencia de la información se produce únicamente durante las transacciones.

FIGURA 3/E.711

Transacciones de un servicio con conmutación de paquetes

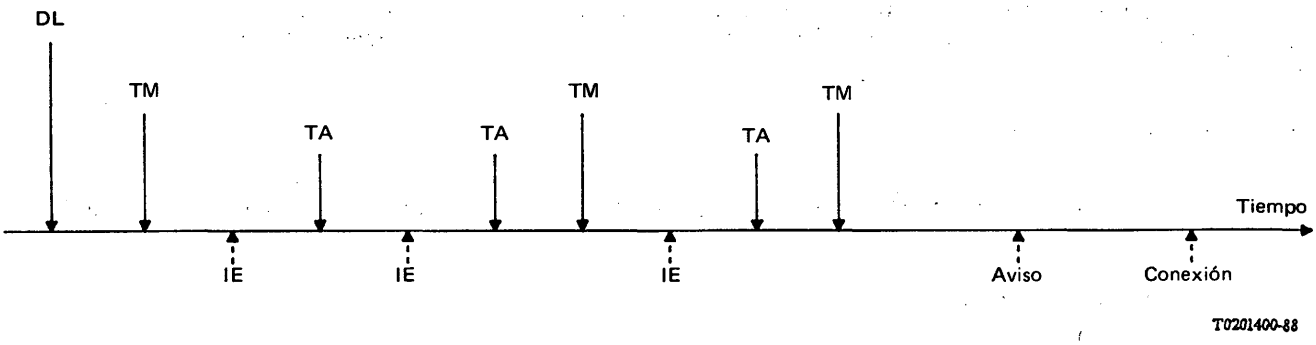
4 Ejemplos

4.1 El servicio telefónico tradicional con liberación de las llamadas perdidas se caracteriza normalmente por la tasa media de llegadas y los tiempos medios de ocupación.

4.2 El servicio telefónico en la RDSI con un sistema de señalización rápida (sistema de señalización N.° 7) y capacidades de repetición automática, necesita la introducción de una variable suplementaria, a saber, la tasa de repetición, para evaluar el número de tentativas de llamada por demanda de llamada.

4.3 La comunicación entre computadores personales con utilización de servicios con reserva, asociada a los servicios suplementarios de repetición automática y de llamada en espera, es un teleservicio que da lugar a una secuencia compleja de tentativas de llamada, tal como se indica en las figuras 4/E.711 y 5/E.711.

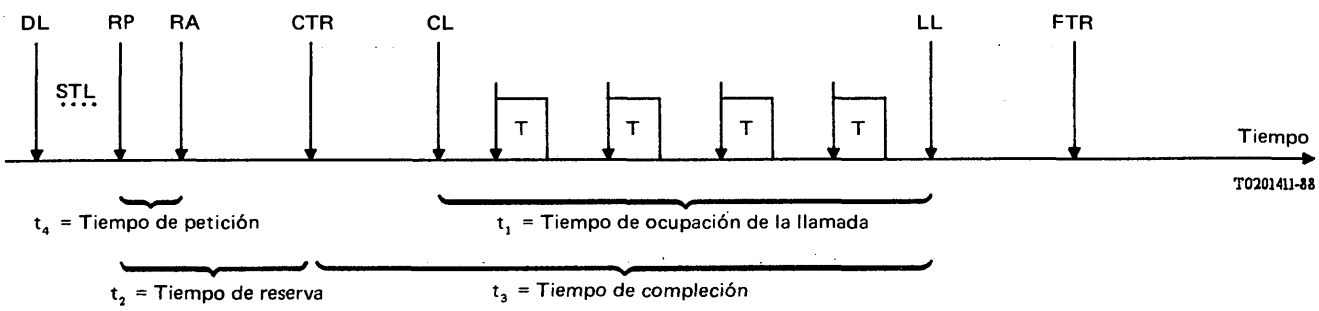
Al relacionar este servicio con la demanda de usuario se requieren muchas variables adicionales, como se indica en el § 3. Los tráficos del plano de control y del plano de usuario deben tener en cuenta no sólo el valor medio, sino también otros parámetros que caracterizan las distribuciones.



DL Demanda de llamada
TM Tentativa manual
TA Tentativa automática
IE Indicación de estado de la red o del motivo del abonado B para la no compleción de la llamada

FIGURA 4/E.711

Secuencia de tentativas de llamada



DL Demanda de llamada manifestada por la primera tentativa de llamada
STL Secuencia de tentativas de llamada
RP Reserva pedida
RA Reserva aceptada
CTR Comienzo del tiempo reservado
CL Comienzo de la llamada
T Transacciones
LL Liberación de la llamada
FTR Fin del tiempo reservado

FIGURA 5/E.711

Esquema de llamada general

ANEXO A

(a la Recomendación E.711)

Relaciones entre demandas de usuario y atributos

A.1 *Introducción*

El presente anexo da ejemplos concretos que relacionan las demandas de usuario (aplicaciones, teleservicios y servicios portadores) con los atributos que son importantes para ingeniería de tráfico. Se incluyen cuadros para fines de ilustración, pero cabe señalar que se basan en una recapitulación de los atributos clave relacionados con las Recomendaciones de la serie I.200. Así pues, han de interpretarse únicamente como ilustraciones del proceso.

A.2 *Atributos de las demandas de usuario*

Las demandas de usuario se describen por los atributos siguientes:

- selecciones de servicio de usuario;
- canales de acceso y velocidades (véase la figura A-1/E.711);
- protocolos de las capas 7 a 1.

A.3 *Características de las aplicaciones*

Las aplicaciones se describen por las siguientes características:

- teleservicios que soportan la aplicación;
- servicios portadores que soportan la aplicación;
- capacidades portadoras que soportan los teleservicios y los servicios portadores.

El cuadro A-1/E.711 da los teleservicios preconizados en la Recomendación I.240, así como los atributos importantes en ingeniería de tráfico. Estos atributos son:

- modo de transferencia de información;
- velocidad de transferencia de información;
- capacidad de transferencia de información;
- establecimiento de la comunicación;
- simetría;
- configuración de la comunicación.

A medida que se introduzcan otros teleservicios en la RDSI (p.ej., compras electrónicas) en el futuro, pueden ampliarse los atributos de ingeniería de tráfico (p.ej., procesos de tratamiento de la información).

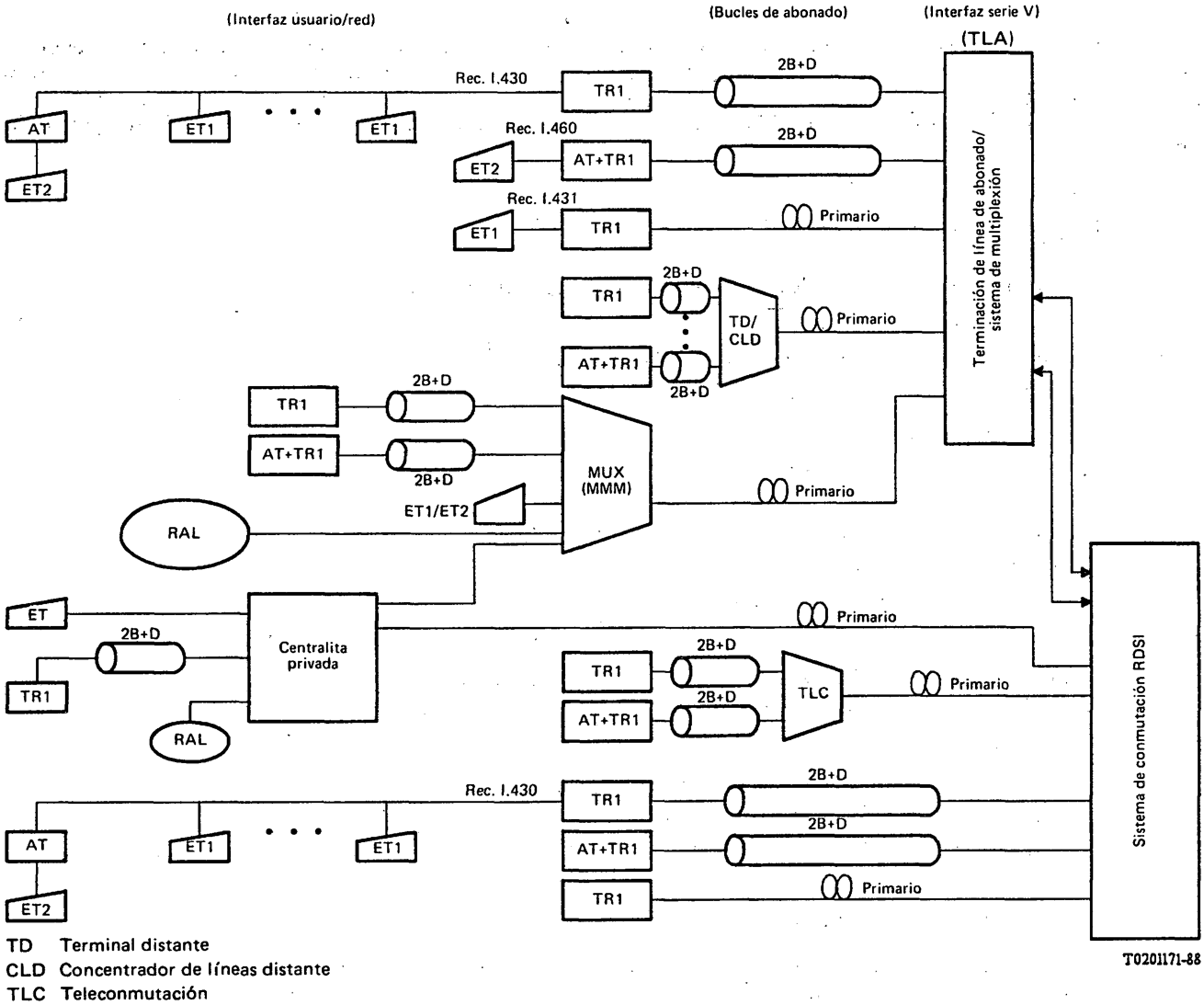
El cuadro A-2/E.711 enumera los servicios portadores representativos de entre los cuales pueden elegirse los necesarios para soportar una aplicación.

A.4 *Teleservicios*

De acuerdo con la Recomendación I.210, un teleservicio es el resultado de una de las siguientes combinaciones:

- un teleservicio básico;
- un teleservicio básico y uno o más servicios suplementarios.

Por otra parte, un teleservicio puede realizarse utilizando capacidades portadoras.



TD Terminal distante
CLD Concentrador de líneas distante
TLC Teleconmutación

Nota – La definición de los equipos y canales de este diagrama figura en las Recomendaciones I.411 e I.412.

FIGURA A-1/E.711

Ejemplo de accesos de usuario RDSI

CUADRO A-1/E.711

Ejemplos de teleservicios (servicios finales) y de sus atributos

	Modo de transferencia de información										
	Modo circuito [a]										
	Velocidad de transferencia de información (kbit/s)	Capacidad de transferencia de información		Establecimiento de la comunicación		Simetría			Configuración de la comunicación		
		Digital sin restricción	Conversación	Por demanda	Reservado	Unidireccional	Bidireccional		Punto a punto	Multipunto	Difusión
							Simétrico	Asimétrico			
Telefonía	64 (máx)		×	×			×		×	×	
Teletex	64 (máx)	× [b]		×		×			×	×	
Telefax 4	64 (máx)	×		×		×			×		
Modo mixto	64 (máx)	×		×		×			×		
Videotex	64 (máx)	×		×				×	×		

[a] El modo paquete queda para ulterior estudio.
[b] Actualmente este servicio es proporcionado por audio a 3,1 kHz.

CUADRO A-2/E.711

Servicios portadores

Modo circuito (Recomendación I.231)
64 kbit/s, sin restricciones, 8 kHz estructurado
64 kbit/s, 8 kHz estructurado, utilizable para transferencia de información vocal
64 kbit/s, 8 kHz estructurado, utilizable para transferencia de información audio a 3,1 kHz
Alternado conversación / 64 kbit/s sin restricciones, 8 kHz estructurado
2 × 64 kbit/s sin restricciones, 8 kHz estructurado
384 kbit/s sin restricciones, 8 kHz estructurado
1536 kbit/s sin restricciones, 8 kHz estructurado
1920 kbit/s sin restricciones, 8 kHz estructurado
Modo paquete (Recomendación I.232)
Llamada virtual y circuito virtual permanente
Sin conexión
Señalización de usuario

ANEXO B

(a la Recomendación E.711)

Caracterización del tráfico

B.1 *Introducción*

B.1.1 El presente anexo describe una metodología para relacionar las demandas de usuario con el tráfico ofrecido a las capas 1 a 3 de la RDSI. El planteamiento básico es relacionar la combinación de demandas de usuario con los *esquemas de llamada* y *esquemas de conexión.* Estos últimos conceptos se definen en los § 2.4 y 2.5 y se repiten a continuación; entre ellos, contienen toda la información necesaria para obtener las distribuciones de tiempos de llegada y tiempos de ocupación.

B.1.2 Los esquemas de llamada y los esquemas de conexión son los medios por los que se describen los efectos de las demandas de usuario en la medida que afectan a las capas 1 a 3 de la red RDSI.

Un esquema de llamada es una secuencia específica de eventos y tiempos intereventos generados por una demanda de llamada y modelada por variables de tráfico que se describen en el § 3 de esta Recomendación.

Un esquema de conexión es un conjunto específico de atributos de transferencia de información y generales que son importantes en ingeniería de tráfico. Los atributos de transferencia de información y generales se describen en la Recomendación I.210.

Los esquemas de llamada describen lo que sucede en los interfaces usuario/red. Los esquemas de conexión describen los tipos de recursos que se utilizan. Cada esquema de llamada puede ser atendido por uno o más esquemas de conexión.

B.2 *Caracterización de los usuarios o del equipo en las instalaciones del cliente*

B.2.1 *Clases de usuarios*

La población de usuarios puede dividirse en clases de usuarios caracterizadas por las selecciones del usuario, de aplicaciones, teleservicios y servicios portadores, y sus tasas de intervención. Cada clase se asocia con su penetración en la población.

B.2.2 *Clases de equipo en las instalaciones del cliente (EIC)*

Las peticiones reales de aplicaciones, teleservicios y servicios portadores presentadas a la red de resultas de las selecciones por los usuarios son determinadas por el tipo de EIC de los usuarios. Cada clase de usuario puede subdividirse en clases de EIC, que se caracterizan por la penetración de los tipos de EIC en esa clase de usuario.

B.3 *Caracterización de las aplicaciones*

Para ulterior estudio.

B.4 *Caracterización de los teleservicios*

B.4.1 *Clases de teleservicios*

La población de teleservicios solicitados por las combinaciones usuario/EIC pueden subdividirse en clases definidas por los valores de los atributos importantes en ingeniería de tráfico.

Los teleservicios, tal como se definen en la Recomendación I.240, son clases de teleservicios en ingeniería de tráfico.

De los atributos definidos en la Recomendación I.210, los siguientes son importantes en ingeniería de tráfico:

- modo de transferencia de información;
- velocidad de transferencia de información;
- capacidad de transferencia de información;
- establecimiento de la comunicación;
- simetría;
- configuración de la comunicación.

Cada combinación de valores de atributos definen una clase de teleservicios.

B.4.2 *Teleservicios (servicios finales)*

Dentro de cada clase de teleservicios, los distintos teleservicios se definen por los valores de los atributos generales, que están aún en estudio en la Comisión de Estudio XVIII. De particular importancia en ingeniería de tráfico es el atributo «servicios suplementarios».

B.4.3 *Demandas de clases de teleservicios*

Cada combinación clase de usuarios/clase de EIC se caracteriza por las tasas de demanda de las clases de teleservicios. Esta caracterización puede representarse como se indica en el cuadro B-1/E.711. Los valores del cuadro B-1/E.711 deben estimarse mediante estudios estadísticos.

B.4.4 *Demandas de teleservicios*

Combinando los conceptos de los § B.4.1 y B.4.2, la tasa total de peticiones para cada clase de teleservicios puede subdividirse como se indica en el cuadro B-2/E.711.

Las entradas del cuadro B-2/E.711 deben estimarse por medios estadísticos.

B.4.5 *Esquemas de llamada*

Para cada servicio existe un solo esquema de llamada correspondiente. Sin embargo, el mismo esquema de llamada puede ser representativo de varios teleservicios.

Multiplicando las tasas totales del cuadro B-1/E.711 por las proporciones indicadas en el cuadro B-2/E.711, se obtienen las tasas para cada esquema de llamada presentado en el cuadro B-3/E.711.

CUADRO B-1/E.711

Demandas de clases de teleservicios

Clase de usario	Clase de EIC (Nota 1)	Clase de teleservicios							
		1	2	3	.	.	.	.	.
1	X								
	Y								
	Z								
2	t								
	Z								
. . .	. . .								
Totales									

Nota 1 – Una determinada clase de usuario no utilizará necesariamente todas las clases de EIC.

Nota 2 – Los valores del cuadro son las tasas para las que las combinaciones usuario/EIC originan peticiones para cada clase de teleservicio.

CUADRO B-2/E.711

Demanda de los distintos teleservicios

Clase de teleservicio	Combinaciones de atributos							
	1	2	3	.	.	.	.	.
1								
2								
. . .								
Total								

Nota – Los valores del cuadro son las proprociones del total de peticiones para cada clase de teleservicios que resultan en cada combinación de atributos generales (que define un determinado teleservicio). La suma de los valores de cada fila es uno.

CUADRO B-3/E.711

Peticiones de esquema de llamada

Clase de teleservicios	Esquema de llamada							
	1	2	3	. .	.	.	.	.
1								
2								
. . .								
Total								

Nota – Los elementos del cuadro son las tasas para las que cada clase de teleservicios crea una demanda para cada esquema de llamada.

B.5 *Caracterización de los esquemas de conexión*

Cada esquema de llamada puede ser atendido por uno o más esquemas de conexión. A cada conjunto corresponde un esquema de conexión específico que tenga como elementos un valor para cada atributo de servicio portador aplicable.

Se necesita la descomposición que figura en el cuadro B-4/E.711, de los esquemas de llamada en los esquemas de conexión.

CUADRO B-4/E.711

Descomposición del esquema de llamada en los esquemas de conexión

Esquema de llamada	Esquema de conexión											
	Modo paquete								Modo circuito (canal B)			
	en canal D				en canal B							
	1	...	i	...	1	...	j	...	1	...	k	...
EL1												
...												
ELn												
Total												

Nota 1 – Los valores del cuadro son las proporciones del n-ésimo esquema de llamada atendido por los diferentes esquemas de conexión.

Nota 2 – El total de las columnas de la tasa total para cada esquema de conexión.

Nota 3 – Las sumas de las filas pueden ser útiles para designar las clases de prioridad.

Con los cuadros B-3/E.711 y B-4/E.711 puede obtenerse el cuadro B-5/E.711.

CUADRO B-5/E.711

Tasa de las demandas de llamada que requieren un esquema de conexión específico

Esquemas de conexión	Tasa
EX1	
EX2	
. . .	
EXn	
Total	

Bibliografía

BONATTI (M), GIACOBBO SCAVO (G), ROVERI (A), VERRI (L): Terminal Exchange Access System for NB-ISDN: Key Issues for a Traffic Reference Model, *Proc. 12th ITC*, paper 4.1A.3, Turín, 1988.

Recomendación E.713

MODELOS DE TRÁFICO DEL PLANO DE CONTROL

1 Tráfico del plano de control

Para la ingeniería de teletráfico, se supone que la carga de tráfico del plano de control la generan las tentativas de llamadas por la red. Estas tentativas de llamadas forman parte del esquema de llamada descrito en la Recomendación E.711.

En esta Recomendación se consideran las cargas de tráfico en las tres capas inferiores de los modelos de referencia de siete capas del CCITT (Recomendaciones I.310 e I.320) descritos para la RDSI en la Recomendación Q.931 y en el sistema de señalización N.° 7.

El tráfico del plano de control de una RDSI comprende todas las señales de control enviadas a través de la RDSI. Los tipos de señal de control son:

1) señales para las tentativas de llamadas de usuarios;
   a) para establecer los trayectos de conexión en el plano de usuario (reserva de intervalos de tiempo para conexiones con conmutación de circuito o control para las llamadas virtuales de conexiones con conmutación de paquetes),
   b) para liberar los trayectos de conexión en el plano de usuario,
   c) si es necesario, para ordenar facilidades de comunicación adicionales o cambios de servicio por los usuarios durante la transferencia de información de usuario,
   d) posiblemente para enviar información de tasación durante la transferencia de información de usuario;

2) mensajes de información de usuario a usuario[1].

Como el tráfico del plano de control originado por los mensajes de usuario a usuario se deja para ulterior estudio, en esta Recomendación se considerará solamente la señalización para las tentativas de llamada de usuarios.

El tráfico del plano de control utiliza dos clases diferentes de canales en la red:

a) los canales D a 16 kbit/s o a 64 kbit/s en los accesos de abonados; y

b) los canales del sistema de señalización N.° 7 a 64 kbit/s que conectan dos puntos de señalización diferentes.

2 Tráfico de señalización

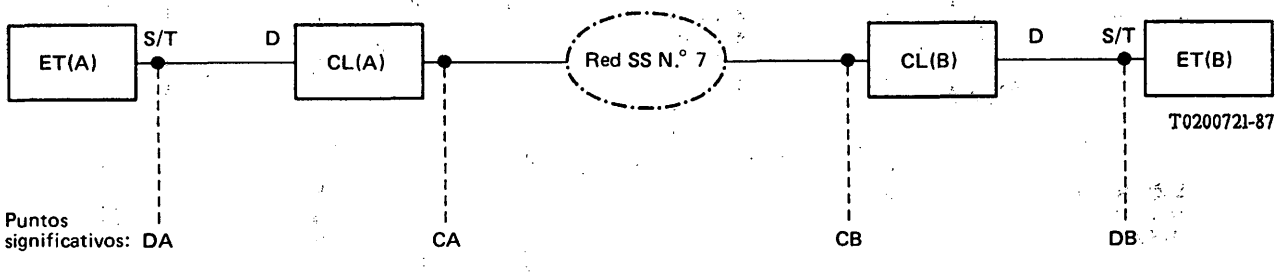
El tráfico de señalización RDSI de extremo a extremo depende del proceso de llegada del esquema de llamada descrito en la Recomendación E.711 y de los protocolos de señalización.

La base para la estimación del tráfico de señalización es la información dada en las Recomendaciones del CCITT de las I y Q que tratan el número y la estructura de las señales en el canal D y en los canales del sistema de señalización N.° 7 para cualquier tipo de tentativa. El tráfico total de señalización está compuesto por esas señales. El número de señales puede ser diferente para cada diferente tipo de tentativa.

3 Estimación del tráfico de señalización para una sola tentativa de llamada

En la figura 1/E.713 se consideran los componentes de red que soportan el plano de control de la conexión de referencia de la RDSI de la figura 1/E.701. En cada sección se define un punto significativo:

DA (Canal D, lado de usuario A):	Interfaz S/T en un lado de usuario A,
DB (Canal D, lado de usuario B):	Interfaz S/T en un lado de usuario B,
CA (Canales del SS N.° 7 lado de usuario A):	Lado salida de la central local CL(A),
CB (Canales del SS N.° 7 lado de usuario B):	Lado llegada de la central local CL(B).



ET(A) Equipo terminal de origen
CL(A) Central local de origen
CL(B) Central local de destino
ET(B) Equipo terminal de destino

FIGURA 1/E.713

Puntos significativos en el plano de control

[1] El análisis de los mensajes de usuario a usuario en el plano de control queda para ulterior estudio.

El flujo de señalización necesario para realizar las funciones de control de una determinada tentativa de llamada puede representarse mediante un diagrama de flujo de señales, que contiene todas las señales que atraviesan los puntos significativos en el plano de control para la tentativa considerada. La figura 2/E.713 muestra el esquema básico de este diagrama de flujo de señales. Las flechas representan las señales de capa 2 en las tres fases de la conexión: establecimiento de la comunicación, transferencia de información de usuario y liberación de la llamada.

En el anexo A figura un ejemplo de un diagrama de flujo de señales para una tentativa de llamada eficaz con conmutación de circuitos.

El diagrama de flujo de señales sirve de base para estimar el volumen del tráfico de señalización originado por la tentativa considerada que utiliza la conexión de referencia. El tráfico de señalización de una sola tentativa en una sección dada del plano de control asociada a un punto significativo puede describirse mediante dos conjuntos de parámetros:

1) el número total de señales que atraviesan el punto significativo en las tres fases de conexión de la llamada en el sentido A-B y en el sentido B-A de la figura 2/E.713;

2) la logitud de cada tipo de señales que atraviesan el punto significativo en el sentido A-B y en el sentido B-A.

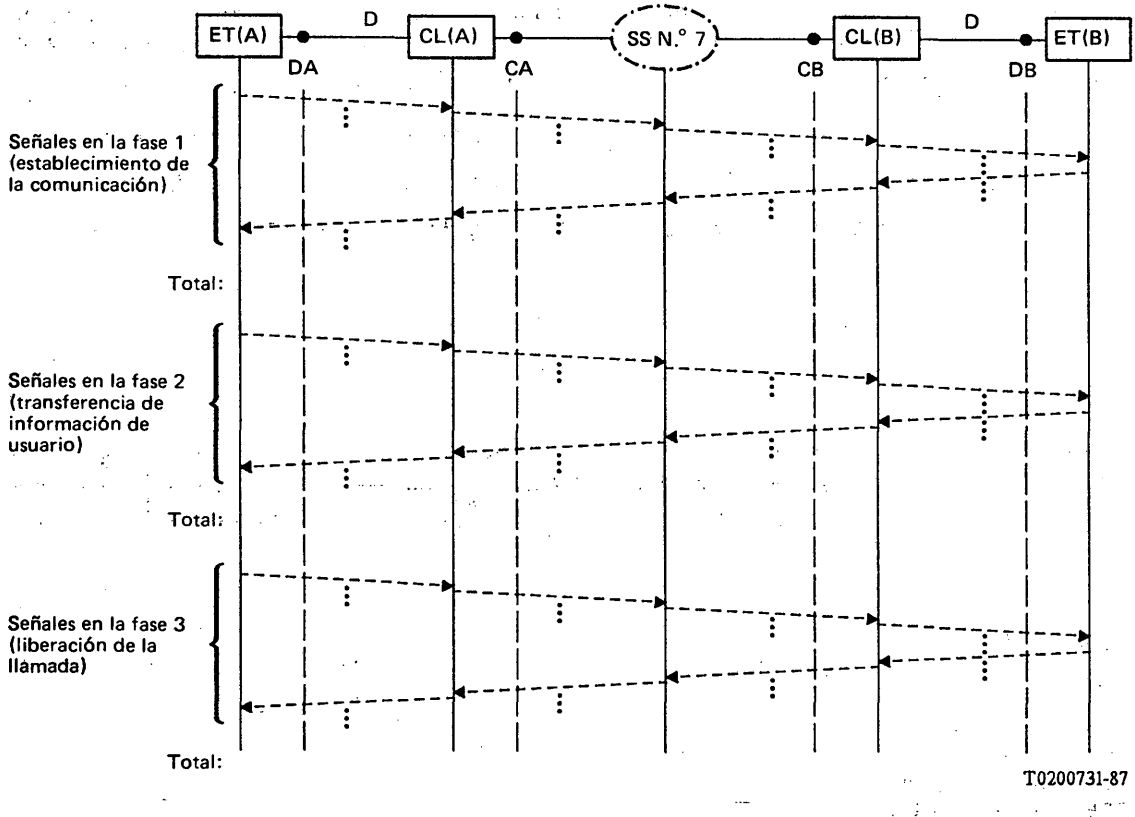


FIGURA 2/E.713

Esquema básico de un diagrama de flujo de señales de una tentativa de llamada para la conexión de referencia

4 Estimación del tráfico total de señalización

El número total de señales en el plano de control durante un periodo de referencia[2)] de llamada se determina sumando el número de señales originadas por las tentativas de llamada tratadas en el plano usuario asociado durante el periodo de referencia. Por tanto, la estimación del número de señales se basa en la estimación de la cantidad y de los tipos de tentativas en el plano del usuario.

Para estimar la cantidad de señales es necesario aceptar un modelo de tráfico para el tráfico en el plano de usuario que suponga el número de tentativas durante el periodo de referencia y la clasificación de estas tentativas en los diferentes tipos, tales como tentativas de llamada eficaces, tentativas de llamada ineficaces y llamadas que reciben el tono de ocupado.

La carga total de tráfico de una sección originada por las señales se expresa mediante la cantidad total de bits que atraviesa su punto significativo.

Para estimar el volumen de esta carga de tráfico es necesario multiplicar la longitud de cada tipo particular de señal por el número de señales de cada tipo que surgen durante el periodo de referencia y sumar todos los tipos de señales que surgen durante el periodo de referencia.

Como el número y la longitud de las señales no varían mucho para la mayoría de los tipos de tentativas, en principio este modelo de tráfico será adecuado, tomando en consideración solamente los tipos de tentativas más frecuentes.

La característica del tráfico de señalización en una sección particular del plano de control dependerá de factores tales como:

a) la carga total de tráfico originada por las señales de las capas 2 y 3 para las tentativas;

b) la distribución de las tentativas de llamada y las llegadas con liberación.

La repercusión de una característica completa del proceso de llegada sobre la ingeniería de teletráfico queda para ulterior estudio.

Mediante la figura 2/E.713 puede estimarse la carga de tráfico de señalización en un punto significativo:

Si en el periodo de referencia:

i es la fase de llamada,

j es el tipo de señal,

$n_{ij}(u)$ es el número medio de señales de tipo j en la fase de llamada i en el sentido de A a B,

$n_{ij}(d)$ es el número medio de señales de tipo j en la fase de llamada i en el sentido de B a A,

l_j es la longitud de las señales de tipo j,

T es el número total de tipos de señales,

$L(u)$ es la carga total en el sentido de A a B,

$L(d)$ es la carga total en el sentido de B a A,

$$L(u) = \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{T} l_j \times n_{ij}(u)$$

$$L(d) = \sum_{i=1}^{3} \sum_{j=1}^{T} l_j \times n_{ij}(d)$$

Cada $n_{ij}(d)$ y $n_{ij}(u)$ debe estimarse a partir del número de tentativas de llamada y los atributos de llamada en el plano de usuario durante el periodo de referencia. En el anexo A figura un ejemplo de este procedimiento.

---

2) Deberá estudiarse ulteriormente el periodo de referencia adecuado que ha de utilizarse para el dimensionamiento.

ANEXO A

(a la Recomendación E.713)

Ejemplo de procedimiento para estimación de tráfico total de señalización por un canal D

A.1 *Tráfico de señalización para una tentativa de llamada*

Se considera una tentativa de llamada del tipo siguiente:

- tentativa de llamada completada;
- conexión con conmutación de circuitos;
- envío en bloque de la información de marcación;
- llamada a un terminal designado;
- sin señales adicionales de control durante la fase de transferencia de la información;
- instalación de un enlace de datos en los canales D requerido para establecer y liberar la conexión;
- terminal de respuesta manual.

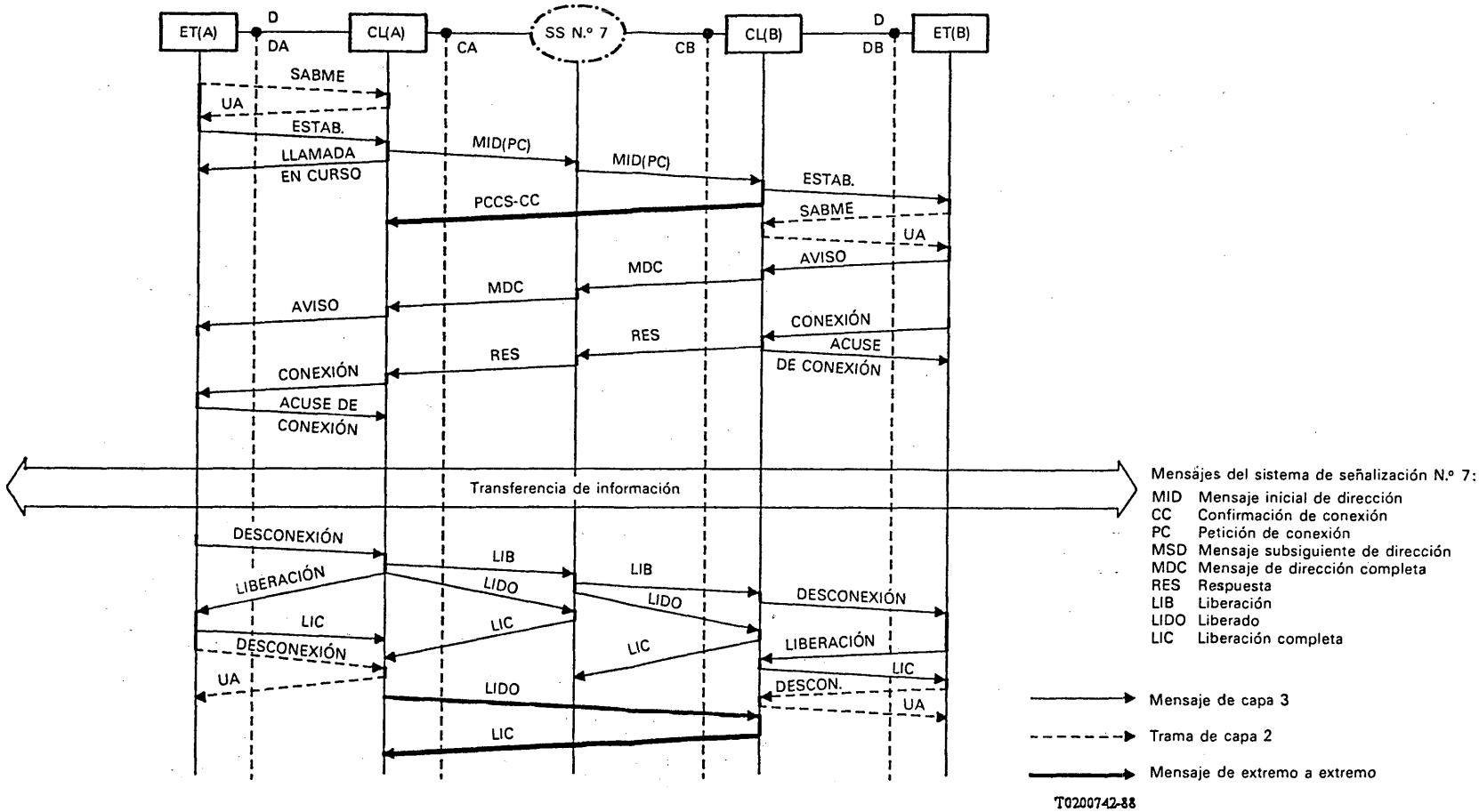
El diagrama de flujo de señales para este tipo de tentativa de llamada se muestra en las figuras A-1/E.713 y A-2/E.713. En la figura A-1/E.713 se indican tres clases de mensajes:

- señales de capa 3;
- señales de capa 2 para la activación y desactivación de los enlaces de datos;
- señales de extremo a extremo por la red del SS N.° 7.

La figura A-2/E.713 presenta la descomposición de las señales de canal D en señales de capa 2 para el caso de múltiples terminales en el lado de terminación. La distribución de los mensajes del SS N.° 7 y la longitud total de las señales en la tentativa de llamada considerada se estudiarán ulteriormente.

A.2 *Tráfico de señalización para otros tipos de tentativas de llamada*

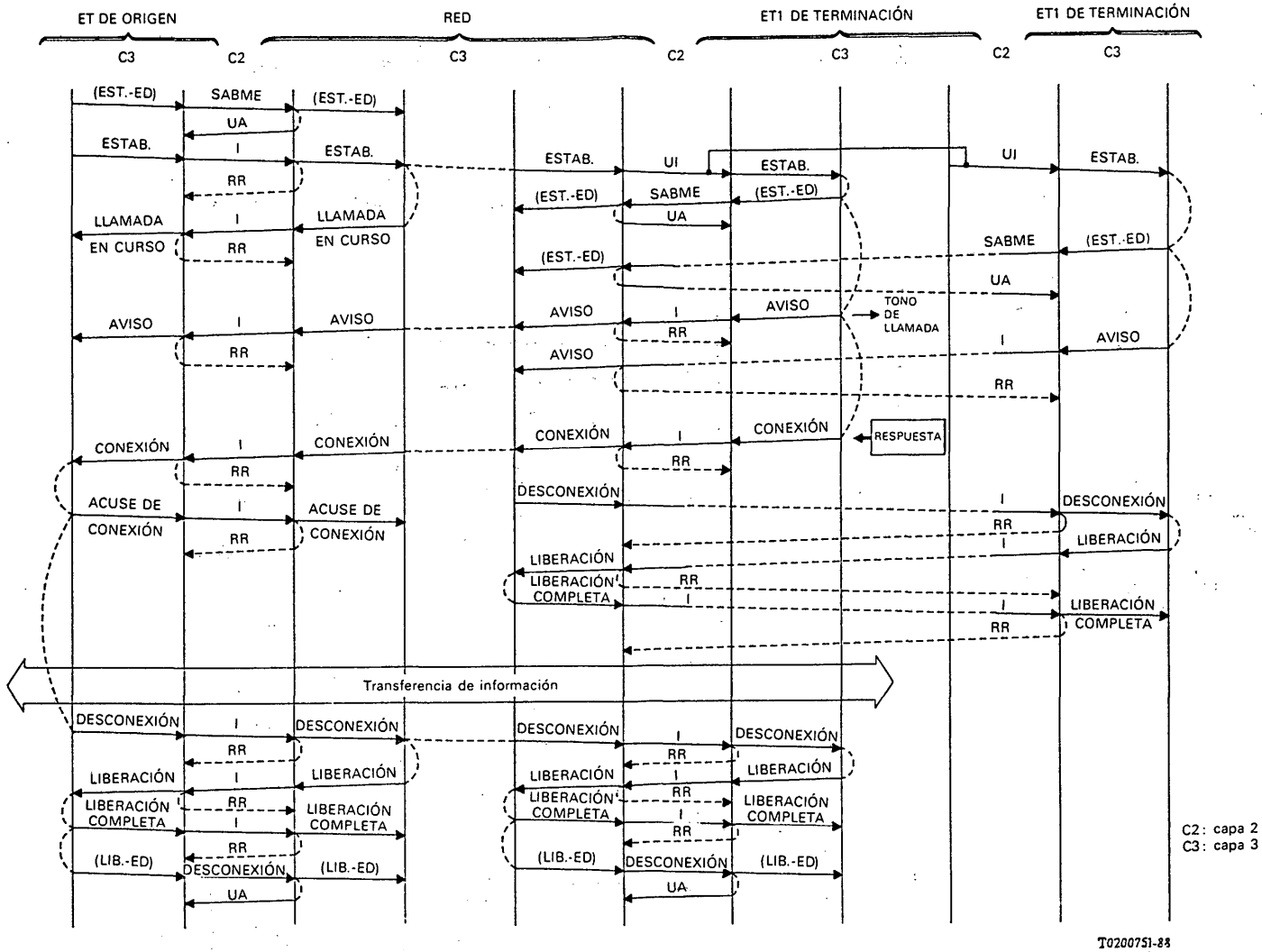
Se estudiará ulteriormente.



Nota — Véanse las Recomendaciones I.441 e I.451 para las abreviaturas de las tramas de capa 2 y de los mensajes de capa 3, que en esta Recomendación se llaman a veces señales.

FIGURA A-1/E.713

Diagrama de flujo de señales para una conexión con conmutación de circuitos con envío en bloque de la información de marcación (al terminal designado)



Nota – Véanse las Recomendaciones I.441 e I.451 para las abreviaturas de las tramas de capa 2 y de los mensajes de capa 3 que en esta Recomendación se llaman a veces señales.

FIGURA A-2/E.713

Diagrama de flujo de señales
Ejemplo de la figura A-1/E.713 con señales de capa 2 por los canales D y con múltiples terminales en el lado de terminación para una tentativa de llamada completada

CONCEPTO DE GRADO DE SERVICIO EN LA RDSI

1 Introducción

Esta Recomendación expone las consideraciones generales correspondientes al concepto de grado de servicio (GDS) en la RDSI y de directrices para seleccionar los parámetros de GDS. En esta serie de Recomendaciones, el término GDS se refiere siempre a los parámetros de grado de servicio de tráfico definidos en la Recomendación E.600.

Los parámetros de GDS en la RDSI se indican en las Recomendaciones siguientes de la serie E.720.

2 Concepto de grado de servicio

El GDS utiliza una serie de parámetros de ingeniería de tráfico para dar una medida de la idoneidad de las instalaciones en condiciones especificadas; estos parámetros de GDS pueden expresarse como probabilidad de bloqueo, probabilidad de demora, etc. El bloqueo y la demora se deben a que la capacidad de tratamiento de tráfico de una red/componente de red es finita y la demanda de tráfico es de naturaleza estocástica.

Los usuarios de servicios de telecomunicación pueden experimentar los efectos de los parámetros de GDS que dependen de su percepción directa de eventos tales como:

1) fallo de una demanda de llamada, o demora excesiva para satisfacer una demanda de llamada;
2) fallo de tentativas de llamada, o demora excesiva para satisfacer tentativas de llamada;
3) fallo de tentativas repetidas automáticas, o demora excesiva para satisfacer tentativas repetidas automáticas.

Los centros de la primera clase son siempre percibidos por el usuario. Los eventos de las otras dos clases pueden ser percibidos por el usuario según la capacidad del equipo terminal para transmitir información de señalización al usuario llamante.

En las tres clases, la aptitud para distinguir el GDS depende de que se disponga de indicaciones bien diferenciadas de las condiciones del usuario llamado y de las condiciones de la red.

Puede distinguirse entre el GDS del usuario, el GDS de la red y el GDS de los componentes de la red, tal como se indica en la figura 1/E.720. El GDS del usuario se refiere a las demandas de llamada de los usuarios. El GDS de la red se refiere a cualesquiera tentativas de llamada que incluyan tanto tentativas de llamada generadas por los usuarios como nuevas tentativas automáticas generadas por terminales. El GDS de los componentes de la red se refiere a las tentativas de toma para la utilización de un componente de red específico, e incluye las tentativas de toma generadas por tentativas de llamada y las tentativas de toma generadas por nuevos reintentos en la red. Los parámetros relativos al GDS del usuario y al GDS de los componentes de la red quedan para ulterior estudio.

La Recomendación E.721 define los parámetros de GDS de la red para cualquier tentativa de llamada. Las Recomendación siguientes de la serie E.720 definirán otros parámetros de GDS. Las Recomendaciones de la serie E.740 definirán las medidas de tráfico y los requisitos de comprobación de la calidad de funcionamiento.

Los efectos del GDS y otros efectos independientes del tráfico percibidos por el usuario, contribuyen a la calidad de servicio (CDS). Los parámetros de GDS de la red y sus valores proporcionan información sobre los aspectos de tráfico de la CDS.

3 Principios para seleccionar los parámetros de GDS de la RDSI

3.1 *Características del tráfico de la RDSI*

La RDSI tiene muchas características diferentes de las redes especializadas existentes, tales como red telefónica pública conmutada (RTPC), la red pública de datos con conmutación de circuitos (RPDCC), la red pública de datos con conmutación de paquetes (RPDCP), etc. Entre estas características, deben tenerse en cuenta las siguientes al definir los parámetros de GDS para la RDSI:

- la RDSI proporciona acceso integrado a una amplia variedad de servicios de telecomunicación a través de un pequeño conjunto de interfaces usuario-red normalizados;
- los servicios tienen perfiles de demanda de tráfico heterogéneos y requisitos diversos de calidad de funcionamiento;

- las corrientes de tráfico generadas por las demandas de usuario de servicios portadores y teleservicios utilizan recursos de las capas 1, 2 y 3;
- la configuración y la realización de un terminal de usuario y su interfaz hombre-máquina pueden variar de un servicio a otro y de un usuario a otro;
- se proporciona señalización fuera de banda y capacidad de control de llamadas, sobre la base del canal D y el sistema de señalización N.° 7 (SS N.° 7).

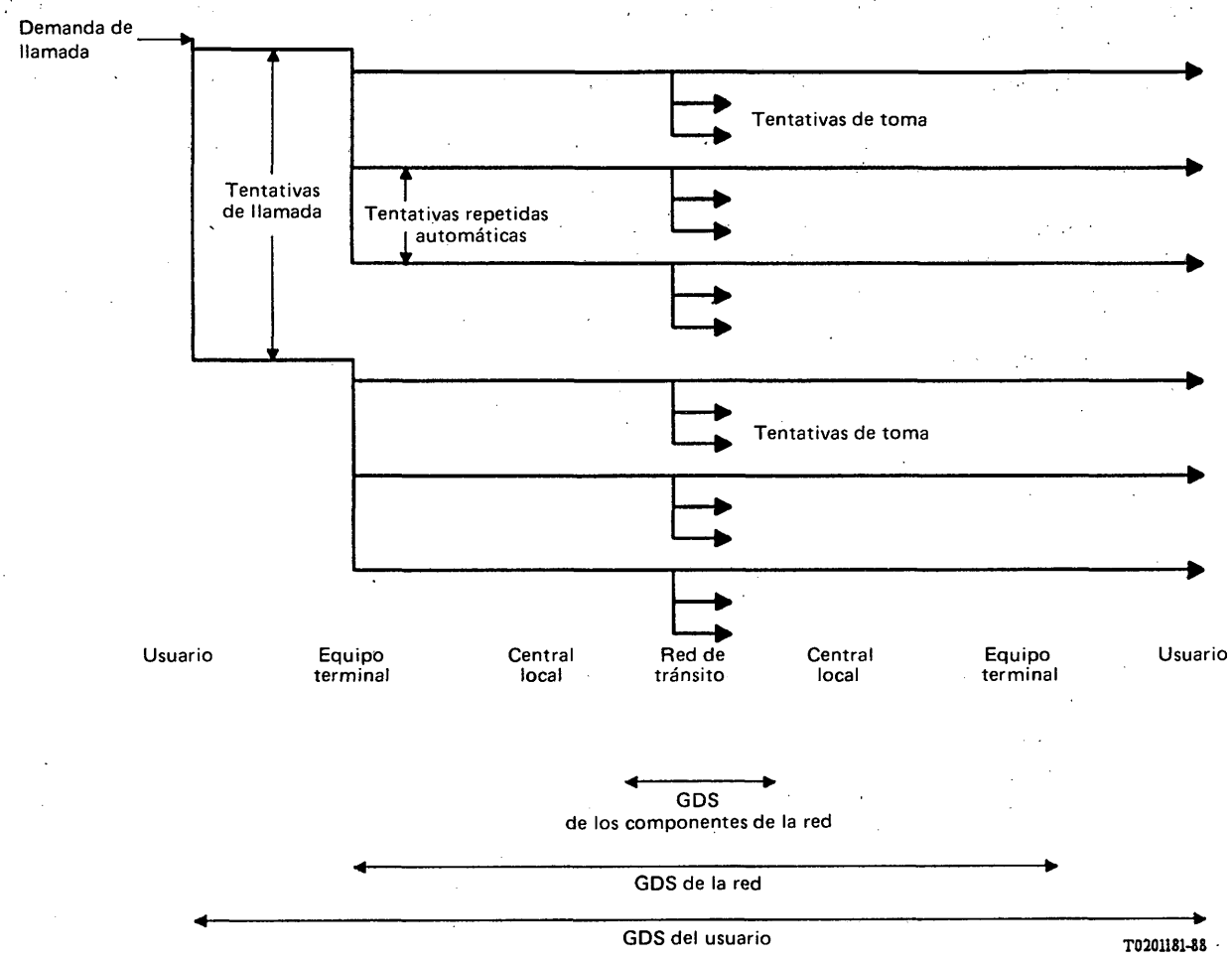


FIGURA 1/E.720

Concepto de grado de servicio (GDS)

3.2 *Principios de selección de los parámetros*

Los parámetros de GDS definidos en las Recomendaciones de la serie E.720 se aplican a la primera fase de la RDSI. Pueden ampliarse a las definiciones de estos parámetros o definirse más parámetros de GDS para dar cabida a la evolución futura de la arquitectura y los servicios de la RDSI. Considerando las características de la RDSI antes citadas, se recomiendan los siguientes principios para seleccionar los parámetros de GDS en la RDSI:

i) se define un conjunto común mínimo de parámetros de GDS para las tentativas en las capas 1, 2 y 3; dichas tentativas, pertenecientes a servicios distintos, pueden compartir o nó los mismos procedimientos de establecimiento de la comunicación y de liberación de llamadas fuera de banda (véase la nota);

ii) los parámetros de GDS se definen y especifican de manera que el GDS pueda determinarse en puntos de referencia bien definidos (puntos significativos de tráfico);

iii) los parámetros de GDS deben especificarse haciendo referencia a las condiciones de carga de tráfico en el sentido de la Recomendación E.500;

iv) los parámetros de GDS de bloqueo pueden necesitar en el futuro tener en cuenta las repeticiones debidas a estados de la red, pero actualmente se basan en la hipótesis de que las llamadas perdidas son liberadas;

v) quedan para ulterior estudio los parámetros de GDS relativos a la fase de transferencia de información en el plano de usuario.

Nota – Para evaluar la calidad de funcionamiento directamente percibida por un usuario, pueden también ser necesarios otros parámetros específicos del equipo terminal del usuario.

3.3 *Principios de establecimiento de normas de GDS*

Los principios de establecimiento de normas de GDS tendrán en cuenta las normas actuales en cuanto a servicios de voz y datos, de forma que cuando el usuario pase de una red especializada a la RDSI, no aprecie un gran contraste indeseado.

Recomendación E.721

PARÁMETROS DE GRADO DE SERVICIO DE UNA RED EN LA RDSI

1 Introducción

En esta Recomendación se proponen parámetros de grado de servicio de una red para servicios con conmutación de circuitos y conmutación de paquetes por la RDSI, basados en el concepto de grado de servicio (GDS) de la RDSI y da directrices para la selección de parámetros GDS indicados en la Recomendación E.720. Los parámetros se definen suponiendo que la red y los componentes de red son totalmente operacionales.

2 Servicios con conmutación de circuitos

En las especificaciones actuales de la RDSI, el establecimiento de la comunicación y la liberación de la llamada para todos los servicios con conmutación de circuitos ofrecidos por canales B (voz, datos, imagen) utilizarán los procedimientos de control de la llamada fuera de banda definidos por los protocolos de señalización de la Recomendación Q.931 y del SS N.º 7 (PUSI). Así pues, para los parámetros de GDS de tráfico que guardan relación con las fases de establecimiento de la comunicación y de liberación de la llamada, puede utilizarse un conjunto único de parámetros para todos los servicios con conmutación de circuitos ofrecidos por la RDSI.

Para las llamadas con conmutación de circuitos en la RDSI se recomiendan los cuatro parámetros de GDS de tráfico siguientes:

1) demora antes de seleccionar (envío con superposición);
2) demora después de seleccionar;
3) demora de liberación de la llamada; y
4) probabilidad de bloqueo de extremo a extremo.

A continuación se dan las definiciones de esos parámetros de GDS de tráfico. Los parámetros de GDS de demora se basan en los flujos de mensajes de los protocolos de la Recomendación Q.931 y del SS N.º 7 (PUSI) que se indican en la figura A-1/E.713.

2.1 *Demora antes de seleccionar; demora de preselección (envío con superposición)*

La **demora antes de seleccionar o demora de preselección (envío con superposición)** es el intervalo de tiempo transcurrido entre el instante en que el terminal llamante envía el mensaje SABME al sistema de señalización de acceso y el instante en que dicho terminal recibe el mensaje de ACUSE DE ESTABLECIMIENTO.

2.2 *Demora después de seleccionar; demora de postselección*

La **demora después de seleccionar o demora de postselección** es el intervalo de tiempo transcurrido desde el instante en que el terminal llamante envía en mensaje INFO que contiene la última cifra de selección (en el caso de envío con superposición, o el mensaje de ESTABLECIMIENTO, en el caso de envío en bloque) al sistema de señalización de acceso hasta que dicho terminal recibe el primer mensaje que indica una disposición de la llamada.

Nota – En la RDSI el usuario llamado puede optar por demorar el envío de la señal de AVISO al usuario llamante. Esta definición no incluye demoras tales como las producidas por el usuario.

2.3 *Demora de liberación de la llamada*

La **demora de liberación de la llamada** es el intervalo de tiempo transcurrido desde el instante en que el mensaje DESCONEXIÓN es transmitido por el terminal de usuario que termina la llamada al sistema de señalización de acceso hasta que el mensaje LIBERACIÓN es recibido por el mismo terminal (indicando que los terminales están dispuestos a iniciar o recibir una nueva llamada).

2.4 *Probabilidad de bloqueo extremo a extremo*

La **probabilidad de bloqueo extremo a extremo** es la probabilidad de que cualquier tentativa de llamada resulte infructuosa debido a la falta de recursos de la red.

Nota – Los recursos de la red de acceso no forman parte de esta definición.

3 Servicios con conmutación de paquetes

El usuario de la RDSI puede elegir entre dos tipos de servicios de datos con conmutación de paquetes. El canal B suministra acceso tipo paquetes a 64 kbit/s, mientras que el canal D puede utilizarse también para suministrar acceso de datos por paquetes a 16 kbit/s (64 kbit/s en el caso de acceso primario). Para los servicios de conmutación de paquetes, los procedimientos actuales de control de la llamada se basan en los protocolos de la Recomendación X.25 (en banda), excepto durante el establecimiento inicial del canal B o D entre el ETD (equipo terminal de datos) y el MP (manipulador de paquetes). De este modo, cierto número de mensajes se intercambiarán por el canal D entre el ET (equipo terminal) y la CL (central local) durante la fase de establecimiento inicial de una llamada con conmutación de paquetes. Estos mensajes tendrán que competir con otros tráficos de señalización (IPAS 0) y de datos (IPAS 16) en el canal D.

Así pues, los parámetros de GDS para la especificación actual de los servicios con conmutación de paquetes de la RDSI tendrán que basarse en la Recomendación Q.931 y en los procedimientos de control de la llamada de la Recomendación X.25.

La selección y la definición de parámetros de GDS de tráfico para los servicios con conmutación de paquetes de la RDSI se dejan para ulterior estudio.

4 Valores objetivos para los parámetros de GDS

Los valores objetivos se especificarán con cargas normales y altas en el mismo sentido que en la Recomendación E.500. Los valores objetivo de demora se especificarán con los niveles medio y de percentil de las cargas normales y altas.

Los valores objetivos reales se dejan para ulterior estudio.

PARTE III

Recomendaciones E.800 a E.880

CALIDAD DE SERVICIO; CONCEPTOS, MODELOS, OBJETIVOS, PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECCIÓN 1

TÉRMINOS Y DEFINICIONES RELATIVOS A LA CALIDAD DE LOS SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN

Recomendación E.800 [1]

VOCABULARIO DE CALIDAD DE SERVICIO Y SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO

ÍNDICE

1 *Introducción*

2 *Recomendaciones y suplementos correspondientes*

3 *Aptitudes (conceptos de calidad de funcionamiento)*
- 3.1 Aptitudes relativas al servicio
- 3.2 Aptitudes relativas al elemento

4 *Interrupciones*

5 *Medidas de las aptitudes (conceptos de calidad de funcionamiento*
- 5.1 Logística del servicio
- 5.2 Facilidad de utilización (de un servicio)
- 5.3 Accesibilidad (de un servicio)
- 5.4 Retenibilidad (de un servicio)
- 5.5 Servibilidad (de un servicio)
- 5.6 Calidad de transmisión

6 *Conceptos comunes*

Anexo A – Lista alfabética de los términos definidos en esta Recomendación

1 Introducción [2]

Para elaborar Recomendaciones en los importantes sectores de *calidad de servicio* y *calidad de funcionamiento de la red* por numerosas Comisiones de Estudio encargadas de hacerlo se necesita una serie coherente de términos y definiciones. También es preciso normalizar la terminología para armonizar la labor de las diversas Comisiones y no confundir a los usuarios de las Recomendaciones introduciendo términos y definiciones contradictorios. Por tanto, en la presente Recomendación se establece una serie de términos y definiciones relativos al concepto de la calidad de servicios de telecomunicación y *calidad de funcionamiento de la red.* Esos términos y definiciones se aplican a todos los servicios de telecomunicación y a todas las topologías de red utilizadas para prestar los servicios.

---

[1] La presente Recomendación es una parte de la antigua Recomendación G.106 del *Libro Rojo*, fascículo III.1.

[2] Los términos que en el texto aparecen en bastardilla figuran, con su definición correspondiente, en el suplemento N.° 6 o en la Recomendación E.600.

La finalidad del diagrama de la figura 1/E.800 es dar una idea de los factores que contribuyen colectivamente a la *calidad de servicio* global, en la forma percibida por el *usuario* de un servicio de telecomunicación. Puede considerarse que los términos del diagrama son de aplicación general, tanto a los niveles de *calidad de servicio* logrados realmente en la práctica como a los objetivos que representan la calidad de servicio que ha de lograrse a los requisitos que reflejan especificaciones de diseño.

El diagrama de la figura 1/E.800 está también estructurado para mostrar que un factor de calidad de servicio puede depender de otros varios. Es importante señalar —aunque no se declare expresamente en cada una de las definiciones siguientes— que el valor de una medida característica de determinado factor puede depender directamente de los valores correspondientes de otros factores que contribuyen a él. Para ello es necesario, siempre que se dé el valor de una medida, que se establezcan claramente todas las condiciones que repercutan en ese valor.

Un aspecto esencial de la evaluación global de un servicio es la opinión de los usuarios. El resultado de esta evaluación expresa los grados de satisfacción de los usuarios. En la presente Recomendación se establece:

1) un marco general para el concepto *calidad de servicio*;
2) una relación entre *calidad de servicio* y *calidad de funcionamiento de la red*;
3) una serie de medidas para esos conceptos.

Es evidente que un servicio sólo puede utilizarse si se presta, y conviene que el proveedor conozca en detalle la calidad del servicio ofrecido. Desde el punto de vista del proveedor, la *calidad de funcionamiento de la red* es un concepto con respecto al cual se definen, miden y controlan las *características de la red* para lograr un nivel satisfactorio de calidad de servicio. Los intereses y los puntos de vista de usuarios y proveedores difieren, y normalmente hay que llegar a un compromiso entre calidad y economía.

En la utilización de un *servicio*, el *usuario* identifica dos «órganos»:

1) la «organización u organizaciones», es decir la Administración de telecomunicaciones, la empresa de explotación, etc., que proporciona los medios y facilidades para acceder al *servicio* y utilizarlo;
2) la «red», es decir, los medios necesarios (terminales[3]), líneas, equipos de conmutación, etc.) realmente utilizados.

La contribución de la organización a la *calidad de servicio* se caracteriza por un concepto, *la logística del servicio*, como se muestra en la figura 1/E.800.

La contribución de la red a la *calidad de servicio* se caracteriza por tres conceptos de calidad de funcionamiento, que son:

- *facilidad de utilización (de un servicio)*, es decir, la facilidad con que puede utilizarse el *servicio* incluidas las características de equipo terminal, la inteligibilidad de tonos y mensajes, etc;
- *servibilidad (de un servicio)* que es la aptitud de un *servicio* para ser obtenido cuando lo solicite el *usuario* y para continuar siendo prestado con la duración deseada, dentro de las tolerancias y demás condiciones especificadas. Así pues, la *servibilidad* describe la respuesta de la red durante el establecimiento, la retención y la *liberación* de una conexión de servicio;
- *integridad del servicio*, que es el grado en que un *servicio*, una vez obtenido, se presta sin degradaciones excesivas. Es decir, la *integridad del servicio* se refiere primordialmente al nivel de reproducción de la señal transmitida en el extremo receptor.

La *servibilidad (de un servicio)* se subdivide a su vez en dos términos:

- *accesibilidad (de un servicio)*, que es la aptitud de un *servicio* para ser obtenido, con las tolerancias y demás condiciones especificadas, cuando lo solicite el *usuario*, que se subdivide a su vez en: 1) *accesibilidad de la red*, que es la aptitud del *usuario* para conseguir acceso a la red para una petición de servicio, y 2) *accesibilidad de la conexión*, es la aptitud de la red para proporcionar al usuario una conexión satisfactoria con el *destino* deseado;
- *retenibilidad (de un servicio)*, que es la aptitud de un *servicio* para que una vez obtenido continúe siendo prestado en condiciones determinadas durante el tiempo solicitado. Es decir, la *retenibilidad* comprende la retención adecuada de *conexiones* y la *liberación* (desconexión) cuando lo solicite el *usuario*.

La *servibilidad (de un servicio)* se descompone en *aptitud para cursar tráfico*, *seguridad de funcionamiento* y *característica de propagación*, como se muestra en la figura 1/E.800. La *aptitud para cursar tráfico* se describe puramente en términos de ingeniería de teletráfico (véase la Recomendación E.600). Las *medidas* se expresan en términos de pérdidas y demoras. La *seguridad de funcionamiento* comprende los aspectos combinados de disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad y logística de mantenimiento, y se refiere a la aptitud de un *elemento* para encontrarse en estado de realizar una *función requerida* (véase el suplemento N.° 6). La *característica de propagación* se refiere a la aptitud del medio de transmisión para transmitir la señal dentro de las tolerancias deseadas.

---

[3] En algunos países, los terminales forman parte de la red, y los proporciona, o los puede proporcionar, el cliente.

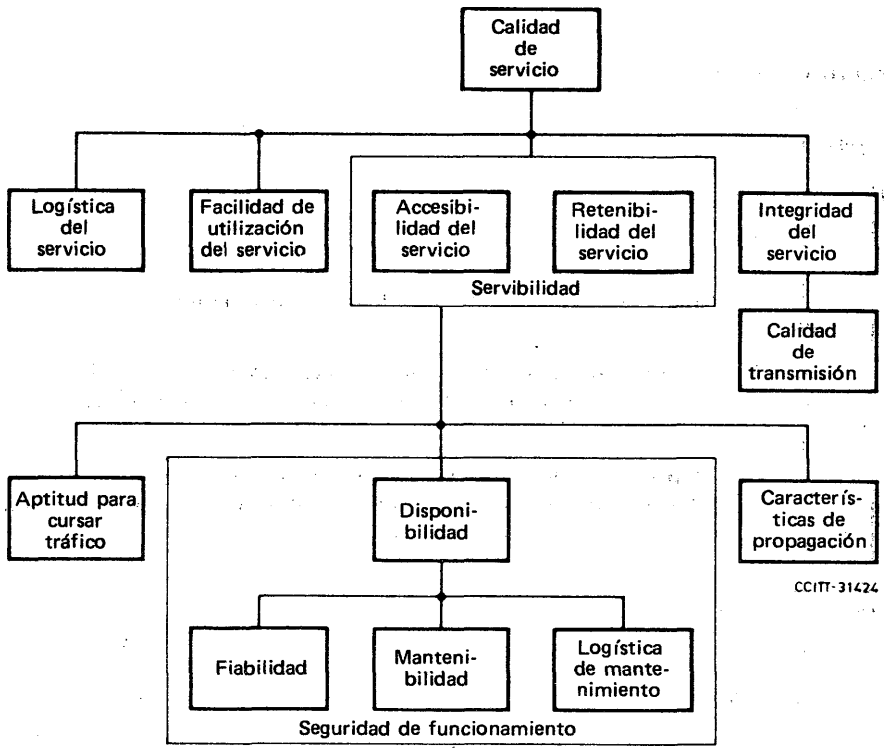


FIGURA 1/E.800

Conceptos de aptitud (calidad de funcionamiento)

Las medidas de todos los componentes de la calidad de funcionamiento citados pueden referirse a un instante de tiempo (instantáneas) o expresarse como valor medio para un intervalo de tiempo. Estos y otros calificadores recomendados (modificadores de medidas) figuran el el suplemento N.° 6.

El suplemento N.° 6 facilita además términos estadísticos y definiciones de utilización recomendada en la aplicación de las medidas correspondientes a todos estos componentes de la calidad de funcionamiento.

Mientras que la seguridad de funcionamiento se utiliza sólo como una descripción general en términos no cuantitativos, la cuantificación real se realiza bajo los conceptos de disponibilidad, fiabilidad, mantenibilidad y logística de mantenimiento.

La más importante de estas medidas correspondientes a la seguridad de funcionamiento figura en la parte I del suplemento N.° 6. Las propiedades expresadas por estas medidas repercuten en las medidas correspondientes a la calidad de servicio y la calidad de funcionamiento de la red y son por tanto caracterizaciones implícitas de estos componentes de la calidad de funcionamiento.

Las medidas están relacionadas con eventos (fallo, restablecimiento, etc.), estados (avería, disponibilidad, indisponibilidad, estado de incapacidad, etc.) o actividades (por ejemplo, mantenimiento), y con sus respectivas duraciones.

La parte I del suplemento N.° 6 proporciona la necesaria identificación de tiempos, eventos, estados y actividades de mantenimiento.

2 Recomendaciones y suplementos correspondientes

Recomendación E.600: Términos y definiciones de ingeniería de tráfico

Suplemento N.° 6: Términos y definiciones para los estudios sobre calidad de servicio, calidad de funcionamiento de la red, seguridad de funcionamiento y aptitud para cursar tráfico

3 Aptitudes (conceptos de calidad de funcionamiento)

3.1 *Aptitudes relativas al servicio*

3101 calidad de servicio

E: quality of service

F: qualité de service

El efecto global de las características de servicio que determinan el grado de satisfacción de un *usuario* de un *servicio.*

Nota 1 – La *calidad de servicio* se caracteriza por el efecto combinado de la *logística del servicio,* la *facilidad de utilización de un servicio,* la *servibilidad de un servicio,* la *integridad del servicio* y otros factores específicos de cada *servicio.*

Nota 2 – El término «calidad de servicio» no se utiliza para expresar un grado de perfección en sentido comparativo ni en un sentido cuantitativo para evaluaciones técnicas. En esos casos se utilizará un adjetivo calificativo (modificador).

3102 servibilidad (de un servicio)

E: serveability performance)

F: servibilité (d'un service)

Aptitud de un servicio para ser obtenido cuando lo solicite el *usuario* y para continuar siendo prestado con la *duración* deseada, dentro de las tolerancias y demás condiciones especificadas.

Nota – La *servibilidad* puede subdividirse en la *accesibilidad* y la *retenibilidad* del *servicio considerado.*

3103 accesibilidad (de un servicio)

E: service accessibility performance

F: accessibilité (d'un service)

Aptitud de un *servicio* para ser obtenido, con las tolerancias y demás condiciones especificadas, cuando lo solicite el *usuario.*

Nota – La *accesibilidad* tiene en cuenta las tolerancias de transmisión y los efectos combinados de la *característica de propagación,* de la *aptitud para cursar tráfico* y de la *disponibilidad* de los sistemas correpondientes.

3104 retenibilidad (de un servicio)

E: service retainability performance

F: continuabilité (d'un service)

Aptitud de un *servicio* para que, una vez obtenido, continúe siendo prestado en condiciones determinadas durante el tiempo deseado.

Nota – Por lo general, la *retenibilidad* depende de las tolerancias de transmisión, la *característica de propagación* y *la fiabilidad* de los sistemas correspondientes. Para algunos servicios, como por ejemplo el de conmutacion de paquetes, también depende de la *aptitud para cursar tráfico* y de la *disponibilidad* de los sistemas correspondientes.

3105 logística del servicio

E: service support performance

F: logistique de service

Aptitud de una organización para prestar un *servicio* y facilitar su utilización.

Nota – Un ejemplo de *logística del servicio* es la aptitud de una organización para prestar un servicio básico o uno suplementario, como el servicio de indicación de llamada en espera o el de información sobre guías de abonados.

3106 **facilidad de utilización (de un servicio)**

E: service operability performance

F: facilité d'utilisation (d'un service)

Aptitud de un *servicio* para su utilización satisfactoria y cómoda por el *usuario.*

3107 **integridad del servicio**

E: service integrity

F: integrité de service

Grado en que un *servicio,* una vez obtenido, se presta sin degradaciones excesivas.

Nota – Este *servicio* se caracteriza por la *calidad de transmisión* del sistema utilizado.

3108 **calidad de transmisión**

E: transmission performance

F: qualité de transmission

Nivel de reproducción de una señal ofrecida a un sistema de telecomunicaciones en condiciones determinadas. Cuando este sistema se halla en *estado de disponibilidad.*

3.2 *Aptitudes relativas al elemento*

3201 **calidad de funcionamiento de la red**

E: network performance

F: qualité technique du réseau

Aptitud de una red o parte de la red para ofrecer las funciones correspondientes a las *comunicaciones* entre *usuarios.*

Nota 1 – La *calidad de funcionamiento de la red* contribuye a la *servibilidad* y a la *integridad del servicio* (véase la figura 2/E.800).

Nota 2 – Las medidas de *calidad de funcionamiento de la red* son significativas para los proveedores de la red cuantificables en las fronteras de las proporciones de la red a las que se aplican. Las medidas de *calidad de servicio* sólo son cuantificables en un punto de acceso al *servicio.*

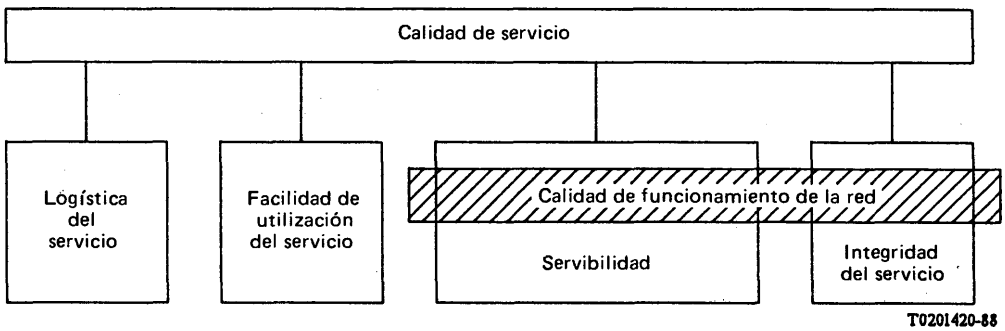


FIGURA 2/E.800

Relación entre calidad de servicio y calidad de funcionamiento de la red

3202 **aptitud para cursar tráfico**

E: trafficability performance

F: traficabilité; capacité d'écoulement du trafic

Aptitud de un *elemento* para satisfacer una demanda de tráfico de un determinado volumen y otras características, en determinadas condiciones internas.

Nota – Las condiciones internas corresponden, por ejemplo, a una combinación determinada cualquiera de subelementos *averiados* y no *averiados.*

3203 **capacidad**

E: capability

F: capacité; capabilité (d'une entité)

Aptitud de un *elemento* para satisfacer una demanda de servicio de un determinado volumen en condiciones internas determinadas.

Nota 1 – Las condiciones internas corresponden, por ejemplo, a una combinación determinada cualquiera de subelementos *averiados* y no *averiados.*

Nota2 – Esta *capacidad* se denomina también *aptitud para cursar tráfico.*

3204 **característica de propagación**

E: propagación performance

F: caractéristiques de propagation

Aptitud de un medio de propagación, por el que se propaga una onda sin guía artificial, para transmitir una señal dentro de tolerancias determinadas.

Nota – Las tolerancias indicadas pueden aplicarse a variaciones del nivel de la señal, del ruido, de los niveles de interferencia, etc.

3205 **efectividad**

E: effectiveness (performance)

F: efficacité

Aptitud de un *elemento* para atender una demanda de servicio de un determinado volumen.

Nota – Esta aptitud depende de la *capacidad* y de la *disponibilidad* del *elemento.*

4 Interrupciones

4101 **interrupción (de un servicio); corte (de un servicio)**

E: interruption; break (of service)

F: interruption; coupure (d'un service)

Incapacidad temporal de un *servicio* para ser prestado, cuya *duración* es superior a un mínimo determinado, caracterizada por una variación superior a determinados límites de al menos un parámetro esencial del *servicio.*

Nota 1 – Una *interrupción* de un servicio puede deberse a *estados de incapacidad* de los elementos utilizados para el *servicio* o a causas exteriores como sería una elevada demanda de servicio.

Nota 2 – Una *interrupción* de un *servicio* es generalmente una *interrupción* de la transmisión que puede caracterizarse por un valor normal del nivel de potencia, del nivel de ruido, de la distorsión de la señal, de la tasa de *error,* etc.

4102 **tiempo entre interrupciones**

E: time between interruptions

F: temps entre interruptions

Duración transcurrida entre el final de una *interrupción (de un servicio)* y el comienzo de la próxima.

4103 **duración de interrupción**

E: interruption duratión

F: durée d'interruption

Duración de una interrupción (de un servicio).

4104 **tiempo medio entre interrupciones**

E: mean time between interruptions (MTBI)

F: durée moyenne entre interruptions (DMEI)

Esperanza matemática del *tiempo entre interrupciones (de un servicio).*

4105 **duración media de una interrupción**

E: mean interruption duration (MID)

F: durée moyenne d'une interruption (DMI)

Esperanza matemática de la *duración de una interrupción* (de un *servicio*).

5 Medidas de las aptitudes (conceptos de calidad de funcionamiento)

5.1 *Logística del servicio*

5101 **tiempo medio de espera (para la prestación de un servicio)**

E: mean service provisioning time

S: délai moyen pour la fourniture d'un service

Esperanza matemática de la *duración* transcurrida entre el *instante* en que un *usuario* potencial pide a una organización que le proporcione los medios necesarios para obtener un *servicio*, y el *instante* en que dichos medios le son proporcionados.

5102 **probabilidad de error de facturación**

E: billing error probability

F: probabilité d'erreur de facturation

Probabilidad de que se produzca un error en la facturación de un *servicio* a un *usuario.*

5103 **probabilidad de tarificación o de contabilidad incorrectas**

E: incorrect chargin or accounting probability

F: probabilité de taxation erronée

Probabilidad de que una *tentativa de llamada* reciba una tarificación o un tratamiento contable incorrectos.

5104 **probabilidad de subtarificación**

E: undercharging probability

F: probabilité de sous-taxation

Probabilidad de que se subtarifique por una razón cualquiera una *comunicación* completada.

5105 **probabilidad de sobretarificación**

E: overcharging probability

F: probabilité de surtaxation

Probabilidad de que se sobretarifique por una razón cualquiera una *comunicación* completada.

5106 **integridad de la facturación (probabilidad de)**

E: billing integrity (probability)

F: (probabilité de) justesse de facturation

Probabilidad de que la información presentada en la facturación a un *usuario* refleje correctamente el tipo, el destino y la duración de la *comunicación.*

5.2 *Facilidad de utilización (de un servicio)*

5201 **probabilidad de error de un usuario (de un servicio)**

E: service user mistake probability

F: probabilité d'erreur d'un usager

Probabilidad de que un *usuario* cometa un *error* al intentar utilizar un *servicio.*

5202 **probabilidad de error de marcación**

E: dialling mistake probability

F: probabilité d'erreur de numérotation

Probabilidad de que el *usuario* de una red de telecomunicación cometa un *error* durante sus *tentativas de llamada.*

5203 **probabilidad de abandono de un servicio por un usuario**

E: service user abandonment probability

F: probabilité d'abandon (d'accès à un service par un usager)

Probabilidad de que un *usuario* abandone una tentativa de utilización de un *servicio.*

Nota – Los abandonos pueden ser provocados por tasas de error del *usuario* o demoras excesivas de acceso al servicio.

5204 **probabilidad de abandono de una tentativa de llamada**

E: call abandonment probability

F: probabilité d'abandon (d'une tentative d'appel)

Probabilidad de que un *usuario* de una red de telecomunicación abandone una *tentativa de llamada.*

5.3 *Accesibilidad (de un servicio)*

5301 **accesibilidad de un servicio; probabilidad de acceso a un servicio**

E: service accessibility; service access probability

F: accessibilité (d'un service)

Probabilidad de que un servicio pueda obtenerse dentro de tolerancias especificadas y en condiciones operacionales dadas cuando lo solicite el *usuario.*

5302 **retardo medio de acceso a un servicio; demora media de acceso a un servicio**

E: mean service access delay

F: durée moyenne d'accès

Esperanza matemática de la *duración* del tiempo que transcurre entre una primera *tentativa de llamada* efectuada por el *usuario* para la obtención de un *servicio* y el *instante de llamada* en que lo obtiene dentro de tolerancias especificadas y en condiciones operacionales dadas.

5303 **accesibilidad (de una red)**

E: network accessibility

F: accessibilité (d'un réseau)

Probabilidad de que el *usuario* de un *servicio* reciba, previa petición, la señal de invitación a marcar en las condiciones especificadas.

Nota – La señal de invitación a marcar es la que indica al *usuario* que seleccione el *destino* deseado.

5304 **accesibilidad de una conexión**

E: connection accessibility

F: accessibilité

Probabilidad de que pueda ser establecida una *conexión* dentro de las tolerancias especificadas y otras condiciones dadas, después de la recepción de un código válido por la central.

5305 **retardo medio de acceso; demora media de acceso**

E: mean access delay

F: durée moyenne d'accès

Esperanza matemática de la *duración* del tiempo que transcurre entre la primera *tentativa de llamada* efectuada por un *usuario* de una red de telecomunicación para obtener otro *usuario* o un *servicio* y el *instante* en que el *usuario* obtiene el otro *usuario* o el *servicio* deseado, dentro de las tolerancias especificadas y en condiciones operacionales dadas.

5306 **cuantil-p del retardo de acceso; cuantil-p de la demora de acceso**

E: p-fractile access delay

F: quantile-p de la durée d'accès

Valor del *cuantil-p* de la *duración* del tiempo que transcurre entre la *primera tentativa de llamada* efectuada por un *usuario* de una red de telecomunicación para obtener otro *usuario* o un *servicio* y el *instante* en que el *usuario* obtiene el otro *usuario* o el *servicio* deseado, dentro de las tolerancias especificadas y en condiciones operacionales dadas.

5307 **accesibilidad de una conexión por establecer**

E: accessibility of a connection to be established

F: accessibilité d'une communication à établir

Probabilidad de que, a petición del *usuario*, pueda establecerse una *conexión* con conmutación, dentro de las tolerancias de transmisión especificadas, hasta el *destino* deseado, dentro de un *intervalo de tiempo* determinado.

Nota 1 – En el caso de las llamadas efectuadas en servicio automático, podría expresar la *probabilidad* de establecimiento de la comunicación en la primera tentativa. En las llamadas efectuadas por operadoras, podría representar la *probabilidad* de que se logre establecer una *conexión* satisfactoria en una duración de tiempo dada.

Nota 2 – En general, las tolerancias debieran corresponder a un valor de reducción de la *calidad de transmisión* tal que la conexión no resulte satisfactoria para el servicio (tal, por ejemplo, que un porcentaje sustancial de *usuarios* abandone la *conexión*).

5308 **probabilidad de transmisión inaceptable**

E: unacceptable transmission probability

F: probabilité d'une transmission inacceptable

Probabilidad de que una *conexión* se establezca con una calidad de transmisión inaceptable en el trayecto de conversación.

5309 **probabilidad de ausencia de tono**

E: no tone probability

F: probabilité de non tonalité

Probabilidad de que en una *tentativa de llamada* no se reciba el tono tras recibir la central un código válido.

5310 **probabilidad de encaminamiento erróneo**

E: misrouting probability

F: probabilité d'acheminement erroné

Probabilidad de que una *tentativa de llamada* sea erróneamente encaminada tras recibir la central un código válido.

5.4 *Retenibilidad (de un servicio)*

5401 **retenibilidad (de un servicio)**

E: service retainability

F: continuabilité (d'un service)

Probabilidad de que un *servicio*, una vez obtenido, continúe prestándose en condiciones determinadas con una *duración* dada.

5402 **retenibilidad (de una conexión)**

E: connection retainability

F: continuabilité (d'une chaîne de connexion)

Probabilidad de que una *conexión* una vez obtenida, continúe siendo utilizable para una *comunicación* en condiciones determinadas y con una *duración* dada.

5403 **retenibilidad de una conexión establecida**

E: retainability of an established connection

F: continuabilité d'une communication établie

Probabilidad de que una *conexión* conmutada, una vez establecida, funcione dentro de tolerancias de transmisión especificadas sin *interrupción* durante un *intervalo de tiempo* dado.

5404 **probabilidad de liberación prematura; probabilidad de corte de una llamada**

E: premature relase probability; cut-off call probability

F: probabilité de libératión prématurée

Probabilidad de que una *conexión* establecida se libere por una razón ajena a la voluntad de cualquiera de las partes que intervienen en la comunicación.

5405 **probabilidad de fallo de liberación**

E: release failure probability

F: probabilité de non-libération

Probabilidad de que no tenga lugar la *liberación* requerida de una *conexión.*

5.5 *Servibilidad (de un servicio)*

5501 **probabilidad de prestación satisfactoria de un servicio**

E: probability of successful service completion

F: probabilité d'exécution correcte du service

Probabilidad de establecimiento de una *conexión* en condiciones operacionales sartisfactorias, y de que se mantenga durante un *intervalo de tiempo* dado.

5.6 *Calidad de transmisión*

5601 **tasa de errores en los bits; tasa de error en los bits (TEB)**

E: bit error ratio (BER)

F: taux d'erreur sur les bits (TEB)

Relación entre el número de errores de bit y el número total de bits transmitidos en un *intervalo de tiempo* dado.

5602 **segundos sin error (SSE)**

E: error free seconds (EFS)

F: secondes sans erreur (SSE)

Relación entre el número de intervalos de un segundo en los que no se reciben bits erróneos y el número total de intervalos de un segundo del *intervalo de tiempo* considerado.

Nota 1 – Debe especificarse la duración del *intervalo de tiempo.*

Nota 2 – Esta relación se expresa habitualmente como un porcentaje.

6 Conceptos comunes

En las definiciones de la presente Recomendación se utilizan los siguientes conceptos. Otros conceptos utilizados, como probabilidad, media, estado de disponibilidad, estado de incapacidad, duración (de tiempo), usuario y conexión figuran en la Recomendación E.600 y en el suplemento N.° 6.

6001 **servicio**

E: service

F: service

Conjunto de funciones que una organización ofrece a un *usuario.*

6002 **elemento; entidad; ítem**

E: item; entity

F: entité; individu

Parte, dispositivo, subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que puede considerarse individualmente.

Nota 1 – Un *elemento* puede estar compuesto por soporte físico, soporte lógico, o ambos, y puede también incluir personas, como por ejemplo, las telefonistas en un sistema telefónico con operadoras.

Nota 2 – En español el término *elemento* sustituye al término *dispositivo* anteriormente empleado en este sentido, pues este último suele ser también el equivalente del término inglés «device».

Nota 3 – En francés, el término *individu* se utiliza principalmente en estadística.

ANEXO A

(a la Recomendación E.800)

Lista alfabética de los términos definidos en esta Recomendación

3103 accesibilidad (de un servicio)

5301 accesibilidad de un servicio

5304 accesibilidad de una conexión

5307 accesibilidad de una conexión por establecer

5303 accesibilidad (de una red)

3202 aptitud para cursar tráfico

3201 calidad de funcionamiento de la red

3101 calidad de servicio

3108 calidad de transmisión

3203 capacidad

3204 característica de propagación

4101 (corte de un servicio) véase interrupción (de un servicio)

5306 (cuantil-p de la demora de acceso) véase cuantil-p del retardo de acceso

5306 cuantil-p del retardo de acceso

5305 (demora media de acceso) véase retardo medio de acceso

5302 (demora media de acceso a un servicio) véase retardo medio de acceso a un servicio

4103 duración de interrupción

4105 duración media de una interrupción

3205 efectividad

6002 elemento

6002 (entidad) véase elemento

3106 facilidad de utilización (de un servicio)

5106 integridad de la facturación (probabilidad de)

3107 integridad del servicio

4101 interrupción (de un servicio)

6002 (ítem) véase elemento

3105 logística del servicio

5203 probabilidad de abandono de un servicio por un usuario

5204 probabilidad de abandono de una tentativa de llamada

5301 (probabilidad de acceso a un servicio) véase accesibilidad de un servicio

5309 probabilidad de ausencia de tono

5404 (probabilidad de corte de una llamada) véase probabilidad de liberación prematura

5310 probabilidad de encaminamiento erróneo

5102 probabilidad de error de facturación

5202 probabilidad de error de marcación

5201 probabilidad de error de un usuario (de un servicio)

5405 probabilidad de fallo de liberación

5404 probabilidad de liberación prematura

5501 probabilidad de prestación satisfactoria de un servicio

5105 probabilidad de sobretarificación

5104 probabilidad de subtarificación

5103 probabilidad de tarificación o de contabilidad incorrectas

5308 probabilidad de transmisión inaceptable

5305 retardo medio de acceso

5302 retardo medio de acceso a un servicio

5402 retenibilidad (de una conexión)

5403 retenibilidad de una conexión establecida

3104 retenibilidad (de un servicio)

5401 retenibilidad (de un servicio)

5602 segundos sin error

3102 servibilidad (de un servicio)

6001 servicio

5601 (tasa de error en los bits) véase tasa de errores en los bits

5601 tasa de errores en los bits

4102 tiempo entre interrupciones

5101 tiempo medio de espera (para la prestación de un servicio)

4104 tiempo medio entre interrupciones

SECCIÓN 2

MODELOS PARA SERVICIOS DE TELECOMUNICACIÓN

Recomendación E.810

MODELO DE SERVIBILIDAD PARA UNA COMUNICACIÓN BÁSICA POR LA RED TELEFÓNICA[1]

Introducción

La presente Recomendación[2] forma parte de una serie de Recomendaciones estrechamente relacionadas entre sí que tratan de la accesibilidad y la retenibilidad de los servicios telefónicos y se citan a continuación.

El CCITT,

considerando

(a) que se desea establecer objetivos globales para la calidad de servicio percibida por los usuarios;

(b) que dichos objetivos podrían servir de base para el diseño, la planificación, la operación y el mantenimiento de redes de telecomunicaciones y sus partes constitutivas;

(c) que la Recomendación E.800 contiene términos y definiciones sobre la calidad de servicio, la fiabilidad y la disponibilidad de los servicios y redes y sobre características conexas,

recomienda

que el modelo de comunicación telefónica dado en esta Recomendación sea utilizado por las Administraciones para diseñar, planificar, operar y mantener sus redes teniendo en cuenta los objetivos especificados en las Recomendaciones:

E.830 Modelos para la atribución de la retenibilidad, accesibilidad e integridad de una conexión telefónica internacional;

E.845 Objetivos de accesibilidad de una conexión para el servicio telefónico internacional;

E.850 Objetivo de retenibilidad de una conexión para el servicio telefónico internacional.

Nota – Véase también el proyecto de Recomendación sobre objetivos relativos a la interrupción, estudiado en el marco de la Cuestión 39/II.

---

[1] Aunque esta Recomendación trata del servicio telefónico, el modelo y la descomposición del comportamiento de servibilidad son también aplicables, en principio, a otros servicios de telecomunicación. La elaboración de este principio se deja para ulterior estudio.

[2] Algunos de los términos de la presente Recomendación, por ejemplo la palabra «medida», se utilizan en el sentido de su definición dada en la Recomendación E.800.

1 Modelo de una comunicación telefónica básica y de su servibilidad

El modelo simplificado que se describe a continuación ilustra las principales fases de una comunicación telefónica básica. También relaciona estas fases con los conceptos de calidad de funcionamiento vinculados al servicio y a sus principales medidas, así como con las principales causas de fallos en el establecimiento y retención de dicha comunicación y su ulterior facturación.

El modelo indica también los puntos de esta serie de fases donde las operaciones o errores del usuario pueden influir en la comunicación.

2 Comentarios sobre el modelo y sus aplicaciones

2.1 *Modelado matemático*

En un caso simple de independencia estadística, las probabilidades pueden combinarse simbólicamente en los siguientes modelos matemáticos:

$$P = (P_{11} \cdot P_{12}) \cdot P_2 \cdot (P_{31} \cdot P_{32}) \cdot P_4$$

para expresar la probabilidad de una comunicación que aporta ingresos y correctamente facturada;

$$P = (P_{11} \cdot P_{12}) \cdot P_2 \cdot (P_{31} \cdot P_{32})$$

para expresar la probabilidad de una comunicación efectivamente completada.

2.2 *Contribuciones a las causas de fallo de la llamada*

Se reconoce en general que las diversas partes de una red nacional o internacional pueden influir de diferentes maneras en la compleción de las diversas fases de una comunicación. Por ejemplo, la accesibilidad de la red viene determinada principalmente por el aparato telefónico, la línea de abonado y la central local; la accesibilidad de la conexión, por las centrales, la red de transmisión y la red de señalización utilizadas; la integridad de la facturación depende de las facilidades de tarificación utilizadas por las partes de la red que constituyen la conexión, y los equipos de tratamiento de la información de facturación, etc. En las Administraciones en que el aparato telefónico no se considera parte de la red, no se le incluye en el concepto de calidad de funcionamiento de red.

2.3 *Aspectos temporales de las medidas*

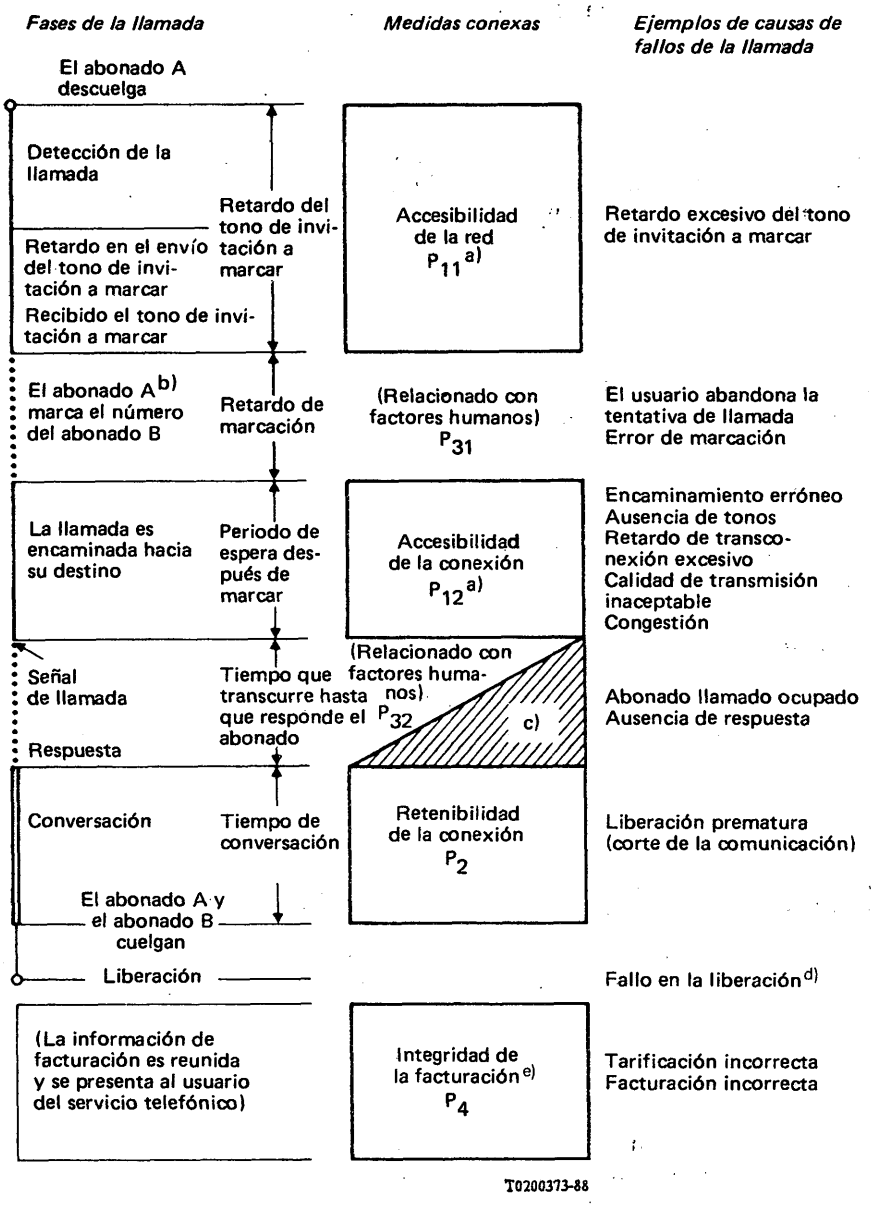
Según la finalidad de las medidas, conforme se indica en la figura 1/E.810, quizás resulte apropiado expresar sus valores en forma de valores instantáneos relacionados con un determinado instante de tiempo o en forma de medias para un determinado intervalo de tiempo.

En cada Recomendación pertinente deben darse indicaciones en cuanto a la variante que conviene utilizar.

2.4 *Aspectos espaciales de las medias*

Las medidas indicadas en la figura 1/E.810 pueden aplicarse a comunicaciones efectuadas entre destinos determinados, como medias ponderadas del tráfico para cierto número de destinos, etc.

En cada Recomendación pertinente debe especificarse claramente la modalidad o modalidades que conviene utilizar.



a) La accesibilidad de la red y la accesibilidad de la conexión se combinan en la accesibilidad del servicio.

b) El encaminamiento de la llamada puede comenzar antes de que se hayan recibido todas las cifras.

c) La zona sombreada indica que puede producirse una liberación prematura durante el tiempo de espera de la respuesta.

d) La liberación de una llamada no constituye, en este modelo, una fase por sí misma. Un fallo de la liberación puede ocasionar la inaccesibilidad de la red para una nueva llamada.

e) La integridad de la facturación se ha indicado por razones de exhaustividad, pero no forma parte de la servibilidad.

FIGURA 1/E.810

Modelo de servibilidad durante una comunicación básica por la red telefónica

MODELOS PARA LA ATRIBUCIÓN DE LA RETENIBILIDAD, ACCESIBILIDAD E INTEGRIDAD DE UNA CONEXIÓN TELEFÓNICA INTERNACIONAL

Introducción

La presente Recomendación forma parte de una serie de Recomendaciones estrechamente relacionadas entre sí, que comprende las Recomendaciones E.810, E.830, E.845, E.850 y E.855, que tratan de la accesibilidad, retenibilidad e integridad de los servicios telefónicos.

El CCITT,

considerando

que es preciso establecer modelos de conexión ficticia de referencia para atribuir los objetivos globales de retenibilidad, accesibilidad e integridad de una conexión a las partes constitutivas de las conexiones internacionales,

recomienda

tres modelos de retenibilidad, (uno de los cuales lo es de una conexión internacional típica o media) y uno de accesibilidad e integridad.

1 Modelos de retenibilidad

Los modelos se muestran en las figuras 1/E.830, 2/E.830 y 3/E.830, respectivamente. Como se indica en la figura 1/E.830, la conexión típica tiene dos circuitos en cada uno de los sistemas nacionales y uno en la cadena internacional. El caso de percentil 90 tendría tres en los sistemas nacionales y uno en la cadena internacional.

2 Número de circuitos

El número de circuitos de cada uno de los modelos se basa en el cuadro 1/E.830. Los valores inscritos en ese cuadro se fundan en la información contenida en el cuadro 1/G.101.

La media y la moda de los circuitos nacionales de prolongación son ambas iguales a dos. Esto se aplica a los sistemas nacionales tanto de origen como de destino. La media de los circuitos internacionales es 1,1 y la moda es 1.

CUADRO 1/E.830

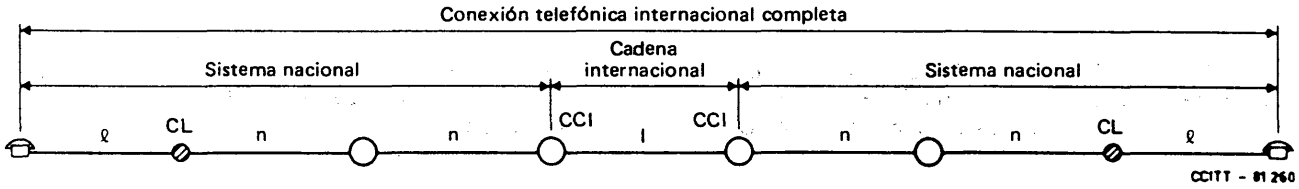
Probabilidades del número de circuitos en los dos sistemas nacionales y en la cadena internacional (expresadas como porcentajes)

Número de circuitos	Origen CL-CCI	Internacional CCI-CCI	Destino CCI-CL'
1	33,8	95,1	32,9
2	38,9	4,5	39,5
3	20,2	0,3	20,4
4	6,0	–	6,1
5	1,0	–	1,0

CL Central local

CCI Centro de conmutación internacional

Nota – Las probabilidades de las conexiones con seis y siete circuitos en el sistema nacional de origen son respectivamente 0,005% y 0,0005%. Las probabilidades de las conexiones con cuatro, cinco y seis circuitos internacionales son respectivamente 0,03%, 0,00007% y 0,00009%.



Aparato de abonado

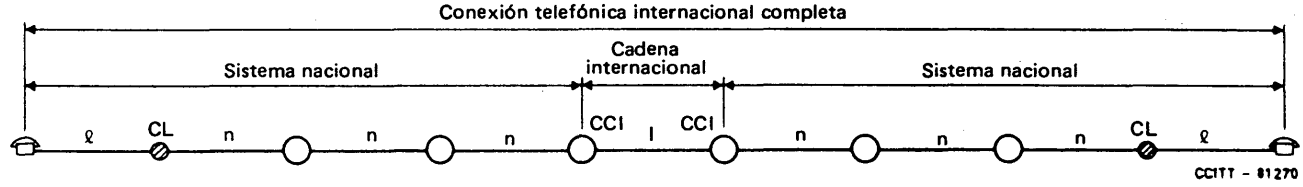
Central

I Circuitos internacionales
n Circuitos nacionales de prolongación
ℓ Línea de abonado
CCI Centro de conmutación internacional
CL Central local

Nota – Para los fines de la presente Recomendación, se considera que los centros de conmutación internacionales forman parte de la cadena internacional.

FIGURA 1/E.830

Modelo de conexión telefónica internacional típica

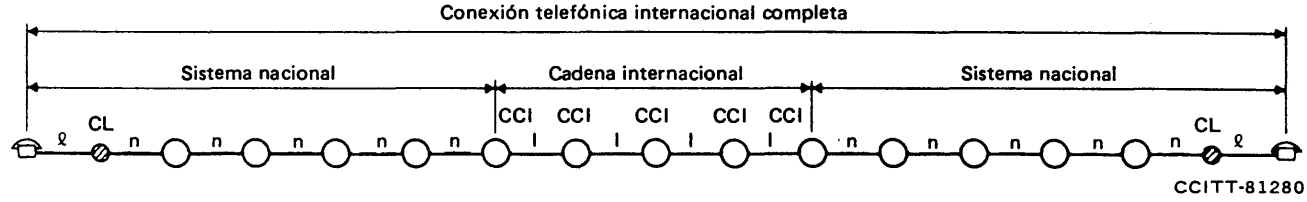


Nota 1 – Véanse los significados de las leyendas en la figura 1/E.830.

Nota 2 – Para los fines de la presente Recomendación, se considera que los centros de conmutación internacionales forman parte de la cadena internacional.

FIGURA 2/E.830

Modelo de percentil 90 de conexión telefónica internacional



Nota 1 – Véanse los significados de las leyendas en la figura 1/E.830.

Nota 2 – Para los fines de la presente Recomendación, se considera que los centros de conmutación internacionales forman parte de la cadena internacional.

FIGURA 3/E.830

Modelo de la conexión telefónica internacional más larga posible

3 Modelo de accesibilidad e integridad

En la figura 4/E.830, se representa el modelo que ha de utilizarse para distribuir a las porciones nacionales y cadena internacional de una conexión internacional, los objetivos de accesibilidad de conexión e integridad estipulados en las Recomendaciones E.845 y E.855, respectivamente.

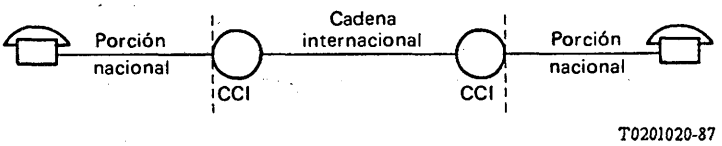


FIGURA 4/E.830

Modelo para distribuir la accesibilidad e integridad de una conexión

SECCIÓN 3

OBJETIVOS PARA LA CALIDAD DE SERVICIO Y CONCEPTOS CONEXOS DE SERVICIO DE TELECOMUNICACIÓN

Recomendación E.845 [1]

OBJETIVO DE ACCESIBILIDAD DE UNA CONEXIÓN PARA EL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL [2]

Introducción

La presente Recomendación forma parte de una serie de Recomendaciones estrechamente relacionadas entre sí, que comprende las Recomendaciones E.810, E.830, E.845, E.850 y E.855, que tratan de la accesibilidad, la retenibilidad y la integridad de los servicios telefónicos.

Preámbulo

Esta Recomendación proporciona un objetivo de accesibilidad (disponibilidad) de una conexión global de extremo a extremo para el servicio telefónico *internacional* con conmutación.

La accesibilidad de una conexión es un componente de la accesibilidad de un servicio definida en la Recomendación E.800.

En esta Recomendación se prescribe una medida de la accesibilidad de una conexión, un objetivo, y una distribución del objetivo entre los sistemas nacionales y la cadena internacional de conexiones internacionales. La Recomendación establece también la relación entre la calidad de funcionamiento global de extremo a extremo y la fiabilidad y disponibilidad de los circuitos y centrales, de una manera conveniente para el diseño de redes.

Al establecer el objetivo se han tenido en cuenta los efectos de los fallos de los equipos y la congestión del tráfico.

El CCITT,

considerando

(a) que la accesibilidad de una conexión se define en la Recomendación E.800;

(b) que los clientes consideran la inaccesibilidad de una conexión como uno de los mayores contratiempos que puede presentarse en el establecimiento de las comunicaciones;

(c) que un objetivo para la accesibilidad de una conexión que tenga en cuenta la opinión de los clientes sobre la fase de establecimiento de las comunicaciones está en consonancia con otras Recomendaciones que han formulado ya un objetivo para la retenibilidad del servicio basado, en parte, en la opinión de los clientes;

---

[1] Antigua Recomendación G.180, *Libro Rojo*, fascículo III.1.

[2] Algunos de los términos que figuran en esta Recomendación, por ejemplo, el sustantivo «medida», se utilizan con el significado con que han sido definidos en la Recomendación E.800.

(d) que la accesibilidad de una conexión no será constante en el tiempo para un determinado par de líneas llamante y llamada. Una medida adecuada es la probabilidad media de fallo de la conexión de red, a largo plazo (es posible que se necesiten también otras medidas);

(e) que el objetivo global para la accesibilidad de una conexión debe distribuirse entre los sistemas nacionales y la cadena internacional de la conexión internacional;

(f) que al establecer el objetivo se debe tener en cuenta las necesidades de los planificadores de redes y los proyectistas de sistemas, de modo que el objetivo constituya, para éstos, una orientación útil y, al mismo tiempo, pueda ser utilizado por las Administraciones para proporcionar un método que permita verificar si la calidad de funcionamiento de la red es o no aceptable;

(g) que la accesibilidad de la conexión global debe controlarse verificando las accesibilidades de cada central y de cada circuito y, a fin de obtener este control, la accesibilidad de la conexión global debe estar relacionada matemáticamente con la disponibilidad y la fiabilidad de los equipos,

recomienda

1 Medida de la accesibilidad de una conexión

La accesibilidad de una conexión se medirá utilizando la probabilidad media a largo plazo de fallo de una conexión, que es el complemento de la probabilidad de acceso a la conexión definida en la Recomendación E.800.

La probabilidad de fallo de una conexión de red (P_{FCR}) puede calcularse mediante la fórmula:

$$P_{FCR} = \frac{Q_N}{N}$$

donde Q_N es el número de tentativas de acceso infructuosas y N es el número total de tentativas de acceso en cierto periodo de tiempo (que se determinará).

Un método para obtener una estimación del tamaño de la muestra de llamadas que se necesita para estos cálculos se describe en el anexo A.

Para fines de diseño de red, la probabilidad de fallo de una conexión de red, P_{FCR}, puede calcularse mediante el método descrito en el anexo B. En el anexo C se describe el modo en que las horas cargadas y no cargadas afectan al fallo de una conexión de red (FCR).

Nota 1 – Las tentativas infructuosas de acceso a una conexión que reflejan un defecto de funcionamiento de la red desde el punto de vista del usuario se denominan fallos de conexión de red. Estos fallos de la llamada pueden ser determinados por cualquier abonado que llame y tenga cierta experiencia en esta operación, y se deben a fallos de la red o a congestión de tráfico. Se entiende que se ha producido un fallo de la red cuando un usuario que solicita el servicio recibe una de las siguientes respuestas:

1) Recibe el tono de invitación a marcar después de haber marcado el número completo.
2) No recibe señal de llamada, ni respuesta.
3) Recibe una señal o un anuncio en que se le indica que todos los circuitos están ocupados.
4) Se establece la conexión con un número erróneo (encaminamiento erróneo).
5) Doble conexión.

Esta lista puede no ser exhaustiva.

Nota 2 – Esta definición del fallo de una conexión de red se basa en la respuesta que puede oír una persona que hace una llamada.

Nota 3 – Hay dos causas genéricas de fallos de una conexión de red: averías del equipo y congestión de tráfico.

Nota 4 – El intervalo de promediación (aún por determinar) utilizado para el cálculo de la probabilidad de fallo de una conexión debe incluir periodos de tráfico normal y horas punta. En el caso de una demanda de tráfico excepcionalmente alta (fiestas públicas, catástrofes naturales, etc.) puede tolerarse que las tasas de fallo rebasen el valor previsto como objetivo.

Nota 5 – Las Administraciones deberán calcular la probabilidad de fallo de una conexión de red mediante procedimientos que, a su juicio, permitan obtener estimaciones razonablemente exactas.

2 Objetivo para la accesibilidad de una conexión

La accesibilidad de una conexión es aceptable si una probabilidad media a largo plazo de fallo de una conexión, expresada como porcentaje, no rebasa un valor (media global para todas las llamadas internacionales) comprendido entre A% y B% (valores aún por determinar). Además, la probabilidad media a largo plazo de fallo de una conexión en una determinada central internacional de llegada no debe ser superior a C% (valor aún por determinar).

Nota – Los posibles valores para A, B y C están comprendidos entre 10% y 20%.

3 Distribución del objetivo global entre los sistemas nacionales y la cadena internacional

El objetivo de probabilidad de fallo de una conexión de red debe distribuirse como sigue:

X% al sistema nacional de origen,

Y% a la cadena internacional,

Z% al sistema nacional de destino,

donde $X + Y + Z = P$, siendo P el objetivo global indicado en el § 2.

Nota 1 – La tentativa de acceso a una conexión puede fracasar por causas imputables a los sistemas nacionales o a la cadena internacional de la conexión.

Nota 2 – El objetivo tiene en cuenta todos los medios de protección que pueden emplearse en la red para asegurar el establecimiento de la conexión, entre ellos el encaminamiento alternativo si se utiliza.

Nota 3 – La probabilidad de fallo de una conexión de red de los sistemas nacionales o de la cadena internacional se define como la probabilidad de que la tentativa de acceso en una llamada fracase por algún problema (avería del equipo o congestión) en los sistemas nacionales o en la cadena internacional.

Nota 4 – Los valores de X, Y y Z están comprendidos en la gama de 3% a 7%.

ANEXO A

(a la Recomendación E.845)

Método para determinar el tamaño requerido de la muestra de llamadas, N

Las Administraciones calcularán la probabilidad de fallo de una conexión de red mediante un procedimiento que les permita obtener estimaciones razonablemente exactas.

El número de tentativas de acceso para llamadas muestreadas deberá ser lo suficientemente grande para que pueda obtenerse una buena estimación de la probabilidad.

Se podría utilizar un método para determinar el tamaño de la muestra, N, que produjese un error máximo de medida, e (por determinar), con un nivel de confianza, α (por determinar).

La Recomendación E.850 especifica un método para calcular el tamaño de la muestra que se necesita para estimar la probabilidad de corte de la comunicación. Este método debe estudiarse para su aplicación aquí.

ANEXO B

(a la Recomendación E.845)

Método para establecer una relación entre la probabilidad global de fallo de una conexión de red y la fiabilidad y la disponibilidad de circuitos y centrales

Existe la siguiente relación entre la probabilidad de fallo de una conexión global de red, P_{FCR}, y las probabilidades de fallo de una conexión en los sistemas nacionales y en la cadena internacional de la conexión:

$$P_{FCR} = 1 - (1 - P_{OE})(1 - P_I)(1 - P_{TE})$$

P_{OE} es la probabilidad de que la tentativa de acceso fracase en el sistema nacional de origen, P_I es la probabilidad de fallo en la cadena internacional y P_{TE} es la probabilidad de fallo en el sistema nacional de destino.

En la figura B-1/E.845 se indican las conexiones ficticias de referencia para las tres partes de una conexión internacional. Las proporciones de llamadas (F_n) que se encaminan por las partes de la conexión se indican en el cuadro adjunto a la figura. Estas proporciones se han tomado del cuadro 1/G.101.

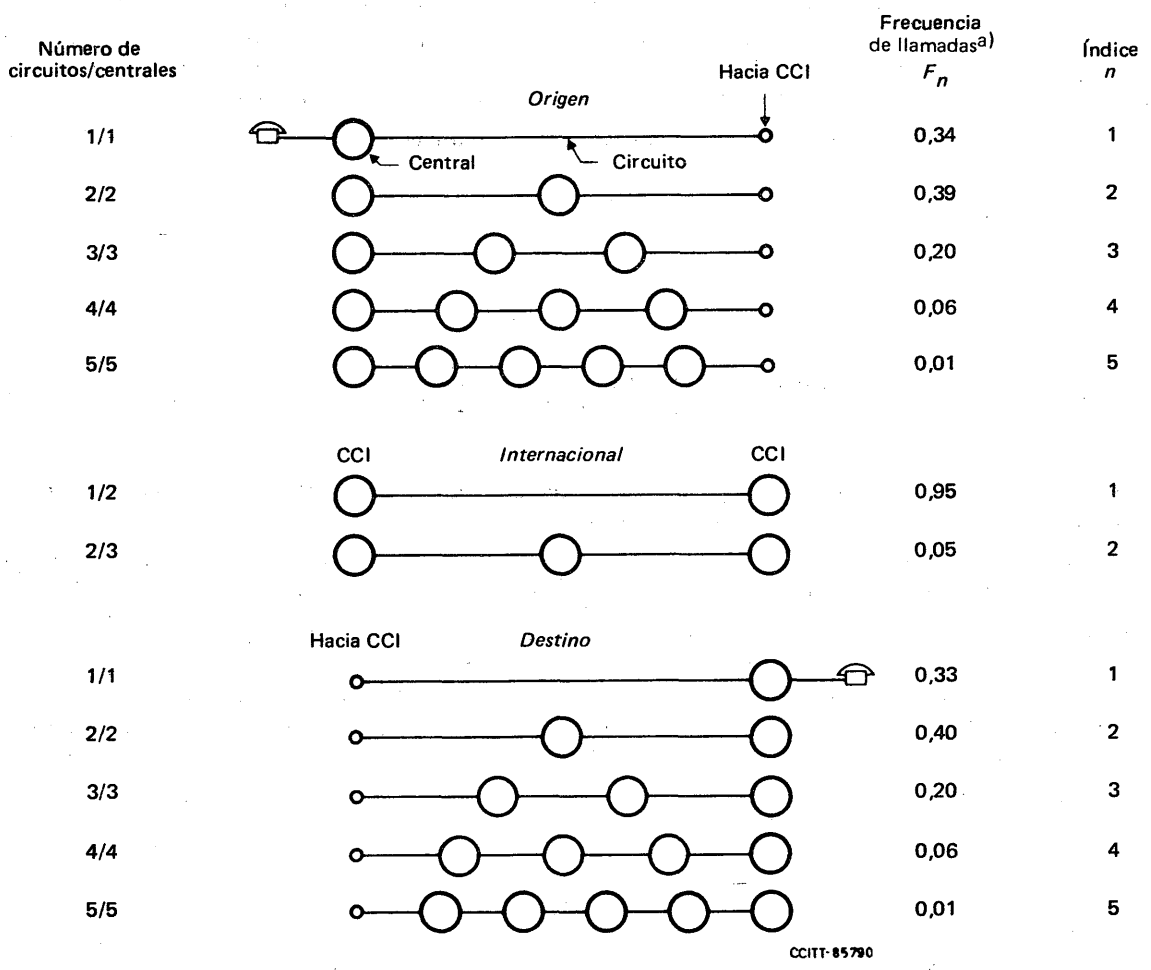
La probabilidad de fracaso de una tentativa de acceso en cualquiera de las partes de la conexión viene dada por la fórmula:

$$P_{OE} = 1 - \sum_{n=1}^{5} F_n (1 - P_c)^n (1 - P_s)^n$$

$$P_I = 1 - \sum_{n=1}^{2} F_n (1 - P_c')^n (1 - P_s')^{n+1}$$

$$P_{TE} = 1 - \sum_{n=1}^{5} F_n (1 - P_c'')^n (1 - P_s'')^n$$

donde n es el número de circuitos en una parte seleccionada, F_n es la frecuencia de llamadas para un sistema o cadena de n circuitos (en la figura B-1/E.845).



a) Valores extraídos del cuadro 1/G.101.

FIGURA B-1/E.845

Conexiones ficticias de referencia en función de las frecuencias de llamada

P_c, P'_c y P''_c son las probabilidades de que el acceso a la conexión fracase en los circuitos del sistema de origen, de la cadena internacional o del sistema de destino, respectivamente. (Se supone que todos los circuitos que constituyen los sistemas de origen o destino, y la cadena internacional, tienen la misma probabilidad de fallo. Sin embargo, esto no tiene necesariamente que ser así.)

P_s, P'_s y P''_s son las probabilidades de que la tentativa de acceso a una conexión fracase en las centrales del sistema de origen, de la cadena internacional (obsérvese que el centro de conmutación internacional forma parte de la cadena internacional) o del sistema de destino, respectivamente. (Para simplificar la exposición, se supone que todas las centrales tienen la misma probabilidad de fallo, lo cual tampoco tiene necesariamente que ser así.)

Un circuito o una central puede ser la causa de que fracase una conexión de red, por uno de los tres motivos siguientes:

1) Llamada bloqueada debido a congestión. La probabilidad de bloqueo es P_{CB} y P_{SB} para circuitos y centrales, respectivamente.
2) El circuito o la central fallan durante el tiempo de establecimiento de la comunicación. La probabilidad de tal fallo es P_{CF} y P_{SF} para circuitos y centrales, respectivamente.
3) El circuito o la central está indisponible para llamadas entrantes y, por tanto, las llamadas que llegan durante el tiempo de indisponibilidad no se completan. Estas probabilidades son P_{CD} y P_{SD} para circuitos y centrales, respectivamente.

La probabilidad de que un circuito o una central cause un fallo de una conexión de red viene dada respectivamente por las siguientes ecuaciones:

$$P_C = 1 - (1 - P_{CB})(1 - P_{CF})(1 - P_{CD})$$
$$P_S = 1 - (1 - P_{SB})(1 - P_{SF})(1 - P_{SD})$$

Las probabilidades de fallo P_{CF} y P_{SF} pueden expresarse en función de las intensidades de fallo medias a largo plazo Z_c y Z_s de los circuitos y centrales, respectivamente, por las fórmulas siguientes:

$$P_{CF} = Z_c\ T_s$$
$$P_{SF} = Z_s\ T_s$$

donde T_s es la media a largo plazo del tiempo de establecimiento de la comunicación.

De manera similar, las probabilidades de fallo P_{CD} y P_{SD} pueden expresarse en función de los tiempos medios acumulados de indisponibilidad $(TMAI)_c$ y $(TMAI)_s$ de los circuitos y de las centrales, respectivamente, por las fórmulas siguientes:

$$P_{CD} = \frac{(TMAI)_c \times \alpha_c}{\mathrm{K} \times N}$$

$$P_{SD} = \frac{(TMAI)_s \times \alpha_s}{\mathrm{K} \times N}$$

α_c y α_s son las tasas medias de llegada de las llamadas, a largo plazo, para los circuitos y centrales, respectivamente, y N es el número medio a largo plazo de tentativas de llamada (en cierto intervalo de tiempo, por ejemplo en un año).

K es una constante igual al número de unidades de tiempo (minutos o segundos), utilizada para expresar el tiempo de indisponibilidad en el intervalo seleccionado de promediación a largo plazo (por ejemplo, un año).

Por ejemplo, si el tiempo de indisponibilidad se expresa en minutos y el intervalo de promediación es un año, K = 525 600 minutos/año.

ANEXO C

(a la Recomendación E.845)

Efecto de las horas cargadas y no cargadas en el fallo de una conexión de red

Los dos componentes principales del fallo de una conexión de red (FCR), son la tasa de bloqueo debida a la congestión y los fallos en las tentativas de acceso a una conexión debidas a averías en los equipos. Las averías en los equipos se dividen además en averías principales y secundarias. Estas componentes afectan de modo diferente al FCR.

C.1 *Influencia de las averías*

Las averías de subsistemas de una red telefónica, pueden dividirse en dos clases según como influyan en la calidad de funcionamiento de la red. En el cuadro C-1/E.845, se muestran dos categorías de averías: principal y secundaria.

CUADRO C-1/E.845

Categoría de avería	Definición	Componentes de la red
Avería con influencia principal (considerable)	Avería en que una tentativa de acceso a una conexión se encuentra ante una situación en la que la degradación del servicio debida a los componentes de la red se mantiene durante un cierto periodo de tiempo, a causa de un fallo masivo del equipo, no pudiéndose asegurar a un abonado un servicio normal.	Línea de abonado, terminal de abonado [b], central, línea de transmisión, centro de servicio
Avería con influencia secundaria (de menor importancia) [a]	Avería de pequeña importancia, en cuyo caso se procesa correctamente una tentativa de acceso a una conexión, la cual se encuentra con una ausencia de señal (p.e., tono de invitación a marcar, tono de respuesta), una ausencia de conexión, un nivel reducido de la señal telefónica, etc., esto es, se experimenta una degradación del servicio de escasa importancia.	

[a] Se excluyen las averías intermitentes cuyo tratamiento constituye un problema aún no resuelto.
[b] En algunas Administraciones no se considera al terminal de abonado como componente de la red.

C.2 *Relación entre el FCR, la congestión y las averías*

La influencia de la congestión sobre el FCR depende del tráfico ofrecido al sistema considerado (sistema de conmutación, red, etc.).

Los efectos de las averías secundarias se considerarán como el llamado ruido blanco, cuyo valor absoluto es pequeño y su fluctuación es errática.

Los efectos de una avería principal (completa) dependen del volumen del tráfico ofrecido y del momento en que se produce la avería. Si una avería principal se produce en horas cargadas, se traducirá en un valor extremadamente alto del FCR. Por el contrario, una avería principal producida en horas no cargadas se traducirá simplemente en un FCR pequeño con independencia del grado en que resulte afectado el sistema. Esto se debe a que la carga de tráfico es pequeña. Como se espera que la aparición de averías principales sea un fenómeno muy raro, las características de FCR en condiciones de averías principales serán distintas de los correspondientes a averías secundarias que puedan tener periodicidades diarias.

C.3 *FCR a largo plazo (promediado durante un año)*

El FCR a largo plazo, correspondiente a la congestión de tráfico en horas no cargadas, será mucho menor para las horas cargadas. Como tanto el número acumulado de fallos de llamadas N_f, como el número total de llamadas ofrecidas N_o, en horas no cargadas, son muy inferiores a los valores correspondientes a las horas cargadas, el FCR promediado en 24 horas, en las que se incluyen los efectos de las horas cargadas y no cargadas, no diferirá mucho del FCR correspondiente a las horas cargadas.

Una avería principal puede identificarse, pero una avería secundaria puede no ser especificada correctamente cuando los operadores de la red efectúan el mantenimiento del equipo de la red. Puede estimarse el efecto de las averías secundarias midiendo el FCR a largo plazo en horas no cargadas, debido a que el valor del FCR en estas horas no se atribuye a la congestión de tráfico, sino a las averías secundarias.

C.4 *El FCR y el esquema de hora cargada*

En un país (región internacional) con diversas zonas horarias habrá varias horas cargadas. En tales casos una conexión a través de la red puede tener componentes de red con hora cargada y con hora no cargada. En consecuencia, para administrar una red que abarca diferentes zonas horarias, será útil utilizar un FCR promediado en 24 horas.

Sin embargo el FCR promediado en 24 horas no parece ser adecuado para administrar una red con una zona horaria única, debido a que su componente relativa a las averías es demasiado pequeña para afectar al valor total y un valor extraordinario del FCR se detectaría con una demora temporal excesiva. El FCR promediado en horas no cargadas puede constituir una forma de comprobar el efecto de las averías del equipo (averías secundarias) sobre los abonados, puesto que se convierte en el factor más importante durante las horas no cargadas.

Recomendación E.850 [1]

OBJETIVO DE RETENIBILIDAD DE UNA CONEXIÓN PARA EL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL [2]

Introducción

La presente Recomendación forma parte de una serie de Recomendaciones que comprende las Recomendaciones E.810, E.830, E.845, E.850 y E.855 que tratan de la accesibilidad, la retenibilidad y la integridad de los servicios telefónicos.

El CCITT,

considerando

(a) que la «liberación prematura» definida en la Recomendación E.800 como el evento en el que una conexión establecida se libera por razones distintas del deseo de cualquiera de las partes participantes en la llamada;

(b) que la liberación prematura es una medida de la retenibilidad de una conexión;

(c) que una conexión liberada prematuramente se considera como un hecho sumamente perturbador por parte de los usuarios telefónicos;

(d) que la probabilidad de que se produzca una liberación prematura es función de la intensidad de los fallos de los componentes de la red y del tiempo de retención de la llamada;

(e) que al establecer el objetivo, se deberán tener en cuenta las espectativas y tolerancias de los usuarios en cuanto a la degradación debida a liberación prematura y también las posibilidades que ofrece la tecnología actual;

(f) que quizá no sea posible alcanzar en el momento actual el objetivo fijado, pero se le ha de considerar un fin a largo plazo;

(g) que el objetivo debe tener en cuenta las necesidades de los planificadores de red y los diseñadores de sistemas, pues proporcionará una orientación útil y podrá ser utilizado por las Administraciones de una manera coherente para evaluar el comportamiento en lo que respecta a la retenibilidad de una conexión;

(h) que la retenibilidad de una conexión se define en la Recomendación E.800,

recomienda

1 Definiciones

Se define una **conexión telefónica liberada prematuramente** como un corte de una llamada, en el que la conexión se interrumpe totalmente,

1) cuando se produce una sola interrupción, con una duración superior a diez segundos, que origina una calidad de transmisión de la conexión inadecuada para las comunicaciones telefónicas;
2) cuando se produce una sucesión de interrupciones, cada una de las cuales tiene una duración inferior a diez segundos, pero en las que el producto de la duración media de cada interrupción y la frecuencia de aparición (esto es, el número medio de interrupciones por segundo) es mayor que 0,005.

---

[1] Antigua Recomendación G.181, *Libro Rojo*, fascículo III.1.

[2] Algunos de los términos que figuran en esta Recomendación, por ejemplo el sustantivo «medida», se utilizan con el significado con que han sido definidos en la Recomendación E.800.

2 Medida para cuantificar la calidad en cuanto a retenibilidad de una conexión telefónica

La medida a utilizar debe ser el complemento de la retenibilidad de la conexión, es decir la probabilidad de liberación permatura de una conexión telefónica normalizada para tiempo de retención de la llamada de un minuto (P_r). El estimador de la probabilidad de liberación prematura es la tasa de llamadas con liberación prematura (P_{re}) definida como sigue:

$$P_{re} = \frac{1 - \frac{R_N}{N}}{T}$$

donde N es el número de comunicaciones telefónicas establecidas en un determinado periodo de tiempo, T es el tiempo medio de retención de las llamadas y R_N es el número de comunicaciones telefónicas completadas entre esas N llamadas (véanse los anexos A y B).

3 Objetivo global para la probabilidad de liberación prematura

El objetivo provisional para la probabilidad normalizada de liberación prematura (P_r) debe ser tal que la calidad de funcionamiento tenga valores mejores que los indicados a continuación:

para conexiones internacionales típicas:

$$2 \times 10^{-4} \leqslant P_r \leqslant 4 \times 10^{-4},$$

para conexiones internacionales de percentil 90:

$$4 \times 10^{-4} \leqslant P'_r \leqslant 8 \times 10^{-4}$$

para conexiones internacionales representativas del caso más desfavorable:

$$8 \times 10^{-4} \leqslant P''_r \leqslant 1{,}6 \times 10^{-3}.$$

Nota 1 – Se espera que en el futuro se establecerá un solo valor para P_r, P'_r y P''_r.

Nota 2 – Se supondrá que las conexiones típicas de percentil 90 y las representativas del caso más desfavorable son las conexiones ficticias de referencia (CFR) especificadas en la Recomendación E.830.

Nota 3 – Véase el anexo B.

4 Distribución del objetivo global

Es conveniente, por razones de planificatión, distribuir el objetivo global para una conexión típica entre los sistemas nacionales y la cadena internacional de la CFR. El objetivo global viene dado por

$$P_r = P_{rn1} + P_{rn2} + P_{ri}$$

donde P_{rn1} y P_{rn2} son las probabilidades de liberación prematura para los sistemas nacionales de origen y de destino, respectivamente y P_{ri} es la probabilidad de liberación prematura de la cadena internacional. La distribución del objetivo global entre los sistemas nacionales y la cadena internacional debe ser como sigue:

$$P_{rn1} = P_{rn2} = \alpha\, P_{ri}.$$

Nota 1 – Se recomienda provisionalmente que α sea igual a 2. Así, por ejemplo, si:

$$P_r = 3 \times 10^{-4},$$

entonces

$$P_{rn1} = P_{rn2} = 1{,}2 \times 10^{-4},$$

y

$$P_{ri} = 0{,}6 \times 10^{-4}$$

Nota 2 – Convendría llevar la distribución del objetivo global hasta los circuitos y las centrales utilizadas en la conexión.

Nota 3 – Los objetivos para la probabilidad admisible de liberación prematura de una conexión telefónica establecida en redes digitales integradas (RDI) y mixtas (analógicos/digitales) como consecuencia de un mal funcionamiento de centrales digitales locales o de tránsito y de centrales combinadas locales/tránsito, se especifican en las Recomendaciones Q.504 o Q.514.

ANEXO A

(a la Recomendación E.850)

Relación entre la probabilidad de liberación prematura y su estimador

Existe la siguiente relación entre la probabilidad de liberación prematura, normalizada para un tiempo de ocupación de un minuto (P_r) y su estimador P_{re}:

$$\lim_{N \to \infty} P_{re} = \lim_{N \to \infty} \left(\frac{1 - \frac{R_N}{N}}{T} \right) = P_r, \; P_r, \text{ cuando existe el límite.}$$

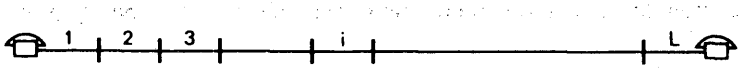
Por otro lado, para los efectos del diseño de la red, la probabilidad de una liberación prematura con una duración media de ocupación de la llamada, de T minutos, $P(Z, T)$, puede expresarse mediante la fórmula:

$$P(Z,T) = \frac{Z}{Z + T^{-1}}$$

donde

$$Z = \sum_{i=1}^{L} Z_i$$

y Z_i es el número medio de fallos por minuto de un componente i de la conexión ficticia entre dos usuarios, ilustrada en la figura A-1/E.850. Se supone que la duración de la retención de la conexión y el tiempo entre fallos para los componentes individuales siguen una distribución exponencial.



T0201430-88

FIGURA A-1/E.850

Conexión ficticia para estimar la retenibilidad de una conexión telefónica establecida

En la práctica, $Z \ll T^{-1}$ y por tanto P_r puede aproximarse como sigue:

$$P_r = P(Z,T)_{T=1} = \frac{Z}{Z+1} \approx \frac{P(Z,T)}{T}$$

Existe también la siguiente relación:

$$\lim_{N \to \infty} \left(1 - \frac{R_N}{N}\right) = P(Z, T).$$

ANEXO B

(a la Recomendación E.850)

Método para estimar la probabilidad de liberación prematura para una conexión telefónica internacional

En este anexo se describe un método que puede utilizarse para estimar la probabilidad de liberación prematura para una conexión telefónica internacional.

El método propuesto se basa en realizar llamadas de prueba de extremo a extremo con una duración media de ocupación de T minutos, y observar las comunicaciones que se cortan por fallos de transmisión o de conmutación, o interrupciones de la transmisión que duren más de diez segundos.

Partiendo de los resultados del anexo A se tiene que el estimador simple de P_r es:

$$P_{re} = \frac{1 - \dfrac{R_N}{N}}{T}$$

Si puede admitirse razonablemente el hecho de que se produzca o no una liberación prematura, en cada una de las llamadas de prueba, constituyen sucesos independientes, se puede utilizar la teoría del muestreo binomial para obtener intervalos de confianza para P_r y determinar el tamaño mínimo de las muestras (N).

En particular, se debe elegir una N que satisfaga la siguiente relación:

$$P_r \{ | (R_N/N) - P_r T | \leqslant e\, P_r T/100 \} \geqslant a/100$$

donde e es el error de la estimación y a es el nivel de confianza, ambos en tantos por ciento. Haciendo $P = P_r \times T$, y aplicando el teorema central del límite, se tiene, para N grande,

$$\frac{(eNP)}{100} \Big/ \left[NP(1 - P)\right]^{1/2} \geqslant Z_a \qquad \text{(B-1)}$$

donde Z_a es la raíz de la ecuación:

$$(2/\pi)^{1/2} \int_0^{Z_a} \exp(-1/2\, y^2)\, \mathrm{d}y = a/100.$$

Despreciando los términos de segundo orden en P, la desigualdad (B-1) se convierte en la siguiente:

$$N \geqslant (100\ Z_a/e)^2/P \qquad \text{(B-2)}$$

En esta última fórmula, P es generalmente desconocido. Sin embargo, si, por ejemplo, hubiese que verificar que P se ajusta a los objetivos globales de las conexiones típicas (véase el § 3), ese valor de P será del orden de 3×10^{-4}, y entonces, eligiendo $a = 90\%$ y $e = 40\%$ se obtendría $N \geqslant 56\,720$.

En la figura B-1/E.850 se reproducen cálculos similares basados en diferentes hipótesis:

Basándose en estos resultados, se propone que para una duración media de ocupación $T = 1$ minuto, $N = 60\,000$. Para otros valores de T (expresados en minutos), $N = 60\,000/T$.

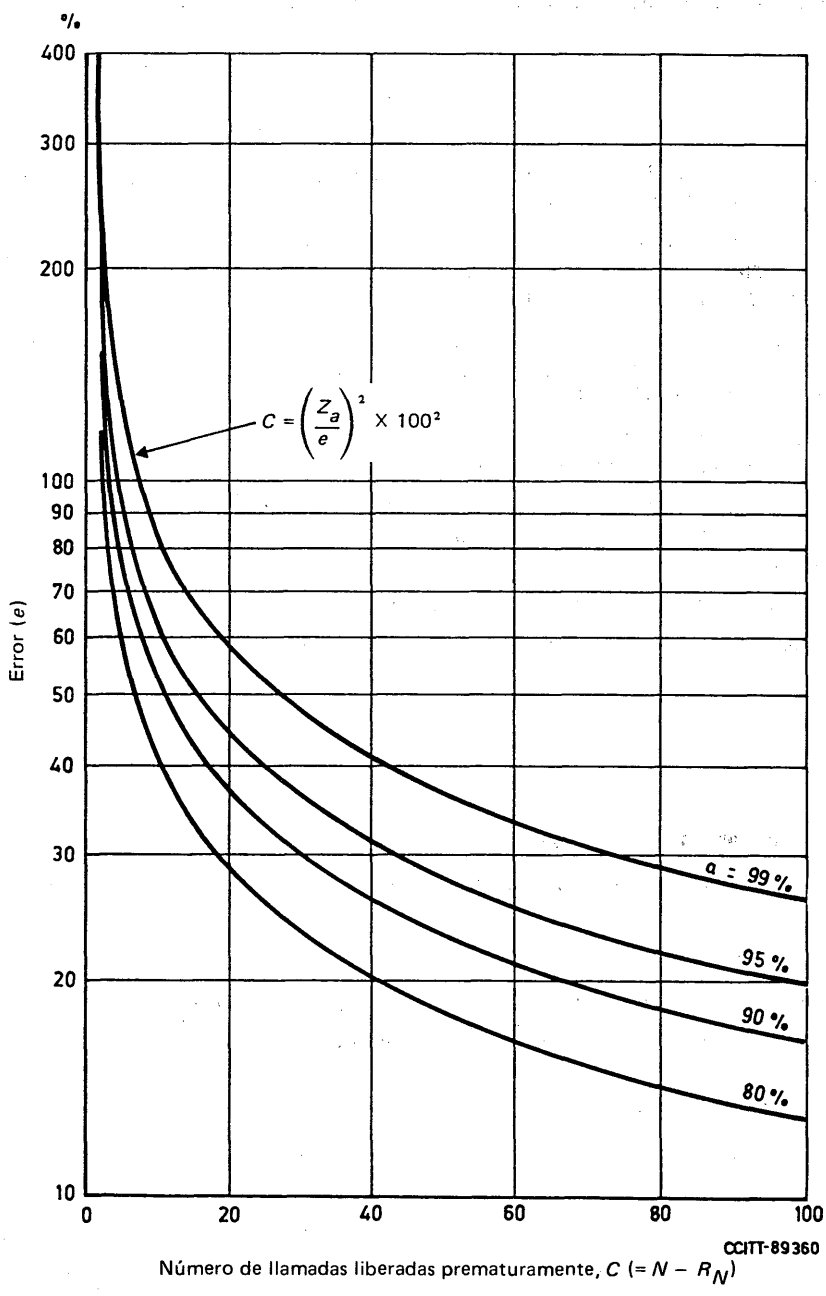


FIGURA B-1/E.850

Precisión relativa en la estimación de P_r para muestras grandes cuando $C/N = 0{,}1$

Bibliografía

TORTORELLA (M.): The Bell System Technical Journal, *Cutoff calls and telephone equipment reliability*, Vol. 60, No. 8, pp. 1861-1890, octubre de 1981.

Recomendación E.855

OBJETIVO DE INTEGRIDAD DE LA CONEXIÓN EN EL SERVICIO TELEFÓNICO INTERNACIONAL

Introducción

Esta Recomendación forma parte de una serie de Recomendaciones estrechamente relacionadas entre sí, que comprende las Recomendaciones E.810, E.830, E.845, E.850 y E.855 que tratan de la accesibilidad, retenibilidad e integridad de los servicios de telecomunicación, especialmente los servicios telefónicos.

El CCITT,

considerando

(a) que los usuarios del servicio telefónico pueden percibir la mutilación o pérdida de palabras debidas a interrupciones de transmisión con duraciones inferiores a 10 segundos;

Nota – Las interrupciones de transmisión con duraciones superiores o iguales a 10 segundos en una fase de la conversación no son admisibles por los usuarios telefónicos (anexo A). Estas interrupciones de transmisión se consideran como una liberación prematura de la conexión, según se define en la Recomendación E.850.

(b) que esta pérdida de palabras que produce interrupciones de la transmisión es causada por un cambio que rebasa determinados límites durante un periodo de tiempo dado en uno o más parámetros cualesquiera, por ejemplo, nivel de potencia, nivel de ruido, relación señal/ruido, tasa de error en los bits, etc.;

(c) que el objetivo debe tener en cuenta las expectativas de los usuarios respecto de la calidad de las comunicaciones vocales así como de las capacidades de las tecnologías actuales;

(d) que el objetivo ha de tener en cuenta los intereses de los planificadores de redes y los diseñadores de sistemas, ha de proporcionar orientación útil a cada uno de ellos y ha de poder ser utilizado por las Administraciones de manera consecuente para medir las interrupciones de transmisión;

(e) que el objetivo debe concordar con otras Recomendaciones;

(f) la definición de interrupción que figura en la Recomendación E.800,

recomienda

1 Definiciones

1.1 integridad de una conexión para el servicio telefónico

Grado con el que se ofrece una conexión telefónica establecida sin excesivas interrupciones de transmisión.

1.2 tiempo medio entre interrupciones

Esperanza matemática del tiempo entre interrupciones (de un servicio).

El tiempo entre interrupciones es el tiempo entre el final de una interupción y el comienzo de la siguiente.

1.3 duración media de una interrupción

Esperanza matemática de la duración de una interrupción (de un servicio).

1.4 interrupción de transmisión

Incapacidad temporal de proporcionar el trayecto de transmisión de usuario a usuario durante menos de 10 segundos (duración máxima) y más que otra duración dada (o duración mínima) caracterizada por una reducción por debajo de un determinado umbral del nivel de potencia de la señal recibida. La mínima duración de la interrupción de transmisión y el mínimo umbral de potencia se estudiarán ulteriormente. Asimismo, se estudiarán más adelante las interrupciones de transmisión causadas por cambios que rebasen ciertos umbrales de otros parámetros esenciales para la integridad de la conexión, por ejemplo, nivel de ruido, relación señal/distorsión, etc.

2 Medida para cuantificar la integridad de una conexión telefónica

La medida que debe utilizarse será el complemento de la integridad de una conexión, a saber, la probabilidad de pérdida de conversación, P_i, que es admisible por los usuarios telefónicos, debido a las interrupciones de transmisión con duraciones inferiores a 10 s. El estimador de la probabilidad de pérdida de conversación, P_{ie}, es la relación entre las duraciones acumuladas de interrupciones de transmisión y el periodo de tiempo de observación total:

$$P_{ie} = \sum_{i=1}^{N} TD_i / T$$

donde T es el tiempo de observación y TD_i es la duración de la i-ésima interrupción de transmisión de las N interrupciones de transmisión medidas durante T. (Véase el anexo B.)

Nota – Hay dos parámetros principales, el tiempo entre interrupciones (o frecuencia) y la duración, para especificar las características de las interrupciones de transmisión. Estos parámetros deben ser fáciles de observar en la práctica. Realmente parece muy difícil medir la duración de interrupciones de transmisión muy breves en las redes analógicas y diferenciar entre las interrupciones y las ráfagas de errores en redes digitales.

3 Objetivo global de probabilidad de pérdida de conversación

El objetivo provisional para P_i será tal que la calidad de funcionamiento sea mejor que el valor indicado a continuación:

$$P_i = x \text{ (se definirá tras ulterior estudio)}$$

Nota – Un porcentaje de pérdida de conversación inferior al 0,5% debido a interrupciones de transmisión de duraciones inferiores a 10 s (anexo C), en una fase de conversación, se supone tolerable para los usuarios telefónicos.

4 Atribución del objetivo global

Desde un punto de vista práctico, en lugar de P_i, debe atribuirse a los diversos componentes de la red, el valor $\frac{P_i}{1 - P_i}$.

El método de atribución de este valor queda para ulterior estudio.

ANEXO A

(a la Recomendación E.855)

Tolerancia de los usuarios telefónicos a las interrupciones de transmisión que duran varios segundos o más

A.1 *Medida*

Como medida de la tolerancia de los usuarios telefónicos a las interrupciones de transmisión se empleó el intervalo de tiempo trascurrido entre el comienzo de la interrupción de transmissión durante una conversación y el abandono de la llamada perturbada, por el abonado llamante y el llamado.

A.2 *Método de medidas*

Se seleccionaron al azar 50 llamadas intracentral, que fueron deliberadamente abandonadas por los usuarios llamantes poco después de establecerse la comunicación, y se midieron los intervalos de tiempo entre el comienzo de las interrupciones de transmisión y el abandono de las comunicaciones por los usuarios llamados.

A.3 *Resultados de la prueba*

La distribución de las duraciones de interrupción que indujeron a los usuarios telefónicos a abandonar las comunicaciones establecidas se muestra en la figura A-1/E.855. La curva de distribución se ha aproximado con buena exactitud mediante una función de distribución exponencial con el valor medio de 17,26 s.

La figura muestra que el 50% de los usuarios abandonó la comunicación establecida cuando la interrupción duró más de 11,96 s.

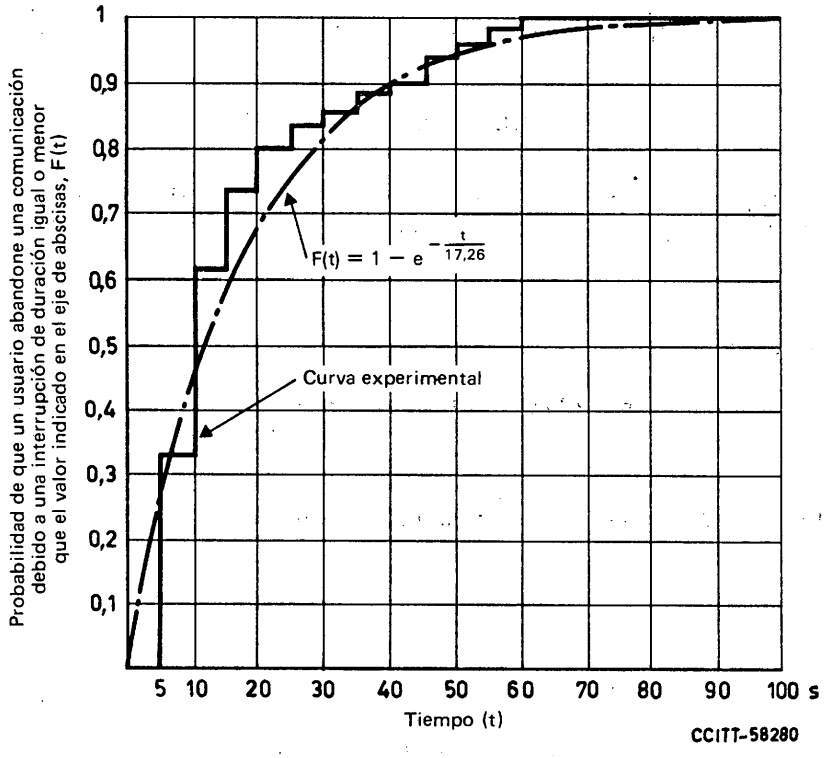


FIGURA A-1/E.855

Tolerancia a las interrupciones de transmisión

ANEXO B

(a la Recomendación E.855)

Relación entre la probabilidad de pérdida de conversación y su estimación

Entre la probabilidad de pérdida de conversación (P_i) y su estimador (P_{ie}) existe la siguiente relación:

$$\lim_{T \to \infty} P_{ie} = \lim_{T \to \infty} \sum_{k=1}^{K} \frac{TD_k}{T} = P_i$$

si existe este limite y siendo T el periodo de tiempo de observación y TD_k la duración de la k-ésima interrupción de transmisión de las K observadas durante T.

Debe señalarse que también existe la siguiente relación:

$$P_i = \frac{\rho}{1 + \rho}, \text{ siendo } \rho = \sum_{i=1}^{L} \frac{MID_i}{MTBI_i}$$

donde MID_i es la duración media de una interrupción de transmisión causada por el i-ésimo componente de una conexión telefónica, y $MTBI_i$ es el tiempo medio entre interrupciones causadas por el i-ésimo componente de la conexión, suponiendo que la duración de las interrupciones de transmisión y el tiempo entre interrupciones de transmisión se distribuyan exponencialmente (véase la figura B-1/E.855).

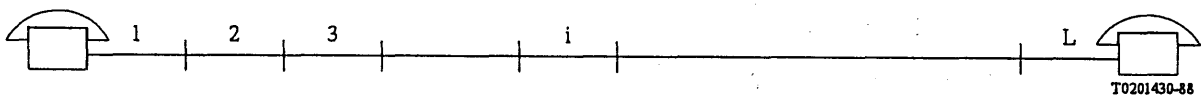


FIGURA B-1/E.855

Conexión ficticia para estimar la probabilidad de pérdida de conversación de una conexión telefónica establecida

ANEXO C

(a la Recomendación E.855)

Degradación de la calidad en conversación causada por interrupciones breves

C.1 *Medida*

Se utiliza la opinión subjetiva como medida para apreciar o evaluar la degradación de la calidad en conversación causada por interrupciones breves de duración inferior a un segundo.

C.2 *Método de medida*

En esta evaluación subjetiva se utilizaron las cinco notas de opinión (excelente = 4, buena = 3, satisfactoria = 2, mediocre = 1 e inaceptable = 0), de la Recomendación P.77. El procedimiento de prueba consistió en la audición de un texto en japonés grabado en cinta de 40 s de duración por una voz femenina y escuchado por 20 oyentes a través de circuitos de prueba internos con un generador de interrupciones de transmisión.

C.3 *Resultados de la prueba*

En la figura C-1/E.855 se representa la relación entre la frecuencia y la duración de las interrupciones de la transmisión para determinadas notas medias de opinión (NMO).

La línea de trazo interrumpido da el lugar geométrico de los puntos de producto frecuencia × duración = 0,5%, que se considera un límite admisible para la tasa de bloqueo o porcentaje de pérdida de conversación en el diseño de los equipos de interpolación digital de la palabra (IDP) y TASI.

Nota – El producto de la frecuencia y la duración de la interrupción breve, es idéntico a P [que es signal a $MID/(MTBI + MID)$] del anexo B.

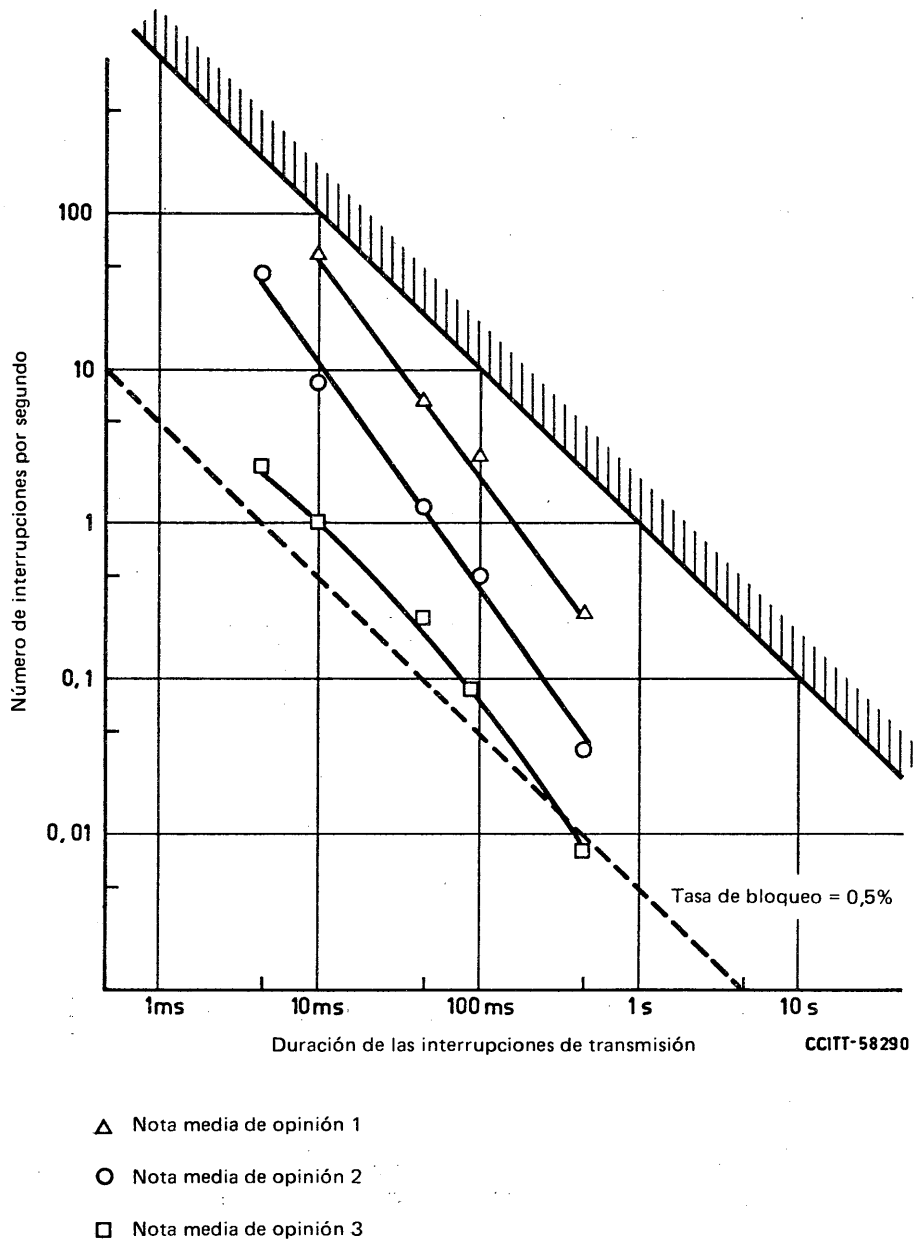


FIGURA C-1/E.855

Degradación de la calidad en conversación debida a interrupciones de transmisión

SECCIÓN 4

UTILIZACIÓN DE LOS OBJETIVOS DE CALIDAD DE SERVICIO PARA LA PLANIFICACIÓN DE REDES DE TELECOMUNICACIÓN

Recomendación E.862

PLANIFICACIÓN DE LA SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE LAS REDES DE TELECOMUNICACIÓN

Introducción

En esta Recomendación se trata de modelos y métodos para la planificación de la seguridad de funcionamiento, de la explotación y el mantenimiento de redes de telecomunicación y de la aplicación de esos métodos a diversos servicios en la red internacional.

El CCITT,

considerando

(a) que la economía es a menudo un aspecto importante de la planificación de la seguridad de funcionamiento;

(b) que la posibilidad de lograr cierto nivel de seguridad de funcionamiento varía entre los proveedores de redes;

(c) que los proveedores de redes actúan a menudo en un medio competitivo;

(d) que las Recomendaciones E.845, E.850 y E.855 establecen objetivos de servibilidad;

(e) que los objetivos de las características de seguridad de funcionamiento pueden deducirse de las Recomendaciones Q.504, Q.514, y X.134 a X.140;

(f) que esos objetivos se han establecido de manera intuitiva en vez de basarse en un análisis de las necesidades de los usuarios;

(g) que no existe ningún modo inequívoco de aplicar esos objetivos en la planificación;

(h) que es necesario establecer un método para dimensionar y distribuir la seguridad de funcionamiento en la red de telecomunicación;

(i) que los términos y definiciones relativos a los conceptos utilizados en la seguridad de funcionamiento figuran en la Recomendación E.800,

recomienda

que las Administraciones utilicen los procedimientos definidos en esta Recomendación para planificar, diseñar, operar y mantener sus redes.

1 Generalidades

La planificación de la seguridad de funcionamiento puede realizarse utilizando esencialmente dos métodos distintos:

Método intuitivo

El nivel de seguridad de funcionamiento se determina haciendo una síntesis de los objetivos y procedimientos actualmente utilizados. Se trata de un método pragmático, a falta de un método analítico, o se aplica cuando no se dispone de los datos necesarios para un análisis minucioso.

Este método refleja la situación actual, pero no es consecuente con los objetivos reales de las Administraciones: el máximo nivel económico de seguridad de funcionamiento teniendo en cuenta las necesidades y los inconvenientes de los usuarios.

Método analítico

El método analítico se basa en principios, que definen el objeto de la planificación de la seguridad de funcionamiento. Los principios se realizan mediante un modelo cuantitativo. El nivel de seguridad de funcionamiento se deduce aplicando el modelo, teniendo en cuenta todos los factores pertinentes en cada caso de planificación.

- Principio básico: el principal objeto de la planificación de la seguridad de funcionamiento es hallar un equilibrio entre las necesidades de los clientes en cuanto a seguridad de funcionamiento y su demanda de bajo coste.
- Modelo: las consecuencias de las averías se expresan en términos monetarios, y se incluyen como factores de coste adicionales en la planificación y en la optimación del coste. El factor coste refleja la experiencia de los clientes en las averías de la red, cuantificado en términos monetarios, así como los costes para las Administraciones en cuanto a la pérdida de ingresos en concepto de tráfico y mantenimiento correctivo.
- Aplicación: a la Administración se le ofrece un método para integrar la seguridad de funcionamiento como parte natural de la planificación, teniendo en cuenta la información local partiendo de un caso de planificación real. Este método permite preparar reglas de planificación simplificadas.

La aplicación del método analítico da el nivel económicamente mejor equilibrado de seguridad de funcionamiento, desde el punto de vista de los clientes. Esto reduce el riesgo de quejas de los clientes y de pérdida de actividad para los competidores, así como el riesgo de inversiones innecesarias. Por tanto, se considera que es la mejor manera de planificar la seguridad de funcionamiento, tanto para la Administración como para los clientes.

Las Recomendaciones sobre objetivos operacionales de seguridad de funcionamiento son necesarias para descubrir degradaciones y verificar y comparar la seguridad de funcionamiento en la red nacional e internacional. La experiencia derivada de la aplicación del método analítico puede justificar la revisión de las Recomendaciones existentes.

2 Medidas genéricas para la planificación de la seguridad de funcionamiento

La seguridad de funcionamiento se describe por medidas que definen la disponibilidad, la fiabilidad y la mantenibilidad de la red y de las partes que la componen, así como la logística de mantenimiento (para mantener la red). Las medidas recomendadas son:

Disponibilidad

Tiempo medio acumulado de indisponibilidad

Fiabilidad

Intensidad media de fallos

Mantenibilidad

Tiempo medio de no detección de averías

Tiempo medio hasta el restablecimiento

Tiempo medio de reparación activa

Logística de mantenimiento

Demora media administrativa

Demora media logística

Nota – Las definiciones de estas medidas figuran en la Recomendación E.800 y en el suplemento N.° 6.

3 Características de las averías de la red

Las averías que se producen en la red de telecomunicación se caracterizan principalmente por sus repercusiones en el servicio proporcionado por la red, es decir, por la perturbación que causan al tráfico. Entre las medidas importantes que determinan la perturbación del tráfico debido a una avería figuran las siguientes:

Duración de la avería (tiempo medio de indisponibilidad), T en horas (h)

Intensidad media de tráfico afectado por la avería, A en erlangs (E)

Probabilidad media de congestion durante la avería, P

La gravedad de una avería depende también de la influencia que tenga para los clientes, así como de la pérdida de ingresos de las Administraciones. Para expresar este hecho, el valor de un volumen de unidad de tráfico (Eh) perturbado por la avería se cuantifica en términos económicos.

Medida: la evaluación económica del volumen de tráfico afectado es c (unidades monetarias por Eh)

Hay varios factores que pueden influir en esta variable, tales como:

- la categoría de clientes y los servicios afectados;
- el grado de congestión o de perturbación de la transmisión durante la avería;
- la duración de la avería;
- la accesibilidad a medios de comunicación alternativos para los clientes afectados;
- hora del día, semana o año de la avería;
- frecuencia con que se han producido averías en el pasado.

Además, el coste de mantenimiento correctivo para las Administraciones contribuye también a la evaluación de las consecuencias de las averías.

Medida: el coste de mantenimiento por avería es c_m (unidades monetarias por avería)

4 Planificación de la economía óptima

4.1 *Dimensionamiento económico y método de distribución*

Expresado matemáticamente, el principio esencial para planificar la seguridad de funcionamiento es hallar acciones que minimicen el coste total de la red:

$$\min \left\{ C_I + C_m \cdot d + C_t \cdot d + \ldots \right\}$$

donde

C_I son los costes de inversión para lograr cierto grado de seguridad de funcionamiento,

C_m son los costes anuales previstos del mantenimiento correctivo,

C_t son los costes previstos de la perturbación anual del tráfico,

d es el factor de descuento para calcular el valor actual del coste anual a lo largo de la duración de la inversión.

C_t refleja la molestia causada por las averías, y debe considerarse como el parámetro de servicio básico para dimensionar y distribuir la seguridad de funcionamiento en la red en determinadas condiciones.

Una acción es óptima si se cumplen las dos condiciones siguientes:

1) El beneficio de la acción (por ejemplo, menor coste de la perturbación del tráfico) es mayor que el coste, es decir, la acción es rentable.

2) La acción es la mejor en el sentido de que la relación beneficio/coste es máxima. No existen acciones alternativas que proporcionen mayor beneficio.

El método apunta un beneficio desde el punto de vista del cliente, es decir, las acciones no son necesariamente rentables para la Administración, a corto plazo. Por tanto, hay que aumentar las tarifas y las tasas para financiar las acciones. Sin embargo, como política generalmente más rentable para la Administración, a la larga se recomienda satisfacer las necesidades del cliente.

Este método puede aplicarse para planificar todas las partes de la red nacional e internacional y para dimensionar la seguridad de funcionamiento de los componentes de la red y el nivel de logística de mantenimiento. Puede utilizarse en la planificación a corto plazo, así como en la optimización a largo plazo y en la planificación estratégica.

El método no pierde actualidad debido a la evolución tecnológica, a los cambios en la estructura de los costes, etc. La seguridad de funcionamiento se convierte en una media reductora (monetaria) que permite evaluar más fácilmente las acciones para fomentar esa seguridad y comparar diferentes alternativas y elegir entre ellas.

4.2 *Modelo para evaluar el coste de la perturbación del tráfico*

El coste anual de la perturbación del tráfico se obtiene multiplicando el volumen de tráfico perturbado (perdido, retardado o afectado por degradaciones de la transmisión) por la evaluación monetaria del volumen de tráfico perturbado, c y la intensidad media de fallos, z, lo que da:

$$C_t = PAzTc$$

donde

- T es la duración del estado de mayor congestión o degradación de la transmisión debido a la avería, principalmente el tiempo de indisponibilidad. Sin embargo, podría tener que incluirse también la congestión debida a la sobrecarga de tráfico una vez reparada la avería.
- A es la intensidad del tráfico ofrecido.
- P es la parte del volumen de tráfico ofrecido en el tiempo T, retardado o perdido.
- z es la intensidad media de fallos.
- c es la evaluación monetaria del volumen de tráfico perturbado; c puede depender de un número cualquiera de factores, es decir, $c = c(P, T, A, \ldots)$.

Suponiendo variaciones de tráfico, $A(t)$, y en consecuencia, variaciones de congestión, $P[A(t)] = P(t)$, A y P se calculan como sigue:

$$P = \frac{\int_0^T A(t)\, P(t)\, \mathrm{d}t}{\int_0^T A(t)\, \mathrm{d}t} \qquad A = \frac{1}{T} \int_0^T A(t)\, \mathrm{d}t$$

Normalmente, no es posible predecir el instante en que se producirá un fallo. En este caso, A es la media durante un largo periodo que incorpora variaciones anuales y tendencias a largo plazo. P se calcula utilizando un perfil de tráfico medio. Las Recomendaciones E.506, E.510 y E.520 a E.523 tratan los métodos para calcular el tráfico.

4.3 *Evaluación económica del volumen de tráfico perturbado, c*

El factor c refleja el nivel de ambición de una Administración o empresa de explotación en cuanto a la planificación de la seguridad de funcionamiento. Una elevada evaluación de c dará un alto nivel de seguridad de funcionamiento, y viceversa. Los valores utilizados por una Administración están relacionados con el grado en que la sociedad depende de las telecomunicaciones, lo cual puede depender a su vez del nivel de vida, de la economía nacional, del nivel de precios, etc. Por tanto, corresponde a cada país determinar el valor de c a nivel nacional.

Ahora bien, se recomienda que c refleje la experiencia combinada de la Administración y el cliente, es decir, que debe consistir en:

1) la pérdida de ingresos para la Administración debido al tráfico no recurrente después de la avería;
2) una evaluación de la pérdida económica media del cliente debido a una unidad de volumen de tráfico (Erlang-hora, Eh) afectado por una avería;
3) un precio simbólico que refleje la molestia experimentada por el cliente medio.

La suma de 2) y 3) debe reflejar el precio que el cliente medio está dispuesto a pagar para evitar un Eh de tráfico ofrecido, retardado o perdido debido a una avería. El resultado dará, pues, un nivel de seguridad de funcionamiento satisfactorio para los clientes, y que están dispuestos a pagar.

Se recomienda a las Administraciones que realicen sus propias investigaciones entre sus clientes con el fin de determinar los valores que deben utilizarse para planificación. En el anexo B figura un ejemplo de dicha investigación.

De no ser posible, pueden obtenerse estimaciones aproximadas de la información relativa a las acciones seguidas en la red actual. El coste de una acción se compara con la cantidad de tráfico que salva. Las acciones consideradas intuitivamente razonables dan un límite inferior de c, y las evidentemente no razonables, un límite superior. Los valores así obtenidos se utilizan, pues, en la optimización, partiendo del supuesto de que son también válidos para planificar la futura red.

Si no es posible en absoluto estimar c, el método puede aún utilizarse para hallar la atribución óptima de una determinada cantidad de recursos. El nivel de seguridad de funcionamiento, en este caso, no satisface, empero, necesariamente a los clientes.

4.4 *Procedimiento de planificación*

Los costes de la perturbación del tráfico se incluyen como factores adicionales de coste en los cálculos económicos de la planificación, integrando así la seguridad de funcionamiento como parte natural de la planificación.

El procedimiento de planificación de la seguridad de funcionamiento se realiza en cuatro etapas:

Etapa 1: Planificar una red que logre los requisitos funcionales y de capacidad.

El punto de partida es una red planificada y dimensionada de manera que se cumplan los requisitos funcionales y de capacidad, pero sin considerar especialmente la seguridad de funcionamiento (alternativa cero). La segunda etapa consiste en conocer los cambios que puedan ser necesarios para fomentar la seguridad de funcionamiento.

Etapa 2: Buscar acciones para fomentar la seguridad de funcionamiento.

Se requieren acciones para fomentar la seguridad de funcionamiento si los costes de perturbación del tráfico son elevados o si pueden emprenderse las acciones a bajo coste. A continuación figura una lista no exhaustiva que puede servir para identificar acciones:

- Protección del equipo a fin de impedir fallos
- Elección de equipo fiable y mantenible
- Modernización del equipo antiguo y reinversión en el mismo
- Redundancia
- Sobredimensionamiento
- Acrecentamiento de la logística de mantenimiento
- Acciones de gestión de red para reducir los efectos de las averías.

Etapa 3: Analizar las acciones.

Expresar mejoras en lo relativo a los cambios de la perturbación del tráfico y los costes de mantenimiento ($\Delta C_t + \Delta C_m$) para cada acción. Sólo hay que calcular los costes que difieren entre alternativas. En el anexo A se dan ejemplos de modelos de seguridad de funcionamiento para el diseño de redes, para planificar la logística de mantenimiento y para determinar los requisitos de los componentes de la red.

Comparar $\Delta C_t + \Delta C_m$ con el coste de inversión incrementado (ΔC_I) de cada acción; por ejemplo, mediante el método de valor actual.

Elegir la mejor serie de acciones, es decir, la que da el menor coste total.

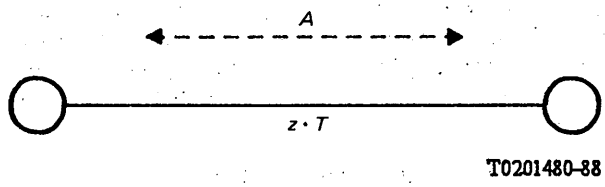
Etapa 4: Comprobar que se cumplen los requisitos mínimos.

Mediante disposiciones gubernamentales o Recomendaciones del CCITT puede estipularse un nivel de servicio mínimo, por razones comerciales u otras. Corresponde a cada país establecer los requisitos mínimos a nivel nacional. Para la planificación de la red internacional, se recomienda a las Administraciones que comprueben si se cumplen los objetivos de seguridad de funcionamiento deducibles de las Recomendaciones del CCITT vigentes. Si no, deben examinarse más detenidamente las razones. Si se justifica, debe ajustarse el nivel de seguridad de funcionamiento.

4.4.1 *Ejemplo numérico*

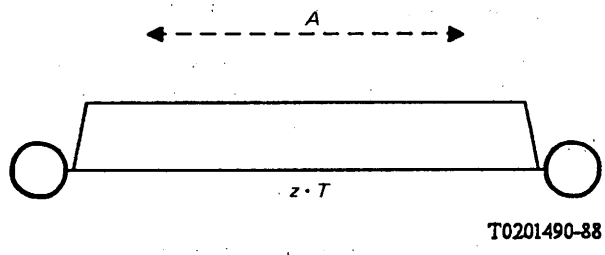
Etapa 1: Red planificada sin considerar especialmente la seguridad de funcionamiento.

La red estudiada es el enlace entre dos centrales.



Etapa 2: Buscar acciones para fomentar la seguridad de funcionamiento.

La acción considerada consiste en introducir un cable físicamente redundante. Se supone que está dimensionado para cursar toda la carga de tráfico, es decir, que un solo fallo no perturbará al tráfico.



Etapa 3: Analizar la acción.

Supuestos

Intensidad de fallos	z	= 0,1 fallos/años
Tiempo medio de indisponibilidad	T	= 24 h
Tráfico medio ofrecido	A	= 100 E
Congestión	P	= 1 (sin redundancia)
	P	= 0 (con redundancia)
Evaluación monetaria del volumen de tráfico perturbado	c	= 400 unidades monetarias/Eh
Factor de descuento (duración 25 años, interés 5% anual)	d	= 14
Coste de mantenimiento por fallo	c_m	= 1000 unidades monetarias/fallo
Coste del cable redundante	C_l	= 400 000 unidades monetarias

Cálculos

Costes de la perturbación del tráfico en redes sin redundancia:

$$C_t = P \cdot A \cdot z \cdot T \cdot c = (1)(100)(0{,}1)(24)(400) = 96\,000 \text{ al año}$$

$$\text{Valor actual } C_t d = (96\,000)(14) = 1\,344\,000$$

Costes de la perturbación del tráfico en redes con redundancia (la posibilidad de averías simultáneas es despreciable):

$$C_t = 0$$

Modificación de los costes de perturbación del tráfico:

$$\Delta C_t d = 0 - 1\,344\,000 = -1\,344\,000$$

Costes de mantenimiento sin redundancia:

$$C_m = zc_m = (0{,}1)(1000) = 100 \text{ al año}$$
$$\text{Valor actual } C_m d = (100)(14) = 1400$$

Costes de mantenimiento con redundancia:

$$C_m = 2zc_m = (2)(0{,}1)(1000) = 200 \text{ al año}$$
$$\text{Valor actual } C_m d = (200)(14) = 2800$$

Modificación de los costes de mantenimiento:

$$\Delta C_m d = 2800 - 1400 = 1400$$

Reducción del coste:

$$\Delta C_t d + \Delta C_m d = -1\,344\,000 + 1400 = -1\,342\,600$$

Modificación del coste total:

$$\Delta C_I + \Delta C_m d + \Delta C_t d = 400\,000 - 1\,342\,600 = -942\,600$$

Conclusión

Como $\Delta C_I + \Delta C_m d + \Delta C_t d < 0$, la acción es rentable. El que sea óptima o no depende de que haya acciones alternativas más rentables.

Etapa 4: Verificar los requisitos mínimos.

Debe adoptarse toda acción adicional para atender los requisitos gubernamentales (por razones de defensa, emergencia, etc.).

5 Aplicaciones a la red internacional

5.1 *Valor de c para el tráfico internacional (para ulterior estudio)*

Con el fin de dimensionar y distribuir la seguridad de funcionamiento entre las diferentes partes de la red internacional, debe establecerse una manera uniforme de evaluar el tráfico afectado. Como guía para la planificación de la red internacional se recomienda utilizar los siguientes valores (c_i)

$$c_i = x_i\, DEG : s/Eh \qquad \text{(los valores han de determinarse)}$$

Los valores se refieren a un año de referencia dado. Debe tenerse en cuenta la subida de precios debida a la inflación, el que la sociedad dependa en mayor grado de las telecomunicaciones, etc.

5.2 *Recomendaciones sobre la planificación (para ulterior estudio)*

Una vez establecidos los valores de c, es posible efectuar análisis económicos sobre la seguridad de funcionamiento de la red internacional. Esos estudios han de realizarse en forma análoga, utilizando en parte los mismos datos que para los estudios de coste relativos a la tasación y a la contabilidad.

La finalidad de los estudios es llegar a recomendaciones de planificación, por ejemplo, sobre la cantidad de redundancia, logística de mantenimiento, etc., en diferentes partes de la red internacional.

5.3 *Objetivos operacionales de la seguridad de funcionamiento (para ulterior estudio)*

El resultado del análisis económico sobre seguridad de funcionamiento de la red internacional se presenta en términos de fiabilidad, mantenibilidad y logística de mantenimiento de diferentes partes de la red. Esto ayudará a las Administraciones a verificar y comprobar sus redes con el fin de descubrir degradaciones, planificaciones erróneas, etc.

ANEXO A

(a la Recomendación E.862)

Modelos simplificados para la planificación de la seguridad de funcionamiento

A.1 *Generalidades*

La finalidad de este anexo es mostrar ejemplos sencillos de cómo pueden utilizarse diferentes modelos de seguridad de funcionamiento para calcular los costes de perturbación del tráfico y la manera de utilizar los cálculos en la planificación. En el § 4.4 figura una lista de acciones. Las aplicaciones pueden dividirse en:

- planificación de la red (§ A.2 y A.3);
- dimensionamiento de la seguridad de funcionamiento de los componentes de la red (§ A.4);
- planificación de la logística de mantenimiento (§ A.5).

A.2 *Ejemplo: redundancia*

El coste de la perturbación del tráfico de una parte con redundancia formada por dos elementos independientes, según se indica en la figura A-1/E.862 es:

$$C_t = P_1 z_1 T_1 Ac(P_1) + P_2 z_2 T_2 Ac(P_2) + z_1 z_2 T_1 T_2 Ac(1)/8760$$

donde

P_1 es la congestión media cuando el elemento 1 está averiado,

P_2 es la congestión media cuando el elemento 2 está averiado.

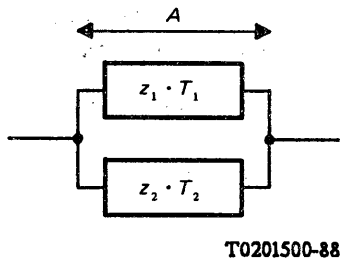


FIGURA A-1/E.862

Un caso sencillo es cuando los dos elementos son idénticos y cada uno puede transportar toda la carga de tráfico:

$$C_t = z^2T^2Ac(1)/8760$$

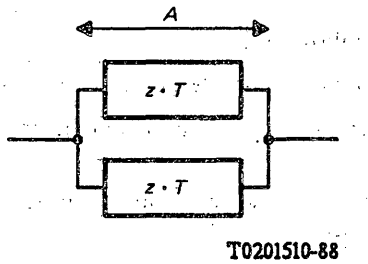


FIGURA A-2/E.862

Introduciendo un elemento redundante, los costes de la perturbación del tráfico pueden reducirse en:

$$\Delta C_t = zTAc(1) - z^2T^2Ac(1)/8760$$

El segundo término es con frecuencia despreciable, con lo que ΔC_t puede aproximarse por $\Delta C_t = zTAc(1)$.

A.3 *Ejemplo: dimensionamiento óptimo de rutas diversificadas*

El problema consiste en determinar el número óptimo de canales, N_1 y N_2, respectivamente, para los que deben dimensionarse las dos rutas redundantes, véase la figura A-3/E.862.

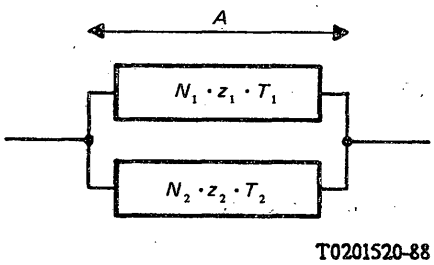


FIGURA A-3/E.862

Siendo C_N el coste por canal, la atribución óptima de canales en cada sentido se halla resolviendo

$$\min_{N_1,\, N_2} \left\{ (N_1 \cdot C_{N1} + N_2 \cdot C_{N2}) + (P_1 \cdot A \cdot z_1 \cdot T_1 \cdot C(P_1) + P_2 \cdot A \cdot z_2 \cdot T_2 \cdot C(P_2)) \cdot d \right\}$$

Esto implica un sobredimensionamiento en la condición sin avería. Los beneficios que supone no se incluyen en esta fórmula. El efecto de las averías simultáneas no influye en la optimación.

A.4 *Ejemplo: tiempo de prueba óptimo*

Suponiendo que la intensidad de fallos, $z(t)$ después de cierto tiempo de funcionamiento (t) viene dada por:

$$z(t) = z_0 + z\mathrm{e}^{-bt}$$

donde

$z_0 + z$ es la intensidad de fallos para $t = 0$,

z_0 es la intensidad de fallos constante después del periodo de fallos inicial,

b es el factor que determina la disminución de la intensidad de fallos durante el periodo de fallos inicial.

Las averías pueden corregirse mediante pruebas, antes de que den lugar a la perturbación del tráfico y a costes de mantenimiento. Suponiendo que:

$c_m + ATc$ son los costes de mantenimiento y de perturbación del tráfico por avería,

C es el coste por año de prueba.

El tiempo de prueba óptimo (t') se obtiene resolviendo:

$$\min_t \left\{tC + \frac{z}{b}\,\mathrm{e}^{-bt}(c_m + ATc)\right\}$$

siendo

$\frac{z}{b}\,\mathrm{e}^{-bt}$ el número adicional de averías que se producen en operación, en función del tiempo de prueba.

Tiempo de prueba óptimo $t' = \frac{1}{b}\ln\frac{z(c_m + ATc)}{C}$.

A.5 *Ejemplo: número óptimo de unidades de mantenimiento*

La demora media $w(N)$ en función del número de hombres de mantenimiento (N) puede expresarse matemáticamente en algunos casos utilizando la teoría de colas. El caso más sencillo es aquel en que los tiempos entre fallos y los tiempos de reparación se distribuyen exponencialmente (un modelo de cola $M/M/N$); $w(N)$ se obtiene calculando:

$$w(N) = \left[\frac{(z/\mu)^N \cdot \mu}{(N-1)!\,(N\mu - z)^2}\right] \Big/ \left[\sum_{k=0}^{N-1}\frac{1}{k!}\left(\frac{z}{\mu}\right)^k + \frac{1}{N!}\left(\frac{z}{\mu}\right)^N\left(\frac{N}{N\mu - z}\right)\right]$$

donde

N es el número de unidades de mantenimiento,

z es la intensidad de fallos,

$w(N)$ es la demora media en función de N,

A es la intensidad de tráfico afectada,

c es la evaluación del volumen de tráfico afectado,

μ es la tasa de reparación.

El modelo puede perfeccionarse teniendo en cuenta las clases de prioridad. También es posible interrumpir, como consecuencia de averías de mayor prioridad, asignaciones de menor prioridad.

Si C_N es el coste anual por unidad de mantenimiento, el número óptimo de unidades de mantenimiento se obtiene resolviendo:

$$\min_N \left\{NC_N + zw(N)Ac\right\}$$

ANEXO B

(a la Recomendación E.862)

Ejemplos de investigación para la evaluación monetaria del volumen de tráfico perturbado, *c*

B.1 La finalidad es llegar a datos de coste para evaluar *c*. Se estudian diferentes grupos de clientes y su evaluación monetaria de fallos totales y parciales con respecto a las relaciones de tráfico típicas y a diferentes servicios. Las investigaciones se realizan entre clientes particulares (o residenciales) y comerciales, sobre la base de los siguientes supuestos:

a) Los clientes resultan afectados por interrupciones de la telecomunicación principalmente en dos formas: en términos de molestia y de costes directos.

b) Para los clientes particulares, probablemente predomine la molestia. Para los clientes comerciales, puede ser importante el coste directo.

c) Tanto el coste como la molestia crecen con la duración de las interrupciones y la cantidad de tráfico perturbado.

d) Como consecuencia natural de las grandes variaciones de dependencia de las telecomunicaciones, tanto los costes como la molestia varían mucho.

e) Los clientes particulares no pueden cuantificar su molestia en términos monetarios. Las averías en los teléfonos particulares originan sobre todo enfado, y no costes directos (salvo en el caso de averías duraderas).

B.2 *Averías completas*

B.2.1 *Tráfico comercial*

Se pide a compañías elegidas al azar que respondan a la siguiente pregunta: «¿Cuál es el coste estimado aproximado de una interrupción total del teléfono o del servicio de datos en relación con tiempos de indisponibilidad de 5 minutos, 1 hora, 4 horas, 8 horas, 24 horas y 3 días?».

A las compañias que sufren una avería concreta se les pregunta: «¿Cuál es el coste estimado de la avería que acaban de experimentar?».

Puede hacerse una estimación de la intensidad del tráfico afectado en relación con las interrupciones totales, sobre la base del número de líneas de la central y el número de terminales de datos para comunicaciones de cada empresa, junto con información acerca de cómo se dimensionan los enlaces y las medidas de la intensidad de llamadas de varias clases de clientes.

Sobre la base de un coste declarado, se estima *c* con la siguiente fórmula:

$$c = \frac{\text{(coste declarado por el cliente)}}{\text{(intensidad de tráfico media) (tiempo de indisponibilidad)}}$$

Los valores medios de *c* para tráfico telefónico y de datos se calculan con respecto a diferentes gremios mediante un perfil de mercado (distribución de puestos de trabajo por gremio).

B.2.2 *Clientes particulares*

Pueden celebrarse discusiones en grupo sobre interrupciones para llegar a evaluaciones razonables. Cuando se muestra poca disposición a pagar una mayor seguridad de funcionamiento, se asigna un valor relativamente bajo a *c*.

B.3 *Averías parciales*

Una interrupción parcial de una relación de tráfico entraña costes para el cliente, sobre todo en forma de demoras para el comercio. Utilizando un salario por hora calculado, se estima este coste para los clientes comerciales. Sobre la base de la información sobre la cantidad de tráfico comercial y particular, se obtiene un valor medio de *c* para el tráfico perturbado por averías parciales.

B.4 *Resultados*

En el cuadro B-1/E.862 figuran algunos ejemplos de cifras obtenidas por la Administración sueca. Las cifras se han utilizado en varios casos de planificación. En ellas se incluye la pérdida de ingresos para las Administraciones. Las cifras de coste y el tipo de cambio se refieren al 1 de enero de 1986 (1 corona sueca ≈ 0,1 dólares de EE.UU.).

CUADRO B-1/E.862

Evaluación económica de comunicación impedida (*c*)		
Campo de aplicación	Clase de fallo	
	Avería completa ($P = 1$)	Avería parcial ($P < 0{,}5$)
Clientes comerciales con una gran proporción de tráfico de datos	1000 cor.s./Eh	250 cor.s./Eh
Red de larga distancia	400 cor.s./Eh	100 cor.s./Eh
Clientes de una zona de población dispersa. Costes elevados de la comunicación alternativa	200 cor.s./Eh	50 cor.s./Eh
Valor medio para zonas donde la mayoría de los clientes son particulares	100 cor.s./Eh	25 cor.s./Eh
Zona residencial donde es fácil obtener servicios esenciales. Bajo coste de la comunicación alternativa	30 cor.s./Eh	10 cor.s./Eh

SECCIÓN 5

RECOPILACIÓN, ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE DATOS REALES SOBRE LA CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS, REDES Y SERVICIOS

Recomendación E.880

RECOPILACIÓN Y EVALUACIÓN DE DATOS REALES SOBRE LA CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE EQUIPOS, REDES Y SERVICIOS

1 Introducción

Esta Recomendación proporciona directrices para la recopilación de datos reales (en servicio real) sobre la seguridad de funcionamiento. Trata aspectos generales, con una visión general de las fuentes, medidas e información que pueden intervenir en la recopilación de datos reales. Se prevé que las necesidades prácticas específicas del personal de operación, mantenimiento y planificación, al aplicar estas directrices, queden abarcadas por un manual en curso de preparación.

Se destaca que los datos significativos han de comprender los datos sobre el funcionamiento eficaz (sin fallos), así como los datos sobre fallos y averías. En otras palabras, esta Recomendación no es solamente una orientación sobre el informe de fallos.

Es aplicable, sin ninguna restricción a diferentes elementos desde componentes a sistemas y redes (incluidos el soporte físico, el soporte lógico y el personal).

Los términos y las definiciones empleados concuerdan con la Recomendación E.800.

2 Alcance

El propósito de esta Recomendación es proporcionar directrices para la recopilación de datos y la elaboración de esquemas de información que puedan ser aplicados durante la supervisión de muestras de los elementos o de una manera más general a casi todos los elementos (del mismo tipo) por grandes organizaciones de operación y mantenimiento.

Se considera que, si se siguen estas directrices, la información será más precisa y más completa, y podrá mejorarse la calidad de los elementos supervisados y sus partes a medio y a largo plazo. Además, este esfuerzo facilitará el intercambio de información entre usuarios y proveedores.

No se hacen recomendaciones sobre la forma de organizar la logística de mantenimiento. Se entiende no obstante, que algunos elementos son reparados en su propio emplazamiento, otros sólo sustituidos en el mismo y posiblemente reparados en talleres centralizados. Pueden obtenerse datos reales en cada uno de estos casos.

A fin de obtener la máxima eficacia de la recopilación de datos, se sugiere que los programas de información, análisis y difusión de resultados estén estrechamente coordinados.

Los elementos considerados pueden haber sido diseñados, fabricados o instalados y su operación pueden efectuarla la misma organización o diferentes organizaciones. Esta Recomendación se aplica a todos los casos posibles de relaciones proveedor-usuario.

3 Necesidad de la recopilación de datos

Todo esquema de recopilación de datos debe tender a proporcionar la información requerida que permita la adopción de decisiones correctas a fin de lograr objetivos especificados; estos objetivos deben estar bien definidos y documentados desde el principio.

A continuación se indican los objetivos específicos de la recopilación de datos reales, y su presentación:

a) prever un estudio sobre el nivel real de calidad de funcionamiento de los elementos verificados para información sobre gestión, operación y planificación, logística de mantenimiento, formación del personal, etc.;

b) indicar la posible necesidad de mejorar:
   - elementos ya instalados y en funcionamiento, u
   - otros elementos pendientes de entrega;

c) comparar las características especificadas o previstas del elemento o elementos con la calidad de funcionamiento en condiciones reales;

d) mejorar los diseños futuros;

e) mejorar las previsiones (bases de datos y procedimientos);

f) informar al proveedor sobre la calidad de funcionamiento de elementos en funcionamiento cotidiano u ocasional;

g) tener una base de información común.

4 Fuentes y medios de recopilación de datos

A continuación se describen las diversas fuentes de información y los métodos para la recopilación sistemática de información.

4.1 *Fuentes de datos*

En general puede disponerse de las siguientes fuentes de datos:

- actividades de mantenimiento;
- actividades de reparación (*in situ*, en el centro de reparaciones y/o de reclamaciones);
- actividades de observación de la calidad de funcionamiento (por ejemplo, informes de anomalías, medidas de tráfico);
- información existente (por ejemplo, inventario, lista de instalaciones, modificaciones, base de datos actualizada regularmente a efectos de control de la configuración).

4.2 *Medios de recopilación de datos*

No se trata de recomendar ningún formato particular para el medio de información (por ejemplo, papel o base de datos informatizada), pero debe reconocerse que es necesario e importante considerar con antelación el formato para el establecimiento de un esquema de recopilación de datos eficaz y que ayude también al tratamiento satisfactorio subsiguiente.

Frecuentemente los datos se registrarán por medios manuales pero pueden considerarse también sistemas de recopilación de datos automatizados e interactivos. Entre las ventajas que pueden derivarse del mantenimiento de los datos de una manera adecuada para su tratamiento por un sistema electrónico de procesamiento de datos cabe citar la actualización fácil y precisa de la información y la posibilidad de realizar nuevos análisis más amplios.

Pueden almacenarse los datos por uno o más de los siguientes medios de información.

4.2.1 *Informes de operación*

Los informes con datos deben estar apoyados por información sobre la utilización de los elementos. Cuando los sistemas están operando, para informar de todos los fallos, es necesario recopilar datos sobre la utilización de toda la población de elementos (el número total de elementos similares en observación).

4.2.2 *Informes sobre fallos*

En cualquier nivel, los informes sobre fallos dependen de los recursos de prueba de cobertura de averías utilizados en el nivel considerado: deben mencionarse claramente casos tales como «avería no encontrada» o «correcto cuando se probó».

Los informes sobre fallos deben comprender todos los fallos observados. Deben contener también información suficiente para identificar los fallos. Cuando se considera que los fallos son atribuibles a alguna acción de mantenimiento, debe indicarse.

Los informes sobre fallos deben ser suficientemente completos para tener en cuenta los requisitos de una investigación detallada de cada fallo y de la avería resultante. Cuando por razones económicas o por falta de recursos no sea conveniente recopilar todos los datos del fallo indicados, puede ser adecuado acordar un formato abreviado del informe que pueda utilizarse para una recopilación limitada de datos de todos los fallos pertinentes, con la opción de solicitar el informe completo en casos específicos.

4.2.3 *Informe de mantenimiento*

El informe de mantenimiento debe contener toda la información pertinente a la acción manual o automática realizada para restablecer el elemento.

Cuando es necesario distinguir entre información de mantenimiento correctivo y mantenimiento preventivo, si no se efectúan sustituciones o reparaciones, la acción puede clasificarse como un informe de mantenimiento preventivo. Si, como resultado de la acción de mantenimiento preventivo, se efectúa una sustitución o una reparación, el informe puede tratarse como un informe de mantenimiento correctivo, aunque de hecho el elemento no haya fallado estando en funcionamiento.

4.3 *Procedimientos de almacenamiento, actualización y verificación*

Independientemente de la estructura elegida para el almacenamiento de los datos, éstos deben verificarse en el momento de la introducción a fin de asegurar su validez.

Es evidente que cada banco de datos necesita un estudio a fondo apropiado de sus características específicas, a fin de definir el método más adecuado de verificar los datos, corregir los errores y actualizar el banco.

5 Lista de medidas de seguridad de funcionamiento

La selección de datos que han de recopilarse depende muy estrechamente de la clase de medidas de la calidad de funcionamiento que han de evaluarse/estimarse.

Es posible que los informes con datos reales tengan que limitarse, por restricciones económicas, al mínimo necesario para cumplir el requisito, aunque reconociendo que los sistemas de recopilación deben ser capaces para admitir futuras ampliaciones.

Es probable que ciertos datos puedan necesitarse para más de una finalidad, por lo que debe efectuarse una consideración cuidadosa cuyo resultado sea el esquema más económico para la recopilación de datos.

A continuación se enumeran las medidas de seguridad de funcionamiento que deben tomarse en consideración.

5.1 *Fiabilidad*

Tasa de fallos
Intensidad de fallos
Intensidad de sustitución
Tiempo medio de operación entre fallos
[.][1] Tiempo de disponibilidad.

5.2 *Mantenibilidad*

5.2.1 *Características relacionadas con el tiempo*

[.][1] Tiempo de indisponibilidad
[.][1] Demora técnica
[.][1] Tiempo de localización de una avería
[.][1] Tiempo de corrección de una avería
[.][1] Tiempo de reanudación
[.][1] Tiempo de verificación
[.][1] Tiempo de reparación
[.][1] Tiempo de mantenimiento correctivo activo.

[1] [.] indica, según aplicaciones específicas, un valor medio o un cuantil.

5.2.2 *Probabilidades*

Probabilidad de cobertura de averías
Probabilidad de falsa alarma
Probabilidad de no detección de la avería
Probabilidad de detección de alarma
Probabilidad de localización de un fallo dentro de determinado número de unidades sustituibles.

5.3 *Logística de mantenimiento*

5.3.1 *Características relacionadas con el tiempo*

[.][2] Tiempo logístico
[.][2] Demora administrativa.

5.3.2 *Probabilidades*

Probabilidad de escasez de piezas de recambio
Probabilidad de escasez de recursos de prueba
Probabilidad de escasez de recursos humanos.

5.4 *Disponibilidad*

Disponibilidad en régimen permanente
[.][2] Tiempo de indisponibilidad acumulado.

6 Datos requeridos

La consideración de los objetivos anteriores define la necesidad de un sistema que proporcione la recopilación de datos documentados que comprendan:

a) identidad de los elementos de la población de elementos observados;
b) condiciones operacionales;
c) condiciones de la logística de mantenimiento;
d) supervisión de las prestaciones.

Para cada elemento ha de recogerse suficiente información con el fin de identificar claramente el elemento propiamente dicho y su entorno de funcionamiento.

Dependiendo del elemento considerado (por ejemplo, equipo, tarjeta de circuito, impreso, componentes, personal) y de la profundidad y clase del análisis de los datos, se utilizará la identificación necesaria del elemento, caso por caso.

La identificación del elemento debe permitir también el análisis de las relaciones entre los elementos de los que se obtienen los datos.

En relación con el análisis particular que ha de efectuarse, algunos elementos pueden considerarse equivalentes, por lo que no es necesario recopilar datos sobre subelementos preparados.

Puede ser necesaria la siguiente información que puede reunirse u obtenerse de la fuente existente:

- tipo de elemento
- fabricante/proveedor
- configuración del elemento
- número individual o número de serie
- fecha de fabricación
- suministrador
- fecha de entrega

[2] [.] indica, según aplicaciones específicas, un valor medio o un cuantil.

- instalador (empresa)
- fecha de instalación
- cliente (nombre completo)
- lugar (geográfico)
- sistema.

Deben considerarse las posibles limitaciones debidas a que los datos recogidos no están completos o a posibles dificultades en la recopilación de los datos o a hipótesis particulares formuladas para la propia recopilación.

La elección de las clases de datos que han de recopilarse y el diseño del procedimiento de recopilación conexo depende de muchos factores, algunos de los cuales son:

- el resultado final requerido;
- la diversidad de componentes o sistemas;
- la duración del proyecto de recopilación de datos;
- el método de tratamiento de los datos (manual o informatizado);
- un conocimiento suficiente de las posibilidades de recopilación para el volumen de información requerido y la accesibilidad a los datos que han de obtenerse.

6.1 *Número de elementos que se han de considerar*

El número de elementos que se han de considerar depende principalmente de las características que se traten, del aspecto estadístico de la evaluación que hay que realizar y del coste incurrido.

6.2 *Información sobre los elementos considerados*

6.2.1 *Condiciones operacionales*

6.2.1.1 *Clases de entorno*

a) fijo (exterior, interior, subterráneo, submarino, en alta mar, etc.);
b) portátil (elemento construido especialmente para su fácil transporte por una persona);
c) móvil (en vehículo motorizado, barco, avión);
d) otros (especifíquense).

6.2.1.2 *Datos específicos del entorno*

a) condiciones climáticas:
   - protegido contra la intemperie,
   - no protegido contra la intemperie,
   - temperatura del aire,
   - presión atmosférica,
   - humedad;
b) entorno eléctrico (CEM);
c) condiciones mecánicas (vibración, choques, golpes);
d) sustancias mecánicamente activas (arena, polvo, etc.);
e) sustancias químicamente activas;
f) condiciones biológicas.

6.2.1.3 *Modo de funcionamiento*

a) continuo;
b) intermitente (indíquese el ciclo);
c) reserva;
d) operación aislada (por ejemplo, dispositivos de un solo disparo);
e) almacenamiento.

6.2.1.4 *Condiciones de carga*

a) sobrecarga;

b) otras (específiquense).

6.3 *Descripción de fallos y averías*

- Reconocimiento de la avería: síntomas e indicaciones, avería detectada, avería no detectada, falsa alarma.
- Modo de avería del elemento: (identificación de las funciones afectadas).
- Causas del fallo:
  a) propia del elemento observado;
  b) utilización incorrecta;
  c) inducida por una acción de mantenimiento o administrativa;
  d) externa al elemento observado;
  e) secundaria (causada por un elemento relacionado con el mismo);
  f) otras.

  Cuando el fallo sigue inmediatamente a un periodo de tranporte, almacenamiento o reserva se indicarán las condiciones pertinentes.
- Consecuencias de la avería.
- Lista (identificación) y emplazamiento físico de las partes sustituidas por fallo:
  a) cantidad de elementos sustituibles sospechosos;
  b) cantidad de elementos sustituidos.
- Evidencia de la avería y documentación (salidas impresas, fotografías etc.).
- Acción realizada: sustitución, reparación, ajuste, modificación, engrase, etc.
- Tiempo de mantenimiento activo (diagnóstico + reparación + pruebas + ...).
- Tiempo de indisponibilidad que incluye, si procede:
  - tiempo de no detección de una avería,
  - tiempo de localización de la avería,
  - tiempo de reconfiguración[3)],
  - demora técnica,
  - demora logística,
  - demora administrativa,
  - tiempo de corrección de una avería,
  - tiempo de comprobación,
  - tiempo de reanudación.

6.4 *Datos de logística de mantenimiento*

- escasez de piezas de recambio,
- escasez de recursos de prueba,
- escasez de recursos.

7 Presentación de datos para evaluaciones

Cuando los datos recopilados se ofrecen para una evaluación subsiguiente utilizando métodos estadísticos apropiados, deben exponerse claramente todas las condiciones para su utilización y comprensión correctas.

[3)] Tiempo requerido para la reconfiguración automática (si se necesitan operaciones manuales, éstas se integran en la demora técnica).

Esas condiciones deben incluir la finalidad de la recopilación de datos especialmente con respecto al tipo y a la variación de los datos elegidos. También debe proporcionarse información sobre las circunstancias, como cuándo (por ejemplo, condiciones de hora cargada), dónde (por ejemplo, consideraciones geográficas) y durante cuánto tiempo tuvo lugar la recopilación. Deben indicarse las situaciones concretas que pueden limitar la aplicación y el uso de los datos; por ejemplo, dificultades, hipótesis particulares y falta de compleción.

También deben hacerse consideraciones en forma de presentación: cuando proceda, puede preferirse un formulario condensado (por ejemplo, diagramas, histogramas) a una presentación detallada de datos en bruto.

8 Métodos estadísticos para el tratamiento de datos

En la mayoría de los casos, se plantea la necesidad del tratamiento de datos en relación con una de las siguientes actividades:

- estimación;
- evaluación de la conformidad;
- supervisión de calidades de funcionamiento;
- comparación de calidades de funcionamiento.

Para cada componente de la calidad de funcionamiento de interés, se utilizan en la evaluación estimaciones, pruebas de hipótesis, gráficos de control y técnicas de comparación.

La aplicación de un determinado procedimiento estadístico requiere normalmente el cumplimiento de algunas condiciones y supuestos generales que han de investigarse detenidamente. Algunas de esas investigaciones preliminares se refieren directamente a las propiedades y características del proceso (estocástico) que genera los datos recopilados, y otros se refieren a la distribución en que se basan los datos recopilados.

Tanto las investigaciones preliminares como el tratamiento de datos pueden requerir procedimientos estadísticos que no se tratan en esta Recomendación. Organizaciones internacionales distintas del CCITT, por ejemplo, la CEI, han preparado documentación valiosa sobre este tema [1].

Referencias

[1] Comisión Electrotécnica Internacional – Catálogo de Publicaciones, Edición 1987.

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

PARTE IV

SUPLEMENTOS A LAS RECOMENDACIONES DE LA SERIE E RELATIVOS A LA GESTIÓN DE LA RED TELEFÓNICA Y A LA INGENIERÍA DEL TRÁFICO TELEFÓNICO

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

CUADRO DE LA FÓRMULA DE ERLANG

Cuadro de la fórmula de llamadas perdidas de Erlang (fórmula N.° 1 de Erlang, llamada también formula B de Erlang)

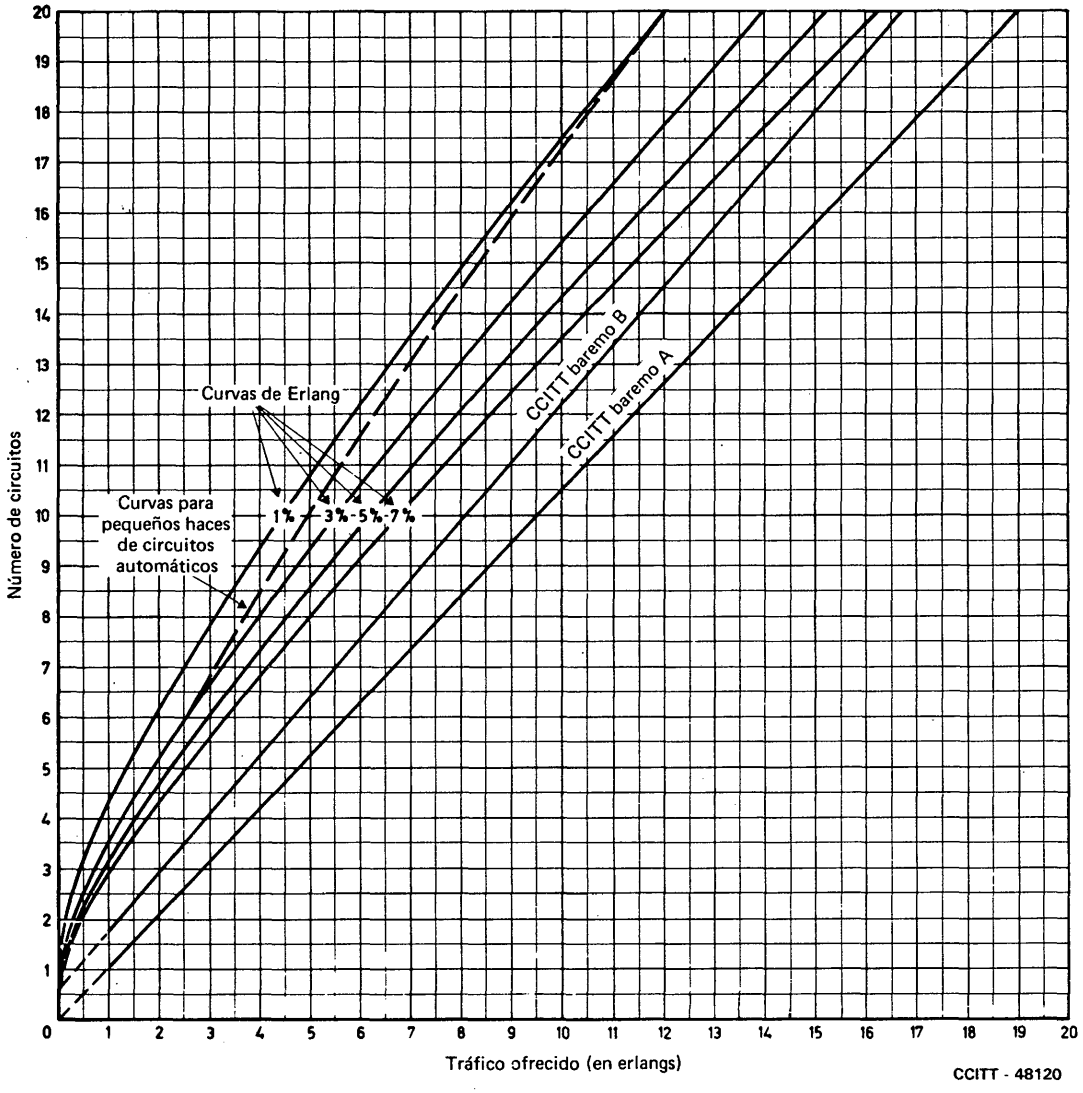
Probabilidades de pérdida: 1%, 3%, 5%, 7%.

Sean p = la probabilidad de pérdida,
y = el tráfico ofrecido (en erlangs),
n = el número de circuitos.

Fórmula: $$E_{1,n}(y) = p = \frac{\frac{y^n}{n!}}{1 + \frac{y}{1} + \frac{y^2}{2!} + \ldots + \frac{y^n}{n!}}$$

n	$p = 1\%$	$p = 3\%$	$p = 5\%$	$p = 7\%$	n	$p = 1\%$	$p = 3\%$	$p = 5\%$	$p = 7\%$
1	0,01	0,03	0,05	0,08	51	38,80	42,89	45,53	47,72
2	0,15	0,28	0,38	0,47	52	39,70	43,85	46,53	48,76
3	0,46	0,72	0,90	1,06	53	40,60	44,81	47,53	49,79
4	0,87	1,26	1,53	1,75	54	41,50	45,78	48,54	50,83
5	1,36	1,88	2,22	2,50	55	42,41	46,74	49,54	51,86
6	1,91	2,54	2,96	3,30	56	43,31	47,70	50,54	52,90
7	2,50	3,25	3,74	4,14	57	44,22	48,67	51,55	53,94
8	3,13	3,99	4,54	5,00	58	45,13	49,63	52,55	54,98
9	3,78	4,75	5,37	5,88	59	46,04	50,60	53,56	56,02
10	4,46	5,53	6,22	6,78	60	46,95	51,57	54,57	57,06
11	5,16	6,33	7,08	7,69	61	47,86	52,54	55,57	58,10
12	5,88	7,14	7,95	8,61	62	48,77	53,51	56,58	59,14
13	6,61	7,97	8,84	9,54	63	49,69	54,48	57,59	60,18
14	7,35	8,80	9,73	10,48	64	50,60	55,45	58,60	61,22
15	8,11	9,65	10,63	11,43	65	51,52	56,42	59,61	62,27
16	8,88	10,51	11,54	12,39	66	52,44	57,39	60,62	63,31
17	9,65	11,37	12,46	13,35	67	53,35	58,37	61,63	64,35
18	10,44	12,24	13,39	14,32	68	54,27	59,34	62,64	65,40
19	11,23	13,11	14,31	15,29	69	55,19	60,32	63,65	66,44
20	12,03	14,00	15,25	16,27	70	56,11	61,29	64,67	67,49
21	12,84	14,89	16,19	17,25	71	57,03	62,27	65,68	68,53
22	13,65	15,78	17,13	18,24	72	57,96	63,24	66,69	69,58
23	14,47	16,68	18,08	19,23	73	58,88	64,22	67,71	70,62
24	15,29	17,58	19,03	20,22	74	59,80	65,20	68,72	71,67
25	16,13	18,48	19,99	21,21	75	60,73	66,18	69,74	72,72
26	16,96	19,39	20,94	22,21	76	61,65	67,16	70,75	73,77
27	17,80	20,31	21,90	23,21	77	62,58	68,14	71,77	74,81
28	18,64	21,22	22,87	24,22	78	63,51	69,12	72,79	75,86
29	19,49	22,14	23,83	25,22	79	64,43	70,10	73,80	76,91
30	20,34	23,06	24,80	26,23	80	65,36	71,08	74,82	77,96
31	21,19	23,99	25,77	27,24	81	66,29	72,06	75,84	79,01
32	22,05	24,91	26,75	28,25	82	67,22	73,04	76,86	80,06
33	22,91	25,84	27,72	29,26	83	68,15	74,02	77,87	81,11
34	23,77	26,78	28,70	30,28	84	69,08	75,01	78,89	82,16
35	24,64	27,71	29,68	31,29	85	70,02	75,99	79,91	83,21
36	25,51	28,65	30,66	32,31	86	70,95	76,97	80,93	84,26
37	26,38	29,59	31,64	33,33	87	71,88	77,96	81,95	85,31
38	27,25	30,53	32,62	34,35	88	72,81	78,94	82,97	86,36
39	28,13	31,47	33,61	35,37	89	73,75	79,93	83,99	87,41
40	29,01	32,41	34,60	36,40	90	74,68	80,91	85,01	88,46
41	29,89	33,36	35,58	37,42	91	75,62	81,90	86,04	89,52
42	30,77	34,30	36,57	38,45	92	76,56	82,89	87,06	90,57
43	31,66	35,25	37,57	39,47	93	77,49	83,87	88,08	91,62
44	32,54	36,20	38,56	40,50	94	78,43	84,86	89,10	92,67
45	33,43	37,16	39,55	41,53	95	79,37	85,85	90,12	93,73
46	34,32	38,11	40,54	42,56	96	80,31	86,84	91,15	94,78
47	35,22	39,06	41,54	43,59	97	81,24	87,83	92,17	95,83
48	36,11	40,02	42,54	44,62	98	82,18	88,82	93,19	96,89
49	37,00	40,98	43,53	45,65	99	83,12	89,80	94,22	97,94
50	37,90	41,93	44,53	46,69	100	84,06	90,79	95,24	98,99

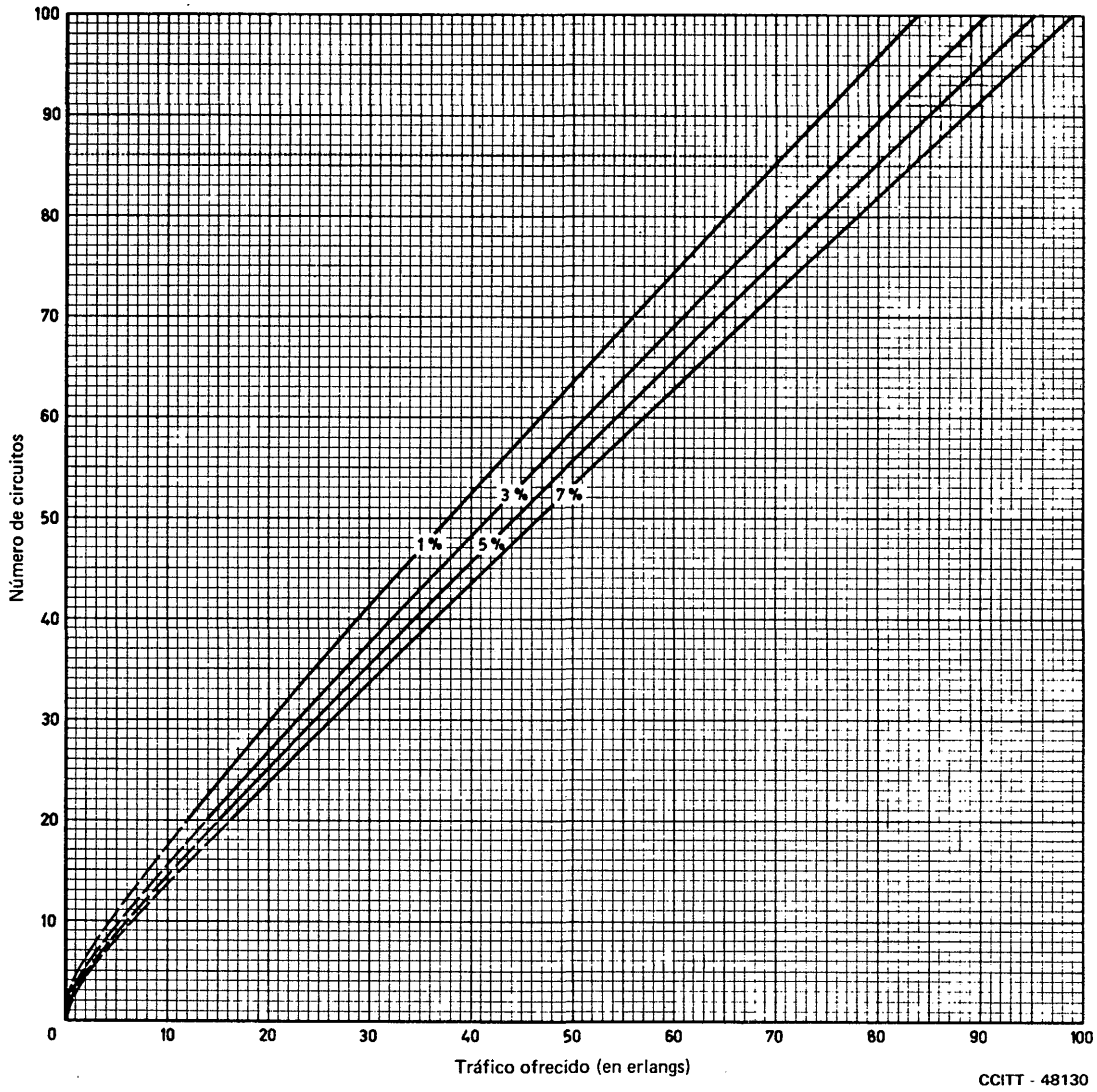
CURVAS QUE MUESTRAN LA RELACIÓN ENTRE EL TRÁFICO OFRECIDO Y EL NÚMERO DE CIRCUITOS NECESARIOS



Relación entre el tráfico (en erlangs) ofrecido y el número de circuitos necesarios en el caso:
— de los baremos A y B del cuadro 1/E.510;
— de la fórmula de Erlang (p = 1 %, 3 %, 5 % y 7 %);
— de la curva para pequeños haces de circuitos automáticos (véase el anexo A a la Recomendación E.520).

FIGURA 1

Número de circuitos comprendido entre 1 y 20



Relación entre el tráfico (en erlangs) ofrecido y el número de circuitos necesarios según la fórmula de Erlang (p = 1%, 3%, 5% y 7%).

FIGURA 2

Número de circuitos comprendido entre 1 y 100

Suplemento N.° 3

INFORMACIÓN SOBRE EL ENCAMINAMIENTO DEL TRÁFICO POR LA RED INTERNACIONAL

(Resultados del estudio de la Cuestión 11/XIII, durante el periodo 1973-1976, sobre las conexiones efectivas de comunicaciones telefónicas internacionales)

(Para el texto de este suplemento, véase el suplemento N.° 7 del Tomo II.2 del *Libro Naranja*, Ginebra, 1976)

Suplemento N.° 4

UTILIZACIÓN DE COMPUTADORES PARA LA PLANIFICACIÓN DE LAS REDES Y EL DIMENSIONADO DE LOS MEDIOS PARA CURSAR EL TRÁFICO

(Para el texto de este suplemento, véase el suplemento N.° 8 del Tomo II.2 del *Libro Naranja*, Ginebra, 1976)

Suplemento N.° 5

REPERCUSIONES EN LA CONMUTACIÓN Y EN LOS PROCEDIMIENTOS DE EXPLOTACIÓN INTERNACIONALES RESULTANTES DE LAS PERTURBACIONES AL TRÁFICO DEBIDAS AL FALLO DE UN MEDIO DE TRANSMISIÓN

1 En el curso del último decenio se han producido cambios muy importantes en la red internacional. Estos cambios han obedecido principalmente a los siguientes factores:

- el aumento del número de rutas de larga distancia;
- el aumento del número de circuitos que constituyen las diferentes rutas de larga distancia;
- la introducción en todo el mundo de la explotación automática internacional;
- el avance tecnológico de todos los componentes que intervienen en la constitución de la red internacional: diseño de las centrales y de los medios de transmisión, y estrategias de encaminamiento y explotación;
- la integración en el servicio automático internacional de las zonas geográficas más aisladas y de centros con unidades de conmutación internacional de escasa capacidad.

2 La multiplicidad resultante de condiciones y situaciones en la red internacional es ahora tal que ya no es posible establecer un criterio único para iniciar una acción correctiva que contrarreste el fallo de un medio de transmisión. En efecto, el fallo total o parcial de un medio de transmisión puede manifestarse de un modo distinto para cada una de las distintas Administraciones afectadas por el fallo.

3 Entre los numerosos aspectos de la conmutación internacional y los procedimientos operacionales que pueden influir en el grado de limitación del servicio por fallo de un medio de transmisión y disminuir la capacidad de una parte de la red internacional para encaminar satisfactoriamente la carga de tráfico prevista, se ponen particularmente de relieve los siguientes (su orden no tiene significado particular alguno):

- la introducción de la explotación internacional totalmente automática, que ha modificado el control de la red que antes estaba completamente a cargo de las operadoras y ahora experimenta la influencia directa de la actuación del abonado;
- el número de rutas que pueden verse afectadas por el fallo y su proporción en comparación con el número total de rutas directamente conectadas a la unidad de conmutación; las posibilidades pueden ir de una ruta completa a unos cuantos circuitos por ruta de numerosas rutas y dependerán del método de asignación de circuitos a los distintos medios de transmisión;
- la influencia de las rutas, para las que no existe ningún otro medio de transmisión, en la calidad de funcionamiento de la unidad de conmutación internacional a la que están conectadas;
- los efectos en el grado de servicio de la unidad de conmutación propiamente dicha debido a la pérdida de una ruta completa, de varias rutas o de partes de varias rutas directamente conectadas a la misma;
- los métodos para limitar los efectos en el servicio de un fallo dentro de la unidad de conmutación o en una unidad de conmutación nacional o internacional precedente, por ejemplo, el bloqueo de códigos o los anuncios grabados;

- la causa del fallo y, por ende, el posible tiempo de restablecimiento considerado en relación con el perfil de tráfico durante 24 horas;
- el efecto de un fallo en las estrategias de desbordamiento y de encaminamiento alternativo automático del tráfico;
- el empleo de la diversificación de las unidades de conmutación internacionales;
- el empleo de la diversificación de los medios de transmisión internacionales.

4 Se señalan asimismo los cuatro factores principales asociados al mantenimiento de la continuidad del servicio:

- fiabilidad,
- diversificación,
- gestión de la red, y
- redundancia (prevista específicamente para permitir el restablecimiento del servicio).

5 Es evidente que, en la práctica, ningún medio de transmisión ofrecerá una fiabilidad del 100%, de modo que los otros tres factores intervendrán inevitablemente en diversos grados en el mantenimiento del servicio. La interacción de esos cuatro factores dependerá en gran parte de la importancia que cada Administración dé a cada uno de ellos, lo que confirma la opinión de que el grado de la acción correctiva que puede iniciarse dependerá considerablemente de la política de inversión de capital (en materiales y equipos) y de los objetivos de planificación de cada Administración.

6 Con respecto a la diversificación, se recomienda que las Administraciones tengan en cuenta la necesidad de prever un número adecuado de trayectos para cada ruta, con un grado adecuado de independencia entre ellos. Esta independencia podría reducir los efectos de las averías u otras condiciones adversas, al circunscribirlas, en la medida de lo posible, a uno solo de los trayectos utilizados en la ruta afectada.

7 A fin de facilitar a las Administraciones el estudio de los aspectos de teletráfico de los procedimientos de conmutación y explotación internacionales que influyen en el grado de limitación que sufre el servicio a causa de los fallos de los medios de transmisión, estos cuatro factores se han incluido en la Cuestión 23/II, relativa a la continuidad del servicio, que ha de estudiarse durante el periodo de estudios 1985-1988.

Suplemento N.° 6

TÉRMINOS Y DEFINICIONES PARA LOS ESTUDIOS SOBRE CALIDAD DE SERVICIO, CALIDAD DE FUNCIONAMIENTO DE LA RED, SEGURIDAD DE FUNCIONAMIENTO Y APTITUD PARA CURSAR TRÁFICO

ÍNDICE

PARTE I – **Vocabulario sobre seguridad de funcionamiento**

1 *Introducción*

2 *Recomendaciones conexas*

3 *Conceptos básicos*

4 *Aptitudes (conceptos de calidad de funcionamiento)*

5 *Eventos y estados*

5.1 Defectos

5.2 Fallos

5.3 Averías

5.4 Errores y equivocaciones

5.5 Estados de un elemento

6 *Mantenimiento*

7 *Conceptos de tiempo*

7.1 Conceptos de tiempo relativos al mantenimiento

7.2 Conceptos de tiempo relativos al estado del mantenimiento

7.3 Conceptos de tiempo relativos a la fiabilidad

8 *Medidas relativas al funcionamiento*

8.1 Disponibilidad

8.2 Fiabilidad

8.3 Mantenibilidad

8.4 Logística de mantenimiento

9 *Pruebas, datos, diseño y análisis*

9.1 Conceptos relativos a las pruebas

9.2 Conceptos relativos a los datos

9.3 Conceptos relativos al diseño

9.4 Conceptos relativos al análisis

9.5 Procesos de mejora

10 *Modificadores de medidas*

PARTE II – **Vocabulario de estadística**

1 *Introducción*

2 *Términos y definiciones*

Anexo A: Lista alfabética de los términos definidos en este suplemento

Anexo B: Relaciones entre los conceptos de defecto, fallo y avería

Anexo C: Lista de símbolos y siglas recomendados

PARTE I

Vocabulario sobre seguridad de funcionamiento

1 Introducción

Para elaborar y utilizar las diversas Recomendaciones sobre los conceptos relativos a especificaciones, planificación, recopilación de datos, análisis y evaluación de la seguridad de funcionamiento, incluidos la disponibilidad, la fiablidad, la mantenibilidad y la logística de mantenimiento, se necesita una serie coherente de términos y definiciones. La necesidad abarca toda la gama de los aspectos operacionales y de mantenimiento aplicables a redes de telecomunicaciones, centrales, rutas y canales de transmisión, etc., independientemente de los tipos de servicios soportados, incluidos los aspectos de proporcionar el mantenimiento requerido.

El vocabulario contenido en este suplemento es también importante para tratar los aspectos relativos a la calidad de servicio y de redes. La relación conceptual entre calidad de servicio y calidad de red y la seguridad de funcionamiento y las características relativas a los elementos se muestra en la figura 1. La Recomendación E.800 contiene más información al respecto.

El vocabulario ofrece también la vinculación necesaria con las características de componentes y módulos (soporte físico y soporte lógico) de redes (véase la referencia 6019).

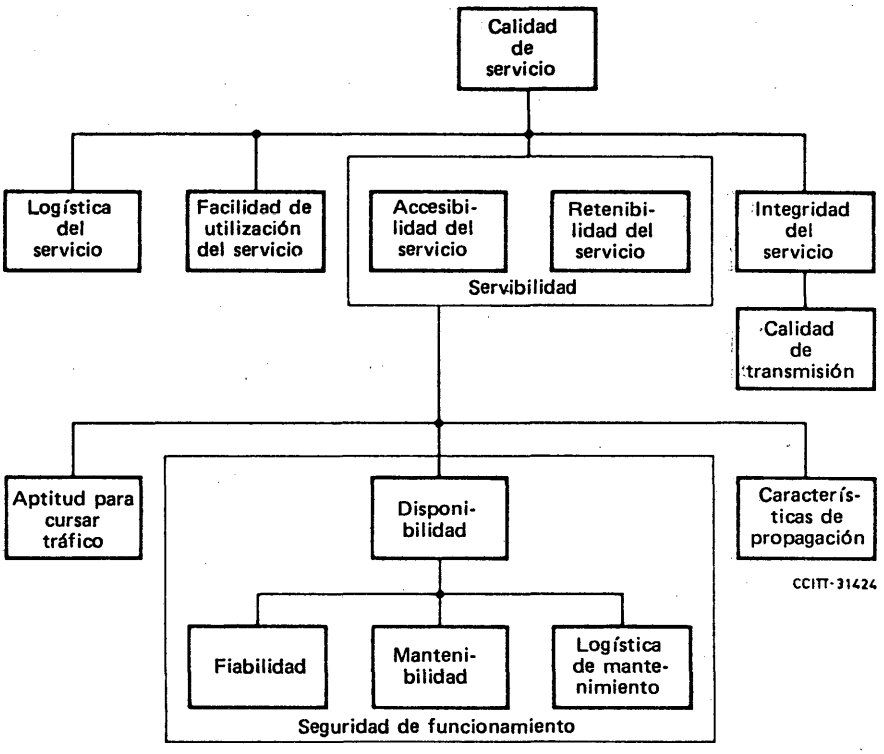


FIGURA 1

Seguridad de funcionamiento y su relación con otros conceptos de calidad

Para la aplicación cuantitativa y la determinación de medidas hay que consultar también los términos y definiciones de la parte II del presente suplemento.

2 Recomendaciones conexas

E.600 – Términos y definiciones de ingeniería de tráfico

E.800 – Vocabulario sobre calidad de servicio y seguridad de funcionamiento.

3 Conceptos básicos

3001 elemento; entidad; ítem

E: item; entity

F: entité; individu

Parte, dispositivo, subsistema, unidad funcional, equipo o sistema que debe considerarse individualmente.

Nota 1 – Un *elemento* puede estar compuesto por soporte físico, soporte lógico, o ambos, y puede también incluir personas, como por ejemplo, las telefonistas en un sistema telefónico con operadoras.

Nota 2 – En español, el término *elemento* sustituye el término *dispositivo* anteriormente empleado en este sentido, pues este último suele ser también el equivalente del término inglés «device».

Nota 3 – En francés, el término *individu* se utiliza principalmente en estadística.

3002 **elemento reparado**

E: repaired item

F: entité réparée

Elemento reparable que se repara efectivamente tras un *fallo.*

3003 **elemento no reparado**

E: non-repaired item

F: entité non reparée

Elemento que no se ha reparado tras un *fallo.*

Nota – Un *elemento no reparado* puede ser o no ser reparable.

3005 **función requerida**

E: required function

F: fonction requise

Función o combinación de funciones de un *elemento* que se considera necesaria para la prestación de un *servicio* dado.

3006 **modo de funcionamiento**

E: functional mode

F: mode de fonctionnement

Subconjunto del conjunto total de funciones posibles de un *elemento.*

3007 **instante (de tiempo)**

E: instant of time

F: instant

Punto determinado de una escala de tiempo.

Nota – La escala de tiempo puede ser continua, como es el tiempo de reloj, o discreta, como por ejemplo el número de ciclos de utilización.

3008 **intervalo de tiempo**

E: time interval

F: intervalle de temps

Conjunto de *instantes* comprendidos entre dos *instantes* determinados.

3009 **duración**

E: (time) duration

F: durée

Diferencia entre los extremos de un *intervalo de tiempo.*

3010 **tiempo acumulado**

E: accumulated time

F: durée cumulée

Suma de las *duraciones* caracterizadas por condiciones dadas, durante un *intervalo de tiempo* determinado.

3011 **medida** (aplicada en estudios de fiabilidad y de aspectos conexos)

E: measure (as applied in the study of reliability performance and related areas)

F: caractéristique (probabilité); mesure (en fiabilité et domaines connexes)

Función o magnitud utilizada para describir una *variable aleatoria* o un *proceso aleatorio.*

Nota – Para una *variable aleatoria,* ejemplos de *medidas* son la *función de distribución* y la *media.*

3012 **explotación ; operación**

E: operation

F: exploitation

Combinación de todas las acciones técnicas administrativas correspondientes destinadas a permitir que un *elemento* realice una *función requerida* con la necesaria adaptación a las variaciones de las condiciones exteriores.

Nota – Condiciones exteriores son, por ejemplo, la demanda de servicio y las condiciones ambientales.

3013 **modificación** (de un elemento)

E: modification (of an item)

F: modification (d'une entité)

Combinación de todas las acciones técnicas y administrativas correspondientes destinadas a modificar la *capacidad* de un *elemento* mediante el cambio, la adición o la supresión de una o más *funciones requeridas.*

4 Aptitudes (conceptos de calidad de funcionamiento)

4001 **seguridad de funcionamiento**

E: dependability

F: sûreté de fonctionnement

Conjunto de propiedades que describen la *disponibilidad* y los factores que la condicionan: *fiabilidad, mantenibilidad* y *logística de mantenimiento.*

Nota – La *seguridad de funcionamiento* se utiliza para descripciones generales en términos no cuantitativos.

4002 **disponibilidad**

E: availability performance

F: disponibilité

Aptitud de un *elemento* para hallarse en estado de realizar una *función requerida* en un instante determinado o en cualquier *instante* de un *intervalo de tiempo* dado, suponiendo que se facilitan, si es necesario, los órganos externos.

Nota 1 – La disponibilidad depende de aspectos combinados de la *fiabilidad, de la mantenibilidad* y de la *logística de mantenimiento* de un *elemento.*

Nota 2 – En la definición del *elemento* deberán precisarse los órganos externos necesarios.

Nota 3 – El término *disponibilidad* designa también la *medida* de esta aptitud.

Nota 4 – Se advierte que el término *disponibilidad* se ha utilizado ocasionalmente en relación con el término *elemento,* pero con un significado implícito de *elemento* totalmente distinto del que tiene en el presente suplemento.

4003 **fiabilidad**

E: reliability performance

F: fiabilité

Aptitud de un *elemento* para realizar una *función requerida* en condiciones determinadas durante un *intervalo de tiempo* determinado.

Nota 1 – Se supone generalmente que el *elemento* se halla en estado de realizar esta *función requerida* al comienzo del *intervalo de tiempo* considerado.

Nota 2 – El término *fiabilidad* designa también la *medida* de esta aptitud.

4004 **mantenibilidad**

E: maintainability performance

F: maintenabilité

Aptitud de un *elemento*, en determinadas condiciones de utilización, para ser mantenido o restablecido en un estado en el que pueda realizar una *función requerida*, cuando el *mantenimiento* se efectúa en condiciones determinadas y utilizando procedimientos y órganos establecidos.

Nota – El término *mantenibilidad* designa también la *medida* de esta aptitud.

4005 **logística de mantenimiento**

E: maintenance support performance

F: logistique de maintenance

Aptitud de una organización de mantenimiento para facilitar en determinadas condiciones, y previa petición, los recursos necesarios para mantener un *elemento*, de conformidad con una *política de mantenimiento* dada.

Nota – Las condiciones indicadas se refieren al propio *elemento* y a las condiciones en las que se utiliza y mantiene el *elemento*.

4006 **durabilidad**

E: durability

F: durabilité

Aptitud de un *elemento* para permanecer en estado de poder realizar una *función requerida* en condiciones especificadas de utilización y de *mantenimiento* hasta que se alcance un estado límite.

Nota – El estado límite de un *elemento* puede estar determinado por el fin de su *vida útil*, por su inadecuación por motivos económicos, tecnológicos, etc.

5 Eventos y estados

5.1 *Defectos*

5101 **defecto**

E: defect

F: défaut

Disconformidad entre una característica de un *elemento* y los requisitos.

Nota 1 – Los requisitos pueden estar o no expresados en forma de especificación.

Nota 2 – Un defecto puede o no afectar a la aptitud de un *elemento* para realizar una *función requerida*.

5102 **error de programación**

E: bug

F: erreur de programmation; bogue

Defecto de soporte lógico causado por una *equivocación.*

5103 **defecto crítico**

E: critical defect

F: défaut critique

Defecto que se considera capaz de causar lesiones a personas o daños materiales graves.

5104 **defecto no crítico**

E: non-critical defect

F: défaut non critique

Defecto que no es un *defecto crítico.*

5105 **defecto mayor**

E: major defect

F: défaut majeur

Defecto que puede provocar un *fallo* o reducir de manera importante la posibilidad de utilización del *elemento* para el fin previsto.

5106 **defecto menor; imperfección**

E: minor defect; imperfection

F: défaut mineur; imperfection

Defecto que no es un *defecto mayor.*

5107 **defectuoso; elemento defectuoso**

E: defective; defective item

F: défectueux; entité défectueuse

Elemento que presenta uno o más *defectos.*

5108 **elemento defectuoso crítico**

E: critical defective item

F: défectueux critique

Elemento que presenta uno o más *defectos críticos.*

5109 **elemento defectuoso mayor**

E: major defective item

F: défectueux majeur

Elemento que presenta uno o más *defectos mayores.*

5110 **elemento defectuoso menor**

E: minor defective item

F: défectueux mineur

Elemento que presenta uno o más *defectos menores,* pero ningún *defecto mayor.*

5111 **defecto de diseño**

E: design defect

F: défaut de conception

Defecto debido a un diseño inadecuado de un *elemento.*

5112 **defecto de fabricación**

E: manufacturing defect

F: défaut de fabrication

Defecto debido a una fabricación no conforme con el diseño de un *elemento* o con los procesos de fabricación especificados.

5.2 *Fallos*

5201 **fallo**

E: failure

F: défaillance

Cese de la aptitud de un *elemento* para realizar una *función requerida.*

Nota – Tras el *fallo* de un *elemento,* dicho *elemento* está *averiado.*

5202 **fallo crítico**

E: critical failure

F: défaillance critique

Fallo que se considera capaz de causar lesiones a personas o daños materiales importantes.

5203 **fallo no crítico**

E: non-critical failure

F: défaillance non critique

Fallo que no es un *fallo crítico.*

5204 **fallo por uso incorrecto**

E: misuse failure

F: défaillance par mauvaise utilisation

Fallo debido a una utilización en la que aparecen esfuerzos que sobrepasan las capacidades establecidas del *elemento.*

5205 **fallo por manejo incorrecto**

E: mishandling failure

F: défaillance par fausse manœuvre

Fallo de un *elemento* debido a una maniobra incorrecta o a una falta de precaución.

5206 **fallo por fragilidad (inherente)**

E: (inherent) weakness failure

F: défaillance par fragilité (inhérente)

Fallo debido a una fragilidad inherente del propio *elemento* cuando se le somete a esfuerzos que no sobrepasan las capacidades establecidas del *elemento.*

5207 **fallo de diseño**

E: design failure

F: défaillance de conception

Fallo debido a un *defecto de diseño.*

5208 **fallo de fabricación**

E: manufacturing failure

F: défaillance de fabrication

Fallo debido a un *defecto de fabricación.*

5209 **fallo por envejecimiento; fallo por desgaste**

E: ageing failure; wearout failure

F: défaillance par vieillissement; défaillance par usure

Fallo cuya probabilidad de aparición aumenta con el paso del tiempo, como consecuencia de procesos inherentes al *elemento.*

5210 **fallo repentino**

E: sudden failure

F: défaillance soudaine

Fallo imposible de prever mediante un examen o comprobación previos.

5211 **fallo gradual; fallo por degradación; fallo por deriva**

E: gradual failure; degradation failure; drift failure

F: défaillance progressive; dégradation; défaillance par dérive

Fallo debido a un cambio gradual en el tiempo de determinadas características de un *elemento,* y que podía preverse mediante un examen o comprobación previos.

Nota – Puede a veces evitarse un *fallo gradual* por *mantenimiento preventivo.*

5212 **fallo cataléptico; fallo catastrófico** (desaconsejado)

E: cataleptic failure; catastrophic failure (deprecated)

F: défaillance cataleptique

Fallo repentino que provoca una *avería completa.*

5213 **fallo pertinente; fallo relevante**

E: relevant failure

F: défaillance pertinente; défaillance à prendre en compte

Fallo que debe incluirse al interpretar resultados de una prueba o de la explotación, o al calcular el valor de una *medida* de *fiabilidad.*

Nota – Deben establecerse los criterios para su inclusión.

5214 **fallo no pertinente; fallo irrelevante**

E: non-relevant failure

F: défaillance non pertinente; défaillance à ne pas prendre en compte

Fallo que debe excluirse al interpretar resultados de una prueba o de la explotación, o al calcular el valor de una *medida* de *fiabilidad.*

Nota – Deben establecerse los criterios para su exclusión.

5215 **fallo primario**

E: primary failure

F: défaillance primaire

Fallo de un *elemento*, no causado ni directa ni indirectamente por el *fallo* o la *avería* de otro *elemento*.

5216 **fallo secundario**

E: secondary failure

F: défaillance secondaire

Fallo de un *elemento*, causado directa o indirectamente por el *fallo* o la *avería* de otro *elemento*.

5217 **causa de fallo**

E: failure cause

F: cause de défaillance

Circunstancias relativas al diseño, la fabricación o la utilización que han ocasionado el *fallo*.

5218 **mecanismo de fallo**

E: failure mechanism

F: mécanisme de défaillance

Proceso físico, químico o de otra índole que ha ocasionado el *fallo*.

5219 **fallo sistemático; fallo reproducible; fallo determinístico**

E: systematic failure; reproducible failure; deterministic failure

F: défaillance systématique; défaillance reproductible

Fallo relacionado de modo determinístico con cierta causa, y que sólo puede eliminarse modificando el diseño o el proceso de fabricación, los procedimientos de explotación, la documentación u otros factores pertinentes.

Nota 1 – Por lo general, el *mantenimiento correctivo* sin *modificación* no eliminará la *causa de fallo*.

Nota 2 – Puede provocarse deliberadamente un *fallo sistemático* simulando la *causa de fallo*.

5.3 *Averías*

5301 **avería**

E: fault

F: panne; dérangement

Incapacidad de un *elemento* para realizar una *función requerida*, excluida la incapacidad debida al *mantenimiento preventivo*, a la falta de órganos externos o a acciones previstas.

Nota – Una *avería* es a menudo consecuencia de un *fallo* del propio *elemento*, pero puede producirse sin *fallo* previo.

5302 **avería crítica**

E: critical fault

F: panne critique

Avería que se considera capaz de causar lesiones a personas o daños materiales graves.

5303 **avería no crítica**

E: non-critical fault

F: panne non critique

Avería que no es una *avería crítica.*

5304 **avería mayor**

E: major fault

F: panne majeure

Avería que afecta a una función considerada de importancia mayor.

5305 **avería menor**

E: minor fault

F: panne mineure

Avería que no es una *avería mayor.*

5306 **avería por uso incorrecto**

E: misuse fault

F: panne par mauvaise utilisation

Avería debida a una utilización en la que aparecen esfuerzos que sobrepasan las capacidades establecidas del *elemento.*

5307 **avería por manejo incorrecto**

E: mishandling fault

F: panne par fausse manœuvre

Avería de un *elemento* debida a una maniobra incorrecta o a una falta de precaución.

5308 **avería por fragilidad (inherente)**

E: (inherent) weakness fault

F: panne par fragilité (inhérente)

Avería debida a una fragilidad inherente del propio *elemento* cuando se le somete a esfuerzos que no sobrepasan las capacidades establecidas del *elemento.*

5309 **avería de diseño**

E: design fault

F: panne de conception

Avería debida a un *defecto de diseño.*

5310 **avería de fabricación**

E: manufacturing fault

F: panne de fabrication

Avería debida a un *defecto de fabricación.*

5311 **avería por envejecimiento; avería por desgaste**

E: ageing fault; wearout fault

F: panne par vieillissement; panne par usure

Avería debida a un *fallo por envejecimiento.*

5312 **avería dependiente del programa**

E: programme-sensitive fault

F: panne mise en évidence par le programme

Avería que se manifiesta al ejecutar una determinada serie de instrucciones de un programa de computador.

5313 **avería dependiente de los datos**

E: data-sensitive fault

F: panne mise en évidence par les données

Avería que se manifiesta al procesar un determinado esquema de datos.

5314 **avería completa**

E: complete fault; function preventing fault

F: panne complète

Avería caracterizada por la incapacidad total para realizar todas las *funciones requeridas* de un *elemento.*

Nota – Deben establecerse los criterios para una *avería completa.*

5315 **avería parcial**

E: partial fault

F: panne partielle

Avería de un *elemento* que no es una *avería completa.*

5316 **avería permanente**

E: persistent fault; permanent fault; solid fault

F: panne permanente

Avería de un *elemento* que persiste hasta que se ejerce una acción de *mantenimiento correctivo.*

5317 **avería intermitente; avería transitoria**

E: intermittent fault; volatile fault; transient fault

F: panne intermittente; panne temporaire

Avería de un *elemento* de *duración* limitada tras la cual el *elemento* recobra su aptitud para realizar una *función requerida* sin que haya sido objeto de ninguna acción de *mantenimiento correctivo.*

Nota – Las *averías intermitentes* suelen repetirse.

5318 **avería clara; avería determinable**

E: determinate fault

F: panne franche

En el caso de un *elemento* que produce una respuesta como resultado de una acción, *avería* que hace que la respuesta sea la misma para todas las acciones.

5319 **avería indeterminable**

E: indeterminate fault

F: panne indéterminée

En el caso de un *elemento* que produce una respuesta como resultado de una acción, *avería* que hace que el *error* que afecta a la respuesta dependa de la acción aplicada.

Nota – Un ejemplo sería una *avería dependiente de los datos.*

5320 **avería latente**

E: latent fault

F: panne latente

Avería existente que aún no se ha detectado.

5321 **avería sistemática**

E: systematic fault

F: panne systématique

Avería resultante de un *fallo sistemático.*

5322 **modo de avería; modo de fallo** (desaconsejado)

E: fault mode; failure mode (deprecated)

F: mode de panne; mode de défaillance (terme déconseillé)

Uno de los estados posibles de un *elemento averiado,* para una *función requerida* determinada.

5323 **averiado**

E: faulty

F: en panne

Calificativo que denota un *elemento* afectado por una *avería.*

5.4 *Errores y equivocaciones*

5401 **error**

E: error

F: erreur

Disconformidad entre una magnitud o condición calculada, observada o medida y la magnitud o condición verdadera, especificada o teóricamente correcta.

Nota – Un *error* puede ser producido por un *elemento averiado,* por ejemplo, un *error* de cálculo cometido por un computador *averiado.*

5402 **error de ejecución**

E: execution error; generated error

F: erreur d'exécution

Error producido durante el funcionamiento de un *elemento averiado.*

4503 **error de interacción** (hombre-máquina)

E: interaction error (man-machine)

F: erreur d'interaction (homme-machine)

Error en la respuesta de un *elemento* producido por una *equivocación* durante su utilización.

5404 **error propagado**

E: propagated error

F: erreur propagée

Error en la respuesta producido por la introducción de datos erróneos en un *elemento* no averiado.

5405 **equivocación; error** (desaconsejado en este sentido)

E: mistake; error (deprecated in this sense)

F: erreur (humaine); faute

Acción humana que produce un resultado diferente del perseguido.

5.5 *Estados de un elemento* (véase la figura 2)

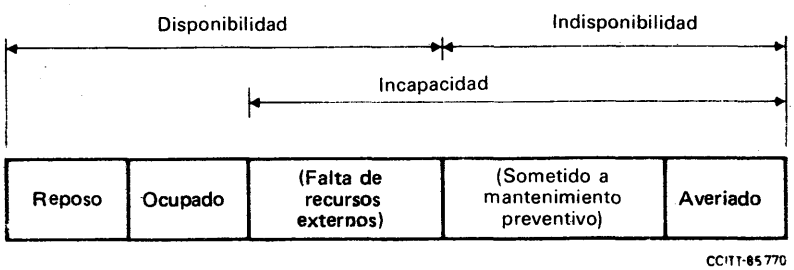


FIGURA 2

Clasificación de los estados de un elemento

5501 **estado de funcionamiento; estado operacional**

E: operating state

F: (état de) fonctionnement

Estado de un *elemento* cuando realiza una *función requerida.*

5502 **estado de no funcionamiento**

E: non-operating state

F: (état de) non-fonctionnement

Estado de un *elemento* cuando no realiza una *función requerida.*

5503 **estado de espera (en reserva)**

E: standby state

F: (état d') attente

Estado de disponibilidad, sin funcionamiento, durante un *periodo requerido.*

5504 **estado de reposo; estado libre**

E: idle state; free state

F: état vacant; état libre

Estado de disponibilidad, sin funcionamiento, durante un *periodo no requerido.*

5505 **estado de incapacidad**

E: disabled state; outage

F: état d'incapacité

Estado de un *elemento* caracterizado por su incapacidad para realizar una *función requerida* por cualquier razón.

5506 **estado de incapacidad externa**

E: external disabled state

F: état d'incapacité externe

Subconjunto del *estado de incapacidad* en el que un *elemento* se halla en un *estado de disponibilidad,* pero carece de los órganos externos necesarios.

5507 **estado de indisponibilidad; estado de incapacidad interna**

E: down state; internal disabled state

F: état d'indisponibilité; état d'incapacité interne

Estado de un *elemento* caracterizado por una *avería* o por una eventual incapacidad para realizar una *función requerida* durante el *mantenimiento preventivo.*

Nota – Este estado tiene relación con la *disponibilidad.*

5508 **estado de disponibilidad**

E: up state

F: état de disponibilité

Estado de un *elemento* que se caracteriza por su aptitud para realizar una *función requerida,* siempre que se disponga en su caso, de los órganos externos.

Nota – Este estado tiene relación con la *disponibilidad.*

5509 **estado de ocupación; estado de ocupado**

E: busy state

F: état occupé; occupation

Estado de un *elemento* en el que éste realiza una *función requerida* para un usuario, por cuya razón no puede ser utilizado por otros usuarios.

5510 **estado crítico**

E: critical state

F: état critique

Estado de un *elemento* que se considera capaz de causar lesiones a personas o daños graves al material.

Nota – Un *estado crítico* puede ser, aunque no necesariamente, consecuencia de una *avería crítica.*

6 Mantenimiento

6001 **filosofía de mantenimiento**

E: maintenance philosophy

F: philosophie de maintenance

Conjunto de los principios que rigen la organización y la ejecución del *mantenimiento.*

6002 **política de mantenimiento**

E: maintenance policy

F: politique de maintenance

Descripción de las relaciones entre los *escalones de mantenimiento,* los *niveles de intervención* y los *niveles de mantenimiento* que han de aplicarse para el *mantenimiento* de un *elemento.*

6003 **mantenimiento**

E: maintenance

F: maintenance

Combinación de todas las acciones técnicas y de las correspondientes acciones administrativas, incluida la supervisión, destinadas a conservar o restablecer un *elemento* en un estado, en el cual pueda realizar una *función requerida.*

6004 **mantenimiento preventivo**

E: preventive maintenance

F: maintenance préventive; entretien

Mantenimiento realizado a intervalos prestablecidos o según criterios prescritos, y destinado a reducir la *probabilidad* de *fallo* o la degradación del funcionamiento de un *elemento.*

6005 **mantenimiento correctivo; reparación**

E: corrective maintenance; repair

F: maintenance corrective; réparation; dépannage

Mantenimiento efectuado tras la *detección de una avería* y destinado a restablecer un *elemento* en un estado que le permita realizar una *función requerida.*

6006 **mantenimiento diferido**

E: deferred maintenance

F: maintenance différée

Mantenimiento correctivo que no se inicia inmediatamente después de una *detección de una avería,* sino que se difiere de acuerdo con determinadas reglas de mantenimiento.

6007 **mantenimiento programado**

E: scheduled maintenance

F: maintenance programmée; entretien systématique

Mantenimiento preventivo realizado con arreglo a un calendario establecido.

6008 **mantenimiento no programado**

E: unscheduled maintenance

F: maintenance non programmée

Mantenimiento que no se lleva a cabo con arreglo a un calendario establecido, sino, por ejemplo, tras recibir una indicación relativa al estado de un *elemento.*

6009 **mantenimiento local; mantenimiento sobre el terreno**

E: on-site maintenance; in situ maintenance; field maintenance

F: maintenance in situ

Mantenimiento efectuado en el lugar donde se utiliza el *elemento.*

6010 **mantenimiento no local**

E: off-site maintenance

F: maintenance déportée

Mantenimiento no efectuado en el lugar donde se utiliza el *elemento.*

Nota – La *reparación* de un subelemento en un centro de mantenimiento constituye un ejemplo de *mantenimiento no local.*

6011 **mantenimiento remoto; telemantenimiento**

E: remote maintenance

F: télémaintenance

Mantenimiento de un *elemento* efectuado sin acceso directo del personal al *elemento.*

6012 **mantenimiento automático**

E: automatic maintenance

F: maintenance automatique

Mantenimiento efectuado sin intervención humana.

6013 **mantenimiento que afecta a la función**

E: function-affecting maintenance

F: maintenance affectant les fonctions

Acción de mantenimiento que afecta a una o más *funciones requeridas* de un *elemento* mantenido.

Nota – El *mantenimiento que afecta a la función* se divide en *mantenimiento con discontinuidad de funciones* y *mantenimiento con degradación de funciones.*

6014 **mantenimiento con discontinuidad de funciones**

E: function-preventing maintenance

F: maintenance-arrêt; maintenance empêchant l'accomplissement des fonctions

Acción de mantenimiento que impide al *elemento* mantenido la realización de ninguna de sus *funciones requeridas.*

6015 **mantenimiento con degradación de funciones**

E: function-degrading maintenance

F: maintenance avec dégradation; maintenance dégradant les fonctions

Acción de mantenimiento que afecta a una o más de las *funciones requeridas* del *elemento* mantenido, pero sin incapacitarlo totalmente para realizar todas las *funciones requeridas.*

6016 **mantenimiento sin discontinuidad de funciones**

E: function-permitting maintenance

F: maintenance en fonctionnement; maintenance en exploitation

Acción de mantenimiento que no afecta a ninguna de las *funciones requeridas* del *elemento* mantenido.

6017 **nivel de mantenimiento**

E: level of maintenance

F: niveau de maintenance

Acción de mantenimiento que ha de realizarse a un *nivel de intervención* especificado.

Nota – La sustitución de un componente, de una tarjeta de circuito impreso, de un subsistema, etc., son ejemplos de *acciones de mantenimiento.*

6018 **escalón de mantenimiento; línea de mantenimiento**

E: maintenance echelon; line of maintenance

F: échelon de maintenance

Posición dentro de una organización en la que deben llevarse a cabo *niveles de mantenimiento* especificados sobre un *elemento.*

Nota 1 – El *escalón de mantenimiento* puede corresponder al *mantenimiento local,* en un taller de reparaciones o en la fábrica.

Nota 2 – El *escalón de mantenimiento* se caracteriza por la competencia del personal, los medios disponibles, el lugar, etc.

6019 **nivel de intervención** (para el mantenimiento)

E: indenture level (for maintenance)

F: niveau d'intervention (pour la maintenance)

Nivel de subdivisión de un *elemento* desde el punto de vista de una *acción de mantenimiento.*

Nota 1 – El *nivel de intervención* puede corresponder por ejemplo a los subsistemas, a las tarjetas de circuito impreso o a los componentes.

Nota 2 – El *nivel de intervención* depende de la complejidad de la estructura del elemento, de la accesibilidad de los subelementos, del nivel de competencia del personal de mantenimiento, de los equipos de prueba, de consideraciones de seguridad, etc.

6020 **acción elemental de mantenimiento**

E: elementary maintenance activity

F: opération élémentaire de maintenance

Cada una de las acciones indivisibles en que puede descomponerse una actividad de mantenimiento a un determinado *nivel de intervención.*

6021 **acción de mantenimiento; tarea de mantenimiento**

E: maintenance action; maintenance task

F: opération de maintenance; tâche de maintenance

Sucesión de *acciones elementales de mantenimiento* realizadas para un propósito determinado.

Nota – Ejemplos de *acciones de mantenimiento* son el *diagnóstico de averías*, la *localización de averías*, la *verificación de funcionamiento*, y sus combinaciones.

6022 **supervisión**

E: supervision

F: surveillance; supervision

Actividad manual o automática destinada a observar el estado de un *elemento.*

Nota – La *supervisión* automática de un *elemento* puede realizarse en el interior o el exterior del mismo.

6023 **mantenimiento dirigido**

E: controlled maintenance

F: maintenance dirigée

Método para mantener una *calidad de servicio* deseada mediante la aplicación sistemática de técnicas de análisis utilizando medios de supervisión centralizada o el muestreo a fin de reducir al mínimo el *mantenimiento preventivo* y disminuir el *mantenimiento correctivo.*

6024 **detección (de una avería)**

E: fault recognition

F: détection (de panne)

Comprobación de que un *elemento* está *averiado.*

6025 **diagnóstico (de una avería)**

E: fault diagnosis

F: diagnostic (de panne)

Conjunto de acciones emprendidas para la *detección*, la *localización* y la identificación de la causa de una *avería.*

6026 **localización (de una avería)**

E: fault localization; fault location (deprecated in this sense)

F: localisation de panne

Acciones emprendidas para identificar el subelemento (o subelementos) *averiado* al *nivel de intervención* apropiado.

6027 **corrección (de una avería)**

E: fault correction

F: correction (de panne)

Conjunto de acciones emprendidas tras la *localización de una avería* para restablecer la aptitud del *elemento averiado* para realizar una *función requerida.*

6028 **verificación de funcionamiento**

E: function check-out

F: vérification (de fonctionnement)

Acciones emprendidas tras la *corrección de una avería* para verificar que el *elemento* ha recobrado su aptitud para realizar la *función requerida.*

6029 **restablecimiento; restauración**

E: restoration; recovery

F: rétablissement

Recuperación de la aptitud de un *elemento* para realizar una *función requerida* tras una *avería.*

6030 **célula de mantenimiento; entidad de mantenimiento**

E: maintenance entity

F: cellule de maintenance

Subelemento de un determinado *elemento* definido con objeto de que una alarma, causada por una *avería* de ese subelemento, pueda atribuirse inequívocamente al subelemento.

7 **Conceptos de tiempo** (véase la figura 3)

7.1 *Conceptos de tiempo relativos al mantenimiento*

7101 **tiempo de mantenimiento**

E: maintenance time

F: temps de maintenance

Intervalo de tiempo durante el cual se efectúa una *acción de mantenimiento* sobre un *elemento,* ya sea manual o automáticamente, incluyendo los *retardos técnicos* y los *retardos logísticos.*

Nota – El *mantenimiento* puede realizarse mientras el *elemento* ejecuta una *función requerida.*

7102 **duración equivalente de mantenimiento; horas-hombre de mantenimiento**

E: maintenance man-hours (MMH)

F: durée équivalente de maintenance

Tiempo de mantenimiento acumulado, generalmente expresado en horas, que la totalidad del personal de mantenimiento dedica a un determinado tipo de *acción de mantenimiento* o durante un determinado *intervalo de tiempo.*

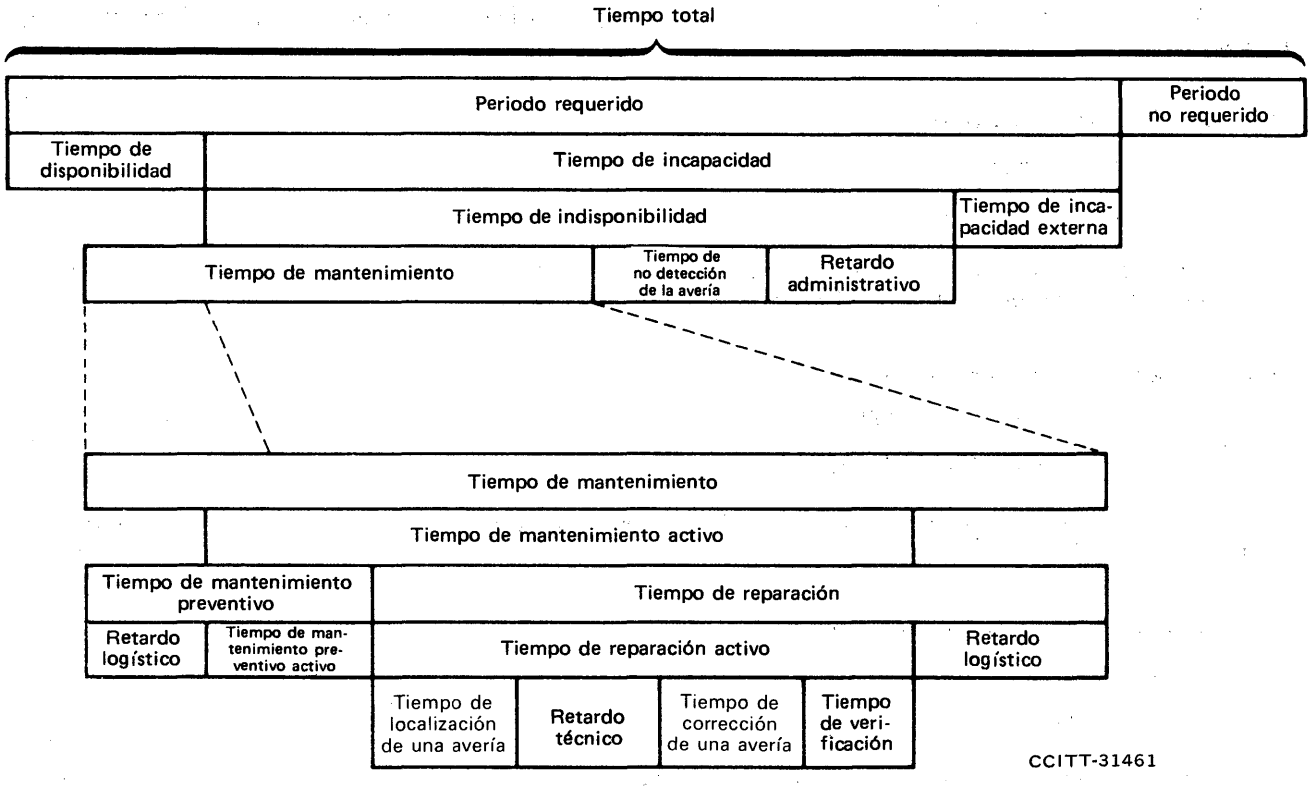


FIGURA 3

Diagrama de tiempos

7103 **tiempo de mantenimiento activo**

E: active maintenance time

F: temps de maintenance active

Parte del *tiempo de mantenimiento* durante la cual se efectúa una *acción de mantenimiento* sobre un *elemento*, ya sea manual o automáticamente, excluyendo los *retardos logísticos*.

Nota – El mantenimiento activo puede realizarse mientras el *elemento* ejecuta una *función requerida*.

7104 **tiempo de mantenimiento preventivo**

E: preventive maintenance time

F: temps de maintenance préventive

Parte del *tiempo de mantenimiento* durante la cual se realiza el *mantenimiento preventivo* de un *elemento*, incluidos los *retardos técnicos* y los *retardos logísticos* inherentes al *mantenimiento preventivo*.

7105 **tiempo de reparación; tiempo de mantenimiento correctivo**

E: repair time; corrective maintenance time

F: temps de réparation; temps de maintenance corrective

Parte del *tiempo de mantenimiento* durante la cual se realiza el *mantenimiento correctivo* de un *elemento*, incluidos los *retardos técnicos* y los *retardos logísticos* inherentes al *mantenimiento correctivo.*

7106 **tiempo de mantenimiento preventivo activo**

E: active preventive maintenance time

F: temps de maintenance préventive active

Parte del *tiempo de mantenimiento activo* durante la cual se realizan acciones de *mantenimiento preventivo* sobre un *elemento.*

7107 **tiempo de reparación activo; tiempo de mantenimiento correctivo activo**

E: active repair time; active corrective maintenance time

F: temps de réparation active; temps de maintenance corrective active

Parte del *tiempo de mantenimiento activo* durante la cual se realizan acciones de *mantenimiento correctivo* sobre un *elemento.*

7108 **tiempo de no detección de una avería**

E: undetected fault time

F: temps de non-détection de panne

Intervalo de tiempo entre un *fallo* y la detección de la *avería* resultante.

7109 **retardo administrativo** (para el mantenimiento correctivo); **demora administrativa**

E: administrative delay (for corrective maintenance)

F: délai administratif (pour la maintenance corrective)

Tiempo acumulado durante el cual no se ejerce una acción de *mantenimiento correctivo* sobre un *elemento averiado* por razones administrativas.

7110 **retardo logístico; demora logística**

E: logistic delay

F: délai logistique

Tiempo acumulado durante el cual no se ejerce una *acción de mantenimiento* por la necesidad de procurarse recursos de *mantenimiento*, excluyendo los *retardos administrativos.*

Nota – El *retardo logístico* puede deberse, por ejemplo, al desplazamiento hasta instalaciones no atendidas, a la espera de piezas de recambio, de especialistas o de equipos de prueba.

7111 **tiempo de corrección de una avería**

E: fault correction time

F: temps de correction de panne

Parte del *tiempo de reparación activo* durante la cual se efectúa una *corrección de una avería.*

7112 **retardo técnico; demora técnica**

E: technical delay

F: délai technique

Tiempo acumulado necesario para realizar acciones técnicas auxiliares asociadas con la *acción de mantenimiento* propiamente dicha.

7113 **tiempo de verificación (de funcionamiento)**

E: check-out time

F: temps de vérification (du fonctionnement)

Parte del *tiempo de reparación activo* durante la cual se realiza la *verificación de funcionamiento.*

7114 **tiempo de localización de una avería**

E: fault localization time; fault location time (deprecated)

F: temps de localisation (de panne)

Parte del *tiempo de reparación activo* durante la cual se realiza la *localización de una avería.*

7.2 *Conceptos de tiempo relativos al estado del elemento*

7201 **tiempo de funcionamiento**

E: operating time

F: temps de fonctionnement

Intervalo de tiempo durante el cual un *elemento* se halla en *estado de funcionamiento.*

7202 **tiempo de no funcionamiento**

E: non-operating time

F: temps de non fonctionnement

Intervalo de tiempo durante el cual un *elemento* se halla en *estado de no funcionamiento.*

7203 **periodo requerido**

E: required time

F: période requise

Intervalo de tiempo durante el cual el usuario de un *elemento* necesita que dicho *elemento* esté en condiciones de realizar una *función requerida.*

7204 **periodo no requerido**

E: non-required time

F: période non requise

Intervalo de tiempo durante el cual el usuario de un *elemento* no necesita que dicho *elemento* esté en condiciones de realizar una *función requerida.*

7205 **tiempo de espera (en reserva)**

E: stand-by time

F: période d'attente

Intervalo de tiempo durante el cual un *elemento* (de reserva) se halla en *estado de espera (en reserva).*

7206 **tiempo de reposo; tiempo muerto; tiempo libre**

E: idle time; free time

F: période vacante; temps mort; temps libre

Intervalo de tiempo durante el cual un *elemento* se halla en *estado de reposo.*

7207 **tiempo de incapacidad**

E: disabled time

F: temps d'incapacité

Intervalo de tiempo durante el cual un *elemento* se halla en *estado de incapacidad.*

7208 **tiempo de indisponibilidad**

E: down time

F: temps d'indisponibilité

Intervalo de tiempo durante el cual un *elemento* se halla en *estado de indisponibilidad.*

7209 **tiempo de indisponibilidad acumulado**

E: accumulated down time

F: durée cumulée d'indisponibilité

Suma de los *tiempos de indisponibilidad* en un determinado *intervalo de tiempo.*

7210 **tiempo de incapacidad externa**

E: external disabled time: external loss time

F: temps d'incapacité externe

Intervalo de tiempo durante el cual un *elemento* se halla en *estado de incapacidad externa.*

7211 **tiempo de disponibilidad**

E: up time

F: temps de disponibilité; temps de bon fonctionnement

Intervalo de tiempo durante el cual un *elemento* se halla en *estado de disponibilidad.*

7.3 *Conceptos de tiempo relativos a la fiabilidad*

7301 **tiempo hasta el primer fallo**

E: time to first failure

F: durée de fonctionnement avant la première défaillance

Duración total del *tiempo de funcionamiento* de un *elemento* desde el *instante* de su primera puesta en *estado de disponibilidad* hasta la aparición de un *fallo.*

7302 **tiempo hasta el fallo**

E: time to failure

F: durée de fonctionnement avant défaillance

Duración total del *tiempo de funcionamiento* de un *elemento*, desde el *instante* en que pasa de un *estado de indisponibilidad* a un *estado de disponibilidad*, tras una *acción de mantenimiento correctivo*, hasta que aparece el *fallo* siguiente.

7303 **tiempo entre fallos**

E: time between failures

F: temps entre défaillances

Duración entre dos *fallos* sucesivos de un *elemento reparado.*

Nota 1 – Deben precisarse las fracciones del *tiempo de no funcionamiento* que se tienen en cuenta.

Nota 2 – En algunas aplicaciones se considera sólo el *tiempo de disponibilidad.*

7304 **tiempo de avería**

E: time to restoration; time to recovery

F: temps de panne

Intervalo de tiempo durante el cual un *elemento* se halla en *estado de indisponibilidad* debido a un *fallo.*

7305 **vida útil**

E: useful life

F: (durée de) vie utile

En determinadas condiciones, *intervalo de tiempo* que comienza en un *instante* dado y termina cuando la *intensidad de fallos* se hace inaceptable o cuando el *elemento* se considera irreparable tras una *avería.*

7306 **periodo de fallos inicial**

E: early failure period

F: période initiale de défaillance

Eventual periodo inicial de la vida de un *elemento,* que comienza en un determinado *instante* y durante el cual la *intensidad instantánea de fallos* de un *elemento reparado* o la *tasa instantánea de fallos* de un *elemento no reparado* disminuye rápidamente.

Nota – En cada caso particular, hay que precisar lo que se entiende por «disminuye rápidamente».

7307 **periodo de intensidad de fallos constante**

E: constant failure intensity period

F: période d'intensité constante de défaillance

Eventual periodo de la vida de un *elemento reparado* durante el cual la *intensidad de fallos* es aproximadamente constante.

Nota – En cada caso particular hay que precisar lo que se entiende por «aproximadamente constante».

7308 **periodo de tasa de fallos constante**

E: constant failure rate period

F: période de densité constante de défaillance; période de taux constant de défaillance

Eventual periodo de la vida de un *elemento no reparado* en el que la *tasa de fallos* es aproximadamente constante.

Nota – En cada caso particular hay que precisar lo que se entiende por «aproximadamente constante».

7309 **periodo de fallos por envejecimiento**

E: wear-out failure period

F: période de défaillance par vieillissement; période de défaillance par usure

Eventual periodo final de la vida de un *elemento* durante el cual la *intensidad instantánea de fallos* de un *elemento reparado* o la *tasa instantánea de fallos* de un *elemento no reparado* aumenta rápidamente.

Nota – En cada caso particular hay que precisar lo que se entiende por «aumenta rápidamente».

8 Medidas relativas al funcionamiento

8.1 *Disponibilidad*

8101 **disponibilidad instantánea, A(t)** (símbolo)

E: instantaneous availability; pointwise availability, A(t) (symbol)

F: disponibilité (instantanée), A(t) (symbole)

Probabilidad de que un *elemento* se halle en un *estado de disponibilidad* en un *instante* dado, *t*.

Nota - En español y en francés, el término *disponibilidad (disponibilité)* se utiliza también para designar la característica cuantificada por esta *probabilidad*.

8102 **indisponibilidad instantánea, U(t)** (símbolo)

E: instantaneous unavailability; pointwise unavailability, U(t) (symbol)

F: indisponibilité (instantanée), U(t) (symbole)

Probabilidad de que un *elemento* se halle en un *estado de indisponibilidad* en un *instante* dado, *t*.

8103 **disponibilidad media, $\overline{A}(t_1, t_2)$** (símbolo)

E: mean availability, $\overline{A}(t_1, t_2)$ (symbol)

F: disponibilité moyenne, $\overline{A}(t_1, t_2)$ (symbole)

Valor normalizado de la integral de la *disponibilidad instantánea* en un *intervalo de tiempo* dado, (t_1, t_2).

Nota – La *disponibilidad media* está relacionada con la *disponibildad instantánea* por la expresión:

$$\overline{A}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} A(t)\, \mathrm{d}t.$$

8104 **indisponibilidad media, $\overline{U}(t_1, t_2)$** (símbolo)

E: mean unavailability, $\overline{U}(t_1, t_2)$ (symbol)

F: indisponibilité moyenne, $\overline{U}(t_1, t_2)$ (symbole)

Valor normalizado de la integral de la *indisponibilidad instantánea* en un *intervalo de tiempo* dado, (t_1, t_2).

Nota – La *indisponibilidad media* está relacionada con la *indisponibilidad instantánea* por la expresión:

$$\overline{U}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} U(t)\, \mathrm{d}t.$$

8105 **disponibilidad (asintótica); disponibilidad (en régimen permanente), A** (símbolo)

E: (asymptotic) availability; (steady-state) availability, A (symbol)

F: disponibilité asymptotique; disponibilité, A (symbole)

Límite, si existe, de la *disponibilidad instantánea* cuando el tiempo tiende a infinito.

Nota – En ciertas condiciones, por ejemplo, de tasa de fallos y de tasa de reparaciones constantes, la *disponibilidad asintótica* puede expresarse por la fórmula:

$$A = \frac{TMD}{TMD + TMI}$$

donde

TMD es el *tiempo medio de disponibilidad*

TMI es el *tiempo medio de indisponibilidad*.

8106 **indisponibilidad asintótica, U** (símbolo)

E: asymptotic unavailability, U (symbol)

F: indisponibilité asymptotique, U (symbole)

Límite, si existe, de la *indisponibilidad instantánea* cuando el tiempo tiende a infinito.

Nota – En ciertas condiciones, por ejemplo, de tasa de fallos y de tasa de reparaciones constantes, la *indisponibilidad asintótica* puede expresarse por la fórmula:

$$U = \frac{TMI}{TMI + TMD}$$

donde

TMD es el *tiempo medio de disponibilidad*

TMI es el *tiempo medio de indisponibilidad.*

8107 **disponibilidad media asintótica, $\overline{A}$** (símbolo)

E: asymptotic mean availability, $\overline{A}$ (symbol)

F: disponibilité moyenne asymptotique, $\overline{A}$ (symbole)

Límite, si existe, de la *disponibilidad media* en un *intervalo de tiempo* (t_1, t_2) cuando t_2 tiende a infinito.

Nota 1 – La *disponibilidad media asintótica* está relacionada con la *disponibilidad media* por la expresión:

$$\overline{A} = \lim_{t_2 \to \infty} \overline{A}(t_1, t_2)$$

Nota 2 – Este límite, si existe, no depende de t_1.

8108 **indisponibilidad media asintótica, $\overline{U}$** (símbolo)

E: asymptotic mean unavailability, $\overline{U}$ (symbol)

F: indisponibilité moyenne asymptotique, $\overline{U}$ (symbole)

Límite, si existe, de la *indisponibilidad media* en un *intervalo de tiempo* (t_1, t_2) cuando t_2 tiende a infinito.

Nota 1 – La *indisponibilidad media asintótica* está relacionada con la *indisponibilidad media* por la expresión:

$$\overline{U} = \lim_{t_2 \to \infty} \overline{U}(t_1, t_2)$$

Nota 2 – Este límite, si existe, no depende de t_1.

8109 **tiempo medio de disponibilidad (TMD)**

E: mean up time (MUT)

F: temps moyen de disponibilité; durée moyenne de disponibilité (TMD)

Esperanza matemática del *tiempo de disponibilidad.*

8110 **tiempo medio acumulado de indisponibilidad (TMAI)**

E: mean accumulated down time (MADT)

F: durée cumulée moyenne d'indisponibilité

Esperanza matemática del *tiempo de indisponibilidad acumulado.*

8111 **disponibilidad instantánea de un circuito arrendado**

E: instantaneous availability of a leased circuit

F: disponibilité instantanée d'un circuit loué

Probabilidad de que, en condiciones operacionales dadas, un circuito arrendado pueda realizar una *función requerida* cuando lo pida el abonado.

8.2 *Fiabilidad*

8201 **fiabilidad, R** (símbolo)

E: reliability, R (symbol)

F: fiabilité, R (symbole)

Probabilidad de que un *elemento* pueda realizar una *función requerida,* en condiciones especificadas, durante un *intervalo de tiempo* dado.

Nota 1 – Se supone en general que el *elemento* se halla en un estado que le permita realizar esta *función requerida* al comienzo del *intervalo de tiempo* considerado.

Nota 2 – En español y en francés el término fiabilidad *(fiabilité)* se utiliza también para designar la aptitud cuantificada por esta *probabilidad.*

8202 **tasa (instantánea) de fallos, $\lambda(t)$** (símbolo)

E: (instantaneous) failure rate, $\lambda(t)$ (symbol)

F: densité (temporelle) (instantanée) de défaillance; taux (instantané) de défaillance, $\lambda(t)$ (symbole)

Límite, si existe, de la relación entre la *probabilidad* condicional de que el *tiempo hasta el fallo*, T, de un *elemento* esté comprendido dentro de un *intervalo de tiempo* dado, $(t, t + \Delta t)$ y la longitud de este intervalo Δt, cuando Δt tiende a cero, suponiendo que el *elemento* se halla en un estado que le permita realizar una *función requerida* al comienzo del *intervalo de tiempo.*

Nota – La *tasa instantánea de fallos* se expresa por la fórmula:

$$\lambda(t) = \lim_{\Delta(t) \to 0+} \frac{Pr(t < T \leqslant t + \Delta t \mid T > t)}{\Delta t}$$

donde T es el *instante* en el que se produce el *fallo.*

La fórmula es también aplicable si T representa el *tiempo hasta el fallo.*

8203 **tasa media de fallos, $\bar{\lambda}(t_1, t_2)$** (símbolo)

E: mean failure rate, $\bar{\lambda}(t_1, t_2)$ (symbol)

F: taux moyen de défaillance; densité (temporelle) moyenne de défaillance; $\bar{\lambda}(t_1, t_2)$ (symbole)

Valor normalizado de la integral de la *tasa instantánea de fallos* en un *intervalo de tiempo* dado (t_1, t_2).

Nota – La *tasa media de fallos* está relacionada con la *tasa instantánea de fallos* por la expresión:

$$\bar{\lambda}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \lambda(t)\, dt$$

8204 **intensidad (instantánea) de fallos, z(t)** (símbolo)

E: (instantaneous) failure intensity, z(t) (symbol)

F: intensité (instantanée) de défaillance, z(t) (symbole)

Límite, si existe, de la relación entre el número medio de *fallos* de un *elemento reparado*, en un *intervalo de tiempo*, $(t, t + \Delta t)$, y la longitud de este intervalo, Δt, cuando la longitud del *intervalo de tiempo* tiende a cero.

Nota – La *intensidad instantánea de fallos* se expresa por la fórmula:

$$z(t) = \lim_{\Delta t \to 0+} \frac{E\,[N(t + \Delta t) - N(t)]}{\Delta t}$$

donde $N(t)$ es el número de *fallos* en el *intervalo de tiempo*, 0, t).

8205 **intensidad media de fallos, $\bar{z}(t_1, t_2)$** (símbolo)

E: mean failure intensity, $\bar{z}(t_1, t_2)$ (symbol)

F: intensité moyenne de défaillance, $\bar{z}(t_1, t_2)$ (symbole)

Valor normalizado de la integral de la *intensidad instántanea de fallos* en un *intervalo de tiempo* dado, (t_1, t_2).

Nota – La *intensidad media de fallos* está relacionada con la *intensidad instantánea de fallos* por la expresión:

$$\bar{z}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} z(t)\,\mathrm{d}t$$

8206 **tiempo medio hasta el primer fallo (MTTFF)**

E: mean time to first failure (MTTFF)

F: durée moyenne de fonctionnement avant la première défaillance (MTTFF)

Esperanza matemática del *tiempo hasta el primer fallo.*

8207 **tiempo medio hasta el fallo (MTTF)**

E: mean time to failure (MTTF)

F: durée moyenne de fonctionnement avant défaillance (MTTF)

Esperanza matemática del *tiempo hasta el fallo.*

8208 **tiempo medio entre fallos (MTBF)**

E: mean time between failures (MTBF)

F: moyenne des temps entre défaillances (MTBF)

Esperanza matemática del *tiempo entre fallos.*

8209 **factor de aceleración de la tasa de fallos**

E: failure rate acceleration factor

F: facteur d'accélération de la densité de défaillance; facteur d'accélération du taux de défaillance

Relación entre la *tasa de fallos* en prueba acelerada y la *tasa de fallos* en condiciones de prueba de referencia especificadas.

Nota – Ambas *tasas de fallos* se refieren al mismo periodo de tiempo de la vida de los *elementos* probados.

8210 **factor de aceleración de la intensidad de fallos**

E: failure intensity acceleration factor

F: facteur d'accélération de l'intensité de défaillance

En un *intervalo de tiempo* de *duración* dada, cuyo comienzo se especifica por una edad fija de un *elemento reparado*, relación entre el número de *fallos* obtenido para dos conjuntos diferentes de condiciones de esfuerzo.

8.3 *Mantenibilidad*

8301 **mantenibilidad**

E: maintainability

F: maintenabilité

Probabilidad de que pueda ejercerse una determinada *acción de mantenimiento* activo sobre un *elemento,* en determinadas condiciones de utilización y dentro de un *intervalo de tiempo* especificado, cuando el *mantenimiento* se realiza en condiciones especificadas y utilizando procedimientos y recursos especificados.

Nota – En español y en francés el termino *mantenibilidad (maintenabilité)* se utiliza también para designar la aptitud cuantificada por esta *probabilidad.*

8302 **tasa (instantánea) de reparaciones, $\mu(t)$** (símbolo)

E: (instantaneous) repair rate, $\mu(t)$ (symbol)

F: densité (temporelle) (instantanée) de réparation, $\mu(t)$ (symbole)

Límite, si existe, de la relación entre la *probabilidad* condicional de que la *acción de mantenimiento correctivo* termine en un *intervalo de tiempo*, $(t, t + \Delta t)$, y la longitud de este *intervalo de tiempo,* Δt, cuando Δt tiende a cero, suponiendo que la acción no haya terminado al comienzo del *intervalo de tiempo.*

Nota – La *tasa instantánea de reparaciones* se expresa por la fórmula:

$$\mu(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{Pr(t < T \leqslant t + \Delta t | T > t)}{\Delta t}$$

donde T es el *instante* de *restablecimiento.*

T puede también representar el *tiempo de avería.*

8303 **tasa media de reparaciones, $\bar{\mu}(t_1, t_2)$** (símbolo)

E: mean repair rate, $\bar{\mu}(t_1, t_2)$ (symbol)

F: densité (temporelle) moyenne de réparation, $\bar{\mu}(t_1, t_2)$ (symbole)

Valor normalizado de la integral de la *tasa instantánea de reparaciones* en un *intervalo de tiempo* dado, (t_1, t_2).

Nota – La *tasa media de reparaciones* está relacionada con la *tasa instantánea de reparaciones* por la expresión:

$$\bar{\mu}(t_1, t_2) = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} \mu(t)\, dt$$

8304 **duración media equivalente de mantenimiento; media de horas-hombre de mantenimiento**

E: mean maintenance man-hours

F: durée moyenne équivalente de maintenance

Esperanza matemática de la *duración equivalente de mantenimiento.*

8305 **tiempo medio de indisponibilidad (TMI)**

E: mean down time (MDT)

F: temps moyen d'indisponibilité; durée moyenne d'indisponibilité (TMI)

Esperanza matemática del *tiempo de indisponibilidad.*

8306 **tiempo medio de reparación**

E: mean repair time (MRT)

F: durée moyenne de réparation

Esperanza matemática del *tiempo de reparación.*

8307 **cuantil-p del tiempo de reparación**

E: p-fractile repair time

F: quantile-p de la durée de réparation

Valor del *cuantil-p* del *tiempo de reparación.*

8308 **tiempo medio de reparación activa**

E: mean active repair time (MART)

F: durée moyenne de réparation active

Esperanza matemática del *tiempo de reparación activa.*

8309 **cuantil-p del tiempo de reparación activa**

E: p-fractile active repair time

F: quantile-p de la durée de réparation active

Valor del *cuantil-p* del *tiempo de reparación activa.*

8310 **tiempo medio hasta el restablecimiento (MTTR)**

E: mean time to restoration (MTTR); mean time to recovery; mean time to repair (deprecated)

F: durée moyenne de panne; moyenne des temps pour la tâche de réparation (MTTR)

Esperanza matemática del *tiempo de avería.*

8311 **cobertura de averías**

E: fault coverage

F: couverture de pannes

Proporción de *averías* de un *elemento* que pueden ser reconocidas en condiciones dadas.

8312 **cobertura de reparaciones**

E: repair coverage

F: couverture des réparations

Proporción de *averías* de un *elemento* que pueden ser eliminadas con éxito.

8.4 *Logística de mantenimiento*

8401 **retardo medio administrativo; demora media administrativa**

E: mean administrative delay (MAD)

F: durée moyenne du délai administratif

Esperanza matemática del *retardo administrativo.*

8402 **cuantil-p del retardo administrativo; cuantil-p de la demora administrativa**

E: p-fractile administrative delay

F: quantile-p du délai administratif

Valor del *cuantil-p* del *retardo administrativo.*

8403 **retardo medio logístico; demora media logística**

E: mean logistic delay (MLD)

F: durée moyenne du délai logistique

Esperanza matemática del *retardo logístico.*

8404 **cuantil-p del retardo logístico; cuantil-p de la demora logística**

E: p-fractile logistic delay

F: quantile-p du délai logistique

Valor del *cuantil-p* del *retardo logístico.*

9 Pruebas, datos, diseño y análisis

9.1 *Conceptos relativos a las pruebas*

9101 **prueba**

E: test

F: essai

Operación realizada para medir o clasificar una *característica.*

9102 **prueba de conformidad**

E: compliance test

F: essai de conformité

Prueba destinada a determinar si una *característica* de un *elemento* cumple los requisitos especificados.

9103 **prueba de determinación**

E: determination test

F: essai de détermination

Prueba destinada a determinar el valor de una *característica.*

9104 **prueba de laboratorio**

E: laboratory test

F: essai en laboratoire

Prueba de conformidad o *prueba de determinación* realizada en condiciones prescritas y controladas que pueden o no simular condiciones de explotación.

9105 **prueba en condiciones de explotación; prueba en condiciones reales**

E: field test

F: essai dans des conditions d'exploitation

Prueba de conformidad o *prueba de determinación* realizada en condiciones de explotación, en la que se registran las condiciones operacionales, ambientales, de mantenimiento y de medida.

9106 **prueba de resistencia**

E: endurance test

F: essai d'endurance

Prueba realizada durante un *intervalo de tiempo* para determinar el modo en que las propiedades de un *elemento* son afectadas por la aplicación de determinados esfuerzos y por la *duración* de su aplicación.

9107 **prueba acelerada**

E: accelerated test

F: essai accéléré

Prueba en la que el nivel de esfuerzo aplicado a un *elemento* se elige de forma que sobrepase al especificado en las condiciones de referencia a fin de acortar la *duración* necesaria para observar la respuesta del *elemento* al esfuerzo, o acentuar sus respuestas para una *duración* dada.

Nota – Para ser válida, una *prueba acelerada* no deberá alterar los *modos de avería* o los *mecanismos de fallo* básicos, ni su frecuencia relativa.

9108 **prueba de esfuerzo escalonado**

E: step stress test

F: essai sous contrainte échelonnée

Prueba en la que se aplican sucesivamente a un *elemento*, durante periodos de igual *duración*, varios niveles de esfuerzo, de manera que durante cada *intervalo de tiempo* se aplica un nivel de esfuerzo especificado que se aumenta de un *intervalo de tiempo* al siguiente.

9109 **prueba de selección**

E: screening test

F: essai de sélection

Prueba, o combinación de *pruebas*, destinada a eliminar o a detectar *elementos* insatisfactorios o susceptibles de presentar *fallos* prematuros.

9110 **factor de aceleración temporal**

E: time acceleration factor

F: facteur d'accélération temporelle

Relación entre las *duraciones* necesarias para obtener el mismo número de *fallos* o degradaciones especificado en dos muestras de igual tamaño bajo dos conjuntos diferentes de condiciones de esfuerzo que supongan los mismos *mecanismos de fallo* y *modos de avería*, y la misma frecuencia relativa.

Nota – Uno de los dos conjuntos de condiciones de esfuerzo debe ser el de referencia.

9111 **verificación de la mantenibilidad**

E: maintainability verification

F: vérification de la maintenabilité

Procedimiento destinado a determinar si se han conseguido o no los objetivos fijados para las *medidas* de *mantenibilidad* de un *elemento*.

Nota – Los procedimientos pueden variar desde un simple análisis de los datos apropiados hasta una *demostración de la mantenibilidad*.

9112 **demostración de la mantenibilidad**

E: maintainability demonstration

F: vérification expérimentale de maintenabilité

Verificación de la mantenibilidad realizada con carácter de *prueba de conformidad*.

9.2 *Conceptos relativos a los datos*

9201 **datos observados; valores observados**

E: observed data

F: valeur observée; donnée observée

Valores relativos a un *elemento* o a un proceso obtenidos por observación directa.

Nota – Los valores podrían corresponder a eventos, *instantes, intervalos de tiempo*, etc.

9202 **datos de prueba**

E: test data

F: données d'essai

Datos observados obtenidos durante *pruebas*.

9203 **datos de explotación**

E: field data

F: donnée d'exploitation

Datos observados obtenidos en condiciones de explotación.

9204 **datos de referencia; valores de referencia**

E: reference data

F: valeur de référence; données de référence

Valores que, por acuerdo general, pueden utilizarse para formular *previsiones* y/o efectuar comparaciones con *datos observados.*

9.3 *Conceptos relativos al diseño*

9301 **redundancia**

E: redundancy

F: redondance

En un *elemento*, existencia de más de un medio para realizar una *función requerida.*

9302 **redundancia activa**

E: active redundancy

F: redondance active

Redundancia destinada a que todos los medios necesarios para realizar una *función requerida* operen simultáneamente.

9303 **redundancia pasiva; redundancia de reserva**

E: standby redundancy

F: redondance en attente; redondance passive; redondance en secours

Redundancia en la que sólo se utiliza uno de los medios destinados a realizar una *función requerida*, mientras que los restantes permanecen inoperantes hasta que se les necesite.

9304 **prevención de fallos**

E: fail safe

F: protégé contre défaillances (critique); à sûreté intégrée

Característica de diseño de un *elemento* que impide que sus *fallos* provoquen *averías críticas.*

9305 **tolerancia a las averías**

E: fault tolerance

F: tolérance aux pannes

Característica de un *elemento* que le permite realizar una *función requerida* en presencia de ciertas *averías* determinadas de sus subelementos.

9306 **enmascaramiento de avería**

E: fault masking

F: masquage de panne

Condición en la que existe una *avería* en un subelemento de un *elemento*, pero no puede detectarse debido a una característica del *elemento* o a otra *avería* del subelemento o de otro subelemento.

9.4 *Conceptos relativos al análisis*

9401 **previsión; predicción**

E: prediction

F: prévision; prédiction

1) Operación de cálculo destinada a obtener el (los) valor(es) *previsto(s)* de una magnitud.

2) Valor(es) *previsto(s)* de una magnitud.

9402 **modelo de fiabilidad**

E: reliability model

F: modèle de fiabilité

Modelo matemático utilizado para la *previsión* o la *estimación* de las *medidas* de *fiabilidad* de un *elemento*, o para fines similares.

9403 **análisis de los modos de avería y de sus efectos (AMAE)**

E: fault modes and effects analysis (FMEA)

F: analyse des modes de panne et de leurs effets (AMDE)

Método cualitativo de análisis de la *fiabilidad* que consiste en estudiar los *modos de avería* que pueden existir en cada subelemento de un *elemento* y en determinar los efectos de dichos *modos de avería* sobre los otros subelementos y sobre las *funciones requeridas* del *elemento.*

9404 **análisis de los modos de avería, sus efectos y su criticidad (AMAEC)**

E: fault modes, effects and criticality analysis (FMECA)

F: analyse des modes de panne, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)

Análisis de los modos de avería y de sus efectos, unido a un análisis de la *probabilidad de aparición* y de la gravedad de la *avería.*

9405 **análisis en árbol de averías**

E: fault tree analysis (FTA)

F: analyse par arbre de panne

Análisis destinado a determinar cuáles son los *modos de avería* de los subelementos o los eventos exteriores, o combinaciones de ambos, que pueden provocar un determinado *modo de avería* del *elemento*, y cuyo resultado es un *árbol de averías.*

9406 **análisis de esfuerzos**

E: stress analysis

F: analyse de contraintes

Determinación cuantitativa o cualitativa de los esfuerzos físicos, químicos o de otra índole a los que está sometido un *elemento* en determinadas condiciones de utilización.

9407 **diagrama de bloques de fiabilidad**

E: reliability block diagram

F: diagramme de fiabilité

Diagrama de bloques que muestra, para uno o más *modos de funcionamiento* de un *elemento* complejo, la forma en que las *averías* de los subelementos representados por los bloques, o combinaciones de los mismos, provocan una *avería* del *elemento.*

9408 **árbol de averías**

E: fault tree

F: arbre de panne

Diagrama lógico que muestra la forma en que los *modos de avería* de los subelementos, de los eventos exteriores, o combinaciones de ambos, provocan un determinado *modo de avería* del *elemento.*

9409 **diagrama de transición de estados**

E: state-transition diagram

F: diagramme de transition

Diagrama que muestra el conjunto de posibles estados de un *elemento* y las posibles transiciones directas entre dichos estados.

9410 **modelo de esfuerzos**

E: stress model

F: modèle de contraintes

Modelo matemático que describe la forma en que una *medida* de la *fiabilidad* de un *elemento* varía en función de los esfuerzos aplicados.

9411 **análisis de averías**

E: fault analysis

F: analyse des pannes

Examen lógico y sistemático de un *elemento* o de su(s) esquema(s) para identificar y analizar la *probabilidad*, las causas y las consecuencias de las *averías* potenciales y reales.

9412 **modelo de mantenibilidad**

E: maintainability model

F: modèle de maintenabilité

Modelo matemático destinado a la *predicción* o la *estimación* de las *medidas* de *mantenibilidad* de un *elemento*, o a fines similares.

Nota – Un ejemplo es el *árbol de mantenimiento.*

9413 **previsión de la mantenibilidad; predicción de la mantenibilidad**

E: maintainability prediction

F: prévision de maintenabilité; prédiction de maintenabilité

Actividad destinada a la predicción de los valores numéricos de las *medidas* de *mantenibilidad* de un *elemento*, a partir de las *medidas* de *mantenibilidad* y *fiabilidad* de sus subelementos, en condiciones operacionales y de mantenimiento dadas.

9414 **árbol de mantenimiento**

E: maintenance tree

F: arbre de maintenance

Diagrama lógico que muestra las secuencias y alternativas pertinentes de las *acciones elementales de mantenimiento* que han de efectuarse sobre un *elemento* y las condiciones de su elección.

9415 **distribución de la mantenibilidad; asignación de la mantenibilidad**

E: maintainability allocation; maintainability apportionment

F: répartition de la maintenabilité

Procedimiento aplicado durante el diseño de un *elemento* y destinado a distribuir las exigencias impuestas a las *medidas* de *mantenibilidad* de un *elemento* entre sus subelementos según determinados criterios.

9.5 *Procesos de mejora*

9501 **aprendizaje**

E: learning process

F: apprentissage

Proceso por el cual el personal aumenta su experiencia y su familiaridad con las técnicas de diseño y de construcción, con la consiguiente reducción del riesgo de futuras *equivocaciones.*

9502 **rodaje**

E: burn-in

F: rodage

Proceso de *mejora de la fiabilidad* del material, que consiste en hacer funcionar cada *elemento* en un entorno prescrito, con *corrección de averías*, sustitución o eliminación tras cada *fallo*, durante el *periodo de fallos inicial* donde la *intensidad de fallos* decrece rápidamente.

9503 **crecimiento de la fiabilidad; incremento de la fiabilidad**

E: reliability growth

F: croissance de la fiabilité

Condición caracterizada por una mejora progresiva de una *medida* de *fiabilidad* de un *elemento*, o de una población de *elementos* similares, a lo largo del tiempo.

Nota – Este crecimiento puede producirse por modificación de los *elementos* o por *rodaje.*

9504 **mejora de la fiabilidad**

E: reliability improvement

F: amélioration de fiabilité

Proceso deliberado destinado a favorecer el *crecimiento de la fiabilidad* mediante la eliminación de *averías sistemáticas.*

9505 **programa de mantenibilidad**

E: maintainability programme

F: programme de maintenabilité

Plan detallado, que incluye los recursos humanos y materiales, los procedimientos, las tareas y las responsabilidades durante la vida de un *elemento* destinado al cumplimiento de los objetivos fijados a las *medidas* de *mantenibilidad* de un *elemento* y a facilitar la planificación del *mantenimiento.*

10 Modificadores de medidas

1001 **... verdadero**

E: true ...

F: ... vrai

Valor ideal que caracteriza a una magnitud perfectamente definida en las condiciones existentes en el momento de observarse esa magnitud, o que es objeto de una determinación.

Nota – Sólo puede llegarse a este valor si se eliminan todas las causas de *error* de medida.

1002 **... previsto; ... predicho**

E: predicted ...

F: ... prédit; ... prévu

Valor numérico asignado a una magnitud, antes de la observación real de la misma, calculado a partir de valores previamente observados o estimados de esa magnitud o de otras magnitudes mediante un modelo matemático.

1003 **... extrapolado**

E: extrapolated ...

F: ... extrapolé

Valor *previsto* a partir de valores observados o *estimados* para una condición o conjunto de condiciones, y destinado a aplicarse a otras condiciones de tiempo, *mantenimiento* y de entorno.

1004 **... estimado**

E: estimated ...

F: ... estimé

Valor obtenido mediante una *estimación.*

Nota – El resultado puede expresarse por un valor numérico único, por una estimación puntual o por un *intervalo de confianza.*

1005 **... intrínseco; ... inherente**

E: intrinsic ...; inherent ...

F: ... intrinsèque; ... inhérent

Valor determinado de una *medida*, suponiendo que las condiciones de mantenimiento y operacionales sean ideales.

1006 **... operacional**

E: operational ...

F: ... opérationnel

Valor determinado en condiciones operacionales dadas.

1007 **... medio (adjetivo); promedio** (desaconsejado)

E: mean ...; average ... (deprecated)

F: ... moyen (adjectif)

1) Valor obtenido como *esperanza matemática* de una *variable aleatoria.*

2) Valor que corresponde al cociente entre la integral de una magnitud dependiente del tiempo en un *intervalo de tiempo* determinado y la *duración* de dicho intervalo.

1008 **cuantil-p de ...**

E: p-fractile ...

F: ....quantile-p

Valor obtenido como *cuantil-p* de la distribución de una *variable aleatoria.*

1009 **... instantáneo**

E: instantaneous ...

F: ... instantané

Valor de una *medida* determinado para un *instante* dado.

PARTE II

Vocabulario de estadística

1 Introducción

Para las aplicaciones cuantitativas de medidas de calidad de servicio, funcionamiento de la red, seguridad de funcionamiento y aptitud para cursar tráfico se necesita una serie fundamental de conceptos estadísticos.

En esta parte figuran los términos y definiciones para esas aplicaciones.

2 Términos y definiciones

2001 **característica**

E: characteristic

F: caractère (statistique)

Propiedad que ayuda a diferenciar los individuos de una población dada.

Nota – La diferenciación puede ser cuantitativa (por variables) o cualitativa (por atributos).

2002 **probabilidad**

E: probability

F: probabilité

Por razones prácticas, puede considerarse que, siempre que puedan reproducirse las condiciones de una prueba, la *probabilidad*, $Pr(E)$ de que se produzca un evento E es el valor en torno al cual oscila su frecuencia de aparición y al que tiende cuando el número de pruebas aumenta indefinidamente.

Nota – El concepto de *probabilidad* puede introducirse de dos formas diferentes, según se pretenda designar un grado de credibilidad o se considere como valor límite de una frecuencia. En ambos casos, su introducción exige adoptar ciertas precauciones que no pueden desarrollarse en el marco de una Norma Internacional, y para las cuales los usuarios deben remitirse a publicaciones especializadas.

2003 **variable aleatoria**

E: random variable; variate

F: variable aléatoire

Variable que puede adoptar cualquiera de los valores de un conjunto especificado y a la que está asociada una distribución de probabilidades.

Nota – Una *variable aleatoria* que puede adoptar sólo valores aislados se dice que es «discreta». Una *variable aleatoria* que puede adoptar todos los valores de un intervalo finito o infinito se dice que es «continua».

2004 **proceso aleatorio; proceso estocástico**

E: random process

F: processus aléatoire; processus stochastique

Conjunto de *variables aleatorias* funciones del tiempo cuyos valores vienen dictados por un conjunto dado de leyes de distribuciones polivariables que corresponden a todas las combinaciones de las *variables aleatorias.*

2005 **función de distribución**

E: distribution function

F: fonction de répartition

Función que da, para cada valor de x, la *probabilidad* de que la *variable aleatoria* X sea inferior o igual a x:

$$F(x) = Pr(X \leqslant x)$$

2006 **función densidad de probabilidad**

E: probability density function

F: densité de probabilité

Derivada, si existe, de la *función de distribución:*

$$f(x) = \frac{\mathrm{d}F(x)}{\mathrm{d}X}.$$

2007 **cuantil-p; cuantil de orden p** (de una ley de distribución de probabilidades)

E: p-fractile; p-quantile (of a probability distribution)

F: quantile d'ordre p; quantile-p (d'une loi de probabilité)

Siendo p un número comprendido entre 0 y 1, el *cuantil-p* es el valor de la *variable aleatoria* para el que la *función de distribución* es igual a p o salta de un valor inferior o igual a p a un valor superior a p.

Nota — Puede que la *función de distribución* sea igual a p para todo el intervalo comprendido entre los valores posibles consecutivos de la variable. En tal caso, cualquier valor de este intervalo puede considerarse como *cuantil-p.*

2008 **esperanza matemática** (de una variable aleatoria); **media** (de una variable aleatoria)

E: expectation (of a random variable); *mean* (of a random variable)

F: espérance mathématique (d'une variable aléatoire); *moyenne* (d'une variable aléatoire)

a) Para una *variable aleatoria* discreta X que adopta los valores x_i con *probabilidades* p_i,

$$E(X) = \Sigma\, p_i x_i$$

suma que se extiende a todos los valores x_i que puede adoptar X.

b) Para una *variable aleatoria* continua X de función densidad de probabilidad $f(x)$,

$$E(X) = \int x f(x)\, \mathrm{d}x$$

integral que se extiende a todos los valores del intervalo de variación de X.

Nota 1 — Se utiliza indistintamente el término *esperanza matemática* de una *variable aleatoria* o el de una ley de distribución de *probabilidades.*

Nota 2 — El término *media* se utiliza también con otros significados, por ejemplo, como la integral normalizada en un *intervalo de tiempo* (media en el tiempo).

2009 **varianza** (de una variable aleatoria)

E: variance (of a random variable)

F: variance (d'une variable aléatoire)

Esperanza matemática del cuadrado de la diferencia entre una *variable aleatoria* y la *esperanza matemática* de dicha variable.

2010 **desviación típica,** δ (símbolo)

E: standard deviation, δ (symbol)

F: écart-type, δ (symbole)

Valor positivo de la raiz cuadrada de la *varianza.*

2011 **valor observado** (en estadística)

E: observed value (in statistics)

F: valeur observée (en statistique)

Valor de una *característica* determinado mediante una observación o *prueba*.

2012 **frecuencia relativa**

E: relative frequency

F: fréquence (statistique)

Relación entre el número de veces que se observa un valor determinado, o que un valor cae dentro de una clase determinada, y el número total de observaciones.

2013 **prueba estadística**

E: statistical test

F: test (statistique)

Procedimiento destinado a decidir si debe rechazarse o no (aceptarse) una hipótesis sobre la distribución de una o más poblaciones.

Nota 1 – La decisión adoptada es consecuencia del valor de uno o más *estadísticos* calculados a partir de valores observados en muestras tomadas de las poblaciones consideradas. El valor del *estadístico* está sujeto a variaciones aleatorias, por lo que existe cierto riesgo de *error* al adoptar la decisión.

Nota 2 – Es importante señalar que, en general, una *prueba* supone *a priori* que se cumplen ciertas hipótesis (por ejemplo, la hipótesis de la independencia de las observaciones, la hipótesis de la normalidad, etc.). Estas hipótesis sirven de base para la *prueba*.

2014 **prueba unilateral**

E: one-sided test

F: test unilatéral

Prueba estadística en la que el *estadístico* utilizado es unidimensional y la *región crítica* es el conjunto de valores inferiores o el conjunto de valores superiores a un número dado.

2015 **prueba bilateral**

E: two-sided test

F: test bilatéral

Prueba estadística en la que el *estadístico* utilizado es unidimensional y la *región crítica* es el conjunto de valores inferior a un primer número dado y el conjunto de valores superior a un segundo número dado.

2016 **hipótesis nula, H_0** (símbolo)

E: null hypothesis, H_0 (symbol)

F: hypothèse nulle; H_0 (symbole)

Hipótesis que debe rechazarse, o no rechazarse (aceptarse) como consecuencia de la *prueba estadística*.

2017 **hipótesis alternativa, H_1** (símbolo)

E: alternative hypothesis, H_1 (symbol)

F: hypothèse alternative, H_1 (symbole)

Hipótesis, generalmente compuesta, que se opone a la *hipótesis nula*.

2018 **región crítica**

E: critical region

F: région critique

Conjunto de valores posibles del *estadístico* utilizado tal que, si el valor del *estadístico* resultante de los *valores observados* pertenece al conjunto, se rechazará la *hipótesis nula*, en tanto que no se rechazará (se aceptará) en el caso contrario.

2019 **valores críticos**

E: critical values

F: valeurs critiques

Valor(es) determinado(s) que limitan la *región crítica.*

2020 **error de primera clase**

E: error of the first kind

F: erreur de première espèce

Error cometido al rechazar la *hipótesis nula*, debido a que el *estadístico* adopta un valor que pertenece a la *región crítica*, cuando la *hipótesis nula* es verdadera.

2021 **riesgo de tipo I**

E: type I risk

F: risque de première espèce

Probabilidad de cometer el *error de primera clase*, que varía según la situación real (en el marco de la *hipótesis nula*). Su valor máximo es el *nivel de significación* de la *prueba estadística.*

2022 **error de segunda clase**

E: error of the second kind

F: erreur de seconde espèce

Error cometido al no rechazar (aceptar) la *hipótesis nula* (debido a que el valor del *estadístico* no pertenece a la *región crítica*), cuando la *hipótesis nula* no es verdadera (por tanto la *hipótesis alternativa* es verdadera).

2023 **riesgo de tipo II**

E: type II risk

F: risque de seconde espèce

Probabilidad, designada por β, de cometer el *error de segunda clase.* Su valor depende de la situación real y sólo puede calcularse si la *hipótesis alternativa* se especifica adecuadamente.

2024 **curva característica de funcionamiento** (para un plan de prueba estadística)

E: operating characteristic curve; *OC curve* (for a statistical test plan)

F: courbe d'efficacité (d'un plan de test)

Curva que muestra, para un determinado plan *de prueba estadística*, la *probabilidad de aceptación* en función del valor real de una *medida* dada.

2025 **(punto de) riesgo del proveedor**

E: producer's risk (point)

F: (point du) risque du fournisseur

Punto de la *curva característica de funcionamiento*, correspondiente a una *probabilidad de rechazo* predeterminada y generalmente baja.

2026 **(punto de) riesgo del consumidor**

E: consumer's risk (point)

F: (point du) risque du client

Punto de la *curva característica de funcionamiento*, correspondiente a una *probabilidad de aceptación* predeterminada y normalmente baja.

2027 **potencia de la prueba**

E: power of the test

F: puissance du test

Probabilidad de no cometer el *error de segunda clase*, igual a $1 - \alpha$, y por tanto la *probabilidad* de rechazar la *hipótesis nula* cuando esta hipótesis es falsa.

2028 **nivel de significación** (de una prueba estadística); **umbral de significación,** α (símbolo)

E: significance level (of a statistical test), α (symbol)

F: niveau de signification (d'un test); *seuil de signification*, α (symbole)

Valor dado que limita la *probabilidad* de que se rechace la *hipótesis nula* si la *hipótesis nula*, es verdadera.

Nota – La *región crítica* se determina de manera que si la *hipótesis nula* es verdadera, la *probabilidad* de que se rechace esta *hipótesis nula* no sea mayor que este valor dado.

2029 **probabilidad de aceptación**

E: probability of acceptance

F: probabilité d'acceptation

Probabilidad de que un *elemento* sea aceptado al aplicar un determinado plan de *prueba estadística.*

2030 **probabilidad de rechazo**

E: probability of rejection

F: probabilité de rejet

Probabilidad de que un *elemento* no sea aceptado al aplicar un determinado plan de *prueba estadística.*

2031 **intervalo de confianza**

E: confidence interval

F: intervalle de confiance

Intervalo aleatorio, limitado por dos *estadísticos* o por un solo *estadístico*, tal que la *probabilidad* de que un parámetro que ha de estimarse pertenezca a este intervalo sea igual a un valor $1 - \alpha$ dado, siendo α el *nivel de significación.*

2032 **intervalo estadístico de tolerancia**

E: statistical tolerance interval

F: intervalle statistique de dispersion

Intervalo aleatorio limitado por dos *estadísticos* o por un solo *estadístico*, tal que la *probabilidad* de que una fracción de la población, igual o superior a un determinado valor comprendido entre 0 y 1, pertenezca a este intervalo sea igual a un valor $1 - \alpha$ dado, siendo α el *nivel de significación.*

2033 **límite de confianza**

E: confidence limit

F: limite de confiance

Cada uno de los límites de un *intervalo de confianza* cerrado o el límite único de un *intervalo de confianza* abierto.

2034 **estimación (de parámetros)**

E: estimation

F: estimation (de paramètres)

Operación destinada a asignar, a partir de los valores observados de una muestra, valores numéricos a los parámetros de la distribución elegida como modelo estadístico de la población de la que se toma esta muestra.

2035 **estimación**

E: estimate

F: estimation

Resultado de una *estimación (de parámetros).*

Nota – Este resultado puede expresarse por un valor numérico único *(estimación puntual)* o por un *intervalo de confianza.*

2036 **estimador**

E: estimator

F: estimateur

Estadístico destinado a estimar un parámetro de una población.

2037 **coeficiente de confianza; nivel de confianza**

E: confidence coefficient; confidence level

F: niveau de confiance

Valor $1 - \alpha$ de la *probabilidad* asociada a un *intervalo de confianza* o a un *intervalo estadístico de tolerancia*, siendo α el *nivel de significación.*

2038 **estadístico**

E: statistic

F: statistique

Función de los *valores observados* de una muestra.

2039 **nivel aceptable** (de una medida)

E: acceptable level (of a measure)

F: niveau acceptable (d'une caractéristique)

Nivel de una *medida* de una característica determinada que en un plan de *prueba* corresponde a una *probabilidad de aceptación* especificada, pero relativamente grande.

ANEXO A

(al suplemento N.° 6)

Lista alfabética de los términos definidos en este suplemento

6020 acción elemental de mantenimiento
6021 acción de mantenimiento
9411 análisis de averías
9406 análisis de esfuerzos
9404 análisis de los modos de avería, sus efectos y su criticidad
9403 análisis de los modos de avería y de sus efectos
9405 análisis en árbol de averías
9501 aprendizaje
9408 árbol de averías
9414 árbol de mantenimiento
9415 (asignación de la mantenibilidad) véase distribución de la mantenibilidad
5301 avería
5318 avería clara
5314 avería completa
5302 avería crítica
5309 avería de diseño
5310 avería de fabricación
5313 avería dependiente de los datos
5312 avería dependiente del programa
5318 (avería determinable) véase avería clara
5319 avería indeterminable
5317 avería intermitente
5320 avería latente
5304 avería mayor
5305 avería menor
5303 avería no crítica
5315 avería parcial
5316 avería permanente
5311 (avería por desgaste) véase avería por envejecimiento
5311 avería por envejecimiento
5308 avería por fragilidad (inherente)
5307 avería por manejo incorrecto
5306 avería por uso incorrecto
5321 avería sistemática
5317 (avería transitoria) véase avería intermitente
5323 averiado
2001 característica
5217 causa de fallo
6030 célula de mantenimiento
8311 cobertura de averías
8312 cobertura de reparaciones
2037 coeficiente de confianza
6027 corrección (de una avería)
9503 crecimiento de la fiabilidad
2007 (cuantil de orden p) véase cuantil-p
2007 cuantil-p
1008 cuantil-p de
8402 (cuantil-p de la demora administrativa) véase cuantil-p del retardo administrativo
8404 (cuantil-p de la demora logística) véase cuantil-p del retardo logístico
8402 cuantil-p del retardo administrativo
8404 cuantil-p del retardo logístico
8307 cuantil-p del tiempo de reparación
8309 cuantil-p del tiempo de reparación activa
2024 curva característica del funcionamiento (para un plan de prueba estadística)
9203 datos de explotación
9202 datos de prueba
9204 datos de referencia
9201 datos observados
5101 defecto
5103 defecto crítico
5111 defecto de diseño
5112 defecto de fabricación
5105 defecto mayor
5106 defecto menor
5104 defecto no crítico
5107 defectuoso
7109 (demora administrativa) véase retardo administrativo
7110 (demora logística) véase retardo logístico
8401 (demora media administrativa) véase retardo medio administrativo
8403 (demora media logística) véase retardo medio logístico
7112 (demora técnica) véase retardo técnico
9112 demostración de la mantenibilidad
2010 desviación típica
6024 detección (de una avería)
6025 diagnóstico (de una avería)
9407 diagrama de bloques de fiabilidad
9409 diagrama de transición de estados
4002 disponibilidad
8105 disponibilidad (asintótica)
8105 (disponibilidad en régimen permanente) véase disponibilidad (asintótica)
8101 disponibilidad instantánea
8111 disponibilidad intantánea de un circuito arrendado
8103 disponibilidad media

8107 disponibilidad media asintótica
9415 distribución de la mantenibilidad
4006 durabilidad
7102 duración equivalente de mantenimiento
8304 duración media equivalente de mantenimiento
3009 duración
3001 elemento
5107 (elemento defectuoso) véase defectuoso
5108 elemento defectuoso crítico
5109 elemento defectuoso mayor
5110 elemento defectuoso menor
3003 elemento no reparado
3002 elemento reparado
9306 enmascaramiento de avería
3001 (entidad) véase elemento
6030 (entidad de mantenimiento) véase célula de mantenimiento
5405 equivocación
5401 error
5402 error de ejecución
5403 error de interacción (hombre-máquina)
2020 error de primera clase
5102 error de programación
2022 error de segunda clase
5404 error propagado
6018 escalón de mantenimiento
2008 esperanza matemática (de una variable aleatoria)
2038 estadístico
5510 estado crítico
5508 estado de disponibilidad
5503 estado de espera (en reserva)
5501 estado de funcionamiento
5505 estado de incapacidad
5506 estado de incapacidad externa
5507 (estado de incapacidad interna) véase estado de indisponibilidad
5507 estado de indisponibilidad
5502 estado de no funcionamiento
5509 estado de ocupación
5509 (estado de ocupado) véase estado de ocupación
5504 estado de reposo
5504 (estado libre) véase estado de reposo
5501 (estado operacional) véase estado de funcionamiento
2035 estimación
2034 estimación (de parámetros)
1004 ... estimado
2036 estimador
3012 explotación
1003 ... extrapolado
8210 factor de aceleración de la intensidad de fallos
8209 factor de aceleración de la tasa de fallos
9110 factor de aceleración temporal
5201 fallo
5214 (fallo irrelevante) véase fallo no pertinente
5213 (fallo relevante) véase fallo pertinente
5212 fallo cataléptico
5202 fallo crítico
5207 fallo de diseño
5208 fallo de fabricación
5219 (fallo determinístico) véase fallo sistemático
5211 fallo gradual
5203 fallo no crítico
5214 fallo no pertinente
5213 fallo pertinente
5211 (fallo por degradación) véase fallo gradual
5211 (fallo por deriva) véase fallo gradual
5209 (fallo por desgaste) véase fallo por envejecimiento
5209 fallo por envejecimiento
5206 fallo por fragilidad (inherente)
5205 fallo por manejo incorrecto
5204 fallo por uso incorrecto
5215 fallo primario
5210 fallo repentino
5219 (fallo reproducible) véase fallo sistemático
5216 fallo secundario
5219 fallo sistemático
4003 fiabilidad
8201 fiabilidad
6001 filosofía de mantenimiento
2012 frecuencia relativa
2005 función de distribución
2006 función densidad de probabilidad
3005 función requerida
2017 hipótesis alternativa
2016 hipótesis nula
7102 (horas-hombre de mantenimiento) véase duración equivalente de mantenimiento
5106 (imperfección) véase defecto menor
9503 (incremento de la fiabilidad) véase crecimiento de la fiabilidad
8106 indisponibilidad asintótica
8102 indisponibilidad instantánea
8104 indisponibilidad media
8108 indisponibilidad media asintótica
1005 (... inherente) véase ... intrínseco
1009 ... intantáneo
3007 instante (de tiempo)
8204 intensidad (instantánea) de fallos
8205 intensidad media de fallos
2031 intervalo de confianza
3008 intervalo de tiempo
2032 intervalo estadístico de tolerancia
1005 ... intrínseco
3001 (ítem) véase elemento

2033 límite de confianza
6018 (línea de mantenimiento) véase escalón de mantenimiento
6026 localización (de una avería)
4005 logística de mantenimiento
4004 mantenibilidad
8301 mantenibilidad
6003 mantenimiento
6012 mantenimiento automático
6015 mantenimiento con degradación de funciones
6014 mantenimiento con discontinuidad de funciones
6005 mantenimiento correctivo
6006 mantenimiento diferido
6023 mantenimiento dirigido
6009 mantenimiento local
6010 mantenimiento no local
6008 mantenimiento no programado
6004 mantenimiento preventivo
6007 mantenimiento programado
6013 mantenimiento que afecta a la función
6011 mantenimiento remoto
6016 mantenimiento sin discontinuidad de funciones
6009 (mantenimiento sobre el terreno) véase mantenimiento local
5218 mecanismo de fallo
8308 (media de horas-hombre de mantenimiento) véase duración media equivalente de mantenimiento
2008 (media de una variable aleatoria) véase esperanza matemática (de una variable aleatoria)
3011 medida
1007 ... medio (adjetivo)
9504 mejora de la fiabilida
9410 modelo de esfuerzos
9402 modelo de fiabilidad
9412 modelo de mantenibilidad
3013 modificación (de un elemento)
5322 modo de avería
3006 modo de funcionamiento
2039 nivel aceptable (una medida)
2037 (nivel de confianza) véase coeficiente de confianza
6019 nivel de intervención (para el mantenimiento)
6017 nivel de mantenimiento
2028 nivel de significación (de una prueba estadística)
3011 (operación) véase explotación
1006 ... operacional
7306 periodo de fallos inicial
7309 periodo de fallos por envejecimiento
7307 periodo de intensidad de fallos constante
7308 periodo de tasa de fallos constante
7204 periodo no requerido
7203 periodo requerido
6002 política de mantenimiento
2027 potencia de prueba
9401 (predicción) véase previsión
9413 (predicción de mantenibilidad) véase previsión de la mantenibilidad
1002 (... predicho) véase ... previsto
9304 prevención de fallos
9401 previsión
9413 previsión de mantenibilidad
1002 ... previsto
2002 probabilidad
2029 probabilidad de aceptación
2030 probabilidad de rechazo
2004 proceso aleatorio
2004 (proceso estocástico) véase proceso aleatorio
9505 programa de mantenibilidad
9101 prueba
9107 prueba acelerada
2015 prueba bilateral
9102 prueba de conformidad
9103 prueba de determinación
9108 prueba de esfuerzo escalonado
9104 prueba de laboratorio
9106 prueba de resistencia
9109 prueba de selección
9105 prueba en condiciones de explotación
9105 (prueba en condiciones reales) véase prueba en condiciones de explotación
2013 prueba estadística
2014 prueba unilateral
2026 (punto de) riesgo del consumidor
2025 (punto de) riesgo del proveedor
9301 redundancia
9302 redundancia activa
9303 (redundancia de reserva) véase redundancia pasiva
9303 redundancia pasiva
2018 región crítica
6005 (reparación) véase mantenimiento correctivo
6029 restablecimiento
6029 (restauración) véase restablecimiento
7109 retardo administrativo (para el mantenimiento correctivo)
7110 retardo logístico
8401 retardo medio administrativo
8403 retardo medio logístico
7112 retardo técnico
2021 riesgo de tipo I
2023 riesgo de tipo II
9502 rodaje
4001 seguridad de funcionamiento
6022 supervisión
6021 (tarea de mantenimiento) véase acción de mantenimiento
8202 tasa (instantánea) de fallos
8302 tasa (instantánea) de reparaciones

8203 tasa media de fallos
8303 tasa media de reparaciones
6011 (telemantenimiento) véase mantenimiento remoto
3010 tiempo acumulado
7304 tiempo de avería
7111 tiempo de corrección de una avería
7211 tiempo de disponibilidad
7205 tiempo de espera (en reserva)
7201 tiempo de funcionamiento
7207 tiempo de incapacidad
7210 tiempo de incapacidad externa
7208 tiempo de indisponibilidad
7209 tiempo de indisponibilidad acumulado
7114 tiempo de localización de una avería
7101 tiempo de mantenimiento
7103 tiempo de mantenimiento activo
7105 (tiempo de mantenimiento correctivo) véase tiempo de reparación
7107 (tiempo de mantenimiento correctivo activo) véase tiempo de reparación activo
7104 tiempo de mantenimiento preventivo
7106 tiempo de mantenimiento preventivo activo
7108 tiempo de no detección de una avería
7202 tiempo de no funcionamiento
7105 tiempo de reparación
7107 tiempo de reparación activo
7206 tiempo de reposo
7113 tiempo de verificación (de funcionamiento)
7303 tiempo entre fallos
7302 tiempo hasta el fallo
7801 tiempo hasta el primer fallo
7206 (tiempo libre) véase tiempo de reposo
8110 tiempo medio acumulado de indisponibilidad
8109 tiempo medio de disponibilidad
8305 tiempo medio de indisponibilidad
8306 tiempo medio de reparación
8308 tiempo medio de reparación activa
8208 tiempo medio entre fallos
8207 tiempo medio hasta el fallo
8206 tiempo medio hasta el primer fallo
8310 tiempo medio hasta el restablecimiento
7206 (tiempo muerto) véase tiempo de reposo
9305 tolerancia a las averías
2028 (umbral de significación) véase nivel de significación (de una prueba estadística)
2011 valor observado (en estadística)
2019 valores críticos
9204 (valores de referencia) véase datos de referencia
9201 (valores observados) véase datos observados
2003 variable aleatoria
2009 varianza (de una variable aleatoria)
1001 ... verdadero
6028 verificación de funcionamiento
9111 verificación de la mantenibilidad
7305 vida útil

ANEXO B

(a la parte I del suplemento N.° 6)

Relaciones entre los conceptos de defecto, fallo y avería

CUADRO B-1

Defecto	Fallo	Avería
Defecto crítico	Fallo crítico	Avería crítica
Defecto no crítico	Fallo no crítico	Avería no crítica
Defecto mayor	–	Avería mayor
Defecto menor	–	Avería menor
–	Fallo por uso incorrecto	Avería por uso incorrecto
–	Fallo por manejo incorrecto	Avería por manejo incorrecto
–	Fallo por fragilidad inherente	Avería por fragilidad inherente
Defecto de diseño	Fallo de diseño	Avería de diseño
Defecto de fabricación	Fallo de fabricación	Avería de fabricación
–	Fallo por envejecimiento	Avería por envejecimiento
–	Fallo repentino	–
–	Fallo gradual	–
–	Fallo cataléptico	–
–	Fallo pertinente	–
–	Fallo no pertinente	–
–	Fallo primario	–
–	Fallo secundario	–
–	Causa de fallo	–
–	Mecanismo de fallo	–
–	–	Avería dependiente del programa
–	–	Avería dependiente de los datos
–	–	Avería completa
–	–	Avería parcial
–	–	Avería permanente
–	–	Avería intermitente
–	–	Modo de avería
–	–	Avería determinable
–	–	Avería indeterminable
–	–	Avería latente
–	Fallo sistemático	Avería sistemática
Error de programación	–	–

ANEXO C

(a la parte I del suplemento N.º 6)

Lista de símbolos y siglas recomendados

α	Nivel de significación
β	Riesgo de tipo II
$\lambda(t)$	Tasa instantánea de fallos
$\bar{\lambda}(t_1, t_2)$	Tasa media de fallos [en el intervalo de tiempo (t_1, t_2)]
$\mu(t)$	Tasa instantánea de reparaciones
$\bar{\mu}(t_1, t_2)$	Tasa media de reparaciones [en el intervalo de tiempo (t_1, t_2)]
δ	Desviación típica
A	Disponibilidad asintótica
$A(t)$	Disponibilidad instantánea
$\bar{A}$	Disponibilidad media asintótica
$\bar{A}(t_1, t_2)$	Disponibilidad media [en el intervalo de tiempo (t_1, t_2)]
$E(X)$	Esperanza matemática
$f(x)$	Función densidad de probabilidad
$F(x)$	Función de distribución
FMEA	Análisis de los modos de avería y de sus efectos
FMECA	Análisis de los modos de avería, sus efectos y su criticidad
FTA	Análisis en árbol de averías
H_0	Hipótesis nula
H_1	Hipótesis alternativa
MAD	Retardo medio administrativo
MART	Tiempo medio de reparación activa
MLD	Retardo medio logístico
MMH	Duración equivalente de mantenimiento
MRT	Tiempo medio de reparación
MTBF	Tiempo medio entre fallos
MTTF	Tiempo medio hasta el fallo
MTTFF	Tiempo medio hasta el primer fallo
MTTR	Tiempo medio hasta el restablecimiento
$N(t_1, t_2)$	Número de fallos [en el intervalo de tiempo (t_1, t_2)]
R	Fiabilidad
TMAI	Tiempo medio acumulado de indisponibilidad
TMD	Tiempo medio de disponibilidad
TMI	Tiempo medio de indisponibilidad
TTR	Tasa de tomas con respuesta
U	Indisponibilidad asintótica
$U(t)$	Indisponibilidad instantánea
$\bar{U}$	Indisponibilidad media asintótica
$\bar{U}(t_1, t_2)$	Indisponibilidad media [en el intervalo de tiempo (t_1, t_2)]
$z(t)$	Intensidad instantánea de fallos
$\bar{z}(t_1, t_2)$	Intensidad media de fallos [en el intervalo de tiempo (t_1, t_2)]

GUÍA PARA EVALUAR Y REALIZAR REDES DE ENCAMINAMIENTO ALTERNATIVO

Para la evaluación de redes de encaminamiento alternativo se utiliza un procedimiento sistemático que consiste en una serie de pasos.

Estos pasos se indican en el organigrama del anexo A y tienen carácter informativo. Las Administraciones podrán ampliar, suprimir o cambiar el orden de esos pasos según las circunstancias.

Los pasos pueden agruparse en los seis procesos siguientes:

- Identificación de una ruta alternativa.
- Examen preliminar.
- Recogida de datos.
- Evaluación.
- Realización.
- Supervisión.

1 Identificación de una ruta alternativa

Una Administración terminal elige una ruta alternativa.

Se llega a un acuerdo provisional con la otra Administración terminal para utilizar la ruta alternativa elegida y ambas Administraciones terminales llegan a un acuerdo provisional con la Administración de tránsito para explorar la utilización de su red como ruta alternativa.

Si no se logra un acuerdo provisional sobre una ruta alternativa, se elige otra ruta alternativa y, si no hay ninguna, se abandona el procedimiento.

2 Examen preliminar

Utilizando los datos disponibles, los servicios de las Administraciones terminales encargados de la transmisión, el encaminamiento y de que se completen las llamadas, analizan las posibilidades de utilización de la ruta alternativa.

Si se formula una objeción, se elige otra ruta alternativa y, si no hay ninguna, se abandona el procedimiento.

3 Recogida de datos

Antes de evaluar la ruta alternativa propuesta, se envía un cuestionario a todas las Administraciones interesadas, a fin de obtener información adicional.

El cuestionario puede incluir cuestiones sobre la transmisión, el encaminamiento, las tasas de eficacia, los perfiles de tráfico, los costes de los circuitos y las tarifas de tránsito.

Si no se reciben respuestas al cuestionario o si la información facilitada indica que la ruta alternativa no es adecuada, se elige otra ruta alternativa, y si no hay ninguna disponible, se abandona el procedimiento.

4 Evaluación

Se dimensiona la red de encaminamiento alternativo de conformidad con la Recomendación E.522.

Si se necesitan más circuitos en la ruta alternativa y el número de circuitos requeridos es superior a la capacidad disponible, se elige otra ruta alternativa. Si no hay ninguna otra ruta alternativa disponible, las Administraciones pueden optar por mantener la ruta alternativa elegida y aceptar los consiguientes inconvenientes en cuanto al coste.

5 Realización

Se efectúan las negociaciones finales, persiguiendo la aprobación por todas las Administraciones interesadas en la red de encaminamiento alternativo.

Las negociaciones comprenden el procedimiento para el envío de informes y la responsabilidad de registrar el desbordamiento de tráfico hacia la ruta alternativa.

Si no puede lograrse un acuerdo final, se elige otra ruta alternativa, y si no hay ninguna disponible, se abandona el procedimiento.

6 Supervisión

Se registran e intercambian datos, a intervalos regulares, sobre el volumen del tráfico y la calidad de funcionamiento de la ruta alternativa.

ANEXO A

(al suplemento N.° 7)

Organigrama del procedimiento de evaluación y realización de redes de encaminamiento alternativo

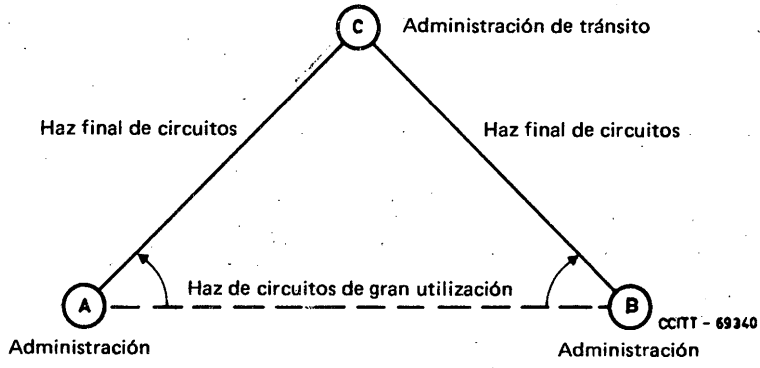
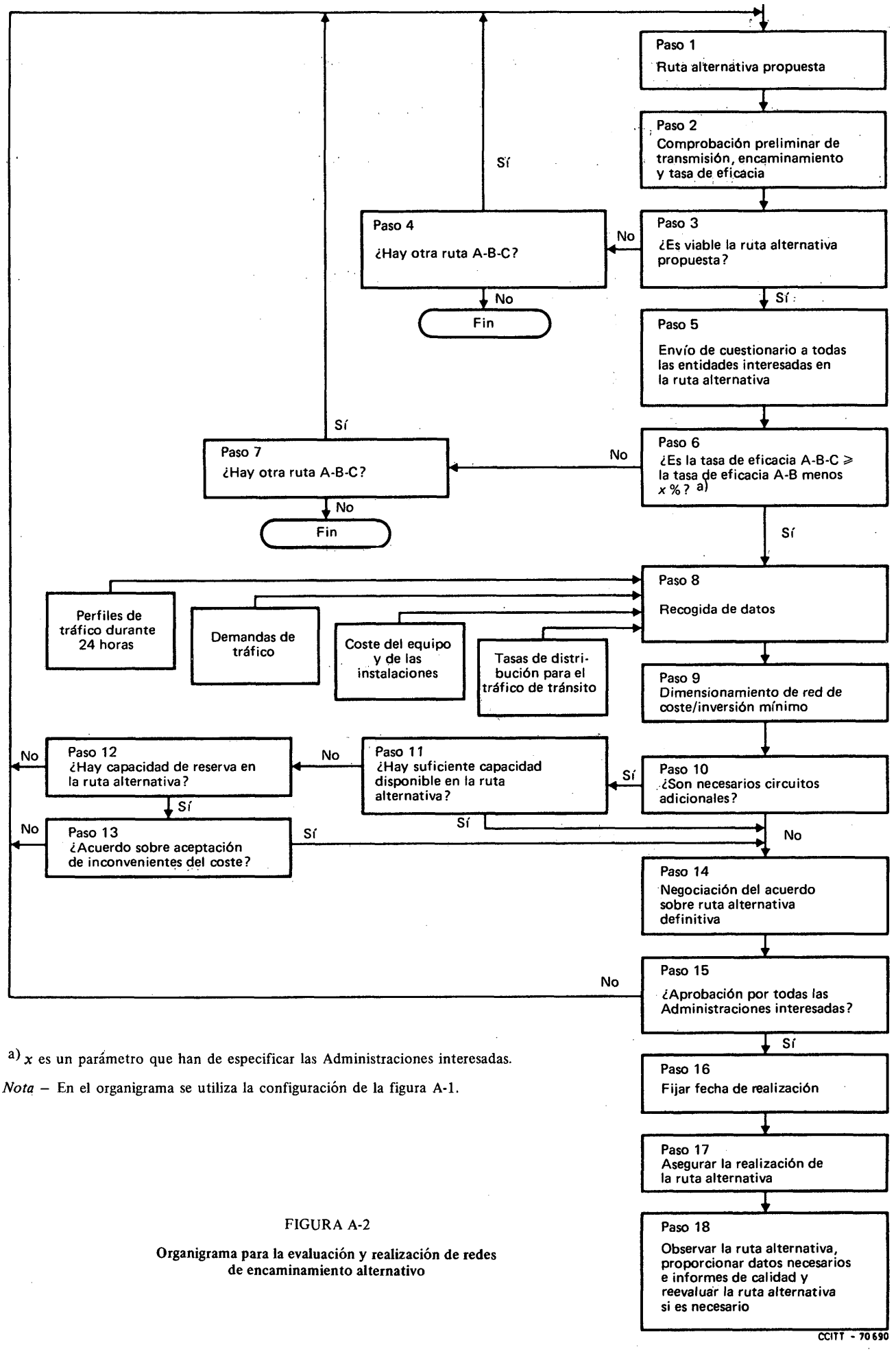


FIGURA A-1

Red de encaminamiento alternativo



a) x es un parámetro que han de especificar las Administraciones interesadas.

Nota – En el organigrama se utiliza la configuración de la figura A-1.

FIGURA A-2

Organigrama para la evaluación y realización de redes de encaminamiento alternativo

ISBN 92-61-03273-7