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

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

LIVRE BLEU

TOME IV – FASCICULE IV.4

SPÉCIFICATIONS DES APPAREILS DE MESURE

RECOMMANDATIONS DE LA SÉRIE O

IXe ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
MELBOURNE, 14-25 NOVEMBRE 1988

Genève 1989

UNION INTERNATIONALE DES TÉLÉCOMMUNICATIONS

CCITT

COMITÉ CONSULTATIF
INTERNATIONAL
TÉLÉGRAPHIQUE ET TÉLÉPHONIQUE

LIVRE BLEU

TOME IV – FASCICULE IV.4

SPÉCIFICATIONS DES APPAREILS DE MESURE

RECOMMANDATIONS DE LA SÉRIE O

IXe ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE
MELBOURNE, 14-25 NOVEMBRE 1988

BIBLIOTHÈQUE DE L' UIT GENÈVE

Genève 1989

ISBN 92-61-03432-2

© UIT

Imprimé en Suisse

CONTENU DU LIVRE DU CCITT
EN VIGUEUR APRÈS LA NEUVIÈME ASSEMBLÉE PLÉNIÈRE (1988)

LIVRE BLEU

Tome I

FASCICULE I.1 – Procès-verbaux et rapports de l'Assemblée plénière.

Liste des Commissions d'études et des Questions mises à l'étude.

FASCICULE I.2 – Vœux et Résolutions.

Recommandations sur l'organisation du travail du CCITT (série A).

FASCICULE I.3 – Termes et définitions. Abréviations et acronymes. Recommandations sur les moyens d'expression (série B) et les Statistiques générales des télécommunications (série C).

FASCICULE I.4 – Index du Livre bleu.

Tome II

FASCICULE II.1 – Principes généraux de tarification – Taxation et comptabilité dans les services internationaux de télécommunications. Recommandations de la série D (Commission d'études III).

FASCICULE II.2 – Service téléphonique et RNIS – Exploitation, numérotage, acheminement et service mobile. Recommandations E.100 à E.333 (Commission d'études II).

FASCICULE II.3 – Service téléphonique et RNIS – Qualité de service, gestion du réseau et ingénierie du trafic. Recommandations E.401 à E.880 (Commission d'études II).

FASCICULE II.4 – Services de télégraphie et mobile. Exploitation et qualité de service. Recommandations F.1 à F.140 (Commission d'études I).

FASCICULE II.5 – Services de télématique, de transmission de données et de téléconférence – Exploitation et qualité de service. Recommandations F.160 à F.353, F.600, F.601, F.710 à F.730 (Commission d'études I).

FASCICULE II.6 – Services de traitement des messages et d'annuaire – Exploitation et définition du service. Recommandations F.400 à F.422, F.500 (Commission d'études I).

Tome III

FASCICULE III.1 – Caractéristiques générales des communications et des circuits téléphoniques internationaux. Recommandations G.100 à G.181 (Commissions d'études XII et XV).

FASCICULE III.2 – Systèmes internationaux analogiques à courants porteurs. Recommandations G.211 à G.544 (Commission d'études XV).

FASCICULE III.3 – Supports de transmission – Caractéristiques. Recommandations G.601 à G.654 (Commission d'études XV).

FASCICULE III.4 – Aspects généraux des systèmes de transmission numériques; équipements terminaux. Recommandations G.700 à G.795 (Commissions d'études XV et XVIII).

FASCICULE III.5 – Réseaux numériques, sections numériques et systèmes de ligne numérique. Recommandations G.801 à G.961 (Commissions d'études XV et XVIII).

FASCICULE III.6 – Utilisation des lignes pour la transmission des signaux autres que téléphoniques. Transmissions radiophoniques et télévisuelles. Recommandations des séries H et J (Commission d'études XV).

FASCICULE III.7 – Réseau numérique avec intégration des services (RNIS) – Structure générale et possibilités de service. Recommandations I.110 à I.257 (Commission d'études XVIII).

FASCICULE III.8 – Réseau numérique avec intégration des services (RNIS) – Aspects généraux et fonctions globales du réseau, interfaces usager-réseau RNIS. Recommandations I.310 à I.470 (Commission d'études XVIII).

FASCICULE III.9 – Réseau numérique avec intégration des services (RNIS) – Interfaces entre réseaux et principes de maintenance. Recommandations I.500 à I.605 (Commission d'études XVIII).

Tome IV

FASCICULE IV.1 – Principes généraux de maintenance, maintenance des systèmes de transmission internationaux et de circuits téléphoniques internationaux. Recommandations M.10 à M.782 (Commission d'études IV).

FASCICULE IV.2 – Maintenance des circuits internationaux télégraphiques, phototélégraphiques et loués. Maintenance du réseau téléphonique public international. Maintenance des systèmes maritimes à satellites et de transmission de données. Recommandations M.800 à M.1375 (Commission d'études IV).

FASCICULE IV.3 – Maintenance des circuits radiophoniques internationaux et transmissions télévisuelles internationales. Recommandations de la série N (Commission d'études IV).

FASCICULE IV.4 – Spécifications des appareils de mesure. Recommandations de la série O (Commission d'études IV).

Tome V – Qualité de la transmission téléphonique. Recommandations de la série P (Commission d'études XII).

Tome VI

FASCICULE VI.1 – Recommandations générales sur la commutation et la signalisation téléphoniques. Fonctions et flux d'information pour les services du RNIS. Suppléments. Recommandations Q.1 à Q.118 *bis* (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.2 – Spécifications des Systèmes de signalisation n°s 4 et 5. Recommandations Q.120 à Q.180 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.3 – Spécifications du Système de signalisation n° 6. Recommandations Q.251 à Q.300 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.4 – Spécifications des Systèmes de signalisation R1 et R2. Recommandations Q.310 à Q.490 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.5 – Centraux numériques locaux, de transit, combinés et internationaux dans les réseaux numériques intégrés et les réseaux mixtes analogiques-numériques. Suppléments. Recommandations Q.500 à Q.554 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.6 – Interfonctionnement des systèmes de signalisation. Recommandations Q.601 à Q.699 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.7 – Spécifications du Système de signalisation n° 7. Recommandations Q.700 à Q.716 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.8 – Spécifications du Système de signalisation n° 7. Recommandations Q.721 à Q.766 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.9 – Spécifications du Système de signalisation n° 7. Recommandations Q.771 à Q.795 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.10 – Système de signalisation d'abonné numérique n° 1 (SAN 1), couche liaison de données. Recommandations Q.920 à Q.921 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.11 – Système de signalisation d'abonné numérique n° 1 (SAN 1), couche réseau, gestion usager-réseau. Recommandations Q.930 à Q.940 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.12 – Réseau mobile terrestre public, interfonctionnement du RNIS avec le RTPC. Recommandations Q.1000 à Q.1032 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.13 – Réseau mobile terrestre public. Sous-système application mobile et interface associées. Recommandations Q.1051 à Q.1063 (Commission d'études XI).

FASCICULE VI.14 – Interfonctionnement avec les systèmes mobiles à satellites. Recommandations Q.1100 à Q.1152 (Commission d'études XI).

Tome VII

FASCICULE VII.1 – Transmission télégraphique. Recommandations de la série R. Equipements terminaux pour les services de télégraphie. Recommandations de la série S (Commission d'études IX).

FASCICULE VII.2 – Commutation télégraphique. Recommandations de la série U (Commission d'études IX).

FASCICULE VII.3 – Equipements terminaux et protocoles pour les services de télématique. Recommandations T.0 à T.63 (Commission d'études VIII).

FASCICULE VII.4 – Procédures d'essai de conformité pour les Recommandations télétex. Recommandation T.64 (Commission d'études VIII).

FASCICULE VII.5 – Equipements terminaux et protocoles pour les services de télématique. Recommandations T.65 à T.101, T.150 à T.390 (Commission d'études VIII).

FASCICULE VII.6 – Equipements terminaux et protocoles pour les services de télématique. Recommandations T.400 à T.418 (Commission d'études VIII).

FASCICULE VII.7 – Equipements terminaux et protocoles pour les services de télématique. Recommandations T.431 à T.564 (Commission d'études VIII).

Tome VIII

FASCICULE VIII.1 – Communication de données sur le réseau téléphonique. Recommandations de la série V (Commission d'études XVII).

FASCICULE VIII.2 – Réseaux de communications de données: services et facilités, interfaces. Recommandations X.1 à X.32 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.3 – Réseaux de communications de données: transmission, signalisation et commutation, réseau, maintenance et dispositions administratives. Recommandations X.40 à X.181 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.4 – Réseaux de communications de données: interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Modèle et notation, définition du service. Recommandations X.200 à X.219 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.5 – Réseaux de communications de données: interconnexion de systèmes ouverts (OSI) – Spécifications de protocole, essai de conformité. Recommandations X.220 à X.290 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.6 – Réseaux de communications de données: interfonctionnement entre réseaux, systèmes mobiles de transmission de données, gestion inter-réseaux. Recommandations X.300 à X.370 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.7 – Réseaux de communications de données: systèmes de messagerie. Recommandations X.400 à X.420 (Commission d'études VII).

FASCICULE VIII.8 – Réseaux de communications de données: annuaire. Recommandations X.500 à X.521 (Commission d'études VII).

Tome IX – Protection contre les perturbations. Recommandations de la série K (Commission d'études V). Construction, installation et protection des câbles et autres éléments d'installations extérieures. Recommandations de la série L (Commission d'études VI).

Tome X

FASCICULE X.1 – Langage de spécification et de description fonctionnelles (LDS). Critères d'utilisation des techniques de description formelles (TDF). Recommandation Z.100 et Annexes A, B, C et E, Recommandation Z.110 (Commission d'études X).

FASCICULE X.2 – Annexe D de la Recommandation Z.100: directives pour les usagers du LDS (Commission d'études X).

FASCICULE X.3 – Annexe F.1 de la Recommandation Z.100: définition formelle du LDS. Introduction (Commission d'études X).

FASCICULE X.4 – Annexe F.2 de la Recommandation Z.100: définition formelle du LDS. Sémantique statique (Commission d'études X).

FASCICULE X.5 – Annexe F.3 de la Recommandation Z.100: définition formelle du LDS. Sémantique dynamique (Commission d'études X).

FASCICULE X.6 – Langage évolué du CCITT (CHILL). Recommandation Z.200 (Commission d'études X).

FASCICULE X.7 – Langage homme-machine (LHM). Recommandations Z.301 à Z.341 (Commission d'études X).

TABLE DES MATIÈRES DU FASCICULE IV.4 DU LIVRE BLEU

Partie I – Recommandations de la série O

Spécifications pour appareils de mesure

N° de la Rec.		Page
SECTION 1 – *Considérations générales*		
O.1	Portée et application des Recommandations de la série O	3
O.3	Conditions climatiques et essais correspondants applicables aux appareils de mesure	6
O.6	Fréquence d'essai de référence de 1020 Hz	8
O.9	Montages à réaliser pour mesurer le degré de dissymétrie par rapport à la terre	9
SECTION 2 – *Accès pour la maintenance*		
O.11	Lignes d'accès pour la maintenance	17
SECTION 3 – *Systèmes de mesure automatiques et semi-automatiques*		
O.22	Appareil automatique de mesure de la transmission et d'essais de la signalisation du CCITT AAMT n° 2	23
O.25	Système semi-automatique d'essais en circuit de suppresseurs d'écho (SESE)	50
O.27	Appareil d'essai d'annuleurs d'écho en station	57
O.31	Appareil automatique de mesure pour les circuits radiophoniques	64
O.32	Appareil automatique de mesure pour les paires stéréophoniques des circuits radiophoniques	72
O.33	Appareil de mesure automatique pour la mesure rapide des circuits, liaisons et communications radiophoniques, monophoniques et stéréophoniques	82
SECTION 4 – *Appareils de mesure pour paramètres analogiques*		
O.41	Psophomètre utilisé sur des circuits de type téléphonique	94
O.42	Appareil de mesure de la distorsion non linéaire utilisant la méthode d'intermodulation à quatre tonalités	101
O.51	Volumètres	105
O.61	Appareil simple pour le comptage des interruptions sur des circuits de type téléphonique	105

O.62 Appareil perfectionné pour le comptage d'interruptions sur des circuits de type téléphonique 107

O.71 Appareil de mesure du bruit impulsif sur les circuits de type téléphonique 109

O.72 Caractéristiques d'un appareil de mesure du bruit impulsif pour la transmission de données à large bande 112

O.81 Appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour circuits de type téléphonique 113

O.82 Appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour la gamme 5 à 600 kHz . . 119

O.91 Appareil de mesure de la gigue de phase sur des circuits de type téléphonique 125

O.95 Appareil de comptage des variations brusques de phase et d'amplitude sur des circuits de type téléphonique 128

O.111 Appareil pour la mesure de l'écart de fréquence sur voies à courants porteurs 131

SECTION 5 – *Appareils pour la mesure de paramètres numériques et analogiques/numériques*

O.131 Appareil pour la mesure de la distorsion de quantification utilisant un bruit pseudo-aléatoire comme signal d'essai 137

O.132 Appareil de mesure de la distorsion de quantification utilisant un signal d'essai sinusoïdal 143

O.133 Appareils destinés à mesurer la qualité de fonctionnement de codeurs et decodeurs MIC 145

O.151 Appareil pour la mesure de la qualité en terme d'erreurs dans les systèmes numériques aux débits primaires et au-dessus 171

O.152 Appareil de mesure de la qualité en terme d'erreurs sur les conduits numériques à 64 kbit/s 176

O.153 Paramètres fondamentaux pour la mesure de la qualité en terme d'erreurs aux débits binaires inférieurs au débit primaire 179

O.161 Appareil destiné à la surveillance en service des violations du code pour les systèmes numériques 183

O.162 Appareil de surveillance en service de signaux à 2048 kbit/s 186

O.163 Appareil de surveillance en service sur signaux de 1544 kbit/s 191

O.171 Appareil de mesure de la gigue de rythme pour systèmes numériques 195

Partie II – Suppléments aux Recommandations de la série O

(Section 3 des suppléments aux Recommandations des séries M, N et O)

3 Spécifications des instruments de mesure

Supplément n° 3.1 Spécifications à exiger pour les appareils de mesure – Générateurs de fréquences sinusoïdales et instruments de mesure du niveau 207

Supplément n° 3.2 Appareils pour la mesure des bruits sur les circuits de télécommunications 211

Supplément n° 3.3 Caractéristiques principales des indicateurs de volume 211

N° de la Rec.		Page
Supplément n° 3.4	Critères d'interfonctionnement entre des appareils de mesure de la distorsion de quantification de modèles différents	211
Supplément n° 3.5	(Supprimé)	211
Supplément n° 3.6	Appareil de mesure de la diaphonie pour les systèmes de transmission à courants porteurs sur paires coaxiales	211
Supplément n° 3.7	Signal de mesure (signal d'essai à tonalités multiples) permettant de mesurer rapidement l'amplitude et la phase sur les circuits de type téléphonique	216
Supplément n° 3.8	Directives concernant la mesure de la gigue	219

MODIFICATIONS AUX RECOMMANDATIONS DE LA SÉRIE O

Remaniement du tome IV du Livre du CCITT

A la suite de certains réaménagements du tome IV du *Livre rouge* du CCITT, quelques Recommandations existantes ont été déplacées (ou renumérotées). Elles sont maintenant publiées dans d'autres sections de ce volume.

Ces changements sont indiqués ci-après pour faciliter la lecture du tome IV du *Livre bleu* du CCITT.

Livre rouge du CCITT (Malaga-Torremolinos, 1984)	*Livre bleu du CCITT* (Melbourne, 1988)
O.121	O.9
O.141	O.25

NOTES PRÉLIMINAIRES

1 Certains suppléments énumérés dans la table des matières ne sont pas publiés dans le *Livre bleu.* Des renseignements les concernant pourront être trouvés dans les pages indiquées dans la table des matières.

2 Les questions confiées à chaque Commission d'études pour la période 1989-1992 figurent dans la contribution n° 1 de la Commission correspondante.

3 Dans ce fascicule, l'expression «Administration» est utilisée pour désigner de façon abrégée aussi bien une administration de télécommunications qu'une exploitation privée reconnue de télécommunications.

PARTIE I

Recommandations de la série O

SPÉCIFICATIONS POUR APPAREILS DE MESURE

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

SECTION 1

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

Recommandation O.1

PORTÉE ET APPLICATION DES RECOMMANDATIONS DE LA SÉRIE O

(Melbourne, 1988)

1 Portée des Recommandations de la série O

Le CCITT formule diverses Recommandations concernant:

a) les spécifications essentielles des équipements de télécommunication, et

b) les questions d'exploitation, par exemple les procédures de mise en service des circuits et les contrôles périodiques de la qualité de fonctionnement.

Les types d'essais de conformité des équipements aux spécifications de ces deux catégories de Recommandations étant par nature très différents, les appareils d'essais choisis sont souvent différents.

Les essais de la catégorie a) sont en général plus complets. Ils ont pour objet de certifier la conformité des systèmes avec les objectifs de conception (en se fondant souvent sur des mesures d'échantillons ou d'équipements prototypes), et à ce titre ils doivent constituer des essais de recette préalables à l'installation des équipements dans le réseau des Administrations. Ces essais sont rarement effectués périodiquement et d'une manière générale le CCITT ne formule pas de Recommandations applicables aux appareils de mesure destinés à ces essais.

En revanche, les essais de la catégorie b) sont utilisés systématiquement et de manière répétitive; compte tenu de leur application généralisée, d'autres éléments peuvent entrer en ligne de compte; en particulier:

1) les résultats doivent être conformes lorsque les essais sont effectués au moyen d'appareils de mesure fournis par différents fabricants, et

2) une technique de mesure unique doit être appliquée pour assurer la compatibilité lorsqu'un essai exige l'utilisation d'appareils de mesure aux deux extrémités d'un circuit international.

C'est surtout pour répondre à ces exigences que le CCITT publie les Recommandations de la série O.

Les observations susmentionnées s'appliquent aussi bien aux techniques analogiques qu'aux techniques numériques.

2 Application de l'appareillage de mesure pour emploi sur les systèmes de transmission numérique

La présente section vise à faciliter le choix et l'application des spécifications des Recommandations de la série O qui concernent les appareils de mesure et d'essai destinés aux multiplexeurs de données et aux multiplexeurs MIC primaires ainsi qu'aux systèmes de transmission numérique.

Il existe deux catégories d'applications:

a) les mesures et les indications relatives aux multiplexeurs MIC primaires;

b) les mesures et les indications relatives aux systèmes de transmission numérique: systèmes de ligne numérique, circuits numériques et multiplexeurs numériques.

Les figures 1/O.1 et 2/O.1 montrent la gamme des essais et des mesures que l'on peut appliquer aux multiplexeurs MIC primaires, respectivement à l'émission et à la réception.

Les tableaux 1/O.1 et 2/O.1 montrent la gamme des essais et des mesures que l'on peut appliquer aux systèmes de transmission numérique.

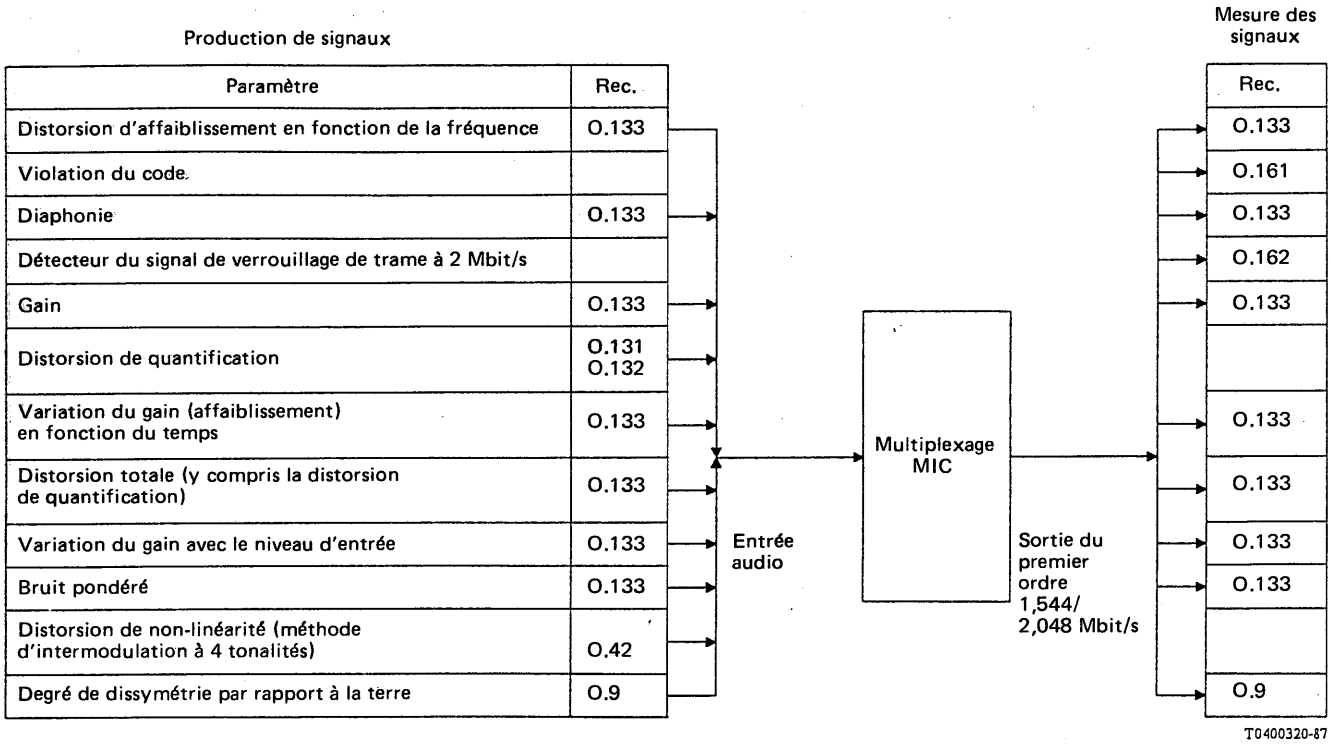
Les figures indiquent les Recommandations de la série O pertinentes qui s'appliquent à chaque paramètre de mesure et d'essai et montrent l'interface de connexion de l'appareil d'essai.

Par exemple:

Pour mesurer la distorsion de quantification sur un multiplexeur MIC primaire.

La figure 1/O.1 montre que les appareils conformes aux Recommandations O.131 et O.132 peuvent être employés et connectés à l'interface d'entrée audio du codeur d'émission.

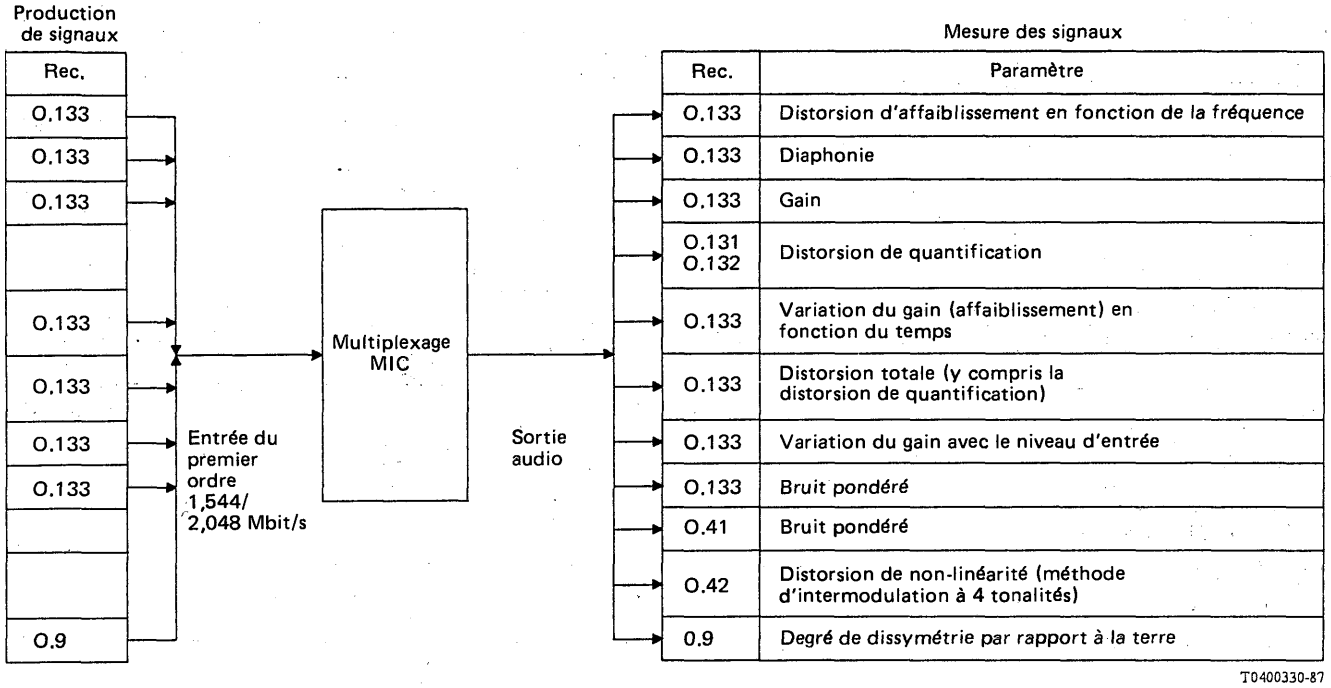
La figure 2/O.1 montre que des appareils similaires sont connectés à l'interface de sortie audio du décodeur de réception pour compléter le trajet de mesure.



Remarque — Les mesures effectuées via l'interface numérique d'un multiplexeur MIC primaire sont généralement applicables aussi aux transmultiplexeurs conformes aux Recommandations G.793 [1] et G.794 [2]. On suppose qu'un générateur de signaux d'essai analogiques est utilisé lorsqu'il y a lieu.

FIGURE 1/O.1

Liste d'essais et de mesures applicables aux multiplexeurs MIC primaires à l'émission



Remarque — Les mesures effectuées via l'interface numérique du multiplexeur MIC primaire sont généralement applicables aussi aux transmultiplexeurs conformes aux Recommandations G.793 [1] et G.794 [2]. On suppose qu'un paramètre de mesure des signaux d'essai analogiques est utilisé lorsqu'il y a lieu.

FIGURE 2/O.1

Liste d'essais et de mesures applicables aux multiplexeurs MIC primaires à la réception

TABLEAU 1/O.1

Liste d'essais et de mesures applicables aux systèmes de transmission numérique à l'émission

Niveau hiérarchique du système		Premier ordre	Deuxième ordre	Troisième ordre	Quatrième ordre
Débit binaire	64 kbit/s	1544 2048 kbit/s	6312 8448 kbit/s	32 064 34 368 44 736 kbit/s	139,264 Mbit/s
Paramètre	Recommandation				
Performance d'erreur	O.152	O.151	O.151	O.151	O.151
Gigue de rythme	O.171	O.171	O.171	O.171	O.171

TABLEAU 2/O.1

Liste d'essais et de mesures applicables aux systèmes de transmission numérique à l'émission

Niveau hiérarchique du système		Premier ordre	Deuxième ordre	Troisième ordre	Quatrième ordre
Débit binaire	64 kbit/s	1544 2048 kbit/s	6312 8448 kbit/s	32 064 34 368 44.736 kbit/s	139,264 Mbit/s
Paramètre	Recommandation				
Performance d'erreur	O.152	O.151	O.151	O.151	O.151
Violations du code		O.161	O.161		
Détecteur du signal de verrouillage de trame		O.162 (2 Mbit/s)			
Gigue de rythme	O.171	O.171	O.171	O.171	O.171

3 Application de l'appareillage de mesure pour emploi sur les systèmes de transmission analogique

A l'étude.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de transmultiplexage à 60 voies*, tome III, Rec. G.793.

[2] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de transmultiplexage à 24 voies*, tome III, Rec. G.794.

Recommandation O.3

CONDITIONS CLIMATIQUES ET ESSAIS CORRESPONDANTS APPLICABLES AUX APPAREILS DE MESURE

(Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

Les Recommandations de la série O donnent les spécifications d'appareils de mesure destinés à une large gamme d'applications. La fiabilité de ces appareils est déterminante pour la maintenance des équipements et des réseaux de télécommunications. Cette fiabilité peut être affectée par les conditions ambiantes auxquelles l'équipement est exposé pendant son utilisation.

La présente Recommandation précise une gamme de conditions climatiques applicables à l'exploitation des appareils de mesure spécifiés dans les Recommandations de la série O. Elle définit en outre les conditions climatiques à respecter pour le transport et le stockage de ces appareils.

Des conditions d'essai simulant les divers paramètres environnementaux sont aussi spécifiées afin qu'il soit possible de s'assurer que les conditions énoncées ci-dessous sont respectées.

Dans la mesure du possible, la présente Recommandation se fonde sur les normes édictées par d'autres organismes [Commission électrotechnique internationale (CEI); (CEPT) par exemple] [1], [2].

2 Conditions climatiques applicables à l'exploitation des appareils de mesure

2.1 *Exploitation en salles fermées*

Etant donné que les appareils de mesure seront le plus souvent utilisés dans des enceintes abritées des intempéries, les conditions normales d'exploitation spécifiées à la figure 1/O.3 définissent la gamme des conditions climatiques dans le cadre desquelles les spécifications des appareils de mesure seront respectées. On peut observer ces conditions dans les zones normales d'activité, bureaux, centraux de télécommunications ou salles de stockage pour articles délicats, etc.

Les conditions normales de fonctionnement sont assurées par chauffage, refroidissement et, si nécessaire, par ventilation forcée. Normalement, le taux d'humidité peut ne pas être contrôlé.

Il ressort de la figure 1/O.3 que les appareils de mesure travaillent normalement à une température d'environ 25 °C sous un taux d'humidité relative de 45%.

La zone en pointillés qui se trouve au centre du climatogramme de la figure 1/O.3 spécifie les conditions climatiques qui seront observées pendant 90% du temps.

Les conditions d'exploitation exceptionnelles indiquées sur la figure 1/O.3 peuvent se présenter, par exemple à la suite d'une défaillance du système de climatisation. Dans ces conditions, les appareils de mesure peuvent fonctionner sans défaillances irréversibles mais il peut se produire davantage d'erreurs de mesure.

Dans certains cas, les appareils de mesure peuvent être exposés au rayonnement solaire ou au rayonnement calorifique d'autres sources (par exemple en provenance d'un système de chauffage). Il convient d'éviter l'exposition directe au rayonnement solaire et la température au voisinage des appareils ne devrait pas dépasser les limites indiquées à la figure 1/O.3.

Les appareils peuvent aussi être exposés aux mouvements du milieu ambiant, par exemple aux courants d'air résultant de l'ouverture de fenêtres. Les appareils ne doivent pas se trouver dans des zones de condensation ou être exposés aux précipitations.

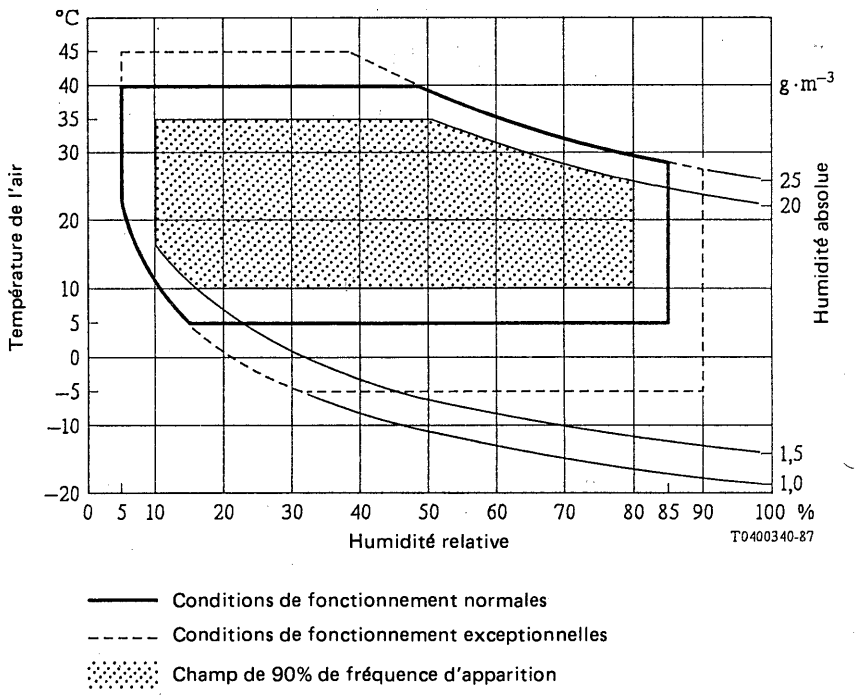


FIGURE 1/O.3

Climatogramme de fonctionnement pour appareils de mesure (emplacements protégés)

2.2 *Exploitation d'appareils de mesure dans d'autres conditions d'environnement*

A l'étude.

3 Transport et stockage

Pendant leur transport et leur stockage, les appareils de mesure pourront supporter sans dégâts irréversibles des températures comprises entre −40 °C et +70 °C. Dans le cas d'humidités relatives supérieures à 45% et de températures dépassant 25 °C, les limites du climatogramme de la figure 1/O.3 ne seront dépassées pour aucune combinaison d'humidité et de température. Dans ce cas, le temps d'exposition (ininterrompu) est limité à 2 mois.

Remarque 1 – On suppose que l'appareillage de mesure est emballé dans son conteneur d'expédition habituel et que les conditions ambiantes mentionnées ci-dessus sont celles qui sont relevées à l'extérieur de l'emballage.

Remarque 2 – Il s'agit d'une exigence provisoire qui doit faire l'objet d'un complément d'étude.

4 Conditions d'essai

4.1 *Conditions d'essai en salles fermées*

On admet qu'un appareil de mesure répond aux conditions du § 2.1 s'il peut tolérer les procédures fondamentales d'essai d'environnement définies dans la Publication 68-2-3 de la CEI [3].

Au cours de ces procédures, l'appareil de mesure sera placé dans la salle de mesure pendant 4 jours. Au bout d'un temps de reprise de 2 heures, le spécimen soumis aux essais devra fonctionner correctement, les limites d'erreur spécifiées n'étant pas dépassées.

Remarque – Il s'agit d'une exigence provisoire qui doit faire l'objet d'un complément d'étude.

4.2 *Conditions d'essai pour d'autres environnements*

A l'étude.

Références

[1] Publication 721-3 de la CEI *Classification des groupements des agents d'environnement et de leurs sévérités.*

Publication 721-3-3 de la CEI *Utilisation à poste fixe protégé contre les intempéries.*

[2] Recommandation T/TRw de la CEPT, Partie B-3 *Conditions d'environnement pour équipements destinés aux centres de télécommunication,* octobre 1987.

[3] Publication 68-2-3 de la CEI *Essais fondamentaux climatiques, partie 2, essai continu de chaleur humide.*

Recommandation O.6

FRÉQUENCE D'ESSAI DE RÉFÉRENCE DE 1020 Hz

(Melbourne, 1988)

1 Introduction

La présente Recommandation a pour but de spécifier une fréquence de référence nominale unique de 1020 Hz afin de guider les constructeurs et les Administrations pour la conception et l'exploitation de nouveaux équipements et systèmes. Elle n'est pas censée entraîner de modifications des équipements ou systèmes actuels, sauf pour ceux d'entre eux qui devront être modifiés pour pouvoir travailler en interfonctionnement avec les nouveaux modèles. Ainsi, par exemple, un central analogique d'un modèle ancien devra être rendu apte à utiliser la nouvelle fréquence de référence pour pouvoir être raccordé à des centraux numériques.

2 Fréquences d'essai pour circuits établis sur systèmes MIC

Le choix d'une fréquence d'essai appropriée est important lorsque des circuits soumis aux essais sont acheminés sur des systèmes MIC. Une erreur dans la mesure du niveau peut se produire dans le cas de circuits établis sur systèmes MIC si la fréquence d'essai est un sous-multiple de la fréquence d'échantillonnage MIC. Cette erreur peut approcher de ± 0,15 dB à 800 Hz et de ± 0,20 dB à 1000 Hz avec un taux d'échantillonnage de 8000 Hz avec codage à 8 bits. De plus, des erreurs sur certains autres paramètres (distorsion totale, par exemple) peuvent être encore plus fortes.

En conséquence, il est recommandé d'éviter l'emploi d'une fréquence d'essai de référence qui serait un sous-multiple de la fréquence d'échantillonnage MIC. Les études faites au sein du CCITT montrent que certaines Administrations ont utilisé des écarts de diverses valeurs par rapport aux fréquences nominales d'essai de référence de 800 ou de 1000 Hz de sorte qu'elles soient comprises entre 804 et 860 Hz ou entre 1004 et 1020 Hz. Ces études ont confirmé que ces Administrations ne se sont heurtées à aucun problème de maintenance grave en l'absence d'interfonctionnement et qu'il est possible de continuer à utiliser les procédures et appareils d'essai actuels.

Dans les cas d'interfonctionnement et dans celui d'équipements et de systèmes nouveaux, les Administrations ont nettement donné la préférence à une fréquence d'essai de référence de 1020 Hz.

3 Points à prendre en considération pour la spécification de nouveaux appareils de mesure

Les points suivants sont à prendre en considération lors de l'établissement de spécifications pour les nouveaux appareils de mesure dans les Recommandations de la série O:

i) une fréquence d'essai de référence de 1020 Hz est recommandée pour les circuits générateurs ou les appareils d'essai qui fournissent des fréquences d'essai de référence. La tolérance de fréquence spécifiée s'échelonnera de +2 à −7 Hz[1];

ii) le niveau nominal de la fréquence d'essai de référence, lorsque celle-ci est utilisée sur un équipement en service, ne doit pas dépasser −10 dBm0 ± 0,1 dB;

iii) les circuits de mesure ou les appareils de mesure qui utilisent les fréquences d'essai de référence devraient, autant que cela est possible, permettre de mesurer n'importe quelle fréquence dans l'intervalle nominal de 1000 à 1025 Hz.

Par accord entre les Administrations concernées, en l'absence de l'appareil d'émission ou de mesure voulu, l'utilisation d'une fréquence de mesure de 800 à 860 Hz peut être admise. D'autres considérations au sujet de la mise en œuvre et de l'utilisation des fréquences d'essai de référence sont données dans la Recommandation M.20 [1].

Référence

[1] Recommandation du CCITT *Principes de maintenance pour les réseaux de télécommunications numériques et mixtes*, tome IV, Rec. M.20.

Recommandation O.9

MONTAGES À RÉALISER POUR MESURER LE DEGRÉ DE DISSYMÉTRIE PAR RAPPORT À LA TERRE

(Genève, 1972; modifiée à Malaga-Torremolinos, 1984 et Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

La présente Recommandation décrit les montages à réaliser pour mesurer les caractéristiques suivantes:

- affaiblissement de conversion longitudinale (ACL),
- affaiblissement de conversion transversale (ACT),
- affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (ATCL),
- affaiblissement de transfert de conversion transversale (ATCT),
- affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée (APLE),
- rapport d'élimination dans le mode commun (REMC),
- équilibre du signal de sortie (ESS).

Telles sont, dans la pratique, les sept caractéristiques les plus importantes en matière de dissymétrie. Les limites auxquelles doivent satisfaire ces caractéristiques, les considérations particulières s'appliquant aux terminaisons d'essai ainsi que les fréquences de mesure sont indiquées dans la Recommandation pertinente se rapportant à l'appareil soumis aux essais.

[1] La tolérance négative de 7 Hz est destinée à permettre l'utilisation de signaux d'essai produits à partir de séquences numériques ayant un nombre suffisamment élevé d'échantillons pour obtenir la précision de mesure spécifiée dans certaines Recommandations de la série O (la Recommandation O.133, par exemple).

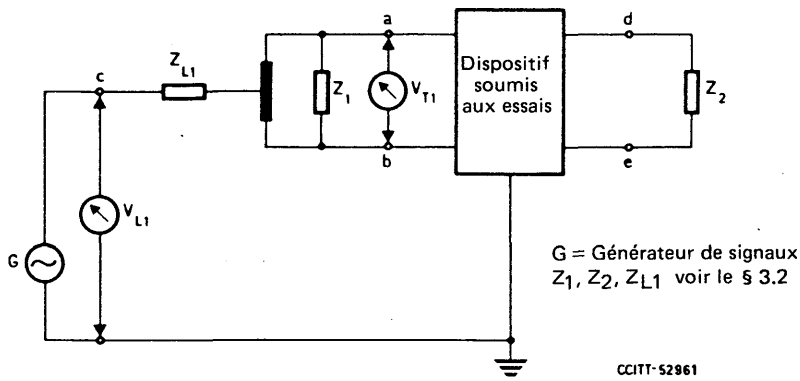
La présente Recommandation est en harmonie avec les principes, la terminologie et les définitions figurant dans la Recommandation G.117 [1], laquelle traite de la dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission. Chaque fois qu'il y a lieu, dans les sections ci-après, une référence renvoie aux paragraphes et figures pertinents de la Recommandation G.117 [1].

Le § 3 contient des indications concernant la construction d'un pont de mesure et les valeurs de ses éléments constitutifs.

2 Montages à réaliser

2.1 *Affaiblissement de conversion longitudinale (ACL)*

L'affaiblissement de conversion longitudinale (ACL) d'un réseau à un ou à deux accès constitue une mesure (rapport en dB) du signal transversal non désiré qui apparaît aux bornes de ce réseau, du fait de la présence d'un signal longitudinal sur les fils de connexion. On mesure cet affaiblissement au moyen du montage représenté sur la figure 1/O.9. Cette technique s'applique aux bornes d'entrée ou de sortie, par exemple, en intervertissant les bornes (a,b) et les bornes (d,e) (voir le § 4.1.3 de la Recommandation G.117 [1]).



Affaiblissement de conversion longitudinale (ACL) $= 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_{T1}} \right|$ dB

FIGURE 1/O.9

Mesure de l'affaiblissement de conversion longitudinale

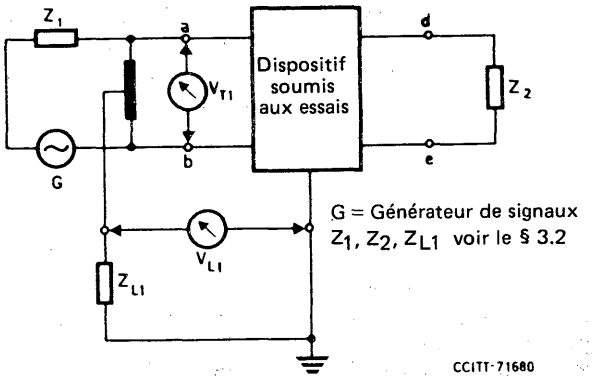
2.2 *Affaiblissement de conversion transversale (ACT)*

L'affaiblissement de conversion transversale (ACT) d'un réseau à un ou à deux accès constitue une mesure (rapport en dB) du signal longitudinal non désiré qui apparaît à l'entrée (ou à la sortie) d'un réseau, du fait de la présence d'un signal transversal au même accès. On mesure cet affaiblissement au moyen du montage représenté sur la figure 2/O.9 (voir le § 4.1.2 de la Recommandation G.117 [1]).

2.3 *Affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (ATCL)*

L'affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (ATCL) constitue une mesure (rapport en dB) d'un signal transversal non désiré qui apparaît à la sortie d'un réseau à deux accès, du fait de la présence d'un signal longitudinal sur les fils de connexion à l'accès d'entrée. On mesure cet affaiblissement de transfert au moyen du montage représenté sur la figure 3/O.9 (voir le § 4.2.3 de la Recommandation G.117 [1]).

Si le dispositif à l'essai présente un gain ou un affaiblissement entre les accès a/b et d/e, il faut en tenir compte dans la spécification de l'ATCL. En plus des spécifications générales du § 3, la gamme de mesure de l'appareil d'essai doit aussi tenir compte du gain ou de l'affaiblissement du dispositif soumis aux essais. De plus, si ce dispositif effectue une conversion du signal (par exemple, dans un multiplex MRF ou MRT), le signal mesuré à V_{T2} peut être à une fréquence différente de celle du signal appliqué, V_{L1}. Le signal V_{T2} peut même apparaître sous forme codée (signal numérique). Un complément d'étude est nécessaire pour définir ces signaux et leurs relations.

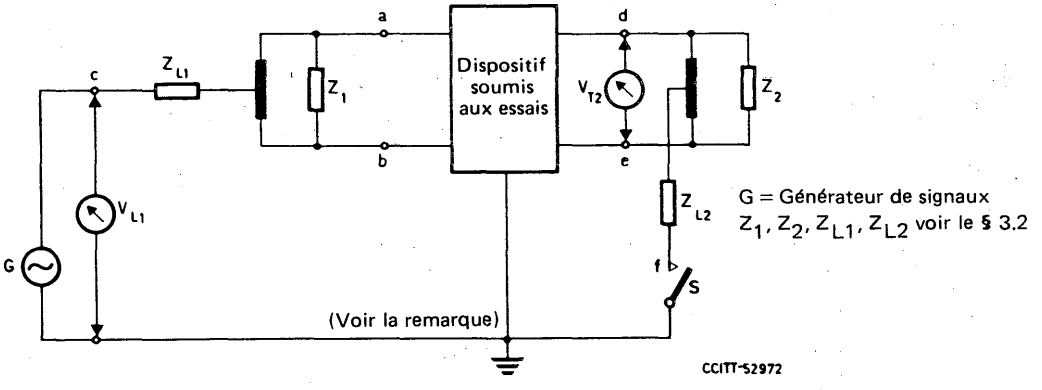


$$\text{Affaiblissement de conversion transversale (ACT)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{V_{L1}} \right| \text{ dB}$$

Remarque – Dans cette Recommandation, le signal transversal est exprimé comme la tension à l'accès a/b (ou d/e). Toute spécification se référant à la tension d'origine du générateur de signaux G conduira au même résultat si l'impédance d'entrée (de sortie) du dispositif soumis aux essais est égale à Z_1 (Z_2).

FIGURE 2/O.9

Mesure de l'affaiblissement de conversion transversale



$$\text{Affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (ATCL)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_{T2}} \right| \text{ dB}$$

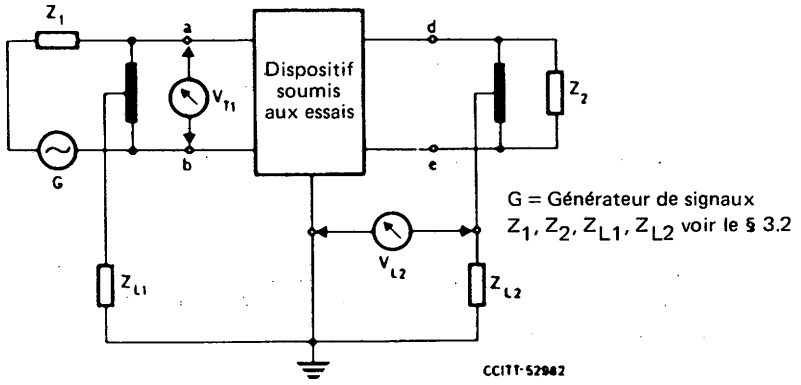
Remarque – En règle générale, on effectue les mesures et on spécifie les limites pour la position «fermée» du commutateur S. Cependant, pour certains équipements, par exemple ceux décrits dans la Recommandation Q.45 [2], il peut être nécessaire de spécifier les limites de l'ATCL pour les deux positions, ouverte et fermée, du commutateur S.

FIGURE 3/O.9

Mesure de l'affaiblissement de transfert de conversion longitudinale

2.4 *Affaiblissement de transfert de conversion transversale (ATCT)*

L'affaiblissement de transfert de conversion transversale constitue une mesure (rapport en dB) d'un signal longitudinal non désiré qui apparaît à la sortie d'un circuit à deux accès, du fait de la présence d'un signal transversal à l'accès d'entrée. On mesure cet affaiblissement au moyen du montage représenté sur la figure 4/O.9. Si le dispositif soumis aux essais effectue une conversion du signal (par exemple, dans un multiplex MRF ou MRT), le signal mesuré à V_{L2} peut être à une fréquence différente de celle du signal appliqué, V_{T1}. Ce signal peut même apparaître sous forme codée (signal numérique) (voir le § 4.2.2 de la Recommandation G.117 [1]). Un complément d'étude est nécessaire pour définir ces signaux et leurs relations.



$$\text{Affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (ATCT)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T1}}{V_{L2}} \right| \text{ dB}$$

Remarque — Dans cette Recommandation, le signal transversal est exprimé comme la tension aux bornes a/b. Toute spécification se référant à la tension d'origine du générateur de signaux G conduira au même résultat si l'impédance d'entrée du dispositif soumis aux essais est égale à Z_1.

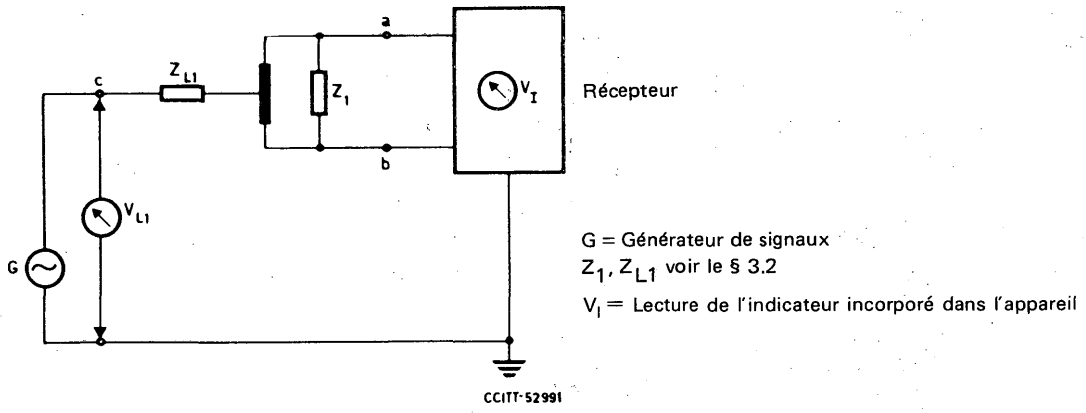
FIGURE 4/O.9

Mesure de l'affaiblissement de transfert de conversion transversale

2.5 *Affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée (APLE)*

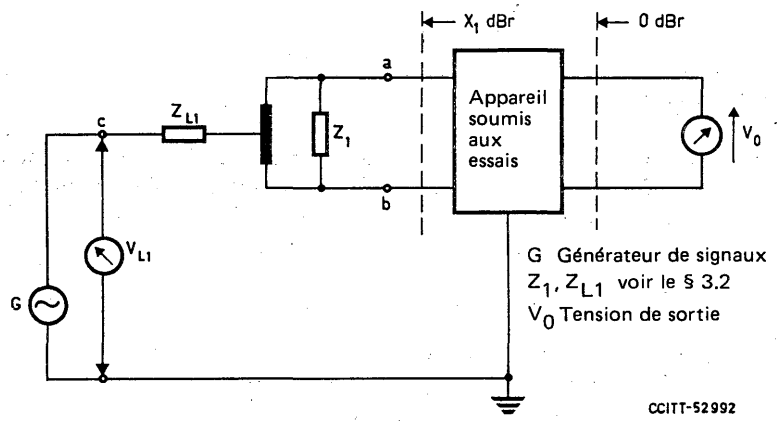
La mesure de cet affaiblissement est propre aux appareils de réception (amplificateurs, mesureurs de niveau, par exemple). L'APLE constitue une mesure (rapport en dB) de la sensibilité d'un tel appareil aux perturbations longitudinales. On le mesure à l'aide du montage représenté sur les parties a) et b) de la figure 5/O.9. La mesure est en principe analogue à celle de l'affaiblissement de conversion longitudinale (ACL) mais, du fait qu'elle est effectuée à l'intérieur de l'appareil soumis aux essais (à l'aide d'un instrument indicateur incorporé dans celui-ci) ou à la sortie de l'appareil, elle permet de déterminer non seulement l'équilibre d'impédance aux bornes a/b mais aussi l'effet de l'affaiblissement de mode commun (voir le § 4.4.1 de la Recommandation G.117 [1]).

Les mesures effectuées conformément à la partie b) de la figure 5/O.9 s'appliquent également aux dispositifs de conversion des signaux (côtés fréquences vocales-fréquences porteuses de l'équipement de modulation de voie, côtés analogique-numérique de l'équipement de multiplexage MIC, par exemple; voir le point f) du § 2 de la Recommandation G.117 [1]). Dans ce cas, les mesures à la sortie de l'appareil soumis aux essais doivent être effectuées avec un analyseur approprié, c'est-à-dire un mesureur de niveau sélectif lorsqu'elles sont faites dans les équipements de modulation de voie ou un analyseur numérique (voir la Recommandation O.133) lorsqu'elles sont faites dans des multiplexeurs MIC. Dans l'équation de la partie b) de la figure 5/O.9, on admet que V_0 est mesuré en un point de niveau relatif 0 dBr. La grandeur X_1 est le niveau relatif aux bornes a/b.



$$\text{Affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée (APLE)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_I} \right| \text{ dB}$$

a) Mesure de l'affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée dans le cas où l'appareil soumis aux essais comporte un instrument indicateur



$$\text{Affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée (APLE)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_0} \right| \text{ dB}$$

Remarque — On devra tenir compte des valeurs de X_1 qui diffèrent de 0 dBr lors du calcul de l'APLE.

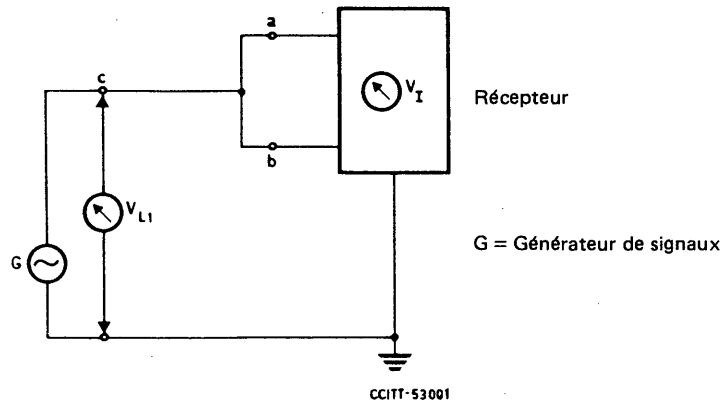
b) Mesure de l'affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée dans le cas où l'appareil soumis aux essais est couplé à un instrument indicateur externe

FIGURE 5/O.9

Mesure de l'affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée

2.6 *Rapport d'élimination dans le mode commun (REMC)*

Ce rapport constitue une autre mesure (rapport en dB) propre aux récepteurs. On le mesure selon le montage représenté sur la figure 6/O.9, les bornes d'entrée étant reliées en court-circuit puis alimentées (voir le § 5.1 de la Recommandation G.117 [1]).



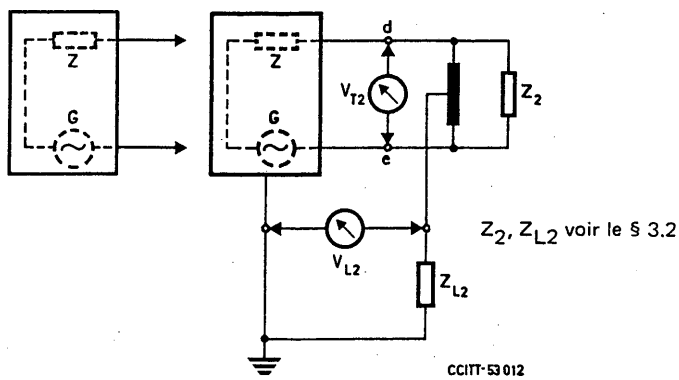
$$\text{Rapport d'élimination dans le mode commun (REMC)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{L1}}{V_I} \right| \text{ dB}$$

FIGURE 6/O.9

Mesure du rapport d'élimination dans le mode commun

2.7 *Equilibre du signal de sortie (ESS)*

Cette mesure (rapport en dB) concerne les sorties des signaux. L'ESS constitue une mesure des signaux longitudinaux non désirés présents à la sortie d'un dispositif. On le mesure à l'aide du montage représenté sur la figure 7/O.9 (voir le § 4.3.1 de la Recommandation G.117 [1]).



$$\text{Equilibre du signal de sortie (ESS)} = 20 \log_{10} \left| \frac{V_{T2}}{V_{L2}} \right| \text{ dB}$$

FIGURE 7/O.9

Mesure de l'équilibre du signal de sortie

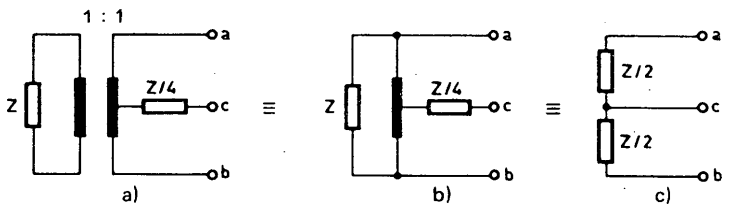
La source de signaux G représentée sur la figure 7/O.9 peut être interne ou externe au dispositif soumis aux essais. Les mesures de l'ESS sont aussi applicables aux dispositifs de conversion des signaux (côtés fréquences porteuses-fréquences vocales de l'équipement de modulation de voie, côtés numérique-analogique de l'équipement de multiplexage MIC, par exemple; voir le point f) du § 2 de la Recommandation G.117 [1]). Dans ce cas, les mesures nécessitent une source de signaux externe appropriée: c'est-à-dire un générateur de signaux analogiques lorsqu'elles sont faites dans des équipements de modulation de voie ou un générateur de signaux numériques (voir la Recommandation O.133) lorsqu'elles sont faites dans des multiplexeurs MIC.

3 Conditions auxquelles doivent satisfaire les montages réalisés pour les mesures

3.1 *Symétrie propre au montage*

Les montages représentés sur les figures 1/O.9 à 7/O.9 comportent deux impédances indépendantes et une bobine à prise médiane agencée de manière à donner l'équivalent de deux impédances adaptées, égales à $Z/2$. La bobine doit être une bobine à noyau de fer avec prise médiane précise, les deux demi-enroulements à couplage serré étant aussi symétriques que possible. Les circuits représentés sur la figure 8/O.9 sont équivalents au point de vue électrique, et on peut utiliser n'importe lequel d'entre eux pour faire les mesures dont il est question dans la présente Recommandation. Il convient de noter que, dans le cas du schéma c) de la figure 8/O.9, le point c doit être relié à la terre par une impédance pratiquement nulle. Aux très basses fréquences, il peut se faire que les schémas a) et b) ne conviennent pas et qu'il vaille mieux utiliser le schéma c) avec une faible résistance (par exemple, 1 ohm) insérée dans la branche longitudinale, de manière que l'on puisse obtenir une mesure du courant longitudinal pour déduire la tension équivalente à travers $Z/4$.

On doit déterminer la symétrie propre de tout montage réalisé aux fins de mesure et on ne doit procéder aux mesures que lorsque cette symétrie a été trouvée suffisamment bonne. On peut à cet effet remplacer l'appareil à soumettre aux essais par un second pont de mesure. L'affaiblissement de conversion longitudinale propre au montage devrait être supérieur de 20 dB à la limite fixée pour le dispositif soumis aux essais. On devrait aussi obtenir cette symétrie lorsque les connexions entre a et b ont été inversées. On parvient ainsi à une précision de l'ordre de ± 1 dB. La figure 21/G.117 [1] donne un exemple d'un pont de mesure réalisable dans la pratique.



Remarque – Impédance $Z = Z_1$ ou Z_2.

CCITT-53021

FIGURE 8/O.9

Correspondance électrique entre montages avec bobine à prise médiane et résistances à prise médiane

3.2 *Les impédances Z_1, Z_2, Z_{L1} et Z_{L2}*

Z_1 et Z_2 sont les impédances connectées en parallèle respectivement aux accès d'entrée et de sortie du dispositif soumis aux essais. Leurs valeurs se situent en général à moins de ± 25% de l'impédance nominale de l'accès auquel elles sont connectées. Si les mesures se font par un accès d'entrée à haute impédance, il y a lieu de connecter une impédance Z_1 supplémentaire entre les points a et b. Les impédances longitudinales Z_{L1} et Z_{L2} sont nominalement égales à $Z_1/4$ et $Z_2/4$, respectivement. On peut cependant utiliser des valeurs différentes. Cela peut se révéler nécessaire pour mieux simuler les conditions de fonctionnement du dispositif soumis aux essais. En pareils cas, la valeur de Z_{L1} et/ou de Z_{L2} doit être spécifiée dans la Recommandation relative au dispositif soumis aux essais.

3.3 *Mesure et production des signaux d'essai*

Les tensions V_L et V_T sont mesurées au moyen de voltmètres à haute impédance et d'une manière telle que la symétrie ne soit pas perturbée. La valeur de l'impédance interne et celle de la f.é.m. du générateur G sont sans importance si la tension mesurée est V_{L1}. La façon dont est réalisé le dispositif soumis aux essais peut imposer une limite à la valeur admissible de l'excitation longitudinale.

Lorsque l'appareil soumis aux essais selon la figure 1/O.9 est un appareil qui engendre un signal, on doit mesurer V_{T1} sélectivement si l'on veut mesurer l'affaiblissement de conversion longitudinale pendant que le générateur de signaux est en fonctionnement. Une mesure sélective est également préférable lorsque l'affaiblissement à mesurer est élevé.

3.4 *Autres considérations*

Il peut être nécessaire, dans certaines mesures, de prévoir l'injection d'un courant continu de maintien de la ligne, ou la mise en œuvre d'une terminaison de ligne à courant continu. En pareils cas, la Recommandation relative aux spécifications du dispositif soumis aux essais doit aussi donner les spécifications se rapportant à l'emploi du courant continu en ligne.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Dissymétrie par rapport à la terre du point de vue de la transmission (définitions et méthodes)*, tome III, Rec. G.117.

[2] Recommandation du CCITT *Caractéristiques de transmission d'un centre international analogique*, tome VI, Rec. Q.45.

SECTION 2

ACCÈS POUR LA MAINTENANCE

Recommandation O.11

LIGNES D'ACCÈS POUR LA MAINTENANCE

(Genève, 1980; modifiée à Malaga-Torremolinos, 1984 et Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

1.1 *Introduction*

Afin d'assurer plus efficacement la maintenance manuelle et automatique des circuits internationaux dans le réseau téléphonique automatique, les lignes d'accès internationales suivantes pour la maintenance sont recommandées:

a) une impédance passive de terminaison symétrique sur une ligne qui renvoie initialement une tonalité d'essai de -10 dBm0;

b) une ligne d'accès pour position ou pupitre d'essai de maintenance avec codes d'accès multiples pour l'essai des communications téléphoniques et/ou des circuits;

c) une ligne d'essai pour le répondeur du système d'essai de suppresseur d'écho (SESE) (voir la Recommandation O.25);

d) une ligne d'essai en boucle (analogique ou numérique);

e) une ligne d'essai pour la terminaison du répondeur d'essai d'annuleur d'écho;

f) une ligne d'essai pour terminaison du répondeur pour l'essai fonctionnel du système de signalisation et la mesure de la transmission (type *a*) pour utilisation avec l'AAMT n° 2 (voir la Recommandation O.22);

g) une ligne d'essai qui renvoie un signal électrique d'occupation pour utilisation avec l'AAMT n° 2 (également désigné comme appareil asservi du type *c*, voir la Recommandation O.22).

Ces lignes d'essai doivent être de conception modulaire, de telle sorte que chaque Administration puisse choisir le nombre de dispositifs de chaque type à installer dans un centre donné.

Les lignes d'essai énumérées aux points a) à e) ci-dessus ne peuvent fournir de résultats fiables sur un circuit empruntant un système multiplicateur de circuits (SMC) utilisant des techniques d'interpolation [ce qui inclut le cas dans lequel un circuit est acheminé sur des voies par satellite avec accès multiple par répartition dans le temps avec concentration numérique de la conversation (AMRT/CNC)]; un tel système ne devrait donc pas être utilisé dans ce cas à moins qu'une association permanente circuit/voie ne soit assurée dans les deux sens de transmission pendant toute la durée de la séquence de mesure. La raison en est que, faute d'une telle association circuit/voie, la continuité du circuit pourrait ne pas être conservée dans le SMC en l'absence de signal et pour de faibles niveaux de signal.

1.2 *Ligne à impédance passive de terminaison*

Cette ligne, qui peut être obtenue par numérotation, renvoie initialement une tonalité de 1020 Hz[1] au niveau nominal de −10 dBm0 pendant une durée de 13 à 15 secondes. A la suite de cette période initiale de tonalité, la ligne d'essai doit présenter une terminaison symétrique de 600 ohms simulant l'impédance nominale de central. L'impédance passive de terminaison doit demeurer connectée jusqu'au moment où le demandeur raccroche. Cette ligne d'essai pouvant être obtenue par numérotation doit permettre à un seul agent de maintenance de faire des mesures manuelles d'affaiblissement, de bruit (ou de bruit avec tonalité) et de bruit impulsif dans un seul sens sur un circuit quelconque à partir du centre de commutation éloigné.

1.3 *Ligne d'accès pour essais et/ou communications*

Il s'agit là encore d'une ligne d'accès pouvant être obtenue par numérotation. Elle est installée à la position d'essai du circuit ou du pupitre d'essai pour la maintenance dont sont dotés les centres de commutation internationaux. Il est prévu que les lignes de ce type puissent être utilisées pour des communications téléphoniques entre agents chargés de la maintenance des circuits aux points de maintenance pertinents et servent de point d'accès pour les essais pour toute une série d'essais manuels de transmission. Cette ligne d'essai offre une possibilité d'utilisation comme service de signalisation des dérangements sur les circuits (ou dans le réseau) et/ou comme centre pour les essais de transmission.

Des codes d'accès différents seront attribués à chacune des lignes d'accès des types décrits ci-après, afin de permettre à une Administration d'effectuer séparément si elle le désire les diverses fonctions de maintenance (c'est-à-dire les essais de transmission et de commutation, la signalisation des défauts). Ces attributions ne doivent toutefois pas empêcher les Administrations qui le désirent d'assurer plusieurs fonctions avec le même code d'accès.

1.3.1 *Lignes d'accès pour les essais de transmission*

Ces lignes qui peuvent être obtenues par numérotation, sont installées à la position ou au pupitre d'essai pour la maintenance des circuits dont sont dotés les centres de commutation internationaux. Ces lignes d'essai doivent être utilisées comme points d'accès permettant d'effectuer divers essais manuels de transmission. Elles peuvent également servir aux communications téléphoniques nécessaires aux essais des circuits.

Le plan de numérotation proposé pour ces lignes d'essai permet de choisir une position ou un pupitre d'essai donné quand le centre de commutation éloigné est équipé pour ce type d'accès par numérotation. Si le numéro normal de la position d'essai (code d'accès) est occupé, l'appel sera en général réacheminé vers une position d'essai libre par l'intermédiaire d'un groupe de recherche. Selon l'attribution normale des codes d'accès, les chiffres 21 (voir le § 2.4.2) réacheminent l'appel provenant de la ligne d'essai sur la position d'essai ou sur le pupitre de maintenance normalement affecté au faisceau de circuits sur lequel l'appel entrant a été émis. L'utilisation des chiffres 22 à 29 (autres que ceux du système n° 6 du CCITT) doit permettre ensuite au personnel de maintenance d'émettre un appel sur la ligne d'essai à destination d'une position d'essai ou d'un pupitre pour la maintenance particulier de l'emplacement éloigné. On pourra ainsi attribuer les positions d'essai plus souplement et il sera peut-être inutile d'équiper toutes les positions ou les pupitres d'essai des mêmes dispositifs d'essai.

1.3.2 *Autres lignes pour essais et/ou communications*

Il y a lieu de prévoir des lignes pour les essais manuels de la commutation et de la signalisation et un circuit pour le service de la signalisation des dérangements (sur les circuits ou dans le réseau). Des codes seront attribués à ces lignes quand les conditions requises auront été clairement définies.

1.4 *Ligne d'essai pour suppresseurs d'écho*

La ligne d'essai pour suppresseurs d'écho peut être atteinte par numérotation. Il s'agit d'une ligne d'essai à quatre fils conçue pour relier le répondeur du système d'essai de suppresseurs d'écho (SESE) (voir la Recommandation O.25) à un centre international de commutation. Grâce à cette ligne d'essai, le service de maintenance du centre de commutation éloigné utilisant l'équipement directeur du SESE peut, avec un seul agent, effectuer des essais semi-automatiques sur les suppresseurs d'écho des circuits installés entre les deux centres.

---

[1] Pour informations complémentaires sur le choix de la fréquence d'essai de référence, se rapporter à la Recommandation O.6.

1.5 *Ligne d'essai en boucle*

1.5.1 *Ligne analogique d'essai en boucle*

La ligne d'essai en boucle, qui peut être atteinte par numérotation, est une ligne d'essai à quatre fils qui renvoie initialement une tonalité de 1020 Hz au niveau nominal de −10 dBm0 pendant une durée de 13 à 15 secondes. A la suite de cette période initiale de tonalité, la ligne d'essai doit présenter une terminaison symétrique de 600 ohms dans le sens «RETOUR» pendant les 13 ou 15 secondes suivantes. Le sens «ALLER» doit aussi se terminer sur une impédance symétrique de 600 ohms au cours des deux périodes précitées.

A l'issue de la seconde période, les terminaisons à 600 ohms doivent être débranchées. Enfin, les sens «ALLER» et «RETOUR» doivent être connectés (mis en boucle) par le répondeur d'essai à un niveau correct jusqu'à ce que cette connexion soit libérée par le poste appelant.

Cette facilité vise à permettre à un seul agent de maintenance de faire des essais rapides de transmission (niveau et bruit) dans les deux sens. Elle permet également une prise et un essai rapide par un dispositif d'essai automatique au poste appelant.

1.5.2 *Ligne numérique d'essai en boucle*

La ligne numérique d'essai en boucle, qui peut être atteinte par numérotation, est une ligne d'essai à quatre fils destinée à être utilisée pour la mesure de la performance d'erreur des circuits internationaux numériques et comme méthode rapide pour vérifier la continuité de circuits entièrement numériques non codés en MIC et de circuits mixtes analogiques/numériques. Elle est formée de circuits qui acceptent et renvoient en boucle sur une base numérique le signal en provenance d'un circuit. Le signal d'essai peut être une séquence arbitraire quelconque d'essai numérique ou un signal d'essai analogique.

Une fois que l'appareil d'essai a accédé à la ligne d'essai à un point éloigné, il peut transmettre les signaux d'essai analogiques ou les séquences d'essai numériques voulues. Il peut examiner le signal en retour pour vérifier la puissance (ou la continuité) des signaux d'essai analogiques ou la performance d'erreur (ou la continuité) des séquences d'essai numériques.

Le plan de numérotage proposé pour cette ligne d'essai permet de choisir une ligne particulière lorsque le centre de commutation éloigné est équipé pour cet accès par numérotation. Si le numéro normal de la ligne d'essai (code d'accès) est occupé, la communication devrait donner lieu à une indication d'occupation.

1.6 *Ligne d'essai d'annuleur d'écho*

La ligne d'essai d'annuleur d'écho est une ligne d'essai à quatre fils destinée à assurer par une numérotation la terminaison sur un répondeur d'essai d'annuleur d'écho.

Cette facilité permettra au personnel de maintenance du centre de commutation d'origine d'effectuer des essais du ou des annuleur(s) d'écho sur le circuit soumis à l'essai. La question de savoir si l'essai sera effectué sur les deux annuleurs d'écho ou seulement sur l'annuleur d'écho à l'extrémité du répondeur du circuit soumis à l'essai dépendra du type d'appareil directeur utilisé.

1.7 *Lignes d'essai de l'AAMT n° 2*

Les lignes d'essai de l'AAMT n° 2 sont des lignes d'essai en 4 fils appelables par numérotation qui assurent la terminaison des appareils asservis de l'AAMT n° 2 (voir la Recommandation O.22). L'appareil asservi existe sous deux formes:

a) un dispositif d'essai fonctionnel du système de signalisation et de mesure de la transmission (type *a*);

b) un dispositif d'essai fonctionnel du système de signalisation (type *b*).

L'AAMT n° 2 consiste en un appareil directeur à l'extrémité de départ et en un appareil asservi à l'extrémité d'arrivée; il est conçu pour faire des mesures automatiques de la transmission et des essais fonctionnels du système de signalisation sur toutes les catégories de circuits internationaux aboutissant à un central avec commutation en quatre fils.

1.8 *Ligne d'essai du signal d'occupation*

La ligne d'essai du signal d'occupation est une ligne d'essai en 4 fils appelable par numérotation destinée à être utilisée avec l'appareil directeur de l'AAMT n° 2. Cette ligne, aussi appelée appareil asservi du type *c* (voir la Recommandation O.22), est nécessaire lorsque le système de signalisation utilisé sur les circuits soumis aux essais donne un signal d'occupation. Sa fonctionnalité peut être assurée dans l'équipement du central ou par un appareil asservi distinct.

2 Méthode d'accès

2.1 En général, les arrangements d'accès doivent être conformes aux dispositions de la Recommandation M.565 [1].

2.2 Au centre international d'arrivée, l'accès aux lignes d'essai doit se faire par l'intermédiaire de l'équipement normal de commutation à quatre fils sur tous les circuits d'arrivée et bidirectionnels.

2.3 Le câblage des lignes d'affaiblissement pour les lignes d'essai doit être conforme aux dispositions de la Recommandation M.565 [1].

2.4 *Information d'adresse*

2.4.1 *Séquence d'information d'adresse*

Les informations d'adresse suivantes doivent être utilisées pour accéder aux lignes d'accès pour la maintenance au centre international d'arrivée:

i) *Système de signalisation n° 4 du CCITT*

a) Signal de prise terminale

b) code 13

c) code 12

d) chiffre 0

e) deux chiffres correspondant au type de la ligne internationale d'essai choisie (voir le § 2.4.2)

f) code 15

ii) *Système de signalisation n° 5 du CCITT*

a) KP1

b) chiffre 7 (chiffre de langue non attribué)

c) code 12

d) chiffre 0

e) deux chiffres correspondant au type de la ligne internationale d'essai choisie (voir le § 2.4.2)

f) ST

iii) *Système de signalisation n° 6 du CCITT*

Le format du message d'adresse initial pour l'accès aux dispositifs d'essai est indiqué dans les Recommandations Q.258 [2] et Q.259 [3]. Le chiffre X a la valeur suivante:

a) 1 (appareil asservi de type *a* de l'AAMT n° 2 pour les essais de signalisation et les mesures de transmission);

b) 2 (appareil asservi de type *b* de l'AAMT n° 2 pour les seuls essais de signalisation);

c) 3 (ligne d'essai à impédance passive de terminaison);

d) 4 (ligne d'essai pour suppresseur d'écho);

e) 5 (ligne d'essai en boucle);

f) 6, 7 et 8 (lignes d'accès pour les essais de transmission) (voir la remarque);

g) 9 (ligne d'essai d'annuleur d'écho);

h) 10 (ligne d'essai en boucle numérique).

Remarque – La commission d'études XI a la responsabilité de l'attribution du chiffre X. Dans le système de signalisation n° 6, il n'est pas nécessaire que les bits des codes d'accès envoyés en ligne (schéma de bits) correspondent exactement au numéro du code d'accès utilisé par les agents de maintenance. Le système de signalisation n° 6 étant essentiellement destiné aux centraux SPC, il sera possible de convertir un code d'accès quelconque en un schéma de bits approprié.

iv) *Système de signalisation n° 7 du CCITT*

Le format du message d'adresse initial pour l'accès aux dispositifs d'essai est indiqué dans la Recommandation Q.722 [4]. Les deux chiffres associés à la ligne d'essai internationale particulière à laquelle on doit accéder sont indiqués au § 2.4.2.

v) *Système de signalisation R1 du CCITT*

a) KP

b) chiffres à convenir entre les Administrations intéressées

c) ST

vi) *Système de signalisation R2 du CCITT*

a) indicateur de communication d'essai

b) code I-13

c) deux chiffres correspondant au type de la ligne internationale d'essai choisie (voir le § 2.4.2)

d) code I-15 (sur demande).

2.4.2 *Codes des lignes d'essai pour les systèmes de signalisation n° 4, n° 5, n° 7 et R2 du CCITT*

i)	appareil asservi du type *a* de l'AAMT n° 2	61
ii)	appareil asservi du type *b* de l'AAMT n° 2	62
iii)	signal (électrique) d'occupation	63
iv)	impédance passive de terminaison	64
v)	suppresseur d'écho	65
vi)	bouclage analogique	66
vii)	bouclage numérique	68
viii)	possibilité d'adresses multiples des lignes d'accès pour les essais de transmission	21-29
ix)	ligne d'essai d'annuleur d'écho	67

3 Spécifications de l'appareil pour ligne d'essai

Sauf indications contraires, les spécifications suivantes s'appliquent à tous les types de lignes d'essai dans la gamme des conditions climatiques spécifiées dans la Recommandation O.3.

3.1 *Caractéristiques de la source de tonalité (lignes à impédance passive de terminaison et d'essai en boucle)*

a) La fréquence nominale de la source de tonalité doit être comprise entre 1004 et 1020 Hz. La fréquence de la source, compte tenu de la stabilité et du vieillissement, doit rester comprise entre 1002 et 1025 Hz.

b) Pureté du signal de sortie: rapport minimal de la puissance de sortie à la puissance des signaux brouilleurs: 50 dB.

c) Stabilité de niveau à long terme: ± 0,03 dB.

3.2 *Niveau de transmission et temporisations (lignes à impédance passive de terminaison et d'essai en boucle)*

a) Le niveau de la tonalité d'essai à émettre doit être égal à −10 dBm0 ± 0,1 dB.

b) Intervalle de temps: 14 s ± 1,0 s pour la ligne d'essai à impédance passive de terminaison. Les intervalles tonalité/impédance passive de terminaison de la ligne d'essai en boucle doivent être de 14 s ± 1,0 s.

3.3 *Impédance*

a) 600 ohms symétrique.

b) Dans tous les cas, affaiblissement de conversion longitudinale (voir la figure 1/O.9) d'au moins 46 dB entre 300 et 3400 Hz pour augmenter au-dessous de 300 Hz et passer au moins à 60 dB à 50 Hz.

3.4 *Affaiblissement d'équilibrage*

Au moins 46 dB à 1020 Hz et au moins 30 dB entre 300 et 3400 Hz.

3.5 *Réponse en fréquence*

a) ± 1 dB de 300 à 3000 Hz (impédance passive de terminaison: suppresseur d'écho, annuleur d'écho et ligne d'essai en boucle).

b) ± 0,5 dB de 300 à 3000 Hz (ligne d'accès pour les essais de transmission).

3.6 *Réglage du niveau de la ligne d'essai en boucle*

L'équipement de la ligne d'essai en boucle doit assurer un affaiblissement ou un gain approprié dans le trajet de mesure en boucle afin que le niveau dépasse au maximum de ± 0,1 dB la valeur nominale spécifiée. Celle-ci doit être fixée conformément aux dispositions de la Recommandation M.560 [5] et en fonction des points du niveau de référence utilisé pour la ligne d'essai en boucle.

3.7 *Essai en boucle numérique*

La ligne d'essai en boucle numérique est une ligne d'essai à 4 fils qui peut être obtenue par numérotation; ce type de ligne assure le bouclage pour les octets reçus provenant d'un circuit numérique. Lorsqu'ils sont retournés dans la boucle, ces octets sont retransmis de façon que les positions des bits à l'intérieur de l'octet restent les mêmes; c'est-à-dire que le bit de poids le plus fort de l'octet retransmis correspond au bit de poids le plus fort de l'octet reçu, et ainsi de suite.

La boucle peut être introduite dans le réseau de connexion du commutateur numérique, ou être disponible de façon indépendante, en simulant à l'extérieur du commutateur une ligne à 4 fils à 64 kbit/s semblable aux lignes d'essai existantes.

4 Séquence d'essai sur la ligne du système de signalisation

4.1 *Prise du circuit*

Lorsqu'un circuit de départ doit être pris et connecté à l'extrémité éloignée à l'une des lignes internationales d'essai, l'information d'adresse pertinente est transmise conformément aux spécifications du système de signalisation appliqué (voir le § 2.4).

4.2 *Réponse de la ligne d'essai*

Lorsque l'accès à l'équipement de la ligne d'essai est obtenu, le signal de réponse (réponse, sans taxation dans le système de signalisation n° 6) doit être transmis. Si la ligne d'essai est occupée, une indication d'occupation doit être renvoyée à l'extrémité de départ conformément à la signalisation normale pour le circuit et l'adresse en cause.

4.3 *Ligne d'essai non équipée*

Si un appel pour une ligne d'essai est reçu dans un centre de commutation non équipé pour traiter ce type de communication, le centre de commutation appelé doit renvoyer le signal normal de «numéro non attribué» s'il existe dans le système de signalisation utilisé.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Points d'accès pour les circuits téléphoniques internationaux*, tome IV, Rec. M.565.

[2] Recommandation du CCITT *Signaux téléphoniques*, tome VI, Rec. Q.258.

[3] Recommandation du CCITT *Signaux de commande du système de signalisation*, tome VI, Rec. Q.259.

[4] Recommandation du CCITT *Fonction générale des messages et signaux téléphoniques*, tome VI, Rec. Q.722.

[5] Recommandation du CCITT *Circuits téléphoniques internationaux – Principes, définitions et niveaux relatifs de transmission*, tome IV, Rec. M.560.

SECTION 3

SYSTÈMES DE MESURE AUTOMATIQUES ET SEMI-AUTOMATIQUES

Recommandation O.22 [1]

APPAREIL AUTOMATIQUE DE MESURE DE LA TRANSMISSION ET D'ESSAIS DE LA SIGNALISATION DU CCITT AAMT N° 2

(Genève, 1972; modifiée à Genève, 1980, Malaga-Torremolinos, 1984 et Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

L'appareil automatique de mesure de la transmission et d'essais de la signalisation du CCITT (AAMT n° 2) est destiné à des mesures de transmission, à des essais d'annuleurs d'écho et à des essais des fonctions du système de signalisation [2] sur les circuits internationaux de tout type qui sont terminaux dans les centraux commutant en quatre fils.

L'AAMT n° 2 se compose de deux parties:

1) l'appareil directeur, à l'extrémité de départ,
2) l'appareil asservi, à l'extrémité d'arrivée.

L'appareil asservi peut se présenter sous deux modèles différents:

a) le type a), qui permet d'effectuer des essais des fonctions du système de signalisation *et* des mesures de transmission,
b) le type b), qui ne permet que des essais des fonctions du système de signalisation [3].

Avec les types a) et b), il n'est pas possible de soumettre le signal d'occupation à un essai. On doit donc, pour pouvoir faire un tel essai, prévoir une communication d'essai particulière utilisant un code approprié. On prendra alors les mesures voulues pour que le commutateur international d'arrivée déclenche la transmission du signal d'occupation sur le circuit soumis aux essais. Pour cela, ou bien l'équipement de ce commutateur examinera le code dont il s'agit, ou bien on prévoira un appareil asservi distinct. L'émission du signal d'occupation devrait être déclenchée par simulation de l'encombrement du commutateur ou du circuit. Dans ce qui suit, nous appellerons «type c)» l'appareil asservi qui permet de faire l'essai du signal d'occupation.

Le type a) de l'appareil asservi est toujours obligatoire. L'appareil asservi de type b) est facultatif. Son utilisation, en sus de celle de l'équipement de type a), devrait permettre d'accroître à peu de frais le nombre des essais de signalisation, sans mobiliser pour autant l'appareil de mesure de la transmission. L'appareil asservi de type c) n'est nécessaire que si le système de signalisation du circuit soumis à essais comporte un signal d'occupation de ligne.

---

[1] Le texte de cette Recommandation a été établi sous la responsabilité des Commissions d'études IV et XI. Toute modification à ce texte devra être soumise à l'approbation de ces Commissions d'études.

[2] Ces essais constituent des vérifications de bon fonctionnement et ne sauraient inclure des *vérifications de tolérance.*

[3] Le CCITT attire l'attention des Administrations sur les avantages qu'offre l'installation d'un nombre suffisant de dispositifs d'essai [type b)] des fonctions du système de signalisation pour permettre l'exécution simultanée de plusieurs essais des fonctions du système de signalisation, ainsi que l'exécution des fonctions du système de signalisation à intervalles plus fréquents que les essais de transmission. (Pour l'utilisation de l'AAMT n° 2, voir la Recommandation M.605 [1].)

Dans le cas des circuits bidirectionnels, les deux extrémités des circuits doivent être munies d'un appareil directeur et d'un appareil asservi afin de permettre l'essai des fonctions du système de signalisation. Pour les mesures de la transmission sur les circuits en question, l'extrémité de départ est normalement celle qui dépend de la station directrice, alors que l'extrémité d'arrivée est celle qui dépend de la station sous-directrice. Ces rapports peuvent toutefois être inversés par accord mutuel.

L'AAMT n° 2 doit être de construction modulaire, afin que les Administrations qui l'utilisent puissent n'y incorporer que les éléments qu'elles désirent. La présente spécification est valable pour des circuits utilisant les systèmes de signalisation n°s 3, 4, 5, 6, 7, R1 et R2 du CCITT.

Les résultats des mesures ne sont enregistrés qu'à l'extrémité de départ, c'est-à-dire par l'appareil directeur. Les Administrations ou exploitations intéressées peuvent toutefois prendre des dispositions pour transmettre les résultats des mesures aux Administrations responsables de l'extrémité d'arrivée, ou en d'autres points si elles le désirent, et aux termes d'arrangements mutuels. L'AAMT n° 2 peut être utilisé sur des circuits munis de SMC (systèmes multiplicateurs de circuits) si la conception du SMC concerné prévoit l'utilisation de la fréquence de 2800 Hz pour maintenir les circuits pendant l'absence des signaux normalement transmis. Le TASI est un exemple d'un SMC acceptant 2800 Hz comme signal de maintien.

2 Types d'essais et de mesures

L'AAMT n° 2 effectue des mesures de transmission des types suivants, dans les deux sens de transmission avec des appareils asservis du type a):

a) mesure du niveau absolu de puissance à 1020 Hz[4];

b) mesures du niveau absolu de puissance à 400, 1020 et 2800 Hz (distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence);

c) mesure de bruit;

d) mesure du rapport signal/distorsion totale (y compris distorsion de quantification) aux valeurs de la tonalité de maintien (c'est-à-dire −10 et −25 dBm0);

e) séquence du système d'essai en circuit des annuleurs d'écho (SEAE) visant à l'essai des annuleurs d'écho de l'extrémité locale et de l'extrémité distante sur un circuit soumis aux essais. Ce système est approprié pour l'essai d'annuleurs d'écho conformes à la Recommandation G.165 [2];

f) sur des circuits entièrement numériques entre centraux numériques, mesure par l'appareil directeur d'une séquence d'essai numérique générée par lui et envoyée en boucle par un appareil asservi du type a).

En plus des essais des fonctions normales de signalisation qu'il est nécessaire de faire au cours de l'établissement des communications d'essai, des signaux de ligne tels que ceux indiqués ci-après font également l'objet d'essais:

- signal de raccrochage;
- signal d'intervention;
- signal d'occupation (ce dernier requiert une communication d'essai distincte vers une ligne d'essai particulière, voir la Recommandation O.11).

Outre les mesures de transmission entre appareils directeur et asservi, l'AAMT devra aussi pouvoir faire des mesures d'un appareil directeur vers une ligne numérique d'essai en boucle conforme à la Recommandation O.11.

L'AAMT n° 2 sera conçu de manière à pouvoir, ultérieurement, incorporer d'autres mesures ou essais.

3 Equipement nécessaire aux mesures de transmission et au traitement des résultats obtenus

L'appareil directeur et l'appareil asservi sont tous deux munis de dispositifs permettant d'effectuer des mesures du niveau absolu de puissance, des essais avec séquence d'essai numérique, des essais d'annuleurs d'écho, des mesures du rapport signal/distorsion totale, et des mesures de bruit, comme on le verra plus loin. De plus, l'appareil directeur doit être capable de recevoir les résultats des mesures faites par les appareils directeur et asservi, d'y appliquer les corrections appropriées et de mettre ces résultats sous une forme telle qu'ils puissent être transmis au dispositif de sortie. Ce dispositif est considéré comme faisant partie de l'appareil directeur.

---

[4] Pour informations complémentaires sur le choix de la fréquence du signal d'essai, se rapporter à la Recommandation O.6.

3.1 *Mesures du niveau absolu de puissance*

3.1.1 *Extrémité d'émission*

Au point d'accès situé à l'entrée de la liaison à mesurer, on connecte un *appareil d'émission* qui émet une tonalité sur une fréquence et à un niveau appropriés (spécifiés aux § 6.3 et 9.1).

3.1.2 *Extrémité de mesure*

Au point d'accès situé à la sortie de la liaison à mesurer, on connecte un appareil de mesure dont les spécifications sont indiquées aux § 6.3 et 9.1.

Les résultats fournis par l'appareil de mesure seront présentés sous forme d'écarts (en dB) par rapport à la valeur nominale du niveau absolu de puissance du circuit à l'extrémité virtuelle côté réception. Par conséquent, on supposera que, côté appareil asservi, le niveau relatif à l'extrémité virtuelle est de −4 dBr (voir le § 3.6). Un niveau supérieur à la valeur nominale sera indiqué par le signe « + » et un niveau inférieur par le signe « − ». Pour les mesures de distorsion totale, les résultats doivent donner le rapport signal/distorsion totale en décibel. Il doit être tenu compte des caractéristiques de transmission de la liaison d'accès commutée entre l'extrémité virtuelle et l'appareil de mesure (voir la Recommandation M.560 [3]).

Si, au cours de la mesure, il y a interruption de la tonalité d'essai ou instabilité du niveau reçu et si l'appareil est à même de détecter ces anomalies (voir le § 10.5), il transmettra le résultat obtenu comme indiqué au tableau 3/O.22.

3.2 *Mesure de bruit*

Remarque – Si l'AAMT n° 2 est mis en œuvre au moyen de techniques numériques de traitement des signaux, les mesures de bruit sont automatiquement limitées à 4 kHz en cas d'utilisation d'une fréquence d'échantillonnage de 8 kHz.

3.2.1 *Extrémité d'émission*

Au point d'accès situé à l'entrée du trajet à mesurer, on connecte une résistance terminale de 600 ohms ou une fréquence de verrouillage de système multiplicateur de circuit (SMC) conformément aux dispositions des § 6.4.19 ou 6.4.20 et 9.3.

3.2.2 *Extrémité de mesure*

Au point d'accès situé à la sortie du trajet à mesurer, on connecte un appareil de mesure du bruit dont les spécifications sont indiquées au § 9.2.

Les résultats fournis par l'appareil de mesure du bruit sont exprimés en niveau absolu de puissance avec pondération psophométrique rapporté au niveau zéro (dBm0p) et, pour cela, on suppose que côté appareil asservi le niveau relatif à l'extrémité virtuelle est de −4 dBr (voir le § 3.6). Il doit être tenu compte des caractéristiques de transmission du trajet d'accès commuté entre l'extrémité virtuelle et l'appareil de mesure du bruit (voir la Recommandation M.560 [3]).

3.3 *Mesure du rapport signal/distorsion totale*

3.3.1 *Extrémité d'émission*

Au point d'accès situé à l'entrée du trajet à mesurer, on connecte un appareil d'émission qui émettra des tonalités sur deux niveaux différents (−10 et −25 dBm0) comme spécifié au § 9.1.

3.3.2 *Extrémité de mesure*

La mesure du rapport signal/distorsion totale sera effectuée en deux étapes:

Première étape

Au point d'accès situé à la sortie du trajet à mesurer, on connectera un appareil de mesure du bruit connecté à un filtre de réjection allant de 1000 à 1025 Hz. L'appareil de mesure du bruit et le filtre de réjection sont spécifiés au § 9.2.

Deuxième étape

Au point d'accès situé à la sortie du trajet à mesurer, on connectera un appareil de mesure dont les spécifications sont données aux § 6.3 et 9.1.

L'appareil de mesure devra fournir des résultats de mesure sous forme de rapport signal/distorsion totale en décibel. Une correction de la largeur de bande pour l'affaiblissement de la largeur de bande de bruit effective provenant du filtre de réjection doit être incorporée.

3.4 *Système d'essai d'annuleur d'écho* (SEAE)

Dans le cadre du SEAE, les appareils directeur et asservi doivent avoir des caractéristiques leur permettant de mesurer le niveau absolu de puissance, le taux de performance pour l'écho et le bruit ainsi qu'il est décrit ci-après. De plus, l'appareil directeur doit pouvoir recevoir les résultats des mesures effectuées par l'appareil directeur et par l'appareil asservi en leur apportant les corrections appropriées, comme il sera précisé ci-après en convertissant ces résultats sous la forme appropriée.

3.4.1 *Mesure du niveau absolu de puissance*

3.4.1.1 *Extrémité d'émission*

Au point d'accès à l'entrée du trajet à mesurer, un *appareil d'émission* sera connecté qui émettra une tonalité de fréquence et de niveau appropriés (voir les § 5.2 et 9.4).

3.4.1.2 *Extrémité de mesure*

Au point d'accès à la sortie du trajet à mesurer sera connecté un appareil de mesure dont les spécifications sont données aux § 6.7 et 9.1.

Cet appareil de mesure donnera ses résultats sous forme d'écart (exprimé en décibel) par rapport à la valeur nominale du niveau absolu de puissance à l'extrémité virtuelle de l'extrémité de réception en se fondant sur l'hypothèse que, pour l'appareil asservi (voir le § 3.6), le niveau relatif à l'extrémité virtuelle de l'extrémité de réception est −4 dBr. Un niveau supérieur à la valeur nominale sera indiqué comme positif «+», un niveau inférieur étant indiqué comme négatif «−». Les paramètres de transmission du trajet d'accès commuté entre l'extrémité virtuelle et l'appareil de mesure seront pris en compte (voir la Recommandation M.560 [3]).

Si l'appareil peut détecter une interruption ou une condition d'instabilité subie au cours d'une mesure (voir le § 11.5), le résultat sera indiqué comme prescrit au § 3.6.

3.4.2 *Mesures du bruit*

(Pour établir le niveau plancher du bruit d'écho pendant l'étape 1 de l'essai de performance pour l'écho.)

3.4.2.1 *Extrémité d'émission*

Au point d'accès à l'entrée du trajet à mesurer, sera connectée une résistance de terminaison de 600 ohms conformément aux § 6.7 et 9.4.3.

3.4.2.2 *Extrémité de mesure*

Au point d'accès à la sortie du trajet à mesurer sera connecté un appareil de mesure du bruit dont les spécifications sont indiquées au § 9.5.1.

L'appareil de mesure du bruit donnera ses résultats sous forme de rapports qui sont le niveau relatif de puissance avec pondération psophométrique par rapport au niveau de −10 (dBm0p) en admettant pour l'appareil asservi que le niveau relatif à l'extrémité virtuelle de l'extrémité de réception est de −4 dBr (voir le § 3.6).

Remarque – Le niveau du bruit est établi par rapport à −10 dBm0p plutôt qu'à 0 dBm0p, de manière à représenter le rapport de bruit mesurable minimum des étapes 2 et 3 des essais de performance pour l'écho (voir le § 3.4.3). Les paramètres de transmission du trajet d'accès commuté entre l'extrémité virtuelle et l'appareil de mesure du bruit seront pris en compte (voir la Recommandation M.560 [3]).

3.4.3 *Mesure du taux de performance pour l'écho*

(Etapes 2 et 3 des essais de performance pour l'écho.)

3.4.3.1 *Extrémité d'émission*

Au point d'accès à l'entrée du trajet à mesurer sera connecté un appareil d'émission qui émettra un signal d'essai de bruit de −10 dBm0 ainsi que le spécifie le § 9.4.1, e).

3.4.3.2 *Extrémité de mesure*

Au point d'accès à la sortie du trajet à mesurer sera connecté un appareil de mesure de la performance pour l'écho (bruit) dont les spécifications sont indiquées au § 9.5.1.

Cet appareil de mesure donnera ses résultats sous forme de rapport de niveau relatif de puissance avec pondération psophométrique par rapport au signal d'essai de bruit de −10 dBm0 indiqué au § 3.4.3.1, en admettant que, pour l'appareil asservi, le niveau relatif à l'extrémité virtuelle de l'extrémité de réception est −4 dBr (voir le § 3.6). Les paramètres de transmission du trajet d'accès commuté entre l'extrémité virtuelle et l'appareil de mesure du bruit seront pris en compte (voir la Recommandation M.560 [3]).

3.5 *Essais en boucle numérique*

3.5.1 *Séquences d'essais numériques vers une ligne d'essai numérique en boucle*

3.5.1.1 *Extrémité d'émission*

Au point d'accès à l'entrée du trajet à mesurer sera connecté un appareil d'émission qui fournira une séquence d'essai pseudo-aléatoire telle que spécifiée au § 2 de la Recommandation O.152.

3.5.1.2 *Extrémité de mesure*

Au point d'accès à la sortie du trajet à mesurer sera connecté un appareil de réception du type spécifié dans la Recommandation O.152. Cet appareil doit pouvoir mesurer le taux d'erreur sur les bits, le taux d'erreur sur les blocs et les intervalles de temps erronés ainsi qu'il est précisé dans la Recommandation G.821 [4].

3.5.2 *Essais de transmission vers une ligne d'essai numérique en boucle*

3.5.2.1 *Extrémité d'émission*

Au point d'accès à l'entrée du trajet à mesurer sera connecté un appareil d'émission qui enverra des tonalités ayant la fréquence et le niveau appropriés spécifiés aux § 6.3, 9.1, 9.2 et 9.3.

3.5.2.2 *Extrémité de mesure*

Au point d'accès à la sortie du trajet à mesurer sera connecté un appareil de mesure ayant des caractéristiques lui permettant de mesurer le niveau absolu de puissance, le bruit et le rapport signal/distorsion totale ainsi qu'il est respectivement spécifié aux § 3.1.2, 3.2.2 et 3.3.2.

Il convient d'observer que les mesures faites au moyen de la ligne d'essai en boucle se feront sur une longueur de circuit et avec des caractéristiques de temps de propagation doubles de celles que l'on observe lorsque l'appareil de mesure est installé à l'autre extrémité de la ligne. De ce fait, il faut comparer les résultats des mesures avec les limites de maintenance du circuit qui sont modifiées pour indiquer un doublement de la longueur du circuit et des unités de distorsion de quantification (udq).

3.6 *Corrections*

Les circuits qui peuvent être utilisés dans des connexions internationales de transit sont exploités avec un affaiblissement nominal de 0,5 dB; le niveau relatif à l'extrémité virtuelle de réception est ainsi de −4 dBr. Cependant, les circuits qui ne sont jamais utilisés dans de telles connexions peuvent être exploités avec un affaiblissement nominal supérieur à 0,5 dB (voir la Recommandation G.131 [5]).

Pour transmettre les résultats de la mesure du bruit, ou de l'écart de niveau absolu de puissance, de l'extrémité asservie à l'extrémité directrice, on prendra pour niveau de l'extrémité virtuelle de commutation le niveau de −4 dBr, quel que soit le circuit. Par exemple, une valeur mesurée correspondant à −5 dBm au point de commutation virtuel sera toujours transmise à l'appareil directeur comme un écart de −1 dB. Si un circuit est exploité avec un affaiblissement nominal supérieur à 0,5 dB, c'est-à-dire si le niveau relatif réel à l'extrémité virtuelle de commutation est inférieur à −4 dBr, l'appareil directeur appliquera la correction appropriée aux résultats des mesures de l'écart de niveau absolu de puissance et de bruit reçues de l'appareil asservi. Les mesures du rapport signal/distorsion totale et de la performance pour l'écho ne sont pas affectées par le fait que les résultats sont présentés sous forme de rapport signal/distorsion totale en dB ou de rapport signal de bruit/signal d'écho en dB.

3.7 *Enregistrement et présentation des données obtenues*

Les données obtenues seront enregistrées par une méthode appropriée, au choix de l'Administration intéressée. Les résultats des mesures des niveaux absolus de puissance à 1020 Hz sont présentés avec le signe approprié, sous forme d'écarts par rapport à la valeur nominale à l'extrémité virtuelle de commutation. Les résultats des mesures à 400 et 2800 Hz sont présentés sous forme d'écarts par rapport au niveau absolu de puissance mesuré à 1020 Hz. Les résultats des mesures de bruit sont exprimés en dBm par rapport au niveau zéro (dBm0p). Les mesures de la caractéristique signal/distorsion totale sont présentées sous la forme de rapports signal/distorsion totale exprimés en dB. Les mesures de la performance pour l'écho sont présentées sous la forme de rapports signal de bruit/signal d'écho exprimés en dB.

On trouvera au tableau 1/O.22 un exemple des différentes mesures effectuées par l'appareil asservi.

TABLEAU 1/O.22

Exemple des différentes mesures effectuées par l'appareil asservi

Mesure	Fréquence (Hz)	Niveau absolu de puissance à l'extrémité virtuelle de réception (extrémité asservie) avec un niveau de −10 dBm0 à l'émission (dBm)	Ecart transmis par l'appareil asservi à l'appareil directeur (niveau relatif de −4 dBr à l'extrémité virtuelle) (dB)	Résultat final	
				Circuit d'affaiblissement nominal 0,5 dB (dB)	Circuit d'affaiblissement nominal différent de 0,5 dB, ici 1,5 dB (dB)
Niveau	1020 400 2800	−13,7 −14,4 −14,6	+0,3 −0,4 −0,6	+0,3 −0,7 −0,9	+1,3 −0,7 −0,9
	Valeur en réception à l'extrémité virtuelle de commutation (côté asservi)		Valeur transmise par l'appareil asservi à l'appareil directeur (niveau relatif de −4 dBr à l'extrémité virtuelle de commutation)		
Puissance de bruit (dBm0)	−50		−46	−46	−45
Rapport signal/distorsion totale (dB) [a] ou rapport de buit (dB)	34 [a]		+34	34	34

[a] Avec un niveau de −13,7 dBm pour le signal de mesure de la distorsion totale à la réception et une puissance de distorsion totale de −48 dBm.

Les situations suivantes donnent lieu à des indications distinctes:

a) l'écart du niveau absolu de puissance par rapport à la valeur nominale excède la limite de maintenance choisie;

b) la puissance absolue de bruit est supérieure à celle choisie comme limite de maintenance;

c) le rapport signal/distorsion totale est hors limite de maintenance;

d) l'écart du niveau absolu de puissance par rapport à la valeur nominale est tel que le circuit est inutilisable;

e) la puissance de bruit est si élevée que le circuit est inutilisable;

f) le rapport signal/distorsion totale est tellement faible que le circuit est inutilisable;

g) le taux de performance pour l'écho se situe en dehors de la limite de maintenance choisie pour des valeurs quelconques de temps de propagation aux deux extrémités. (Lorsque cela se produit, la valeur de bruit plancher mesurée au cours de l'étape 1 de l'essai doit aussi être enregistrée.);

h) les mesures de qualité en terme d'erreurs numériques sont supérieures à la limite de maintenance choisie;

i) l'essai prévu n'a pu être mené à bien;

j) le fonctionnement de la signalisation n'est pas satisfaisant.

Dans les deux cas i) et j), il y a lieu d'indiquer l'endroit du programme où le déroulement de l'essai a été reconnu défectueux.

La forme sous laquelle seront imprimées les données obtenues n'a pas été spécifiée et un accord international sur ce point n'apparaît pas nécessaire, sauf en ce qui concerne les situations suivantes (voir le tableau 3/O.22 et le § 11.5):

Résultats excédant la limite supérieure de la plage de mesure . . . . . (interprétation de trois codes 11 successifs)	+ + +
Résultats en dessous de la limite inférieure de la plage de mesure . . . . . (interprétation de trois codes 12 successifs)	– – –
Interruption de la tonalité d'essai durant la mesure du niveau absolu de puissance . . .	9XX ou 7XX [5]
Instabilité au cours de la mesure du niveau absolu de puissance	8XX ou 6XX [5]

Il faut noter que, lorsqu'une interruption et une condition d'instabilité sont toutes deux détectées au cours d'une mesure de niveau, seule l'interruption doit donner lieu à un résultat imprimé; aucune indication de la condition d'instabilité ne sera fournie (voir le § 11.5).

Si le programme d'entrée le prévoit ainsi, la date et l'heure (à la minute près) seront enregistrées.

On doit prévoir la possibilité d'enregistrer tous les résultats des mesures de transmission et des essais de signalisation, ainsi que l'identité de tous les circuits qui n'ont pu être soumis à essai, soit qu'ils aient été occupés, soit que l'équipement asservi n'ait pu être atteint. Des indications distinctes devront être données pour ces deux catégories.

Il devra être également possible d'obtenir une version abrégée de l'enregistrement complet, qui ne fasse pas mention des circuits pour lesquels les limites de maintenance étaient respectées et pour lesquels les essais n'ont révélé ni instabilité du niveau ni interruption de la tonalité de mesure.

3.8 *Possibilité de renouveler des essais et des mesures*

On doit pouvoir faire en sorte que soit obtenu un enregistrement des données pour les circuits qui, lors de l'essai initial ou de la mesure initiale, ont été trouvés occupés, ou pour lesquels l'appareil asservi n'a pu être atteint. On devrait pouvoir étendre cet enregistrement à tous les circuits autres que ceux pour lesquels on a trouvé que les limites de maintenance étaient respectées et pour lesquels les essais n'ont révélé ni instabilité du niveau ni interruption de la tonalité de mesure. La forme de cet enregistrement devra être telle que l'on puisse s'en servir pour programmer l'appareil directeur en vue d'un nouvel examen des circuits susmentionnés, groupés au gré de l'Administration.

4 Méthode d'accès

4.1 En règle générale, les dispositions prises pour l'accès doivent être conformes à la Recommandation M.560 [3].

4.2 *Centre international de départ*

Au centre international de départ, l'accès aux circuits pour les essais doit se faire conformément à la Recommandation M.565 [6].

4.3 *Centre international d'arrivée*

Au centre international d'arrivée, l'accès à l'appareil asservi est obtenu par l'intermédiaire d'une ligne d'accès pour la maintenance associée à l'équipement normal de commutation. L'information d'adresse à utiliser pour accéder aux appareils asservis des types a) ou b) ou à une ligne numérique d'essai en boucle au centre d'arrivée est spécifiée au § 2.4 de la Recommandation O.11.

---

[5] «XX» représente le résultat des mesures.

5 Principes de fonctionnement

Il doit être possible de réaliser, sous la commande de l'appareil directeur, sur un même circuit et sans libérer la communication, une ou plusieurs des mesures et essais indiqués au § 2, sauf en cas d'exécution de l'essai du signal d'occupation ou en cas d'exécution d'essais vers une ligne numérique d'essai en boucle.

5.1 L'appareil directeur ayant indiqué à l'appareil asservi le type de mesure à faire, la mesure est d'abord effectuée par l'appareil directeur, l'appareil asservi émettant une tonalité de mesure ou fournissant une terminaison de 600 ohms. L'appareil directeur émet ensuite la fréquence de mesure ou fournit une terminaison de 600 ohms, tandis que l'appareil asservi procède à la mesure.

5.2 Tout appareil directeur qui a accès à des circuits munis de suppresseurs d'écho et/ou d'annuleurs d'écho doit être pourvu d'un dispositif d'émission de la tonalité de neutralisation des suppresseurs et/ou annuleurs d'écho tel qu'il est spécifié au § 9.3, et doit être à même de ne transmettre cette tonalité que sur les circuits effectivement munis de suppresseurs d'écho et/ou d'annuleurs d'écho. On ne peut pas exiger ces caractéristiques des appareils n'ayant pas accès à des circuits de ce type, mais il faut prévoir la possibilité d'ajouter de telles caractéristiques en cas de besoin.

5.3 Un appareil directeur ou asservi qui a accès à des circuits établis sur des artères comportant un système multiplicateur de circuits (SMC) ou à des circuits munis de suppresseurs d'écho et/ou d'annuleurs d'écho, doit être pourvu d'un dispositif d'émission de la tonalité de verrouillage SMC tel qu'il est spécifié au § 9.3. Il doit être possible à l'appareil directeur de ne transmettre cette tonalité que sur de tels circuits. Si ces caractéristiques ne sont pas prévues initialement, on doit pouvoir les installer par la suite en cas de besoin.

5.4 Pour commencer, des signaux du système d'essai d'annuleur d'écho (SEAE) doivent être envoyés par l'appareil directeur afin de neutraliser ou de verrouiller tout suppresseur d'écho ou équipement de multiplication de circuits qui serait présent sur le circuit soumis aux essais.

Ensuite, l'affaiblissement sera mesuré dans les deux directions de transmission pour s'assurer qu'il est compris dans ses limites de valeur nominale.

Une série de mesures de la performance pour l'écho (taux de bruit) est ensuite effectuée en direction d'un annuleur d'écho à l'extrémité opposée d'un circuit correspondant à chacune des trois conditions de circuit fournies par son équipement de terminaison:

a) impédance passive de terminaison sur les deux directions de transmission,

b) boucle de gain de 2 dB avec valeur de retard spécifiée à chaque étage d'essai (section de retard en cascade) de l'annuleur d'écho,

c) boucle d'affaiblissement de 10 dB avec retard spécifié.

Ce processus est ensuite inversé de manière à soumettre à l'essai les annuleurs d'écho rapprochés et distants avec un seul accès au circuit soumis aux essais.

6 Essais du système de signalisation et méthode de mesure de la transmission – de l'appareil directeur vers l'appareil asservi

6.1 *Etablissement d'une communication et séquence d'essai de signalisation*

6.1.1 Lorsque le circuit de départ a été pris, l'information d'adresse pertinente est transmise conformément à ce qu'en dit la spécification du système de signalisation utilisé.

6.1.2 Une fois obtenu l'accès à l'appareil asservi, le signal de réponse (réponse sans taxation dans le système de signalisation n° 6) doit être transmis. Si l'appareil asservi est occupé, indication en est transmise à l'appareil directeur conformément aux dispositions normales de signalisation pour le circuit et pour l'équipement d'accès. L'appareil directeur l'enregistre et libère le circuit (voir le § 3.7).

6.1.3 Si aucun signal de réponse n'est reçu par l'appareil directeur dans les 15 ± 5 secondes qui suivent la transmission de l'information d'adresse, un dérangement est enregistré et le circuit est libéré.

6.1.4 Lorsque l'indication que le signal de réponse a été reçu est transmise à l'appareil directeur et que l'on désire faire des mesures de transmission en liaison avec un appareil asservi du type a), les cycles de mesure de la transmission peuvent avoir lieu selon les modalités indiquées au § 6.4. Ces cycles se terminent par le signal de *fin du programme de mesure de transmission* (code 15), émis par l'appareil directeur, suivi du signal d'accusé de réception (code 13), émis par l'appareil asservi suivant la séquence asservie normale.

6.1.5 Lorsque l'indication que le signal de réponse a été reçu est transmise à l'appareil directeur et qu'on ne désire pas procéder à des mesures de transmission, ou que l'appareil asservi est du type b), ou encore lorsque les cycles de mesure de la transmission ont pris fin, si l'on désire faire l'essai complet des fonctions du système de signalisation, l'appareil directeur envoie le signal d'intervention ou, si le signal n'existe pas, il utilise le signal de code 11.

Si le signal d'intervention fait partie du système de signalisation, il doit être utilisé par l'appareil directeur pour déclencher l'essai complet des fonctions du système de signalisation[6].

a) *Système de signalisation comportant le signal d'intervention*

Si l'on a procédé à des mesures de transmission, l'envoi du signal d'intervention est demandé par l'appareil directeur 500 ± 100 ms après la fin du signal de fin du programme de mesure de transmission. Si l'on ne désire pas procéder à des mesures de transmission ou si l'appareil asservi est du type b), l'envoi du signal d'intervention est demandé par l'appareil directeur 500 ± 100 ms après avoir reçu l'indication que le signal de réponse a été reçu[7]. Ces séquences s'appliquent à tout circuit, qu'il soit ou non équipé de suppresseurs et/ou d'annuleurs d'écho.

b) *Système de signalisation ne comportant pas le signal d'intervention*

Si l'on a procédé à des mesures de transmission, le signal de code 11 suit le signal de fin de programme de mesures de transmission (code 15). Sur les circuits munis de suppresseurs d'écho ou annuleurs d'écho, l'appareil directeur doit émettre la tonalité de verrouillage SMC entre le signal de code 15 et le signal de code 11, afin d'assurer le maintien de la neutralisation des suppresseurs d'écho ou annuleurs d'écho. Aussi, une fois reconnu l'accusé de réception du signal de fin de programme (code 15), l'appareil directeur cesse d'émettre le code 15 et transmet la tonalité de verrouillage SMC dans les 60 ms qui suivent. Lorsque l'appareil directeur reconnaît la fin du signal d'accusé de réception du signal de fin de programme, il cesse d'émettre la tonalité de verrouillage SMC, et le signal de code 11 suit de 55 ± 5 ms la cessation de cette tonalité. Si l'on ne désire pas procéder à des mesures de la transmission ou si l'appareil asservi est du type b), la transmission du signal de code 11 est précédée par celle de la fréquence de neutralisation des suppresseurs/annuleurs d'écho (voir le § 6.4.1). Une fois reconnu l'accusé de réception du signal de code 11, c'est-à-dire le code 13, l'appareil directeur cesse d'émettre le signal de code 11.

6.1.6 Quand on désire se borner à des essais abrégés des fonctions du système de signalisation, l'appareil directeur provoque l'envoi du signal de fin de communication, dès réception du signal de réponse si l'on ne désire pas procéder à des mesures de transmission, ou bien dès réception du signal d'accusé de réception (code 13) qui suit le signal de fin de programme si l'on a procédé à des mesures de transmission.

6.1.7 Lorsqu'on effectue l'essai complet des fonctions du système de signalisation, l'indication qu'un signal d'intervention a été reçu provoque la demande par l'appareil asservi de l'envoi du signal de raccrochage. Dans le cas de systèmes de signalisation ne comportant pas de signal d'intervention (voir le § 6.1.5), la réception du signal de code 11 provoque, 500 ± 100 ms après la cessation du signal d'accusé de réception de commande, la demande par l'appareil asservi de l'envoi d'un signal de raccrochage.

L'appareil asservi provoque l'envoi du signal de nouvelle réponse 500 ± 100 ms après avoir demandé l'envoi du signal de raccrochage[7].

Remarque – L'intervalle de 500 ms entre les deux signaux précités peut donner lieu à un changement de voie SMC du circuit SMC essayé. Cela peut également être le cas en d'autres points de la séquence d'essais de signalisation.

Si l'appareil directeur ne reçoit pas le signal de raccrochage 5 à 10 secondes après la demande d'envoi du signal d'intervention ou l'émission du signal de code 11, ou s'il ne reçoit pas le signal de nouvelle réponse 5 à 10 secondes après la réception du signal de raccrochage, un dérangement est enregistré et le circuit est libéré.

Une fois reconnu le signal de nouvelle réponse, l'appareil directeur provoque l'émission du signal de fin.

---

[6] Il convient d'observer que, même si le signal d'intervention fait partie d'un système de signalisation, certains centres internationaux, qui utilisent ledit système, peuvent ne pas en disposer. Dans ce cas, il n'est pas possible d'effectuer un essai complet des fonctions du système de signalisation, à moins que l'emploi du signal de code 11 [voir le § 6.1.5, b)] n'ait fait l'objet d'un accord bilatéral.

[7] La transmission des signaux de ligne émis par l'appareil AAMT n° 2 sur le circuit international est assurée par l'équipement de signalisation de ligne du central selon les procédures de signalisation normales. Il s'ensuit que le moment exact de l'émission et de la réception des divers signaux dépend du système de signalisation utilisé et du temps de propagation sur le circuit dans chaque cas.

6.1.8 Le signal de fin une fois transmis, conformément au § 6.1.6 ou 6.1.7, on aura à vérifier que le circuit a été libéré et se trouve disponible pour une utilisation ultérieure. Si ledit circuit n'est pas complètement libéré dans un délai de 5 à 10 secondes après la demande d'émission, par l'appareil directeur, d'un signal de fin, on enregistre un dérangement. Il convient de noter que certains équipements ne permettent pas de vérifier que le circuit a bien été libéré.

6.2 *Essai du signal d'occupation*

On peut vérifier le signal d'occupation en établissant une communication au moyen du code d'adresse spécifié au § 2.4 de la Recommandation O.11 afin d'obliger l'équipement du central d'arrivée à transmettre un signal d'occupation. A la réception de ce signal, le circuit est libéré.

Si le signal d'occupation n'est pas reçu dans un délai de 10 à 20 secondes après la transmission de l'information d'adresse, un dérangement est enregistré et le circuit est libéré.

Remarque – Cet essai est superflu avec les systèmes de signalisation n° 6 et n° 7 du CCITT ou avec les systèmes de signalisation R1 et R2.

6.3 *Mesures de transmission et échange d'informations entre appareil directeur et appareil asservi*

Les divers cycles de mesure sont spécifiés dans deux groupes désignés «couche 1» et «couche 2». Un code de la couche 1 a été désigné pour indiquer qu'un cycle de mesure de couche 2 est demandé.

6.3.1 *Procédures de la couche 1*

La séquence de signalisation de chaque cycle de mesure de couche 1 est spécifiée au § 6.4 et les fréquences et les signaux de code font l'objet des tableaux 2/O.22, 3/O.22 et 4/O.22. On trouve à la figure 1/O.22, à titre d'exemple, la séquence de signalisation d'un cycle de mesure du niveau absolu de puissance. Le schéma de signalisation adopté pour les signaux de commande entre appareil directeur et appareil asservi consiste à utiliser des signaux multifréquences (MF) transmis en séquence asservie; les résultats sont transmis par l'appareil asservi à l'appareil directeur à l'aide de signaux du type impulsions multifréquences.

Toutes les mesures de transmission devraient être effectuées avec une tonalité d'un niveau de −10 dBm0. (Les mesures de distorsion totale peuvent également utiliser un niveau de −25 dBm0.) Certains appareils asservis de type ancien peuvent être équipés pour effectuer des essais aux deux niveaux de 0 dBm0 et de −10 dBm0. Dans ce cas, un signal sera émis pour informer l'appareil asservi du niveau de mesure à utiliser (voir le tableau 2/O.22 et le § 9.1). On notera à ce sujet qu'il convient de prendre des dispositions pour que la sensibilité de l'équipement de mesure s'accommode de ces deux niveaux.

L'émetteur de signaux et le récepteur de signaux choisis sont ceux qui sont spécifiés pour le système de signalisation entre registres n° 5 du CCITT et l'équipement utilisé doit être conforme aux spécifications des Recommandations Q.153 [7] et Q.154 [8]. (En ce qui concerne la sensibilité du récepteur de signaux, voir l'annexe A à la présente Recommandation.)

6.3.2 *Procédures de la couche 2*

La séquence de signalisation pour chaque cycle de mesure de la couche 2 est spécifiée au § 6.6 tandis que les fréquences et les codes font l'objet des tableaux 4/O.22 et 5/O.22. Des signaux du type à impulsions multifréquences sont utilisés dans la couche 2 pour les signaux de commande entre appareils directeur et asservi et pour transmettre les résultats de l'appareil asservi à l'appareil directeur. Lorsqu'une procédure de couche 2 est terminée, une commande par signal du type à impulsions multifréquences renvoie le dialogue à la couche 1.

6.4 *Description des cycles de mesure de transmission de la couche 1*

6.4.1 Lorsque la réception du signal de réponse a été signalée à l'appareil directeur, ce dernier émet la tonalité de neutralisation de suppresseur ou annuleur d'écho pendant 2 secondes ± 250 ms.

Remarque 1 – Cette durée d'émission tient compte du délai nécessaire pour effectuer la connexion avec une voie SMC, du temps nécessaire à la neutralisation du suppresseur ou annuleur d'écho, du long délai de propagation vraisemblablement rencontré sur les circuits par satellite, des retards dus au fonctionnement du système de signalisation. Dans le cas de circuits dont le système de signalisation de ligne ne comprend pas de signal d'accusé de réception, systèmes de signalisation n° 3 et n° 4 notamment, il suffit d'émettre pendant 800 ms au minimum une tonalité de neutralisation. Cependant, si le circuit soumis à essais n'est pas équipé de suppresseurs ou annuleurs d'écho, on n'appliquera pas la procédure décrite au § 6.4.1 (voir le § 5).

Remarque 2 – Les spécifications relatives à la tonalité de neutralisation des suppresseurs ou annuleurs d'écho et à la tonalité de verrouillage SMC sont données au § 9.3.

TABLEAU 2/O.22

Signaux de commande transmis par l'appareil directeur à l'appareil asservi

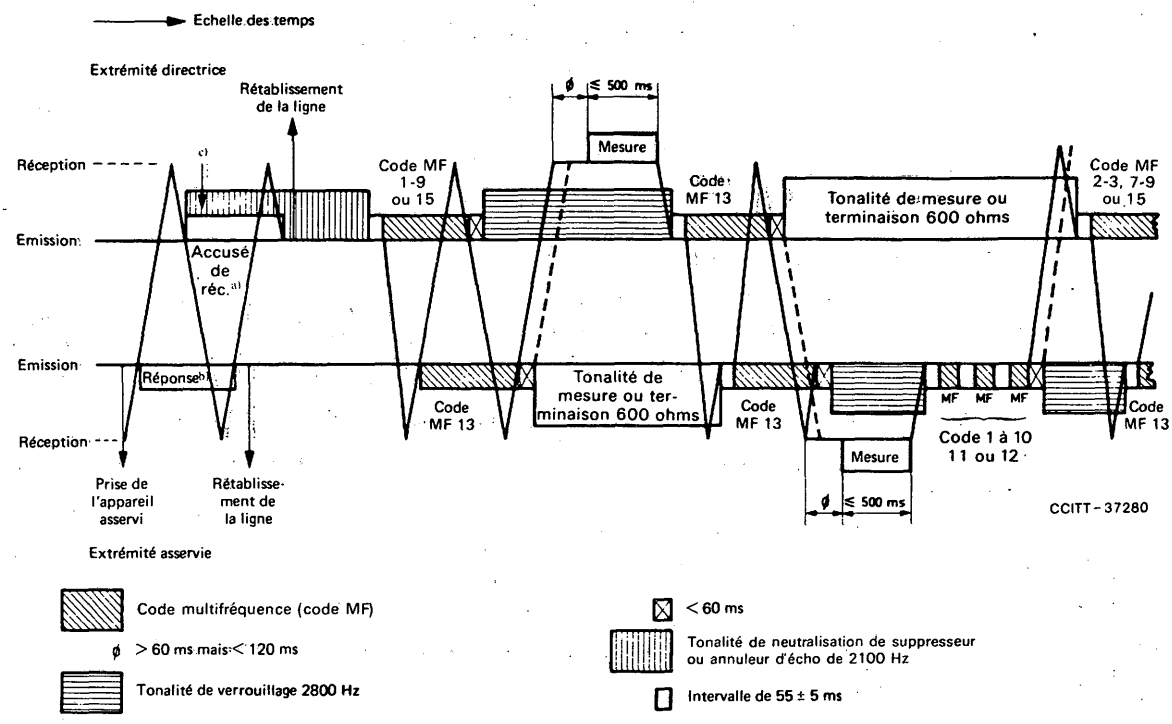
Code n°	Interprétation
1	Mesurer le niveau absolu de puissance à 1020 Hz (niveau émis 0 dBm0)
2	Mesurer le niveau absolu de puissance à 400 Hz } niveau émis indiqué par le signal de commande de la mesure à 1020 Hz
3	Mesurer le niveau absolu de puissance à 2800 Hz } niveau émis indiqué par le signal de commande de la mesure à 1020 Hz
4	Mesurer la puissance de bruit psophométrique (cas où la tonalité de verrouillage SMC n'est pas émise) [a]
5	Mesurer la puissance de bruit psophométrique (cas où la tonalité de verrouillage SMC est émise)
6	Mesurer le niveau absolu de puissance à 1020 Hz. Pour les mesures de niveau ultérieures le niveau émis sera de −10 dBm0
7	Mesure de distorsion totale avec signal de −10 dBm0
8	Mesure de distorsion totale avec signal de −25 dBm0
9	Passer à la couche 2
11	Code utilisé à la place du signal d'intervention lorsque ce dernier n'existe pas
13	Effectuer la mesure dans l'autre sens
14	(Réservé pour utilisation nationale)
15	Fin du programme de mesures de transmission

[a] Concerne les circuits appartenant à des artères ne comportant ni système SMC ni suppresseurs et/ou annuleurs d'écho.

TABLEAU 3/O.22

Signaux transmis par l'appareil asservi à l'appareil directeur

Code n°	Interprétation
1-10	Chiffres 1, . . . , 9, 0 (résultats de la mesure)
11	+ (préfixe pour mesures de transmission)
12	− (préfixe pour mesures de transmission)
9	+ (préfixe pour indiquer une interruption de la fréquence de mesure)
7	− (préfixe pour indiquer une interruption de la fréquence de mesure)
8	+ (préfixe pour indiquer une instabilité de la fréquence de mesure)
6	− (préfixe pour indiquer une instabilité de la fréquence de mesure)
13	Accusé de réception du signal de commande
11 (3 fois)	*(hors gamme à la limite supérieure.* Imprimé sous la forme «+ + +»)
12 (3 fois)	*(hors gamme à la limite inférieure.* Imprimé sous la forme «− − −»)
15	Reconnaissance d'un signal multifréquence erroné



Extrémité équipement asservi

a) Signal de ligne pour l'accusé de réception dans le système de signalisation n° 5 du CCITT.

b) Signal de ligne pour la réponse dans les systèmes de signalisation n° 4 et n° 5 du CCITT.

c) Dans le système de signalisation n° 6 du CCITT, l'émission de la tonalité de neutralisation du suppresseur ou annuleur d'écho commence après réception du signal de réponse (par la voie de signalisation commune).

FIGURE 1/O.22

AAMT: séquence de signalisation type

TABLEAU 4/O.22

Attribution des fréquences et codes

Code n°	Jeu de fréquences (Hz)
1	700 + 900
2	700 + 1100
3	900 + 1100
4	700 + 1300
5	900 + 1300
6	1100 + 1300
7	700 + 1500
8	900 + 1500
9	1100 + 1500
10	1300 + 1500
11	700 + 1700
12	900 + 1700
13	1100 + 1700
14	1300 + 1700
15	1500 + 1700

TABLEAU 5/O.22

Signaux de commande de la couche 2 envoyés par l'appareil directeur à l'appareil asservi

Code n°	Interprétation de la couche 2
1	Système d'essai d'annuleur d'écho – automatique
2	Réservé
3	Essai de mise en boucle – numérique
5	Retour à la couche 1

6.4.2 Lorsque la tonalité de neutralisation de suppresseur ou annuleur d'écho cesse d'être émise, l'appareil directeur transmet à l'appareil asservi un signal de commande multifréquence 55 ± 5 ms après la fin de la tonalité de neutralisation de suppresseur ou annuleur d'écho. Cependant, si la tonalité de neutralisation n'a pas été émise (voir le § 5), le signal de commande multifréquence sera émis dans les 60 ms qui suivent l'indication que le signal de réponse a été reçu.

6.4.3 Lorsque ce signal de commande est reçu par l'appareil asservi, celui-ci transmet un signal multifréquence d'accusé de réception.

6.4.4 Lorsque l'appareil directeur a reconnu le signal d'accusé de réception, il cesse d'émettre le signal de commande et transmet la tonalité de verrouillage SMC, si elle doit l'être (voir le § 5), dans un délai de 60 ms.

6.4.5 Lorsque l'appareil asservi a reconnu la cessation du signal de commande, il cesse d'émettre le signal d'accusé de réception et transmet la tonalité de mesure dans un délai de 60 ms.

6.4.6 Au plus tôt 60 ms, au plus tard 120 ms après que cesse d'être reçu le signal d'accusé de réception, l'appareil directeur connecte l'appareil de mesure. Toutefois, il convient que le délai dont il vient d'être question soit aussi voisin que possible de 60 ms de manière à réduire la probabilité pour qu'une commutation SMC se produise pendant la mesure du bruit.

6.4.7 La mesure du niveau doit être achevée dans les 500 ms qui suivent la connexion de l'équipement de mesure. Lorsque l'appareil directeur a terminé la mesure, l'équipement de mesure est déconnecté et la tonalité de verrouillage SMC mentionnée au § 6.4.4 cesse d'être émise (si elle l'a été).

6.4.8 Lorsque cesse d'être émise la tonalité de verrouillage SMC mentionnée au § 6.4.7, un signal de commande multifréquence suit de 55 ± 5 ms la fin de cette tonalité de verrouillage. Cependant, s'il n'y a pas eu émission de la tonalité de verrouillage, le signal de commande suit de 55 ± 5 ms la déconnexion de l'équipement de mesure.

6.4.9 Lorsque l'appareil asservi a reconnu le signal de commande multifréquence, la tonalité de mesure est supprimée et un signal d'accusé de réception multifréquence est transmis 55 ± 5 ms après la cessation de la tonalité de mesure.

6.4.10 La reconnaissance du signal d'accusé de réception par l'appareil directeur entraîne l'arrêt du signal de commande et l'émission d'une tonalité de mesure dans les 60 ms qui suivent la fin du signal de commande.

6.4.11 Lorsque l'appareil asservi a détecté la cessation du signal de commande multifréquence, le signal d'accusé de réception est supprimé et, si l'appareil est à même d'émettre la tonalité de verrouillage SMC, cette tonalité est transmise dans les 60 ms qui suivent la fin du signal d'accusé de réception.

6.4.12 Au plus tôt 60 ms et au plus tard 120 ms après que cesse d'être reçu le signal de commande, l'appareil asservi connecte l'appareil de mesure. Toutefois, il convient que le délai dont il vient d'être question soit aussi voisin que possible de 60 ms, de manière à réduire la probabilité pour qu'une commutation SMC se produise pendant la mesure du bruit.

6.4.13 La mesure doit être achevée dans les 500 ms qui suivent la connexion de l'équipement de mesure. Lorsque la mesure de transmission est terminée, l'équipement de mesure est déconnecté.

6.4.14 Lorsque l'appareil asservi est prêt à transmettre les résultats de la mesure à l'appareil directeur, la tonalité de verrouillage SMC mentionnée au § 6.4.11 cesse d'être émise, si elle l'a été. La première impulsion multifréquence utilisée pour la transmission des résultats suit de 55 ± 5 ms la fin de la tonalité de verrouillage SMC. Si la tonalité de verrouillage n'a pas été émise, la première impulsion multifréquence suit dans un délai de 60 ms la déconnexion de l'équipement de mesure.

6.4.15 Les résultats de mesure sont transmis sous forme de trois impulsions multifréquences: un préfixe suivi de deux chiffres; pour ces derniers, on utilise les codes 1 à 10 (voir le tableau 4/O.22). Ces chiffres sont émis dans l'ordre, le plus significatif étant émis le premier. La durée des impulsions est de 55 ± 5 ms, celle des intervalles séparant les impulsions est aussi de 55 ± 5 ms. Le chiffre 0 est représenté par le code 10.

6.4.16 Une fois la troisième impulsion multifréquence transmise, l'appareil asservi émet, s'il est à même de le faire, la tonalité de verrouillage SMC dans les 60 ms qui suivent.

6.4.17 Une fois reconnue la troisième impulsion multifréquence, l'appareil directeur cesse d'émettre la tonalité de mesure, puis transmet un signal de commande multifréquence dans les 55 ± 5 ms suivant cette cessation. Si la tonalité de verrouillage SMC mentionnée au § 6.4.16 a été émise par l'appareil asservi, elle doit être interrompue une fois reconnu le signal de commande multifréquence. Le signal d'accusé de réception, qu'émet l'appareil asservi, suit de 55 ± 5 ms la fin de la tonalité de verrouillage SMC. Si le signal de commande multifréquence émis par l'appareil directeur marque le début d'un nouveau cycle de mesure, la nouvelle séquence d'essai commence au point décrit au § 6.4.4 et consiste en une répétition de la séquence décrite aux § 6.4.4 à 6.4.17.

6.4.18 Si la séquence qui vient d'être décrite termine le programme de mesure de transmission, le signal de commande multifréquence mentionné au § 6.4.17 constitue le *signal de fin de programme.*

6.4.19 Pour toutes les mesures de bruit, la tonalité de mesure mentionnée aux § 6.4.5, 6.4.9, 6.4.10 et 6.4.17 doit être remplacée par une résistance terminale de 600 ohms.

6.4.20 Pour les mesures de bruit sur des trajets comportant un système SMC ou sur des circuits équipés de suppresseurs et/ou annuleurs d'écho, on doit, afin d'assurer que la tonalité de verrouillage SMC est émise dans la direction qui n'est pas en cours de mesure, appliquer la tonalité de verrouillage SMC mentionnée aux § 6.4.4, 6.4.11 et 6.4.16.

6.4.21 Lors des mesures de bruit, l'appareil asservi est averti de la nécessité de cette tonalité de verrouillage SMC (mentionnée au § 6.4.20) par le signal de commande multifréquence *mesurer la puissance de bruit psophométrique (cas où la tonalité de verrouillage SMC est émise)* (voir le tableau 2/O.22).

6.4.22 La mesure du rapport signal/distorsion totale sera effectuée en deux étapes:

a) détection du signal de mesure pour la distorsion totale en utilisant la même méthode que pour le bruit au repos mais en remplaçant le filtre d'arrêt à 2800 Hz par un filtre de réjection allant de 1000 à 1025 Hz;

b) mesure du niveau en utilisant un signal d'essai de 1004 à 1020 Hz au niveau de −10 ou de −25 dBm0 selon l'essai demandé.

6.4.23 Lors des mesures de distorsion totale, la tonalité de mesure mentionnée aux § 6.4.5, 6.4.9, 6.4.10 et 6.4.17 doit être remplacée par le signal d'essai de distorsion totale au niveau approprié (soit −10 soit −25 dBm0).

6.5 *Fin du programme de mesure*

Lorsque les mesures de transmission sont terminées, les opérations se poursuivent conformément aux dispositions des § 6.1.4 à 6.1.8, pour autant que ces dispositions s'appliquent.

6.6 *Description des cycles de mesure de transmission de la couche 2*

Une fois que le code 9 multifréquence asservi a été utilisé dans la couche 1 pour entrer dans la couche 2 et qu'un accusé de réception de commande multifréquence a été détecté (sans en attendre la fin), un signal du type à impulsions multifréquences est utilisé pour choisir un cycle de mesure (voir le tableau 5/O.22). Certains cycles de mesure de la couche 2 ne contiennent aucun intervalle sans signaux de longueur suffisante pour qu'un circuit SMC passe sur une voie de connexion SMC.

L'appareil directeur peut sortir d'un cycle de mesure de couche 2 en envoyant le signal de code 5 multifréquence du type à impulsions. Si nécessaire comme le spécifie le § 6.4.1, l'appareil directeur émettra la tonalité de neutralisation de suppresseur/annuleur d'écho, ce qui assure que les suppresseurs et/ou annuleurs d'écho n'interféreront pas dans les commandes multifréquences asservies utilisées dans la couche 1.

6.7 *Description des cycles d'essai d'annuleur d'écho*

6.7.1 Les descriptions des essais contenues dans le présent § 6.7 suivent les séquences d'essais des figures 2/O.22 et 3/O.22. Tous les intervalles entre salves d'impulsions multifréquences (MF) et d'autres actions ont une durée de 80 ± 5 ms à moins qu'il ne soit autrement spécifié. Les conditions relatives à la temporisation et aux erreurs sont traitées au § 6.8.

6.7.2 L'appareil directeur émet une commande multifréquence de code 9 pour indiquer qu'un cycle de couche 2 est spécifié.

6.7.3 Lorsque le signal de commande est reçu par l'appareil asservi, il transmet un signal d'accusé de réception de la commande multifréquence.

6.7.4 Lorsque l'appareil directeur reconnaît le signal d'accusé de réception de commande, il déconnecte le signal de commande et émet une commande multifréquence à impulsions (voir le § 6.7.6).

6.7.5 Lorsque l'appareil asservi reconnaît la cessation du signal de commande, il déconnecte le signal d'accusé de réception de commande.

6.7.6 L'appareil directeur commence la séquence d'essai en envoyant à l'appareil asservi une salve multifréquence de préparation spécifiant la tonalité de 1020 Hz et la temporisation automatique de l'essai (voir les § 6.3 et 6.4 et le tableau 5/O.22).

6.7.7 A la suite de la salve multifréquence initiale de préparation, l'appareil directeur marque une pause de 500 ms pour assurer la mise en action des annuleurs d'écho. Il émet ensuite une tonalité de 2100 Hz pendant 800 ms qui, si nécessaire, neutralise les suppresseurs d'écho qui pourraient se trouver sur le circuit soumis aux essais et assure le blocage des équipements de multiplication de circuits qui pourraient être utilisés.

6.7.8 L'appareil directeur émet ensuite une tonalité d'essai (1020 Hz) au niveau de −10 dBm0 vers l'appareil asservi et il attend que ce dernier mesure le niveau de la tonalité reçue et lui communique le résultat de la mesure.

6.7.9 L'appareil asservi détecte la présence de la tonalité d'essai, en mesure le niveau et envoie le résultat de ses mesures sous forme de chiffres multifréquences pulsés. Il applique ensuite la tonalité d'essai (1020 Hz) au niveau de −10 dBm0 en direction de l'appareil directeur.

6.7.10 A réception du résultat des mesures de l'appareil asservi, l'appareil directeur interrompt la tonalité d'essai et attend la réception de la tonalité d'essai en provenance de l'appareil asservi dont il mesure le niveau.

6.7.11 L'appareil directeur envoie ensuite des salves multifréquences de préparation pour spécifier la séquence d'essai pour l'annuleur d'écho de l'extrémité distante (du côté de l'appareil asservi) ou pour l'annuleur d'écho local (du côté de l'appareil directeur). L'essai de l'annuleur d'écho de l'extrémité distante se déroule comme indiqué ci-après.

6.7.12 Après avoir émis le chiffre de préparation spécifiant l'essai de l'annuleur d'écho de l'extrémité distante, l'appareil directeur applique un signal d'essai de bruit et attend une salve multifréquence de confirmation en provenance de l'appareil asservi.

6.7.13 Après avoir reçu le chiffre de préparation indiquant un essai d'annuleur d'écho d'extrémité distante, l'appareil asservi interrompt la tonalité d'essai qu'il envoyait, renvoie une salve multifréquence de confirmation et établit une impédance passive de terminaison sur les deux trajets d'émission et de réception du circuit soumis aux essais (condition de l'étape 1).

6.7.14 Après avoir reçu la salve multifréquence de configuration de l'étape 1, l'appareil directeur continue l'émission du signal de bruit pendant 500 ms pour permettre à l'annuleur d'écho de l'extrémité distante de mettre à zéro ses registres internes à réception du signal de bruit. Il mesure ensuite le taux de bruit, ce qui lui donne une indication du bruit du circuit dans le sens extrémité distante vers locale. (Cette mesure constitue seulement une indication de la performance de bruit du circuit soumis aux essais et vise à assurer que des problèmes de bruit de circuit excessif ne viennent pas perturber l'essai de l'annuleur.) L'appareil directeur émet alors une salve multifréquence de préparation pour faire passer l'appareil asservi à la condition de l'étape 2 et indique au moyen de deux nouvelles salves multifréquences de préparation la valeur du retard à fournir sur la boucle de gain de 2 dB. La valeur du retard requise sur la boucle devrait être variable en permanence de 0 à 75 ms par échelons de 1 ms. Une fois la préparation terminée, l'appareil directeur reprend l'émission du signal de bruit en direction de l'appareil asservi.

6.7.15 Après avoir reçu la préparation de l'étape 2 de l'appareil directeur, l'appareil asservi supprime les terminaisons de la condition 1, fournit une boucle de gain de 2 dB avec le retard spécifié et renvoie la salve multifréquence de confirmation de préparation de l'étape 2.

6.7.16 L'appareil directeur reçoit la salve multifréquence de confirmation de l'étape 2, continue l'émission du signal de bruit pendant 500 ms pour permettre à l'annuleur d'écho de l'extrémité distante de s'ajuster à l'état de conversation simultanée des deux interlocuteurs et mesure ensuite le taux de bruit du signal renvoyé en boucle. Il envoie ensuite un chiffre de préparation pour faire passer l'appareil asservi à l'étape 3, qui est une boucle d'affaiblissement de 10 dB avec le même retard que dans l'étape 2 et applique le signal de bruit en direction de l'appareil asservi.

6.7.17 Après avoir reçu la salve multifréquence de préparation de l'étape 3 en provenance de l'appareil directeur, l'appareil asservi applique les conditions de l'étape 3 et renvoie une salve multifréquence de confirmation.

6.7.18 L'appareil directeur reçoit la salve multifréquence de confirmation de l'étape 3, continue à émettre le signal de bruit pendant 500 ms pour permettre à l'annuleur d'écho distant de chercher à annuler le bruit renvoyé en boucle et mesure ensuite le taux de bruit du signal renvoyé.

6.7.19 Si l'annuleur d'écho distant doit mettre à l'essai d'autres étages de retard, l'appareil directeur peut répéter les séquences des étapes 2 et 3 avec les valeurs de retard appropriées pour l'essai de chaque étage.

6.7.20 S'il n'y a pas d'autre étage de retard d'annuleur d'écho à vérifier, et s'il n'y a pas d'annuleur d'écho proche à contrôler, si aucun des essais déjà effectués ne doit être répété ou si l'essai du dispositif de neutralisation de l'annuleur d'écho distant n'a pas été demandé, l'appareil directeur envoie une salve multifréquence de préparation pour commander à l'appareil asservi de revenir à la couche 1.

a) Si aucun annuleur d'écho d'extrémité locale ne doit être soumis aux essais et si la fonction de neutralisation de l'annuleur de l'extrémité distante doit être vérifiée, l'essai est alors effectué. (A noter que s'il y a aussi un annuleur à l'extrémité locale, l'essai de la fonction de neutralisation de l'annuleur de l'extrémité distante a lieu après l'essai de l'annuleur de l'extrémité locale.)

b) Pour vérifier le fonctionnement du dispositif de neutralisation de l'annuleur d'écho de l'extrémité distante, on admet que la séquence qui a déjà été décrite a été appliquée à l'annuleur de l'extrémité distante et que l'on en est sorti alors que la boucle d'affaiblissement de 10 dB était toujours appliquée par l'appareil asservi pendant qu'il attendait des commandes additionnelles.

c) L'appareil directeur interrompt le signal de bruit utilisé pour les mesures par la boucle de 10 dB et émet pendant 800 ms le signal de neutralisation de l'annuleur d'écho [tonalité de 2100 Hz avec inversion périodique de phase de 180° (voir le § 9.4.1, c)]. Après réception de ce signal, le dispositif de neutralisation de l'annuleur d'écho devrait intervenir, neutralisant ainsi l'action de l'annuleur.

d) L'appareil directeur interrompt le signal de neutralisation, émet une salve multifréquence de préparation et applique le signal de bruit sur quoi l'annuleur d'écho de l'extrémité distante ne devrait pas intervenir. Après avoir reçu la salve multifréquence, l'appareil asservi interrompt la boucle d'affaiblissement de 10 dB avec retard, renvoie une salve multifréquence de confirmation et applique une boucle d'affaiblissement de 10 dB sans retard. Après avoir reçu la salve multifréquence de confirmation de l'appareil asservi, l'appareil directeur maintient le signal de bruit pendant 500 ms et mesure alors le taux de bruit du signal renvoyé (qui ne devrait pas être le même que lors de la mesure antérieure en boucle avec affaiblissement de 10 dB puisque l'annuleur d'écho a été neutralisé).

e) L'appareil directeur interrompt ensuite le signal de bruit et émet une salve multifréquence de préparation donnant à l'appareil asservi l'ordre de revenir à la couche 1.

6.7.21 Si un annuleur d'écho doit être soumis à l'essai à l'extrémité locale, l'appareil directeur émet une salve multifréquence de préparation donnant l'ordre à l'appareil asservi d'assumer la fonction directrice et il indique le nombre d'étages à vérifier dans l'annuleur d'écho considéré. L'appareil directeur envoie alors la tonalité d'essai en direction de l'appareil asservi (voir la figure 3/O.22).

6.7.22 Après avoir reçu l'ordre d'assumer la direction de l'essai, l'appareil asservi envoie une salve multifréquence de préparation de condition 1 à l'appareil directeur. Il applique ensuite un signal de bruit et attend de l'appareil directeur une salve multifréquence de confirmation de cette condition. La séquence à 3 niveaux se déroule ensuite comme dans le cas de l'annuleur de l'extrémité distante, exception faite de ce que l'appareil asservi renvoie au moyen de salves multifréquences les résultats des mesures de la condition précédente immédiatement après avoir transmis le signal multifréquence de préparation demandant les conditions suivantes.

6.7.23 Lorsque l'essai de l'annuleur d'écho d'extrémité locale est achevé, l'appareil asservi émet une salve multifréquence indiquant le retour de la direction à l'appareil directeur et il applique la tonalité d'essai.

a) Si l'essai de la fonction de neutralisation de l'annuleur d'écho de l'extrémité locale seulement a été demandé, l'appareil directeur envoie une salve multifréquence de préparation donnant à l'appareil asservi l'ordre d'exécuter une série d'opérations pendant que l'appareil directeur applique une impédance passive de terminaison.

b) Après avoir reçu la salve multifréquence de préparation d'essai du neutraliseur, l'appareil asservi interrompt la tonalité d'essai et applique pendant 800 ms le signal de neutralisation de l'annuleur d'écho [voir le § 9.4.1, c)]. L'appareil asservi envoie alors une salve multifréquence de préparation et applique le signal d'essai de bruit. Après avoir reçu la salve multifréquence de préparation, l'appareil directeur renvoie une salve multifréquence de confirmation et applique une boucle d'affaiblissement de 10 dB sans retard. Après avoir reçu la salve multifréquence de confirmation, l'appareil asservi maintient le signal de bruit pendant 500 ms sur quoi l'annuleur d'écho interrompu de l'extrémité locale ne devrait pas intervenir. L'appareil asservi mesure ensuite le taux de bruit du signal renvoyé. L'appareil asservi transmet les résultats à l'appareil directeur sous forme de salves multifréquences, précédées d'une salve multifréquence indiquant le retour de la direction à l'appareil directeur, puis il attend l'ordre suivant. Après avoir reçu ces salves multifréquences, l'appareil directeur interrompt la boucle d'affaiblissement de 10 dB et marque une pause de 500 ms pour laisser l'AE se remettre en action.

c) Si l'essai des dispositifs de neutralisation locaux et distants a été demandé, la séquence décrite au § b) ci-dessus se poursuit jusqu'au point où la valeur de taux de bruit à 10 dB, mesurée avec l'annuleur d'écho local neutralisé, a été renvoyée par l'appareil asservi. Lorsque c'est au tour du système de neutralisation distant d'être soumis à l'essai, l'appareil asservi renvoie la tonalité d'essai (sans aucune pause) et attend un nouvel ordre de l'appareil directeur.

d) Après réception du résultat de l'essai des dispositifs de neutralisation, l'appareil directeur interrompt les conditions d'essai avec affaiblissement de 10 dB (sans retard), envoie une salve multifréquence demandant une boucle d'affaiblissement de 10 dB et applique le signal de bruit.

e) Après réception de la commande, l'appareil asservi interrompt la tonalité d'essai, applique une boucle d'affaiblissement de 10 dB (sans retard) et renvoie une salve multifréquence de confirmation.

f) Après réception de la salve multifréquence de confirmation, l'appareil directeur continue à émettre le signal de bruit pendant 500 ms, après quoi l'annuleur d'écho neutralisé de l'extrémité distante ne devrait plus intervenir. L'appareil directeur mesure alors le taux de bruit du signal renvoyé (qui devrait indiquer qu'il n'y a pas d'annulation).

g) Après cette mesure, l'appareil directeur marque une pause de 500 ms pour permettre l'activation du ou des annuleurs d'écho.

6.7.24 L'appareil directeur envoie une salve multifréquence de préparation pour donner l'ordre à l'appareil asservi de revenir à l'étape 1. A noter que, en ce point, tout SMC sur le circuit aura été libéré au cours de la pause de 500 ms (voir les figures 2/O.22 et 3/O.22).

6.8 *Considérations relatives à la temporisation de l'essai des annuleurs d'écho et aux erreurs*

6.8.1 *Essai automatique — Fonction de l'appareil directeur*

6.8.1.1 En l'absence de réponse de l'appareil asservi dans un délai de 5 s, l'appareil directeur émet un ordre multifréquence de retour à la couche 1 pour l'appareil asservi et signale l'extinction de la temporisation.

6.8.1.2 En cas de réception d'une salve multifréquence hors séquence, non définie ou erronée (par exemple, réception de plus de deux fréquences MF), noter une condition d'erreur du chiffre MF, demeurer dans la même position dans la séquence d'essai et redémarrer le temporisateur d'extinction. Si une salve multifréquence correcte n'est pas reçue avant la fin de la nouvelle temporisation, signaler «erreur MF» et revenir à la couche 1. Si une salve multifréquence correcte est reçue, poursuivre la séquence normale.

6.8.1.3 En cas de réception d'un rapport d'erreur de salve multifréquence en provenance de l'appareil asservi indiquant qu'il a observé la réception d'un chiffre MF non défini, hors séquence ou erroné, signaler cette disposition, envoyer à l'appareil asservi l'ordre de revenir à la couche 1 et revenir à la couche 1.

6.8.2 *Essai automatique — Fonction de l'appareil asservi*

Si une salve multifréquence est hors séquence, non définie ou erronée, émettre un rapport MF (code 13) «MF erroné» vers l'appareil directeur et rester dans sa position dans la séquence d'essai.

6.9 *Essai de l'appareil asservi en boucle numérique*

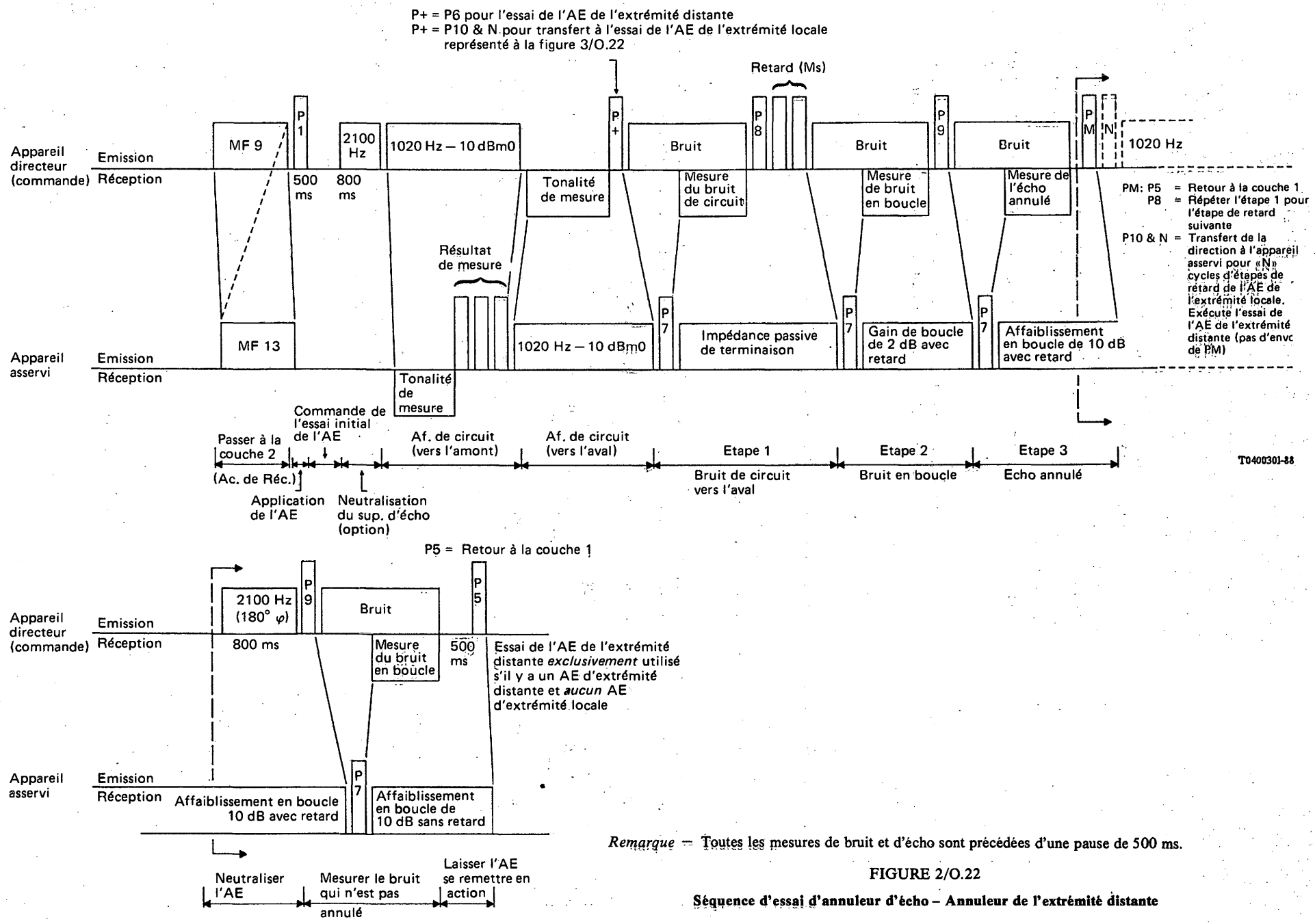
6.9.1 L'appareil directeur envoie une commande multifréquence de code 9 pour indiquer qu'un cycle de mesures de couche 2 est spécifié.

6.9.2 Lorsque le signal de commande est reçu par l'appareil asservi, un signal d'accusé de réception de commande multifréquence est émis.

6.9.3 Lorsque le signal d'accusé de réception de commande est reconnu par l'appareil directeur, il interrompt le signal de commande et envoie un signal de commande multifréquence de code 3.

6.9.4 Lorsque l'interruption du signal de commande est reconnue par l'appareil asservi, il interrompt l'émission du signal d'accusé de réception de commande et la boucle numérique est appliquée en réponse au code 3.

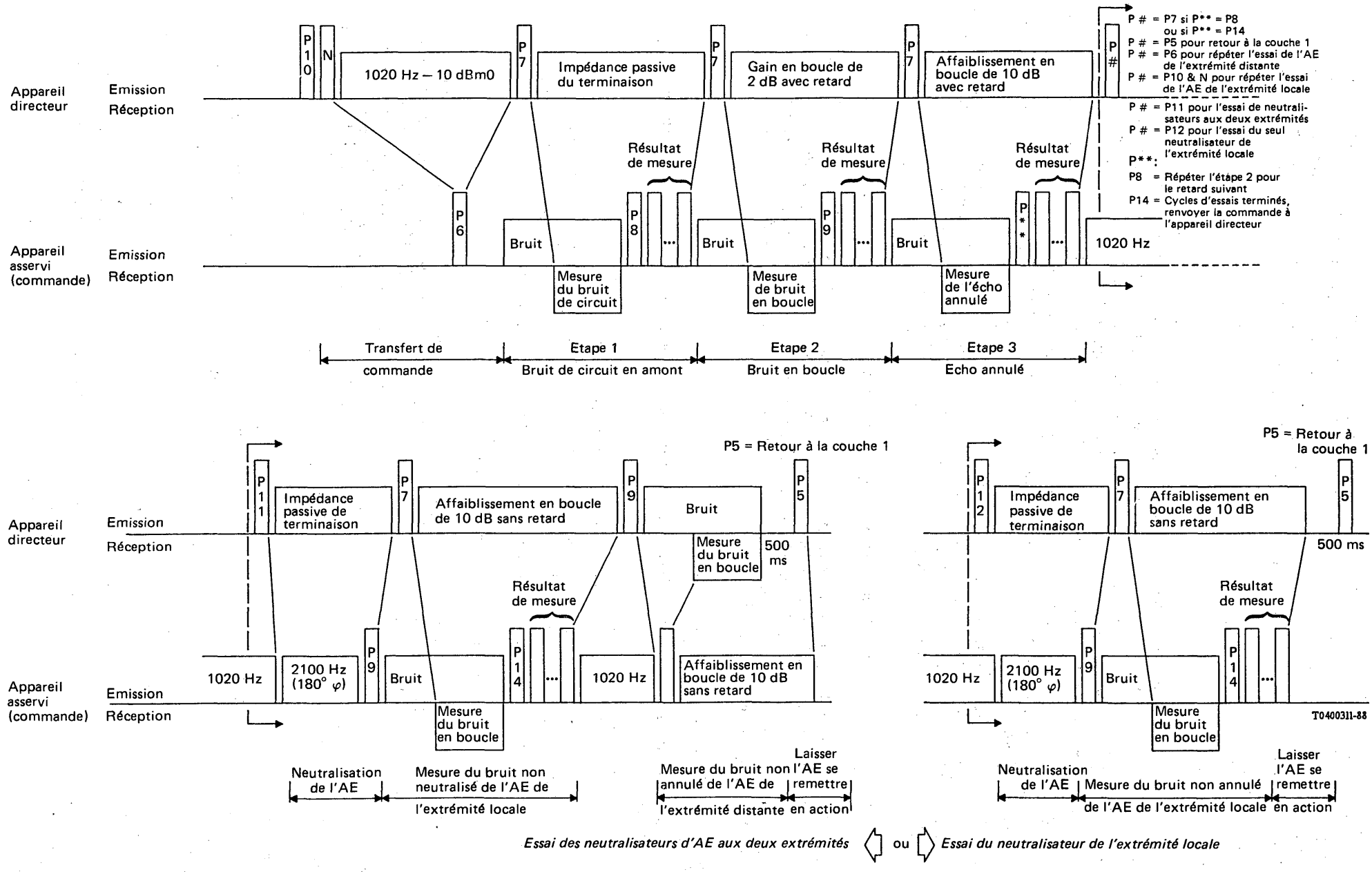
6.9.5 L'appareil directeur commence la séquence d'essai en émettant la séquence d'essai numérique et en analysant le signal renvoyé sur la boucle.



Remarque – Toutes les mesures de bruit et d'écho sont précédées d'une pause de 500 ms.

FIGURE 2/O.22

Séquence d'essai d'annuleur d'écho – Annuleur de l'extrémité distante



Remarque — Toutes les mesures de bruit et d'écho sont précédées d'une pause de 500 ms.

FIGURE 3/O.22

Séquence d'essai d'annuleur d'écho d'extrémité locale

6.9.6 A la fin de l'essai, l'appareil directeur interrompt la séquence d'essai et envoie une commande multifréquence de code 5 par impulsions donnant l'ordre à l'appareil asservi de revenir à la couche 1. Si un code 5 n'est pas reçu dans les 30 secondes qui suivent la mise en boucle numérique, l'appareil asservi interrompt la boucle et retourne à la couche 1. Cependant, l'appareil directeur peut entamer un nouvel intervalle d'essai de 30 secondes en envoyant une commande multifréquence de code 3 par impulsions au lieu d'un code 5 avant que l'intervalle de 30 secondes en cours n'ait expiré.

6.10 *Supervision du système*

6.10.1 Chaque signal multifréquence doit se composer de deux fréquences et deux seulement. Si l'appareil directeur en reçoit seulement une, ou plus de deux, la mesure est enregistrée comme étant erronée et la communication est libérée. Si l'appareil asservi en reçoit seulement une, ou plus de deux, il doit émettre le code 15 au lieu du code 13 (accusé de réception du signal de commande), l'appareil directeur étant alors conçu pour reconnaître le signal, enregistrer la mesure comme erronée et libérer la communication.

6.10.2 Lors de la transmission des résultats de mesure, les signaux de code doivent comprendre trois chiffres, et non un autre nombre de chiffres. Si tel n'est pas le cas, la mesure est enregistrée comme étant erronée et la communication est libérée.

6.10.3 Un dispositif doit être prévu dans l'appareil directeur pour contrôler toute la durée du programme. Si, en plus des autres délais indiqués dans la présente spécification, le programme cesse d'être exécuté, à un moment quelconque, pendant une période de 20 à 40 secondes, un dérangement doit être enregistré et la communication libérée. Le personnel de maintenance peut être prévenu par un dispositif d'alarme.

7 Description d'essais utilisant des lignes d'essai numériques en boucle

7.1 L'appareil directeur doit pouvoir faire les types de mesure suivants en utilisant une ligne d'essai numérique en boucle comme spécifié dans la Recommandation O.11. Le type des essais à effectuer dépend du type de circuit soumis aux essais. Pour tous les essais, on admet que les suppresseurs ou annuleurs d'écho éventuels ont été neutralisés avant le début des essais au moyen de la tonalité de neutralisation appropriée ou de la tonalité de verrouillage SMC appropriée (voir le § 6.4).

7.2 *Essais analogiques sur tous les types de circuits*

Les essais suivants peuvent être effectués sur des circuits analogiques, mixtes analogique-numérique ou entièrement numériques:

a) puissance reçue en boucle à 1020 Hz,

b) bruit reçu en boucle, avec et sans la tonalité de verrouillage SMC,

c) rapport signal/distorsion totale avec signal d'essai de 1020 Hz en boucle au niveau de −10 ou de −25 dBm0 selon l'essai demandé.

Remarque — Des mesures en boucle à 400 et 2800 Hz ne sont pas spécifiées.

7.3 *Essais numériques sur circuits entièrement numériques*

L'appareil directeur doit pouvoir mettre en œuvre des essais d'intégrité des bits selon la Recommandation O.152 sur une ligne d'essai numérique en boucle pour circuits entièrement numériques entre commutateurs numériques. L'intervalle entre l'instant où la tonalité de neutralisation des annuleurs/suppresseurs d'écho et/ou la tonalité de verrouillage SMC sont interrompues et où la tonalité ou la séquence d'essai numérique est appliquée doit être de 55 ± 5 ms. Les résultats doivent pouvoir être exprimés sous forme d'évaluation du pourcentage de secondes sans erreur et de taux d'erreur estimé sur les bits. La durée de l'intervalle d'essai doit être spécifiée en secondes (entre 10 et 600) comme un paramètre d'entrée.

8 Programmation

La programmation de l'appareil directeur est effectuée manuellement ou automatiquement au choix de l'Administration ou de l'exploitation privée utilisatrice. Les informations à fournir à l'appareil directeur sont les suivantes:

1) identification du circuit à mesurer;

2) type du circuit (SMC, présence de suppresseurs ou annuleurs d'écho, etc.) et type du système de signalisation;

3) emplacement des annuleurs d'écho sur le circuit (extrémité locale, extrémité distante ou les deux);

4) adresse suffisante pour identifier le type d'appareil asservi au centre international d'arrivée;

5) mesures à effectuer, valeurs nominales et limites de maintenance assignées; et si nécessaire essais de neutralisation d'annuleur d'écho à effectuer;

6) préciser si les résultats doivent être enregistrés par l'appareil de sortie;
7) préciser si la date et l'heure de la mesure doivent être enregistrées par l'appareil de sortie;
8) préciser si les résultats sont enregistrés sous la forme abrégée décrite au § 3.7.

9 Spécifications de l'équipement de mesure de transmission et des tonalités de neutralisation et de verrouillage

Les spécifications ci-après sont valables dans les conditions climatiques spécifiées dans la Recommandation O.3.

9.1 *Appareil de mesure du niveau absolu de puissance*

9.1.1 *Appareil d'émission*

Mesure de niveau:

Fréquences: 400 ± 5 Hz, 1020 +2, −7 Hz et 2800 ± 14 Hz.

Niveau absolu de puissance émis: 0 dBm0 ± 0,1 dB (ou −10 dBm0 ± 0,1 dB, voir le § 6.3).

Pureté des signaux de sortie: rapport puissance totale de sortie sur signal brouilleur au moins égal à 36 dB.

Signal d'essai pour la mesure de distorsion totale:

Fréquence: la fréquence nominale du signal d'essai de distorsion totale doit être de 1020 Hz[8]. La stabilité du signal d'essai doit être de ± 2 Hz.

Niveau absolu de puissance émis: −10 dBm0 ± 0,1 dB et −25 dBm0 ± 0,1 dB.

Pureté des signaux de sortie: rapport puissance totale de sortie sur signal brouilleur au moins égal à 36 dB.

Impédances: 600 ohms (symétriques, isolées de la terre).

Affaiblissement de conversion longitudinale (voir la figure 1/O.9): au moins 46 dB entre 300 et 3400 Hz[9], [10]

Affaiblissement d'équilibrage[11]*:* plus de 46 dB à 1020 Hz et plus de 30 dB entre 200 et 4000 Hz.

9.1.2 *Appareil de réception*

Bande passante: 390 à 2820 Hz.

Impédance: 600 ohms (symétrique, isolée de la terre).

Symétrie par rapport à la terre: ⩾ 46 dB de 300 à 3400 Hz; au-dessous de 300 Hz, elle croît à mesure que la fréquence décroît, pour être d'au moins 60 dB à 50 Hz[9], [10].

Affaiblissement d'équilibrage[11]*:* plus de 46 dB à 1020 Hz et plus de 30 dB entre 200 et 4000 Hz.

Gamme de mesure: de −9,9 dB à +5,1 dB par rapport au niveau nominal qui serait observé à une extrémité virtuelle côté réception de niveau −4 dBr; il est à noter que la valeur nominale du niveau absolu de puissance reçu à l'extrémité virtuelle côté réception dépend du niveau émis côté émission qui peut être soit 0 dBm0 soit −10 dBm0 ou −25 dBm0 (voir le § 6.3).

Précision (absolue): à 1020 Hz, ± 0,2 dB; à 400 et 2800 Hz, ± 0,2 dB par rapport à la valeur du niveau de la fréquence de référence de 1020 Hz.

Résolution (plus petit échelon de mesure): 0,1 dB.

9.2 *Equipement de mesure du bruit et de la distorsion totale*

Pondération: pondération psophométrique répondant aux conditions de la Recommandation O.41.

Suppression de la fréquence 2800 Hz: lorsqu'on fait des mesures de bruit sur des circuits fonctionnant sur système SMC ou munis de suppresseurs et/ou annuleurs d'écho, on doit commencer par insérer un filtre

---

[8] Il est prévu qu'une seule tonalité dans la gamme 1020 +2, −7 Hz sera nécessaire et qu'elle pourra servir aussi bien pour la mesure du niveau à 1020 Hz que pour la mesure de la distorsion totale.

[9] En attendant l'adoption générale d'une méthode de mesure de la symétrie par rapport à la terre, la méthode à utiliser serait choisie par accord entre le constructeur de l'équipement et l'Administration.

[10] En déterminant la symétrie par rapport à la terre, il faut considérer comme faisant partie de l'AAMT n° 2 tout équipement d'interface nécessité par les besoins de signalisation du centre de commutation ou par les fonctions de commande propres à l'AAMT n° 2.

[11] Les conditions d'affaiblissement d'équilibrage applicables aux appareils plus anciens devraient être conformes à la spécification «plus de 30 dB» à chacune des fréquences indiquées pour l'appareil d'émission.

qui arrête la fréquence 2800 Hz. La figure 4/O.22 indique les spécifications que doit satisfaire ce filtre. Quand on mesure un bruit blanc après pondération psophométrique, l'insertion du filtre dans le circuit de mesure ne doit pas faire varier de plus de 1 dB la lecture obtenue en l'absence de ce filtre.

Suppression de la fréquence de 1000 à 1025 Hz: lorsqu'on fait des mesures de distorsion totale, on doit commencer par insérer avant cette mesure un filtre de réjection de signal d'essai[12] pour la fréquence de 1000 à 1025 Hz. La figure 5/O.22 indique les spécifications du filtre. Une correction de la largeur de bande pour l'affaiblissement de la largeur de bande de bruit effective dû au filtre de suppression doit être incorporée dans le système AAMT n° 2.

Méthode de détection du bruit au repos: la méthode de détection doit être telle que, si l'on applique à l'entrée, pendant une durée de 375 ± 25 ms, un bruit blanc gaussien ou une onde sinusoïdale de fréquence quelconque comprise entre 390 et 2820 Hz, en l'absence du filtre d'arrêt de la fréquence 2800 Hz mentionné ci-dessus, l'indication à la sortie soit dans chaque cas la même, à ± 1 dB près, que celle donnée par le psophomètre du CCITT lorsque le même bruit blanc gaussien ou la même onde sinusoïdale est appliqué à son entrée pendant une durée de 5 secondes.

Méthode de détection pour le rapport signal/distorsion totale: la méthode de détection du signal de distorsion totale sera la même que celle du bruit au repos indiquée ci-dessus si ce n'est que le filtre de réjection allant de 1000 à 1025 Hz remplace le filtre d'arrêt de la fréquence 2800 Hz. De plus, le niveau de réception du signal d'essai de 1004 à 1020 Hz doit être mesuré et comparé avec le signal de distorsion totale pour déterminer le rapport signal/distorsion totale en dB.

Intervalle de mesure: 375 ± 25 ms.

Impédance: 600 ohms (symétrique).

Affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée (voir la figure 5/O.9): au moins 46 dB de 300 à 3400 Hz; au-dessous de 300 Hz, elle croît à mesure que la fréquence décroît pour être d'au moins 60 dB à 50 Hz[13), 14)].

Affaiblissement d'équilibrage[15)]*:* plus de 46 dB à 1020 Hz et plus de 30 dB entre 200 et 4000 Hz.

Gamme de mesure: de −30 à −65 dBm0p.

Précision: ± 1 dB à la fréquence d'étalonnage, de −30 à −55 dBm0p. Entre −55 et −65 dBm0p, on tolère une précision de ± 2 dB, mais ± 1 dB reste une valeur souhaitable.

Résolution (plus petit échelon de mesure): 1 dB.

9.3 *Tonalités de neutralisation et de verrouillage*

– Tonalité de neutralisation du suppresseur ou annuleur d'écho:

  Fréquence: 2100 Hz ± 8 Hz

  Niveau: −12 dBm0 ± 1 dB

  La tonalité de 2100 Hz doit être interrompue périodiquement, toutes les 450 ± 25 ms par un décalage de phase de 180 ± 5°. L'intervalle d'interruption peut être asynchrone par rapport au début de l'intervalle de tonalité présente.

– Tonalité de verrouillage SMC:

  Fréquence: 2800 Hz ± 14 Hz

  Niveau: −10 dBm0 ± 1 dB

– Pour ces deux tonalités:

  Impédance: 600 ohms (symétrique, isolée de la terre).

  Affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée (voir la figure 5/O.9): au moins 46 dB de 300 à 3400 Hz[13), 14)].

  Affaiblissement d'équilibrage: plus de 46 dB à 1020 Hz et plus de 30 dB entre 200 et 4000 Hz.

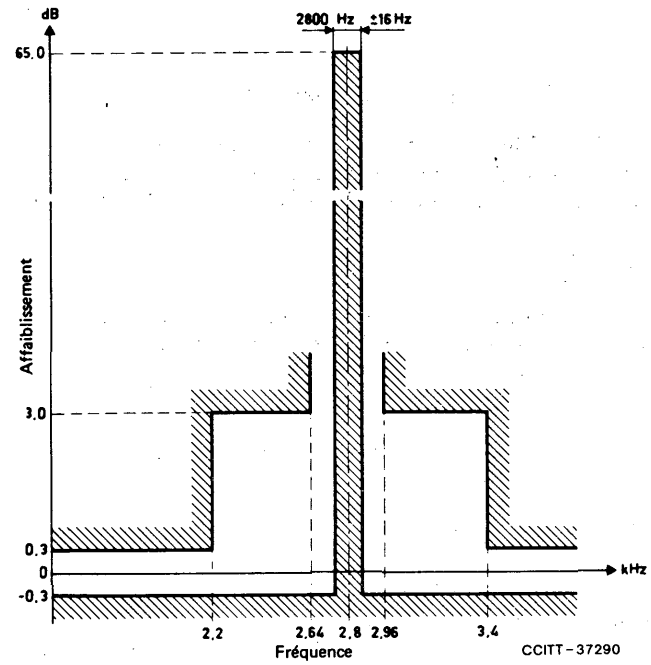
---

12) Ce filtre de réjection est le même que celui spécifié dans la Recommandation O.132.

13) En attendant l'adoption générale d'une méthode de mesure de la symétrie par rapport à la terre, la méthode à utiliser serait choisie par accord entre le constructeur de l'équipement et l'Administration.

14) En déterminant la symétrie par rapport à la terre, il faut considérer comme faisant partie de l'AAMT n° 2 tout équipement d'interface nécessité par les besoins de signalisation du centre de commutation ou par les fonctions de commande propres à l'AAMT n° 2.

15) Les conditions d'affaiblissement d'équilibrage applicables aux appareils plus anciens devraient être conformes à la spécification «plus de 30 dB» à chacune des fréquences indiquées pour l'appareil d'émission.



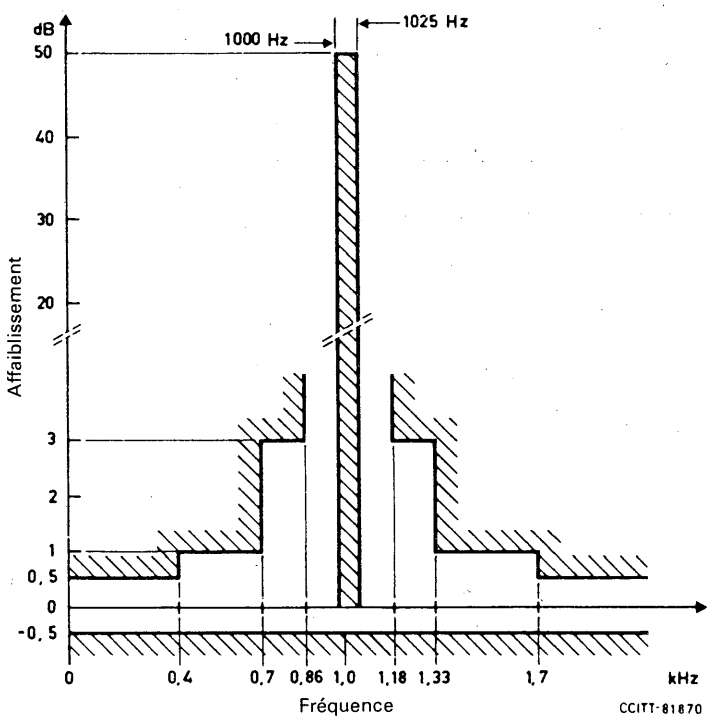
La différence entre la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence lorsque le filtre d'arrêt est inséré et la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence lorsque ce filtre n'est pas inséré doit rester comprise entre les limites suivantes:

de 30 Hz à 2,2 kHz de 3,4 kHz à 20 kHz	différence au plus égale à ± 0,3 dB
de 2,2 kHz à 2,64 kHz de 2,96 kHz à 3,4 kHz	différence au plus égale à +3,0 dB ou à −0,3 dB
de 2,8 kHz ± 16 Hz	différence supérieure à 65 dB

(La caractéristique avec filtre inséré par rapport à la caractéristique sans filtre inséré ne doit pas pénétrer dans les parties hachurées.)

FIGURE 4/O.22

Spécifications du filtre d'arrêt à 2800 Hz de la tonalité de verrouillage



La différence entre la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence lorsque le filtre de réjection est inséré et la caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence lorsque ce filtre n'est pas inséré doit rester comprise entre les limites suivantes:

30 Hz à 0,4 kHz et 1,7 kHz à 20 kHz	différence au plus égale à ±0,5 dB
0,4 kHz à 0,7 kHz et 1,33 kHz à 1,7 kHz	différence au plus égale à +1 dB ou à −0,5 dB
0,7 kHz à 0,86 kHz et 1,33 kHz à 1,18 kHz	différence au plus égale à +3 dB ou à −0,5 dB
1000 Hz à 1025 Hz	différence supérieure à 50 dB (bande de réjection)

(La caractéristique avec filtre inséré par rapport à la caractéristique sans filtre inséré ne doit pas pénétrer dans les parties hachurées.)

FIGURE 5/O.22

Spécifications du filtre de réjection allant de 1000 à 1025 Hz

9.4 *Dispositif d'émission ECTS de l'appareil directeur et de l'appareil asservi*

9.4.1 *Fréquences du signal et des tonalités*

a) tonalité d'essai: 1020 Hz +2, −7 Hz

b) tonalité de neutralisation: 2100 Hz ± 8 Hz (suppresseurs d'écho et SMC)

c) tonalité de neutralisation des annuleurs d'écho: 2100 Hz ± 8 Hz. Cette tonalité de 2100 Hz devrait être périodiquement interrompue à intervalles de 450 ± 25 ms par une inversion de phase (180° ± 5). L'intervalle d'interruption peut être asynchrone par rapport au début de l'intervalle de la tonalité présente.

d) tonalité de verrouillage SMC: 2800 Hz ± 14 Hz

e) signal de bruit: le signal d'essai de bruit s'obtient en faisant passer le signal provenant d'une source de bruit quasi aléatoire à large bande dans un réseau filtrant ayant les caractéristiques spécifiées au tableau 6/O.22.

TABLEAU 6/O.22

Caractéristiques du Filtre

Fréquence (Hz)	Affaiblissement [a] (dB)	Tolérance (dB)
⩽ 200	⩾ 30	–
300	21,8	± 2,3
560	3	± 0,4
750	0,2	± 0,2
1000	0	± 0,1
1500	0,1	± 0,2
1965	3	± 0,4
2400	10,9	± 1,2
3000	22,9	± 3,0
4000	42,6	± 5,0
⩾ 5000	⩽ 45	–

[a] A l'exclusion d'un affaiblissement d'insertion uniforme éventuel.

9.4.2 *Niveaux du signal et des tonalités*

a) pour les mesures d'affaiblissement: −10 ± 0,1 dBm0

b) tonalités de neutralisation: −12 ± 1 dBm0

c) tonalité de verrouillage SMC: −10 ± 1 dBm0

d) signal de bruit: −10 ± 0,5 dBm0

9.4.3 *Impédance*

600 ohms (symétrique) avec affaiblissement de conversion longitudinale[16), 17)] (voir la figure 1/O.9) d'au moins 46 dB entre 300 et 3400 Hz. Affaiblissement d'équilibrage[18)] supérieur à 46 dB à 1020 Hz et à 30 dB entre 200 et 4000 Hz.

---

16) En attendant l'adoption générale d'une méthode de mesure de la symétrie par rapport à la terre, la méthode à utiliser serait choisie par accord entre le constructeur de l'équipement et l'Administration.

17) En déterminant la symétrie par rapport à la terre, il faut considérer comme faisant partie de l'AAMT n° 2 tout équipement d'interface nécessité par les besoins de signalisation du centre de commutation ou par les fonctions de commande propres à l'AAMT n° 2.

18) Les conditions d'affaiblissement d'équilibrage applicables aux appareils plus anciens devraient être conformes à la spécification «plus de 30 dB» à chacune des fréquences indiquées pour l'appareil d'émission.

9.4.4 *Pureté des signaux de sortie*

Meilleure que 30 dB.

9.4.5 *Caractéristiques de la boucle*

a) temps de propagation: de 0 à 75 ms ± 0,2 ms

b) gain en boucle: 2,0 dB ± 0,1 dB

c) affaiblissement en boucle: 10 dB ± 0,1 dB

9.5 *Dispositifs de réception du SEAE de l'appareil directeur et de l'appareil asservi*

9.5.1 *Gammes de mesure*

a) pour les mesures d'affaiblissement: de 0 ± 0,1 dBm à −40 ± 0,1 dBm

b) pour les mesures de la performance pour l'écho et du bruit: de 0 à −65 dBm (± 1 dB jusqu'à −55 dBm, ± 2 dB jusqu'à −65 dBm) en utilisant un détecteur ayant une réponse conforme au tableau 1/O.41.

9.5.2 *Intervalle de mesure*

500 ± 25 ms.

9.5.3 *Impédance*

600 ohms (symétrique) avec affaiblissement de perturbation longitudinale[19), 20)] à l'entrée (voir la figure 5/O.9) d'au moins 46 dB entre 300 et 3400 Hz. Affaiblissement d'équilibrage[21)] supérieur à 46 dB à 1020 Hz et à 30 dB entre 200 et 4000 Hz.

9.6 *Signaux de commande de SEAE échangés entre l'appareil directeur et l'appareil asservi*

Les commandes et les réponses des séquences d'essai échangées entre l'appareil directeur et l'appareil asservi seront des signaux multifréquences du type à impulsions. L'émetteur et le récepteur des signaux sont ceux qui sont spécifiés pour la signalisation entre registres du système de signalisation n° 5 conforme aux spécifications des Recommandations Q.153 [7] et Q.154 [8]. Les fréquences et la signification des codes sont indiquées dans le tableau 7/O.22.

9.7 *Générateur et détecteur des séquences numériques*

9.7.1 *Générateur de séquence d'essai*

Le générateur de séquence d'essai utilise la séquence d'essai pseudo-aléatoire spécifiée au § 2 de la Recommandation O.152.

9.8 *Détecteur de séquence d'essai*

Le détecteur est conçu de façon à mesurer la performance d'erreur du conduit numérique à 64 kbit/s par comparaison directe de la séquence d'essai pseudo-aléatoire reçue avec une séquence d'essai pseudo-aléatoire identique générée localement, ainsi que le spécifie la Recommandation O.152.

---

19) En attendant l'adoption générale d'une méthode de mesure de la symétrie par rapport à la terre, la méthode à utiliser serait choisie par accord entre le constructeur de l'équipement et l'Administration.

20) En déterminant la symétrie par rapport à la terre, il faut considérer comme faisant partie de l'AAMT n° 2 tout équipement d'interface nécessité par les besoins de signalisation du centre de commutation ou par les fonctions de commande propres à l'AAMT n° 2.

21) Les conditions d'affaiblissement d'équilibrage applicables aux appareils plus anciens devraient être conformes à la spécification «plus de 30 dB» à chacune des fréquences indiquées pour l'appareil d'émission.

TABLEAU 7/O.22

Signaux de commande de SEAE entre appareils directeur et asservi

Code n°	Fréquence (Hz)	Signification
1	700 + 900	Essai automatique
2	700 + 1100	Réserve
3	900 + 1100	Réserve
4	700 + 1300	Réserve
5	900 + 1300	Retour à la couche 1
6	1100 + 1300	Préparation multifréquence de l'étape 1
7	700 + 1500	Confirmation de demande
8	900 + 1500	Préparation multifréquence de l'étape 2
9	1100 + 1500	Préparation multifréquence de l'étape 3
10	1300 + 1500	Demande de transfert de la direction à l'appareil asservi
11	700 + 1700	Essai des neutralisateurs aux deux extrémités
12	900 + 1700	Essai du seul neutralisateur de l'extrémité locale
13	1100 + 1700	Condition d'erreur multifréquence
14	1300 + 1700	Retour de la direction à l'appareil directeur
15	1500 + 1700	Réserve

10 Etalonnage

10.1 *Etalonnage interne*

La haute précision requise de l'AAMT n° 2 exige un équipement d'étalonnage de précision tel qu'on en trouve en laboratoire. Or, il en est rarement ainsi du matériel dont les agents des stations de répéteurs se servent pour la maintenance. L'AAMT n° 2 devrait donc comporter un système d'étalonnage interne. A cet égard, il convient de tenir compte de la nécessité de faciliter les opérations de maintenance et l'on doit donc prévoir des points d'accès appropriés.

10.2 *Dispositifs d'autovérification*

L'appareil directeur et l'appareil asservi doivent comporter tous deux un dispositif interne d'autovérification de l'appareil de mesure de transmission, qui déclenche une alarme locale et neutralise l'appareil de mesure en cas de dépassement des tolérances. Cette autovérification devrait être effectuée au moins une fois par jour. Si elles le désirent, les Administrations utilisatrices peuvent prendre des dispositions pour rendre cette autovérification automatique.

11 Dispositifs facultatifs

11.1 *Démarrage automatique*

Il est souhaitable que l'AAMT n° 2 puisse fonctionner un jour sans aucune surveillance du personnel technique. L'adjonction de dispositifs de démarrage automatique est nécessaire lorsqu'on prévoit que l'AAMT n° 2 fonctionnera sans surveillance.

11.2 *Sélection automatique dans le temps de circuits ou de groupe de circuits désignés*

Il peut être intéressant qu'un même programme permette de soumettre à essai, à heures fixes, un circuit particulier ou un groupe de circuits, par exemple, pour en mesurer le niveau de bruit aux heures chargées et aux heures creuses.

11.3 *Répétition automatique d'un cycle*

Il peut être intéressant d'incorporer un dispositif de répétition automatique pour les circuits qui ont été rejetés comme défectueux. Ce dispositif devrait permettre de faire une *tentative de répétition automatique* du cycle d'essai voulu, immédiatement après le premier essai.

Par cycle d'essai, on entend une séquence de mesures commençant par les codes de commande 1 à 9 et non par le code de commande 13.

11.4 *Essai des compléments d'atténuation commutés*

Les Administrations peuvent, au moyen de leur AAMT n° 2 directeur, procéder à l'essai des compléments d'atténuation commutés qui seraient installés à l'extrémité de départ de leurs circuits internationaux.

Cet essai ne doit pas impliquer, pour d'autres Administrations, la nécessité de modifier leurs équipements de signalisation ou de commutation, leur AAMT n° 2, ou leurs méthodes d'exploitation et de maintenance.

11.5 *Interruption et instabilité au cours des mesures de niveau*

Il peut y avoir intérêt à ce que l'on soit capable de détecter une interruption ou une condition d'instabilité au cours d'une mesure de niveau, ceci tant à l'appareil directeur qu'à l'appareil asservi. Lorsque de telles indications sont fournies, c'est toujours à l'appareil directeur qu'elles doivent être enregistrées (voir le § 3.7).

Lorsqu'une interruption et une condition d'instabilité sont l'une et l'autre détectées au cours des 500 ms d'une même période de mesure, la seule indication qui doit être transmise et enregistrée est celle qui concerne l'interruption.

11.6 *Non-disponibilité d'un appareil asservi*

Il se peut que, par suite d'une défaillance à l'extrémité asservie, toute tentative faite à l'extrémité directrice d'établir une communication avec un appareil asservi donné conduise à un échec soit par absence de réponse, soit par renvoi de la tonalité d'occupation. Un tel état de fait peut perturber de manière importante l'accomplissement du programme de mesure initialement prévu; aussi semble-t-il souhaitable:

- qu'une telle situation donne lieu à alarme si l'appareil directeur fonctionne sous surveillance;
- que l'appareil directeur soit à même d'opter automatiquement pour un programme de mesure de rechange, lorsqu'il fonctionne sans surveillance.

ANNEXE A

(à la Recommandation O.22)

Sensibilité du récepteur de signalisation

A.1 L'émetteur et le récepteur de signaux multifréquences spécifiés pour l'AAMT n° 2 sont ceux que spécifient, respectivement, les Recommandations Q.153 [7] et Q.154 [8] relatives au système de signalisation n° 5 du CCITT.

Le niveau d'émission de chaque fréquence étant de -7 ± 1 dBm0, la valeur nominale du niveau reçu est de -11 dBm à l'extrémité virtuelle de réception (niveau relatif $-4{,}0$ dBr).

Les seuils de fonctionnement du récepteur multifréquence laissent une marge minimale de ± 7 dB par rapport à la valeur nominale du niveau absolu de puissance à l'entrée du récepteur de chaque onde reçue.

La plage minimale de fonctionnement du récepteur, à l'extrémité virtuelle (niveau relatif $-4{,}0$ dBr) est donc la suivante:

-11 dBm $\pm$ 7 dB, soit

de -18 dBm à -4 dBm.

A.2 L'écart maximal entre l'*affaiblissement* de circuit pour lequel les signaux multifréquences peuvent être reçus et la valeur nominale de cet affaiblissement est:

$$(-11 - 1) - (-18) = +6{,}0 \text{ dB}.$$

L'écart minimal entre l'*affaiblissement* de circuit pour lequel les signaux multifréquences peuvent être reçus et la valeur nominale de cet affaiblissement est:

$$(-11 + 1) - (-4) = -6{,}0 \text{ dB}.$$

A.3 En conséquence, l'*affaiblissement* du circuit correspondant à cette marge de fonctionnement diffère au plus de ± 6 dB de l'affaiblissement nominal, alors que l'AAMT n° 2 peut mesurer des écarts supérieurs à ces valeurs (§ 9.1 de la présente Recommandation).

A.4 Quoique la spécification du récepteur de signaux multifréquences (Recommandation Q.154 [8]) stipule qu'un signal reçu peut varier de ± 7 dB par rapport au niveau nominal de réception de −7 dBm0, la Recommandation Q.154 [8] indique aussi que le récepteur ne doit pas fonctionner avec un signal dont le niveau est inférieur de 17 dB au niveau nominal du signal reçu, ce qui signifie que, entre −14 et −24 dBm0, le récepteur peut ou non fonctionner. Il faut donc s'attendre que le seuil de non-fonctionnement du récepteur se situe n'importe où à l'intérieur de cette gamme.

A.5 Dans la pratique, les récepteurs multifréquences sont conçus pour fonctionner jusqu'au niveau minimal du signal dans la gamme précitée (−14 à −24 dBm0). La transmission de signaux devrait donc normalement être possible sur un circuit pour lequel l'affaiblissement serait plus grand que ne l'indique le § A.3. De toute façon, au cas où le récepteur multifréquence viendrait à ne pas fonctionner, le programme cesserait d'être exécuté, et un dérangement serait donc enregistré conformément aux spécifications du § 6.10.3 de la présente Recommandation.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Programme de maintenance périodique pour les circuits téléphoniques publics internationaux*, tome IV, Rec. M.605.

[2] Recommandation du CCITT *Annuleurs d'écho*, tome III, Rec. G.165.

[3] Recommandation du CCITT *Circuits téléphoniques internationaux – Principes, définitions et niveaux relatifs de transmission*, tome IV, Rec. M.560, § 2.

[4] Recommandation du CCITT *Performance d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un réseau numérique avec intégration des services*, tome III, Rec. G.821.

[5] Recommandation du CCITT *Stabilité et échos*, tome III, Rec. G.131, § 2.1.

[6] Recommandation du CCITT *Points d'accès pour les circuits téléphoniques internationaux*, tome IV, Rec. M.565.

[7] Recommandation du CCITT *Emetteur de signaux multifréquences*, tome VI, Rec. Q.153.

[8] Recommandation du CCITT *Récepteur de signaux multifréquences*, tome VI, Rec. Q.154.

Recommandation O.25

SYSTÈME SEMI-AUTOMATIQUE D'ESSAIS EN CIRCUIT DE SUPPRESSEURS D'ÉCHO (SESE)

(Genève, 1976; modifiée à Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

Le système semi-automatique d'essais *en circuit* de suppresseurs d'écho du CCITT doit permettre l'essai des caractéristiques opérationnelles des suppresseurs d'écho prescrits pour toutes les catégories de circuits internationaux qui sont liées à la sensibilité.

Le SESE convient pour les essais de suppresseurs d'écho conformes à la Recommandation G.161 du Livre orange [1]. Il convient aussi pour certaines utilisations sur des circuits munis de suppresseurs d'écho conformes à la Recommandation G.164 [2].

Le SESE comprendra deux parties: a) un *équipement directeur* à l'extrémité de départ et b) un *équipement de réponse asservi* à l'extrémité d'arrivée. L'équipement directeur sera relié manuellement au circuit soumis aux essais après qu'une liaison aura été établie avec un équipement de réponse asservi à l'extrémité d'arrivée. On aura accès à l'équipement de réponse asservi par un appel d'essai sur le circuit soumis aux essais.

Afin de simplifier la construction et le fonctionnement de l'équipement d'essai, on n'indiquera pas les résultats de mesures quantitatives. On effectuera les essais relatifs à l'affaiblissement, au bruit et aux suppresseurs d'écho sur le circuit bidirectionnel en signalant s'ils ont *réussi* ou *échoué*. Les résultats des essais ne seront indiqués qu'à l'extrémité de départ par l'équipement directeur. Il est inutile de notifier aux Administrations responsables de l'extrémité d'arrivée les résultats des essais, sauf s'il faut éliminer un défaut mis en évidence par les résultats des essais.

Le SESE permet de contrôler un suppresseur d'écho complet situé à l'extrémité d'arrivée ou à l'extrémité de départ ainsi que les deux suppresseurs si l'on utilise des demi-suppresseurs d'écho. Cet équipement peut être utilisé sur n'importe quel circuit acheminé entièrement sur des liaisons terrestres, ou sur tout circuit acheminé en partie sur des liaisons terrestres et n'ayant recours qu'à une seule liaison par satellite.

Le SESE ne peut fournir de résultats fiables sur un circuit empruntant un système multiplicateur de circuits (SMC) utilisant des techniques d'interpolation (ce qui inclut le cas dans lequel un circuit est acheminé sur des voies par satellite avec accès multiple par répartition dans le temps avec concentration numérique de la parole (AMRT/CNP)); il ne devrait donc pas être utilisé dans ce cas à moins qu'une association permanente circuit/voie ne soit assurée dans les deux sens de transmission pendant toute la durée de la séquence de mesures. La raison en est que, faute d'une telle association circuit/voie, la continuité du circuit pourrait ne pas être conservée dans le SMC en l'absence de signal et pour de faibles niveaux de signal.

2 Types d'essais

L'affaiblissement fera l'objet d'essais dans les deux sens de transmission pour s'assurer que l'affaiblissement de circuit est égal à la valeur nominale ± 2,5 dB.

Le bruit doit aussi faire l'objet d'essais dans les deux sens de transmission pour établir si le bruit de circuit dépasse −40 dBm0p et risque donc de fausser les mesures des suppresseurs d'écho.

On vérifiera la sensibilité de suppression et d'intervention du/des suppresseur(s) d'écho pour s'assurer qu'elle demeure dans les limites fixées.

3 Méthode d'accès

3.1 *Centre international de départ*

Au centre international de départ, l'accès au circuit soumis aux essais s'effectuera en quatre fils sur le côté «central» du suppresseur d'écho de l'extrémité locale.

L'appareil directeur sera normalement connecté manuellement au circuit soumis aux essais, par exemple au moyen d'un pupitre de contrôle.

3.2 *Centre international d'arrivée*

L'accès à l'équipement de réponse asservi par le circuit soumis aux essais au centre international d'arrivée se fera, par l'intermédiaire de l'équipement de commutation normal de ce centre, en quatre fils.

3.3 *Information d'adresse*

L'information d'adresse à utiliser pour avoir accès à l'équipement répondeur situé au centre international d'arrivée est spécifiée dans le § 2.4 de la Recommandation O.11.

4 Principes de fonctionnement

4.1 Une fois qu'une liaison aura été établie par commutation à l'extrémité d'arrivée entre le circuit soumis aux essais et l'équipement de réponse asservi, l'équipement directeur sera rattaché au circuit à l'extrémité de départ. On pourra alors procéder à un nombre quelconque d'essais relatifs intéressant l'affaiblissement de circuit, le bruit de circuit et les suppresseurs d'écho sans libérer la communication.

4.2 Il sera procédé manuellement à la mise en route des essais à l'extrémité de départ, ce qui pourra se faire soit essai après essai, soit en programmant toute la série des essais dont le départ sera donné par une seule commande.

4.3 L'extrémité de départ recevra, pour chaque essai, une indication d'échec ou de réussite. Afin d'éviter des ambiguïtés éventuelles dans l'interprétation des résultats, la totalité des essais relatifs aux suppresseurs, c'est-à-dire les essais e) à l) du § 5.3.3 devront être faits au cours de séquences d'essais quelconques.

4.4 Il ne faut effectuer les essais relatifs aux suppresseurs d'écho qu'après avoir mené à bien les essais bidirectionnels d'affaiblissement. Il ne faut pas poursuivre une séquence d'essais programmée après l'échec d'un essai relatif à l'affaiblissement.

5 Procédure à appliquer

5.1 *Etablissement d'une communication*

5.1.1 Après la prise du circuit de départ, l'information d'adresse appropriée est transmise (voir le § 3.3).

5.1.2 Le signal de réponse sera transmis une fois obtenu l'accès à l'équipement de réponse asservi. Si l'équipement de réponse asservi est occupé, une indication d'occupation sera renvoyée à l'extrémité de départ conformément aux dispositions normales de signalisation prévue pour le circuit.

5.1.3 A réception du signal de réponse, l'équipement directeur sera rattaché manuellement au circuit soumis aux essais et les essais commenceront, selon la méthode décrite au § 5.2.

5.1.4 L'équipement de réponse asservi transmettra une tonalité de contrôle de niveau élevé au moment de l'accès. On surveillera cette tonalité à l'extrémité de départ pour s'assurer que l'on a eu accès à l'équipement de réponse asservi et que celui-ci a été mis en marche.

5.1.5 Lorsque les essais seront achevés, l'équipement directeur sera déconnecté du circuit soumis aux essais et ce circuit sera aussitôt libéré.

5.1.6 L'équipement de réponse asservi se mettra automatiquement en position de raccrochage s'il a été pris de manière continue pendant plus de 15 minutes.

5.2 *Mise en route des essais*

5.2.1 Chaque essai est mis en route par l'émission d'un signal de commande multifréquence associé en provenance de l'équipement directeur et destiné à l'équipement de réponse asservi: l'équipement directeur reviendra au repos avant l'émission du signal de commande multifréquence pour éviter toute interférence avec la détection correcte du signal de commande par l'équipement de réponse asservi.

5.2.2 Au moment où le signal de commande MF (multifréquence) correct sera détecté, l'équipement de réponse asservi reviendra au repos; aussitôt après la fin du signal de commande, il renverra un signal d'accusé de réception de 610 Hz pendant une période de 500 ± 25 ms et il commencera aussi à transmettre une tonalité de contrôle et d'autres signaux d'essai selon les indications données ci-dessous. L'équipement de réponse asservi s'interrompra et reviendra au repos 10 secondes après la fin d'un signal de commande MF.

5.2.3 Après avoir transmis le signal de commande MF, l'équipement directeur sera mis en mesure de détecter la réception des signaux d'accusé de réception pendant un laps de temps pouvant atteindre 1400 ms. Si ce signal n'est pas reçu par l'équipement directeur pendant cet intervalle, un échec devra être signalé et la séquence d'essais sera interrompue.

5.2.4 600 ms ± 30 ms après la fin du signal d'accusé de réception, l'équipement directeur commence à transmettre des signaux d'essai et/ou de contrôle pour les divers essais décrits ci-dessous.

5.3 *Description des essais*

5.3.1 La détection de la tonalité par l'équipement directeur lui permet de déterminer si l'essai a réussi ou échoué au cours d'un intervalle de mesure de 375 ± 25 ms. Cet intervalle commence 1000 ± 50 ms après que l'équipement directeur a commencé à transmettre des signaux d'essai et/ou de contrôle. Ce délai est indispensable pour permettre l'échange des tonalités d'essai et de contrôle sur les circuits à temps de propagation élevé (circuits empruntant une liaison par satellite et des sections terrestres de grande longueur).

5.3.2 L'équipement de réponse asservi doit être conçu de manière à transmettre une tonalité de contrôle chaque fois qu'il ne reçoit pas de tonalité de contrôle en provenance de l'équipement directeur, sauf pendant les essais d'affaiblissement et de bruit de l'extrémité locale vers l'extrémité distante. Dans le cas des essais d'affaiblissement et de bruit de l'extrémité locale vers l'extrémité distante, l'équipement de réponse asservi interrompra l'émission de la tonalité de contrôle pour indiquer à l'équipement directeur qu'un essai a échoué.

5.3.3 Sous la commande de l'équipement directeur, le SESE permet de procéder à 12 types d'essais:

a) affaiblissement de l'extrémité locale vers l'extrémité distante,

b) affaiblissement de l'extrémité distante vers l'extrémité locale,

c) bruit de l'extrémité locale vers l'extrémité distante,

d) bruit de l'extrémité distante vers l'extrémité locale,

e) non-fonctionnement d'un suppresseur d'écho à l'extrémité locale,

f) fonctionnement d'un suppresseur d'écho à l'extrémité locale,

g) non-fonctionnement de l'intervention à l'extrémité locale,

h) fonctionnement de l'intervention à l'extrémité locale,

i) non-fonctionnement d'un suppresseur d'écho à l'extrémité distante,

j) fonctionnement d'un suppresseur d'écho à l'extrémité distante,

k) non-fonctionnement de l'intervention à l'extrémité distante,

l) fonctionnement de l'intervention à l'extrémité distante.

5.3.4 On trouvera la description de ces essais dans les paragraphes qui suivent. Cette description commence après la fin du signal d'accusé de réception dont il est fait état au § 5.2.4. Pour tous les essais, l'équipement de réponse asservi a commencé d'émettre les tonalités de contrôle et d'essai nécessaires, comme on l'a noté au § 5.2.2.

5.3.5 *Essais d'affaiblissement de l'extrémité locale à l'extrémité distante*

L'équipement de réponse asservi n'émet aucune tonalité. L'équipement directeur émet une tonalité d'essai de 820 Hz au niveau de −10 dBm0 pendant 100 ± 10 ms. Si le niveau de la tonalité d'essai mesuré à l'extrémité distante est égal à −10 dBm0 ± 2,5 dB, l'équipement de réponse asservi émet une tonalité de contrôle de niveau élevé. La détection de la tonalité de contrôle par l'équipement directeur au cours de l'intervalle de mesure indique que l'essai a réussi.

5.3.6 *Essais d'affaiblissement de l'extrémité distante à l'extrémité locale*

L'équipement de réponse asservi émet une tonalité d'essai de 1020 Hz au niveau de −10 dBm0. L'équipement directeur mesure la tonalité d'essai au cours de l'intervalle de mesure. Si le niveau de la tonalité d'essai est −10 dBm0 ± 2,5 dB, l'essai a réussi.

5.3.7 *Essais de bruit de l'extrémité locale à l'extrémité distante*

L'équipement de réponse asservi n'émet aucune tonalité. L'équipement directeur boucle la voie de transmission sur une impédance de 600 ohms. 600 ms après avoir émis le signal d'accusé de réception, l'équipement de réponse asservi mesure le bruit au cours des 375 ± 25 ms qui suivent. Si le bruit est inférieur à −40 dBm0p, l'équipement de réponse asservi émet une tonalité de contrôle de niveau élevé. La détection de cette tonalité de contrôle par l'équipement directeur au cours de l'intervalle de mesure indique que l'essai a réussi.

5.3.8 *Essai de bruit de l'extrémité distante à l'extrémité locale*

L'équipement de réponse asservi boucle sa voie de transmission sur une impédance de 600 ohms. L'équipement directeur mesure le bruit au cours de l'intervalle de mesure: s'il est inférieur à −40 dBm0p, l'essai a réussi.

5.3.9 *Essai de non-fonctionnement d'un suppresseur d'écho à l'extrémité locale*

L'équipement de réponse asservi émet une tonalité de contrôle et une tonalité d'essai de 1020 Hz au niveau de −40 dBm0. L'équipement directeur commence à émettre une tonalité de contrôle. Dès qu'il détecte cette tonalité de contrôle, l'équipement de réponse asservi interrompt l'émission de sa tonalité de contrôle. Si l'équipement directeur ne parvient pas à détecter la tonalité de contrôle au cours de l'intervalle de mesure, c'est que le suppresseur d'écho de l'extrémité locale n'a pas fonctionné et que l'essai a réussi.

5.3.10 *Essai de fonctionnement d'un suppresseur d'écho à l'extrémité locale*

L'équipement de réponse asservi émet une tonalité de contrôle et une tonalité d'essai de 1020 Hz au niveau de −26 dBm0. L'équipement directeur commence à émettre une tonalité de contrôle. Si le suppresseur de l'extrémité locale fonctionne, la tonalité de contrôle en provenance de l'équipement directeur ne doit pas atteindre l'équipement de réponse asservi qui continue donc à émettre une tonalité de contrôle: la détection de cette tonalité de contrôle par l'équipement directeur au cours de l'intervalle de mesure indique que l'essai a réussi.

5.3.11 *Essai de non-fonctionnement de l'intervention à l'extrémité locale*

L'équipement de réponse asservi émet une tonalité de contrôle et une tonalité d'essai de 1020 Hz au niveau de −15 dBm0. Après la détection du signal d'essai de 1020 Hz en provenance de l'équipement de réponse asservi, l'équipement directeur commence à émettre une tonalité de contrôle de niveau élevé et une tonalité d'essai de 820 Hz au niveau de −20 dBm0. En l'absence d'intervention au suppresseur de l'extrémité locale, la tonalité de contrôle en provenance de l'équipement directeur n'atteint pas l'équipement de réponse asservi. Celui-ci continue donc à émettre une tonalité de contrôle dont la détection par l'équipement directeur au cours de l'intervalle de mesure indique que l'essai a réussi.

5.3.12 *Essai de fonctionnement de l'intervention à l'extrémité locale*

L'équipement de réponse asservi émet une tonalité de contrôle et une tonalité d'essai de 1020 Hz au niveau de −15 dBm0. Après la détection du signal d'essai de 1020 Hz en provenance de l'équipement de réponse asservi, l'équipement directeur commence à émettre une tonalité de contrôle de niveau élevé [voir le § 6.1.2 c)] et une tonalité d'essai de 820 Hz au niveau de −10 dBm0. En cas d'intervention au suppresseur de l'extrémité locale, la tonalité de contrôle en provenance de l'équipement directeur parvient à l'équipement de réponse asservi qui, lorsqu'il détecte la tonalité de contrôle en provenance de l'équipement directeur, interrompt l'émission de sa tonalité de contrôle, et l'impossibilité pour l'équipement directeur de détecter la tonalité de contrôle pendant l'intervalle de mesure indique que l'essai a réussi.

5.3.13 *Essai de non-fonctionnement d'un suppresseur d'écho de l'extrémité distante*

L'équipement de réponse asservi émet une tonalité de contrôle. L'équipement directeur commence à émettre une tonalité d'essai de 1020 Hz au niveau de −40 dBm0. Si le suppresseur d'écho de l'extrémité distante ne fonctionne pas, la tonalité de contrôle en provenance de l'équipement de réponse asservi continue à parvenir à l'équipement directeur; la détection de cette tonalité par l'équipement directeur au cours de l'intervalle de mesure indique que l'essai a réussi.

5.3.14 *Essai de fonctionnement d'un suppresseur d'écho de l'extrémité distante*

L'équipement de réponse asservi émet une tonalité de contrôle. L'équipement directeur commence à émettre une tonalité d'essai de 1020 Hz au niveau de −26 dBm0. Si le suppresseur d'écho de l'extrémité distante fonctionne, la tonalité de contrôle en provenance de l'équipement de réponse ne peut parvenir à l'équipement directeur; si ce dernier ne peut détecter la tonalité de contrôle au cours de l'intervalle de mesure, l'essai a réussi.

5.3.15 *Essai de non-fonctionnement de l'intervention à l'extrémité distante*

L'équipement de réponse asservi n'émet aucune tonalité. L'équipement directeur commence à émettre une tonalité d'essai de 1020 Hz au niveau de −10 dBm0. 50 ms après la détection de la tonalité d'essai de 1020 Hz en provenance de l'équipement directeur, l'équipement de réponse asservi commence à émettre une tonalité de contrôle de niveau élevé et une tonalité d'essai de 820 Hz au niveau de −15 dBm0. En l'absence d'intervention au suppresseur de l'extrémité distante, la tonalité de contrôle en provenance de l'équipement de réponse asservi ne peut parvenir à l'équipement directeur et l'absence de la tonalité de contrôle pendant l'intervalle de mesure indique que l'essai a réussi.

5.3.16 *Essai de fonctionnement de l'intervention à l'extrémité distante*

L'équipement de réponse asservi n'émet aucune tonalité. L'équipement directeur commence à émettre une tonalité d'essai de 1020 Hz au niveau de −20 dBm0. 50 ms après la détection de la tonalité d'essai de 1020 Hz en provenance de l'équipement directeur, l'équipement de réponse asservi commence à émettre une tonalité de contrôle de niveau élevé et une tonalité d'essai de 820 Hz au niveau de −15 dBm0. S'il y a intervention au suppresseur de l'extrémité distante, la tonalité de contrôle en provenance de l'équipement de réponse asservi parvient à l'équipement directeur; si ce dernier détecte la tonalité de contrôle pendant l'intervalle de mesure, l'essai a réussi.

6 Spécifications pour les appareils de mesure de transmission

Les spécifications ci-après s'appliquent dans la gamme de température comprise entre +5 °C et +50 °C.

6.1 *Appareils émetteurs de l'équipement directeur et de l'équipement de réponse asservi*

6.1.1 *Fréquences des signaux et tonalités d'essai*

a) tonalités d'essai: 820 ± 9 Hz
1020 ± 11 Hz,

b) tonalité de contrôle: 510 ± 5,5 Hz,

c) tonalité d'accusé de réception: 610 ± 6,5 Hz.

6.1.2 *Niveaux des signaux et tonalités d'essai*

a) pour les mesures de l'affaiblissement:
−10 ± 0,1 dBm0,

b) pour les tonalités d'essai:
−10 ± 0,2 dBm0 (équipement directeur seulement),
−15 ± 0,2 dBm0 (équipement de réponse seulement),
−20 ± 0,2 dBm0 (équipement directeur seulement),
−26 ± 0,2 dBm0,
−40 ± 0,2 dBm0,

c) pour la tonalité de contrôle:
−42 ± 0,5 dBm0 (niveau normal),
−29 ± 0,5 dBm0 (niveau élevé),

d) pour la tonalité d'accusé de réception:
−29 ± 0,5 dBm0.

6.1.3 *Impédance de sortie* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

- symétrique, isolée de la masse . . . . . 600 ohms
- affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB
- équilibre des signaux de sortie . . . . . ⩾ 40 dB

6.1.4 *Suppression de la distorsion et des modulations parasites*

Mieux que 25 dB.

6.2 *Appareils récepteurs de l'équipement directeur et de l'équipement de réponse asservi*

6.2.1 *Gamme de mesures*

a) pour les mesures d'affaiblissement:
de −7,5 ± 0,2 dBm0 à −12,5 ± 0,2 dBm0,

b) pour les mesures de bruit:
seuil des essais −40 ± 1,0 dBm0p mesuré avec la pondération psophométrique spécifiée dans la Recommandation P.51 [3],

c) pour la détection des tonalités de contrôle et d'accusé de réception:
seuil des essais de −54 ± 2,0 dBm0, mesuré avec des récepteurs sélectifs ayant une discrimination suffisante pour rejeter les autres tonalités et bruits qu'il peut y avoir sur le circuit soumis aux essais.

6.2.2 *Intervalle de mesure*

375 ± 25 ms.

6.2.3 *Impédance d'entrée* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

- symétrique, isolée de la masse . . . . . 600 ohms
- affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB
- affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée . . . . . ⩾ 46 dB

7 Signaux de commande de l'équipement directeur à l'équipement de réponse asservi

Chaque essai sera provoqué par l'émission d'un seul signal de commande multifréquence (MF) de l'équipement directeur destiné à l'équipement de réponse asservi.

L'émetteur de signaux et le récepteur de signaux sont ceux qui sont spécifiés pour le système de signalisation entre enregistreurs du système de signalisation n° 5 du CCITT et l'équipement utilisé doit être celui qui est spécifié dans les Recommandations Q.153 [4] et Q.154 [5] à ceci près que les signaux de commande multifréquence seront émis pendant 500 ± 100 ms, et que le récepteur MF réagira aux signaux de commande MF d'un niveau compris entre −26 dBm0 et −3 dBm0.

CODE N°	FRÉQUENCE (Hz)	ESSAI
1	700 + 900	Affaiblissement de l'extrémité locale à l'extrémité distante
2	700 + 1100	Affaiblissement de l'extrémité distante à l'extrémité locale
3	900 + 1100	Bruit de l'extrémité locale à l'extrémité distante
4	700 + 1300	Bruit de l'extrémité distante à l'extrémité locale
5	900 + 1300	Non-fonctionnement d'un suppresseur d'écho de l'extrémité locale
6	1100 + 1300	Fonctionnement d'un suppresseur d'écho de l'extrémité locale
7	700 + 1500	Non-fonctionnement de l'intervention à l'extrémité locale
8	900 + 1500	Fonctionnement de l'intervention à l'extrémité locale
9	1100 + 1500	Non-fonctionnement d'un suppresseur d'écho à l'extrémité distante
10	1300 + 1500	Fonctionnement d'un suppresseur d'écho à l'extrémité distante
11	700 + 1700	Non-fonctionnement de l'intervention à l'extrémité distante
12	900 + 1700	Fonctionnement de l'intervention à l'extrémité distante.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Suppresseurs d'écho pour circuits à temps de propagation court ou long*, Livre orange, tome III-1, Rec. G.161, UIT, Genève, 1977.

[2] Recommandation du CCITT *Suppresseurs d'écho*, tome III, Rec. G.164.

[3] Recommandation du CCITT *Oreilles et bouche artificielles*, tome V, Rec. P.51.

[4] Recommandation du CCITT *Emetteur de signaux multifréquence*, Livre vert, tome VI.2, Rec. Q.153, UIT, Genève, 1973.

[5] Recommandation du CCITT *Récepteur de signaux multifréquence*, Livre vert, tome VI.2, Rec. Q.154, UIT, Genève, 1973.

APPAREIL D'ESSAI D'ANNULEURS D'ÉCHO EN STATION

(Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

L'appareil d'essai des annuleurs d'écho en station (AEAES) est conçu pour l'essai des annuleurs d'écho des types C et D, y compris le neutralisateur par tonalité spécifié dans la Recommandation G.165 [1]. Deux modes d'essai, décrits ci-après, sont fournis. Les essais exécutés dans chaque mode d'essai sont énumérés au tableau 1/O.27.

2 Modes d'essai

2.1 *Mode d'essai de routine*

Dans ce mode, l'AEAES fournit 7 essais simplifiés du fonctionnement d'un annuleur d'écho dans des conditions normales de circuit, la logique d'adaptation et de traitement non linéaire étant activée. L'accès à l'annuleur d'écho à mesurer se fait sur base à 4 fils et ces essais de qualité simple sont effectués par application de signaux d'essai aux bornes entrée-réception ($E_{réc}$) et entrée-émission ($E_{ém}$) de l'annuleur d'écho. Les résultats des essais sont mesurés à la sortie-émission ($S_{ém}$). On trouvera un diagramme fonctionnel du dispositif d'essai à la figure 1/O.27.

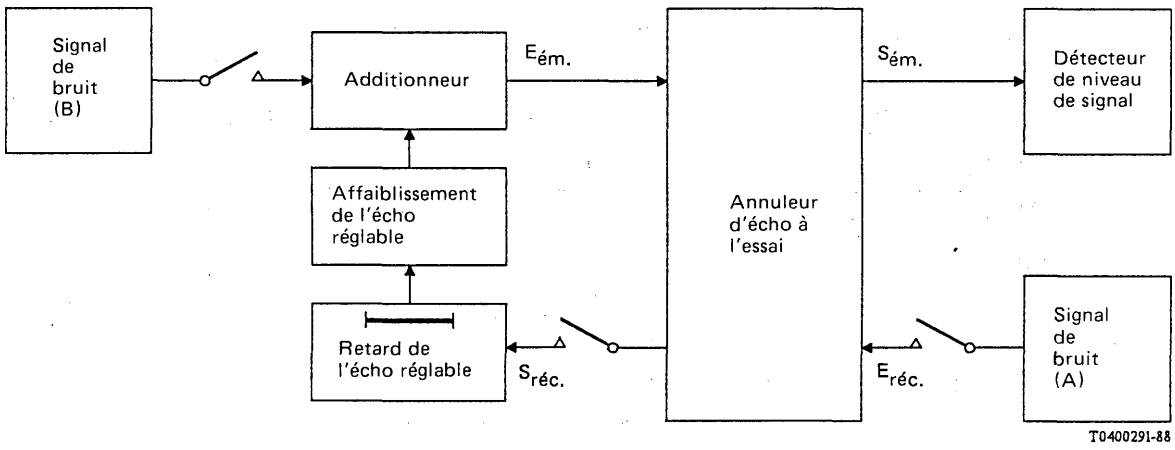


FIGURE 1/O.27

Schéma de principe du montage d'essai

2.2 *Mode d'essai de diagnostic*

Dans ce mode, les essais de qualité sont tous effectués selon des procédures que spécifie la Recommandation G.165 [1]. La logique d'adaptation et de traitement non linéaire est neutralisée si nécessaire par commande de l'annuleur d'écho soumis aux essais.

3 Principes de fonctionnement

3.1 *Méthode d'accès*

Lorsqu'un annuleur d'écho soumis aux essais est adapté à un circuit particulier, un annuleur d'écho en réserve devrait le remplacer en sorte que les essais ne causent aucune perturbation au circuit. Si aucun annuleur d'écho n'est disponible, le circuit doit être mis hors service pendant l'exécution des essais.

L'AEAES peut être connecté à un annuleur d'écho en cours d'essai soit manuellement aux points d'accès locaux, soit à distance par des dispositifs d'accès par l'intermédiaire d'un système de commutation. Les Administrations pourront souhaiter mettre une capacité d'accès à distance à la disposition des annuleurs d'écho en vue des essais de routine, comme indiqué à la figure 2/O.27. L'accès local représenté à la figure 3/O.27 est destiné aux essais de diagnostic lorsque l'emploi de signaux de commande pour neutraliser l'enregistreur H, l'écrêteur d'adaptation et l'écrêteur central est nécessaire.

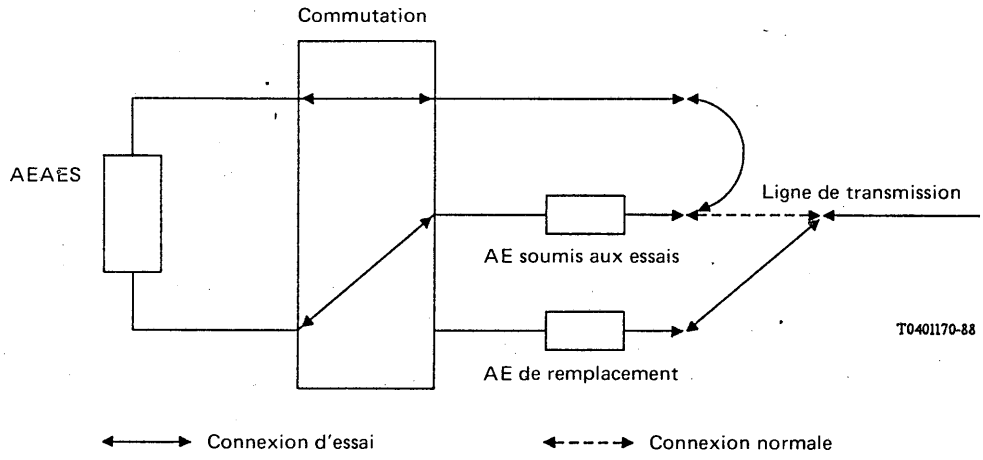
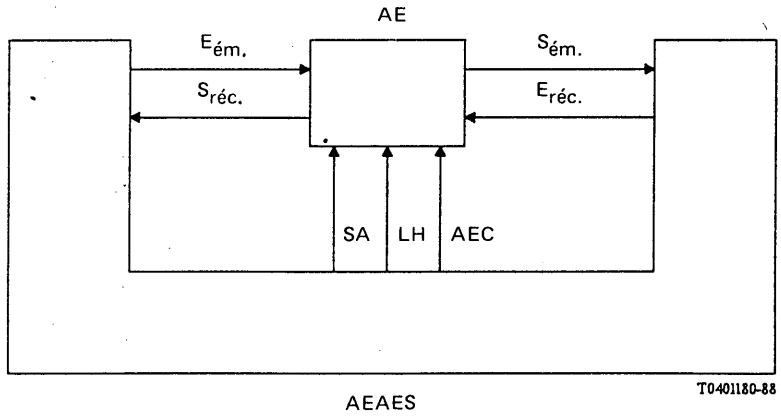


FIGURE 2/O.27

Configuration pour le mode d'essai de routine



SA Suppression d'adaptation
LH Libération enregistreur H
AEC Arrêt écrêteur central
AE Annuleur d'écho
AEAES Appareil d'essai d'annuleur d'écho en station

FIGURE 3/O.27

Configuration pour le mode d'essai de diagnostic

3.2 *Séquences d'essai*

Une fois l'accès établi, une série d'essais est effectuée manuellement ou automatiquement. Les essais à exécuter dans les modes de routine et de diagnostic sont indiqués au tableau 1/O.27. Les résultats des mesures de chaque essai seront communiqués au personnel de maintenance par affichage visuel ou message imprimé.

Si un annuleur d'écho ne satisfait pas à l'un quelconque des essais de routine, il devra subir des essais complets dans le mode d'essai de diagnostic.

TABLEAU 1/O.27

Procédures d'essai

N°	Type d'essai	Référence G.165 [1]	Modes d'essai	
			Routine	Diagnostic
1	Niveau d'écho résiduel et de retour d'écho en régime permanent	3.4.2.1	0	0
2	Convergence	3.4.2.2	0	0
3	Sursensibilité de détection de double conversation	3.4.2.3.1	0	0
4	Sursensibilité de détection de double conversation	3.4.2.3.2	0	0
5	Temps de fuite	3.4.2.4		0
6	Convergence infinie de l'affaiblissement de retour d'écho	3.4.2.5	0	0
7	Contrôle de la sensibilité de l'annuleur de tonalité du côté de l'émission	4.2	0	0
8	Contrôle de la sensibilité de l'annuleur de tonalité du côté de la réception	4.2	0	0
9	Bande de garde de l'annuleur de tonalité	4.3		0
10	Bande de maintien de l'annuleur de tonalité	4.4		0
11	Temps de fonctionnement de l'annuleur de tonalité	4.5		0
12	Temps de libération de l'annuleur de tonalité	4.8		0
13	Commande d'annuleur de tonalité externe	3.3		0

4 Procédures et conditions des essais

4.1 *Mode d'essai de routine*

La figure 1/O.27 fait apparaître un dispositif fonctionnel pour le mode d'essai de routine. Les sept essais suivants doivent être répétés avec un temps de propagation approprié sur le trajet d'écho, Δ ms[1], réglé dans l'unité de temps de propagation d'écho réglable.

Au début de chacun des sept essais, une tonalité de conditionnement est appliquée pendant 1 s à la borne $E_{réc}$ pour initialiser l'annuleur d'écho soumis aux essais. La tonalité de conditionnement est un signal de 2100 Hz et de −10 dBm0 avec inversions de phase périodiques à intervalles de 0,45 seconde et est également utilisée pour neutraliser les annuleurs d'écho. Au cours de cette période d'initialisation, l'enregistreur H de l'annuleur est libéré. Une fois que la tonalité de conditionnement est déconnectée, aucun signal n'est appliqué à l'annuleur pendant au moins 0,4 seconde pour lui permettre de retourner à l'état activé. Pour plus de renseignements sur les caractéristiques des neutraliseurs de tonalité d'annuleur d'écho, voir le § 4 et l'annexe B de la Recommandation G.165 [1].

4.1.1 *Essai du niveau d'écho résiduel et de retour d'écho en régime permanent*

Etape 1: Un signal de bruit aléatoire (A) de −10 dBm0 est appliqué à la borne $E_{réc}$. L'affaiblissement du trajet d'écho étant fixé à 10 dB, un écho apparaît à la borne $E_{ém}$.

Etape 2: Au bout de 2 s, le niveau de l'écho renvoyé est mesuré à la borne $S_{ém}$.

Condition: Le niveau de l'écho renvoyé doit être inférieur à −65 dBm0.

4.1.2 *Essai de convergence*

Etape 1: Un signal de bruit aléatoire (A) de −10 dBm0 est appliqué à la borne $E_{réc}$. L'affaiblissement du trajet d'écho étant fixé à 6 dB, un écho apparaît à la borne $E_{ém}$.

Etape 2: Un second signal de bruit aléatoire (B) de −10 dBm0 est appliqué à la borne $E_{ém}$, comme indiqué à la figure 1/O.27.

Etape 3: Au bout de 0,5 s, le signal de bruit (B) est interrompu, et 0,5 s après le niveau du signal renvoyé est mesuré à la borne $S_{ém}$.

Condition: Le niveau du signal doit être inférieur à −37 dBm0.

4.1.3 *Essai de sursensibilité de détection de double conversation*

Etape 1: Un signal de bruit aléatoire (A) de −10 dBm0 est appliqué à la borne $E_{réc}$. L'affaiblissement du trajet d'écho étant fixé à 6 dB, un écho apparaît à la borne $E_{ém}$.

Etape 2: Au bout de 0,5 s, un second signal de bruit aléatoire (B) de −25 dBm0 est appliqué à la borne $E_{ém}$.

Etape 3: Une seconde plus tard, le signal de bruit (B) est interrompu et le niveau de l'écho renvoyé est mesuré à la borne $S_{ém}$.

Condition: Le niveau de l'écho renvoyé doit être inférieur à −25 dBm0.

4.1.4 *Essai de sous-sensibilité de détection de double conversation*

Etape 1: L'affaiblissement du trajet d'écho étant fixé à 10 dB, un signal de bruit aléatoire (A) de −10 dBm0 est appliqué à la borne $E_{réc}$.

Etape 2: Après 1 s, le signal de bruit (A) est interrompu à la borne $E_{réc}$.

Etape 3: Au bout d'un intervalle de 0,5 s, le signal de bruit (A) est réappliqué à la borne $E_{réc}$. Simultanément, un second signal de bruit (B) de 0 dBm0 est appliqué à la borne $E_{ém}$.

---

[1] On pourra concevoir des annuleurs d'écho différents afin d'assurer un fonctionnement satisfaisant pour différents temps de propagation de l'écho, en fonction de leur application dans différents réseaux. Δ représente ainsi le temps de propagation de l'écho pour lequel l'annuleur d'écho est conçu. Chaque Administration peut choisir une valeur de Δ en fonction de son équipement.

Etape 4: Le signal de bruit (B) est interrompu 0,5 s plus tard et le niveau d'écho résiduel est mesuré à la borne $S_{ém}$.

Condition: Le niveau de l'écho renvoyé doit être inférieur à −26 dBm0.

4.1.5 *Essai de convergence infinie de l'affaiblissement de retour d'écho*

Etape 1: L'affaiblissement du trajet d'écho étant fixé à 6 dB, un signal de bruit aléatoire (A) de −10 dBm0 est appliqué à la borne $E_{réc}$.

Etape 2: Après 1 s, le trajet d'écho est interrompu entre $S_{réc}$ et $E_{ém}$ tandis que le signal de bruit (A) reste connecté à la borne $E_{réc}$.

Etape 3: Après 0,5 s, le niveau de l'écho renvoyé est mesuré à la borne $S_{ém}$.

Condition: Le niveau de l'écho renvoyé doit être inférieur à −37 dBm0.

4.1.6 *Essai de la sensibilité de l'annuleur de tonalité du côté de l'émission*

Cet essai comporte deux parties pour vérifier que le circuit de détection de la tonalité de l'annuleur du côté de l'émission n'est pas sursensible ou sous-sensible.

Etape 1: Un signal de 2100 Hz et de −36,5 dBm0 avec inversions de phase périodiques à intervalles de 0,45 s est appliqué pendant 1 s à la borne $E_{ém}$.

Etape 2: Un signal de bruit aléatoire (A) de −10 dBm0 est appliqué à la borne $E_{réc}$. L'affaiblissement du trajet d'écho étant fixé à 10 dB, un écho apparaît à la borne $E_{ém}$.

Etape 3: Après 0,5 s, le niveau de l'écho renvoyé est mesuré à la borne $S_{ém}$.

Condition: Le niveau de l'écho renvoyé doit être inférieur à −32 dBm0 pour montrer que l'annuleur ne fonctionne pas.

Etape 4: La tonalité de conditionnement est réappliquée pendant 1 s à la borne $E_{réc}$. Après 0,4 s au moins, le signal de 2100 Hz avec inversions de phase périodiques à intervalles de 0,45 s est réappliqué à la borne $E_{ém}$ à un niveau de −29,5 dBm0 pendant 1 s.

Etape 5: Le signal de bruit aléatoire (A) de −10 dBm0 est alors réappliqué à la borne $E_{réc}$, l'affaiblissement du trajet d'écho étant fixé à 10 dB.

Etape 6: Après 0,5 s, le niveau de l'écho renvoyé est mesuré à la borne $S_{ém}$.

Condition: Le niveau d'écho renvoyé doit être compris entre −29,5 dBm0 et −26,5 dBm0 pour montrer que l'annuleur fonctionne.

4.1.7 *Essai de la sensibilité de l'annuleur de tonalité du côté de la réception*

Cet essai comporte également deux parties pour vérifier que le circuit de détection de la tonalité de l'annuleur du côté de la réception n'est pas sursensible ou sous-sensible.

Etape 1: Un signal de 2100 Hz et de −36,5 dBm0 avec inversions de phase périodiques à intervalles de 0,45 s est appliqué pendant 1 s à la borne $E_{réc}$.

Etape 2: Un signal de bruit aléatoire (A) de −10 dBm0 est appliqué à la borne $E_{réc}$. L'affaiblissement du trajet d'écho étant fixé à 10 dB, un écho apparaît à la borne $E_{ém}$.

Etape 3: Après 0,5 s, le niveau de l'écho renvoyé est mesuré à la borne $S_{ém}$.

Condition: Le niveau de l'écho renvoyé doit être inférieur à −32 dBm0 pour montrer que l'annuleur ne fonctionne pas.

Etape 4: La tonalité de conditionnement est réappliquée pendant 1 s à la borne $E_{réc}$. Après 0,4 s au moins, le signal de 2100 Hz avec inversions de phase périodiques à intervalles de 0,45 s est réappliqué à la borne $E_{ém}$ à un niveau de −29,5 dBm0 pendant 1 s.

Etape 5: Le signal de bruit aléatoire (A) de −10 dBm0 est alors réappliqué à la borne $E_{réc}$, l'affaiblissement du trajet d'écho étant fixé à 10 dB.

Etape 6: Après 0,5 s, le niveau de l'écho renvoyé est mesuré à la borne $S_{ém}$.

Condition: Le niveau d'écho renvoyé doit être compris entre −29,5 dBm0 et −26,5 dBm0 pour montrer que l'annuleur fonctionne.

4.2 *Modè d'essai de diagnostic*

Dans ce mode, les essais de diagnostic sont exécutés comme spécifié aux § 3.3.2 et 4 de la Recommandation G.165 [1].

5 Spécifications concernant les appareils de mesure de la transmission

Les spécifications suivantes s'appliquent dans le cas des conditions climatiques spécifiées dans la Recommandation O.3.

5.1 *Générateur de signaux*

5.1.1 *Gamme de fréquences*

0,3 à 3,4 kHz échelons de 0,01 kHz.

5.1.2 *Gamme de niveaux*

−40 à 0 dBm0 échelons de 0,1 dB.

5.1.3 *Précision*

Fréquence	± 0,01 kHz
Niveau	± 0,1 dB.

5.2 *Mesureur de niveau*

5.2.1 *Plage de mesure*

−70 à +3,2 dBm0.

5.2.2 *Précision*

± 0,1 dB (au-dessus de −40 dBm0).

5.2.3 *Temps de réponse dynamique*

A l'étude[2].

5.3 *Source de bruit aléatoire*

5.3.1 *Niveau*

−40 à +0 dBm0.

5.3.2 *Signal de bruit*

Le signal d'essai de bruit est un bruit blanc à bande limitée (300-3400 kHz).

5.4 *Trajet d'écho*

5.4.1 *Affaiblissement de l'écho*

0 dB à 40 dB par échelons de 0,1 dB.

---

[2] Un appareil de mesure à temps de réponse rapide sera nécessaire pour satisfaire aux exigences de rapidité de certains des essais spécifiés ci-dessus.

5.4.2 *Temps de propagation de l'écho*

0 à Δ ms[3] par échelons de 1 ms.

5.4.3 *Bande passante*

0,3 à 3,4 kHz.

6 Etalonnage

6.1 *Etalonnage des appareils de mesure*

Les caractéristiques d'étalonnage devraient être établies en fonction de la précision exigée.

6.2 *Autotest de la qualité de fonctionnement*

L'appareil devrait pouvoir effectuer des autotests pour être sûr que les fonctions d'essai fonctionnent correctement.

7 Arrangements facultatifs

7.1 *Fonction d'essai automatique*

Une fonction permettant d'effectuer automatiquement des essais en séquence selon une procédure préétablie peut être fournie.

7.2 *Fonction de démarrage automatique*

Une fonction de démarrage déclenchée automatiquement permettant un fonctionnement sans surveillance de l'appareil peut être fournie.

Référence

[1] Recommandation du CCITT *Annuleurs d'écho*, tome III, Rec. G.165.

[3] On pourra concevoir des annuleurs d'écho différents afin d'assurer un fonctionnement satisfaisant pour différents temps de propagation de l'écho, en fonction de leur application dans différents réseaux. Δ représente ainsi le temps de propagation de l'écho pour lequel l'annuleur d'écho est conçu. Chaque Administration peut choisir une valeur de Δ en fonction de son équipement.

APPAREIL AUTOMATIQUE DE MESURE POUR LES CIRCUITS RADIOPHONIQUES

(Genève, 1972; modifiée à Genève, 1976)

1 Considérations générales

L'appareil automatique de mesure de transmission pour circuits radiophoniques mis au point par le CCITT permet de mesurer rapidement tous les paramètres pertinents nécessaires pour contrôler la qualité de ces circuits. Les résultats des mesures sont enregistrés au moyen d'un enregistreur analogique et/ou d'un récepteur numérique. Les résultats de mesure ainsi obtenus peuvent être utilisés par la suite à titre documentaire et permettent non seulement au personnel sur place de déterminer si le circuit ou la communication radiophoniques considérés peuvent être utilisés, mais ils constituent également la base sur laquelle l'ingénieur chargé des transmissions s'appuiera ultérieurement pour établir des évaluations précises.

La durée globale des mesures est de 136 secondes, c'est-à-dire qu'elle est suffisamment courte pour permettre de contrôler aussi la qualité des chaînes internationales des circuits pour transmissions radiophoniques interconnectés pour une courte durée, pendant les périodes de préparation et de réglage, conformément à la Recommandation N.4 [1]. Les mesures faites à cet effet par le CRI en accord avec les dispositions des Recommandations N.12 [2] et N.13 [3] ne requièrent aucun accord préalable.

2 Contrôle des normes de qualité

L'appareil automatique de mesure de transmission pour circuits radiophoniques du CCITT permet de contrôler les normes de qualité suivantes:

a = écart par rapport à la valeur nominale du niveau absolu de puissance reçu sur la fréquence de référence 0,8 kHz;

b = bruit pondéré et non pondéré;

c = mesure sélective de la distorsion de non-linéarité sous forme de distorsion harmonique de 2e ordre (k_2) et de 3e ordre (k_3) et de distorsion d'intermodulation d'ordre 3 (d_3);

d = fonctionnement du compresseur-extenseur;

e = distorsion d'affaiblissement.

Le programme de mesure complet se compose de trois sous-programmes que l'on peut choisir individuellement. Les critères de qualité à vérifier sont attribués à ces sous-programmes de la façon suivante:

sous-programme 1: $s + a$

sous-programme 2: $b + c + d$

sous-programme 3: e

où

s, dans le sous-programme 1, désigne l'indicatif de l'appareil d'émission.

A l'intérieur de ces sous-programmes, le déroulement du programme dans l'appareil d'émission et dans l'appareil de réception est synchronisé au moyen d'une série d'impulsions fournies par un générateur inclus dans l'appareil.

3 Spécifications

3.1 *Appareil d'émission*

3.1.1 *Démarrage, arrêt et base de temps pour la synchronisation, et choix du mode de mesure*

Un bouton-poussoir verrouillable monté sur l'appareil d'émission permet le démarrage du programme de mesure selon le mode de fonctionnement particulier: fonctionnement simple ou fonctionnement permanent. Le déroulement du programme de mesure est commandé par un générateur d'impulsions. La base de temps minimale que l'on puisse programmer est de 1,33 seconde. La fréquence de synchronisation associée à cette base de temps est de 0,75 Hz et sa variation ne doit pas dépasser ± 1%. Un second bouton-poussoir donne la possibilité d'arrêter le programme de mesure. En appuyant sur ce bouton, on libère le mécanisme de verrouillage éventuellement existant du bouton-poussoir prévu pour le fonctionnement permanent. Le démarrage, la synchronisation et l'arrêt de l'appareil de réception sont déclenchés par des impulsions codées (1,3 kHz à −12 dBm0).

Chaque sous-programme est précédé d'impulsions codées qui servent de signal de départ. Un signal d'arrêt spécial, déclenché lorsqu'on appuie sur le bouton-poussoir d'arrêt, permet d'interrompre le déroulement du programme de mesure en cours, et cela à tout moment, et de faire démarrer à sa place un autre programme choisi au moyen d'un commutateur. La manœuvre du bouton-poussoir a aussi pour effet de faire revenir le générateur d'impulsions à la position de départ.

Les signaux d'arrêt et de départ se composent de quatre impulsions dont la durée peut être fixée à 60 ms (valeur O) ou à 120 ms (valeur L) au moyen d'un codage numérique. L'intervalle entre le début de deux impulsions à l'intérieur du signal codé est de 240 ms.

Les impulsions sont codées comme suit:

a) Signal de départ pour:
   - le sous-programme 1: OOOL
   - le sous-programme 2: OOLO
   - le sous-programme 3: OLOO

b) Signal d'arrêt: LLLL

Les signaux de départ se lisent de droite à gauche, comme c'est habituellement le cas pour les codes numériques, et sont transmis dans le même ordre chronologique.

L'émission du signal codé, d'une durée de 960 ms, qui est commandée par le générateur d'impulsions doit être retardée de 370 ms, afin de satisfaire à la condition que la durée de l'impulsion soit de 1330 ms.

3.1.2 *Indicatif de la station*

Le programme de mesure est précédé de l'indicatif de la station d'émission en signaux Morse. Pour ce faire, on alloue 19 intervalles de base de temps. L'émission de l'indicatif de la station se fait par la manipulation d'une fréquence de 0,8 kHz entre un niveau de −32 dBm0 et le niveau de référence pour les essais. Les durées des points et des traits du code Morse doivent être respectivement d'environ 10% et 35% de celle d'un intervalle de base de temps.

3.1.3 *Niveau d'essai à l'émission pour la mesure du niveau à la fréquence de référence et pour celle de la caractéristique du niveau en fonction de la fréquence* (critères de qualité *s*, *a* et *e*)

Le niveau d'essai à l'émission pour la mesure du niveau à la fréquence de référence (0,8 kHz) ainsi que pour celle de la caractéristique du niveau en fonction de la fréquence devrait être de −12 dBm0 (voir la Recommandation N.21 [4]). Les mesures de la caractéristique du niveau en fonction de la fréquence devraient se faire à l'aide d'un générateur à balayage dans la gamme de fréquences de 0,03 à 16 kHz. Chaque octave – la première commençant à 0,05 kHz – est marquée par de brèves impulsions (1,3 kHz/−12 dBm0 de 50 à 100 ms de durée). La vitesse de ces opérations successives pour la gamme de 30 à 16 000 Hz, qui couvre 9,06 octaves, devrait être de 5 secondes par octave afin que l'enregistreur mentionné au § 3.2.7 enregistre une octave sur 10 mm et 3,3 mm, selon le cas.

3.1.4 *Niveau d'essai émis pour les mesures de distorsion de non-linéarité*[1)]

Le niveau émis sur les fréquences d'essai à l'émission correspond au niveau de crête de la transmission radiophonique (voir la Recommandation citée en [5]), c'est-à-dire qu'en utilisant la méthode à une tonalité pour les mesures de distorsion de non-linéarité, on obtient la même charge de crête qu'avec la méthode à deux tonalités appliquée dans les mesures de la distorsion d'intermodulation (tonalité unique de +9 dBm0, équivalant à $2{,}2\ V_{eff} = 3{,}1\ V_{p0}$ et tonalité double de +3 dBm0 chacune, équivalant à $2 \times 1{,}1\ V_{eff} = 2 \times 1{,}55\ V_{p0} = 3{,}1\ V_{p0}$ par rapport à un point de niveau relatif zéro). Pour éviter une surcharge des systèmes de transmission à courants porteurs, on utilise seulement des fréquences inférieures à 2 kHz (à cause des circuits munis d'un équipement de préaccentuation et de désaccentuation) et la durée de la transmission est ramenée automatiquement à la durée d'une seule impulsion de base de temps[2)]. On devrait utiliser les fréquences d'essai suivantes:

a) *pour les mesures de la distorsion de non-linéarité aux fréquences les plus basses de la gamme des fréquences vocales:*

c_1 = 0,09 kHz/+9 dBm0 pour les mesures de k_2,

c_2 = 0,06 kHz/+9 dBm0 pour les mesures de k_3;

b) *pour les mesures de la distorsion de non-linéarité dans la gamme des fréquences porteuses d'une voie de multiplexage par répartition en fréquence:*

c_3 = 0,8 kHz/+3 dBm0 et 1,42 kHz/+3 dBm0 pour les mesures de d_3;

c) *pour les mesures de la distorsion de non-linéarité aux fréquences moyennes de la gamme des fréquences vocales:*

c_4 = 0,8 kHz/+9 dBm0 pour les mesures de k_2,

c_5 = 0,533 kHz/+9 dBm0 pour les mesures de k_3.

3.1.5 *Signal émis pour contrôler le fonctionnement du compresseur-extenseur*[3)] (critère de qualité *d*)

En injectant un signal de 0,8 kHz dont on commute le niveau entre les valeurs +6, −6, +6 dBm0 pour les trois impulsions de base consécutives, on parvient à déceler un comportement inusité dû à une défectuosité des amplificateurs de régulation dans les compresseurs-extenseurs.

3.1.6 *Télécommande de l'appareil d'émission*

Il convient de prévoir le moyen d'émettre jusqu'à 16 signaux de commande. On peut à cet effet soit transmettre à l'appareil d'émission des signaux binaires soit appliquer un potentiel de terre sur 16 trajets de signalisation. Dans le premier cas, pour déclencher le programme de mesure complet, il convient d'employer le signal codé LOOL en plus du signal de départ indiqué au § 3.1.1.

3.2 *Appareil de réception*

3.2.1 *Démarrage, arrêt et synchronisation*

Dans l'appareil de réception, les impulsions codées doivent être détectées et séparées par un processus de sélection. On doit se protéger contre les fausses manœuvres au moyen d'un circuit de garde analogue à celui que l'on emploie normalement pour les récepteurs de signaux. Associé à ce circuit de garde, le code à 4 bits retenu donne une protection extrêmement sûre contre la possibilité d'enclenchement du mécanisme de démarrage sous l'action de signaux radiophoniques. Par conséquent, l'appareil de réception peut rester continuellement relié à un circuit pour transmissions radiophoniques et peut enregistrer le programme de mesure sans intervention d'un opérateur.

Le schéma de temps doit être conforme aux conditions spécifiées pour l'appareil d'émission (voir le § 3.1.1).

Le générateur d'impulsions de temps doit être déclenché après réception du signal de départ. La réception du signal d'arrêt doit remettre ce générateur à la position de départ.

---

1) Le signal émis pour la mesure de la distorsion de non-linéarité doit pouvoir, à volonté, faire partie ou non du cycle de mesure (par exemple, par la manœuvre d'un commutateur). Pour chaque circuit, ce sont les utilisateurs de l'appareil de mesure qui ont la responsabilité de décider si le résultat de la distorsion de non-linéarité est admissible ou non. Ils doivent à ce sujet respecter les dispositions de la Recommandation N.21 [4].

2) D'autres méthodes sont en cours d'étude par le CCITT.

3) Cet essai est destiné à un usage provisoire. Il devra être changé lorsque, après des études plus poussées, le CCITT aura émis des Recommandations pour les compresseurs-extenseurs et aura recommandé des méthodes appropriées pour leurs essais.

3.2.2 *Gammes de mesure*

L'appareil de mesure devrait avoir une caractéristique logarithmique et on devrait prévoir une gamme de mesure linéaire de ± 10 dB par rapport aux points centraux respectifs.

Pour un type de mesure donné, il convient d'utiliser les points centraux suivants:

– indicatif de la station, mesure du niveau à 0,8 kHz et mesure de la caractéristique du niveau en fonction de la fréquence (s, a, e)	−12 dBm0
– niveau de bruit pondéré (b_1) et non pondéré (b_2)	−51 dBm0
(rapport signal/bruit par rapport à +9 dBm0	60 dB)
– distorsion de non-linéarité:	
mesures de k_2 et k_3 (c_1, c_2, c_4, c_5)	−31 dBm0
(rapport, par rapport à +9 dBm0	40 dB)
mesure de d_3 (c_3)	−37 dBm0
(rapport, par rapport à +3 dBm0	40 dB)
– signal à inversion de niveau (d)	0 dBm0

Les critères de qualité a, c, d et e sont exprimés en valeurs efficaces.

3.2.3 *Mesures de bruit*

Les normes de qualité b_1 et b_2 (mesures de bruit pondéré et non pondéré) sont mesurées dans un mode de quasi-crête. Il convient que les propriétés dynamiques du circuit redresseur ainsi que le réseau utilisé pour la mesure du bruit pondéré (b_1) soient conformes aux dispositions de la Recommandation 468 du CCIR [6].

3.2.4 *Filtres à prévoir et leurs caractéristiques*

Il convient de prévoir deux filtres passe-bande pour la sélection des produits de distorsion de non-linéarité, l'un pour 0,18 kHz, l'autre pour 1,6 kHz. Ces filtres seraient utilisés comme suit:

filtre à 0,18 kHz:

- pour les mesures de k_2: 0,09 kHz (c_1),
- pour les mesures de k_3: 0,06 kHz (c_2),
- pour les mesures de d_3: 0,8/1,42 kHz (c_3);

filtre à 1,6 kHz:

- pour les mesures de k_2: 0,8 kHz (c_4),
- pour les mesures de k_3: 0,533 kHz (c_5).

Avec le filtre de 0,18 kHz, on mesure seulement le produit d_3 inférieur (2 × 0,8 kHz − 1,42 kHz = = 0,18 kHz). La mesure du produit supérieur d_3 (2 × 1,42 kHz − 0,8 kHz = 2,04 kHz) n'a pas lieu. A titre de compensation, on prend le double du produit d_3 inférieur à 0,18 kHz.

Les caractéristiques de filtrage auxquelles doivent satisfaire les filtres passe-bande sont les suivantes:

- bande passante définie par des valeurs d'affaiblissement d'insertion inférieures à 1 dB:

  pour le filtre à 0,18 kHz: ± 3 Hz
  pour le filtre à 1,6 kHz: ± 24 Hz
  } par rapport à la fréquence centrale;

- bande affaiblie définie par des valeurs d'affaiblissement d'insertion supérieures à 70 dB:

  pour le filtre à 0,18 kHz: < 0,09 kHz et > 0,36 kHz
  pour le filtre à 1,6 kHz: < 0,8 kHz et > 3,2 kHz

3.2.5 *Repères supplémentaires pour le cas des récepteurs numériques*

Des repères supplémentaires peuvent être engendrés dans le récepteur numérique selon les besoins; à cet effet, on prend comme base de temps les impulsions qui marquent les octaves et qui sont reçues de l'appareil d'émission.

3.2.6 *Programmation des récepteurs numériques*

Quand on emploie un récepteur numérique, il doit être possible de le programmer de manière telle que l'on puisse vérifier que les circuits soumis aux essais satisfont aux tolérances requises.

3.2.7 *Enregistreur*

Le temps de réponse transitoire de l'enregistreur ne doit pas dépasser 200 ms. Pour ce qui est du circuit de redressement de l'appareil de réception utilisé pour les mesures de bruit, les conditions de la Recommandation 468 du CCIR [6] doivent être satisfaites.

La largeur et la vitesse de déroulement du papier peuvent être choisies conformément aux normes nationales. Des essais satisfaisants ont été réalisés avec les valeurs ci-après:

- largeur du papier: 100 mm
- vitesse de déroulement du papier: 2 mm/s, et 2/3 mm/s.

  Ces vitesses devraient être réglables à la main.

Les valeurs ci-dessus donnent une échelle de niveau de 2 dB/10 mm (pour la gamme de niveau de 20 dB) et une longueur d'enregistrement, pour la durée totale de 136 secondes, de 272 mm, ou 90,7 mm respectivement.

En plus de l'enregistreur, il serait désirable de disposer d'un point d'accès approprié pour l'utilisation d'un oscilloscope.

3.3 *Déroulement des opérations*

L'annexe A à cette Recommandation indique les diverses étapes du programme de mesure et les unités de temps associées.

3.4 *Mesures à long terme du bruit*

3.4.1 *Mesures automatiques*

Le récepteur attend qu'il se soit écoulé 10 intervalles de temps après la fin d'un programme de mesure complet et, sans aucun signal de départ provenant de l'appareil de réception, il commence automatiquement les mesures à long terme du bruit. Le bruit pondéré est mesuré sur une durée de 60 intervalles de temps et le bruit non pondéré sur une durée de 20 intervalles de temps. Le point central de la gamme de mesure est le même que celui indiqué au § 3.2.2 pour le bruit pondéré et non pondéré.

3.4.2 *Mesures manuelles*

Afin que l'on puisse procéder à des mesures de bruit, pondéré ou non pondéré, de façon ininterrompue pendant des durées non spécifiées, on doit pouvoir rendre inopérant le mécanisme de la minuterie. Si l'on emploie un récepteur analogique, il faut le munir d'une commande manuelle permettant de modifier le centre de la gamme de ± 10 dB.

3.5 *Caractéristiques d'adaptation*

Le réglage des circuits radiophoniques basé sur la méthode à tension constante se fonde sur l'emploi des impédances suivantes:

- impédance de sortie de l'émetteur inférieure à 10 ohms,
- impédance d'entrée du récepteur supérieure à 20 kohms.

Par commutation interne, ces deux valeurs peuvent être portées à 600 ohms si l'on utilise pour le réglage du circuit la méthode à adaptation d'impédance. Il convient qu'un commutateur permette de régler l'émetteur et le récepteur aux niveaux relatifs ci-dessous:

+6 dBr = valeur nominale dans les stations de répéteurs des Administrations;

0 dBr[4)] = valeur nominale dans les studios des organismes de radiodiffusion.

3.6 *Précision des appareils d'émission et de réception*

3.6.1 *Appareil d'émission*

a) *Générateurs de fréquence individuels:*

- tolérance du niveau . . . . . ± 0,2 dB
- tolérance de fréquence . . . . . < 1,0%
- distorsion harmonique à $2f$ et $3f$ . . . . . < 0,1%

---

4) Dans certains cas, on peut également utiliser un niveau de −3 dBr ou inférieur.

b) *Wobulateur:*

– tolérance du niveau à 0,8 kHz . . . . . ± 0,2 dB

– réponse en fréquence par rapport à 0,8 kHz . . . . . ± 0,2 dB

3.6.2 *Appareil de réception*

Tolérances, y compris l'enregistreur:

– valeur au milieu de l'échelle −12 dBm0 et 0 dBm0 . . . . . ± 0,3 dB

– valeur au milieu de l'échelle −51 dBm0 et −31 dBm0 . . . . . ± 1,0 dB

La stabilité du régime doit être atteinte 15 minutes après l'enclenchement. Pour les détails de la répartition des tolérances, on se référera aux valeurs indiquées dans le Supplément n° 3.1 placé à la fin de ce fascicule.

On peut alors restreindre les tolérances en procédant à l'étalonnage de l'appareil d'émission et de l'appareil de réception connectés en boucle (cela afin de compenser les erreurs résiduelles).

ANNEXE A

(à la Recommandation O.31)

TABLEAU A-1/O.31

Déroulement des opérations

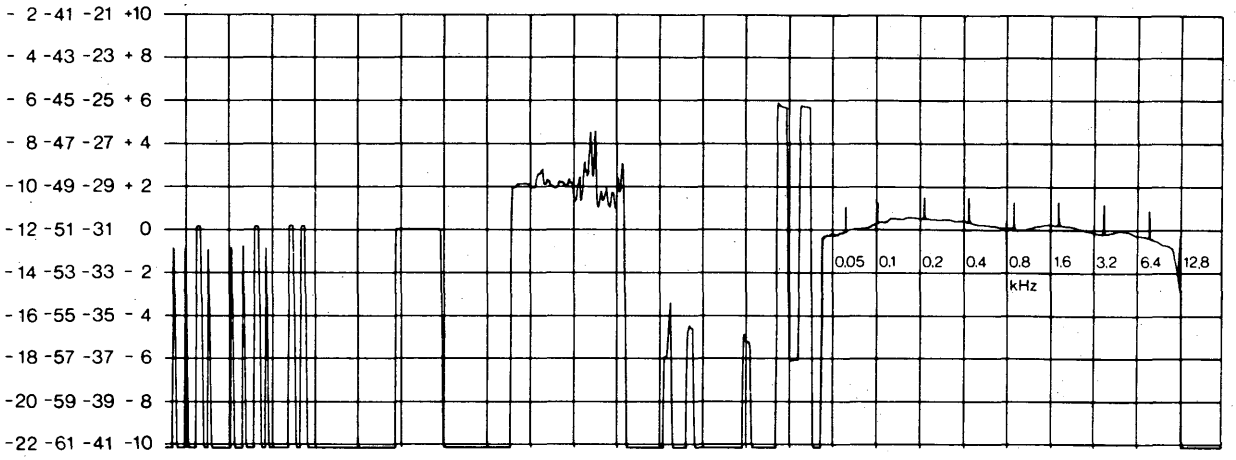
(voir dans l'appendice I un exemple d'enregistrement des mesures faites par un modèle typique de l'appareil automatique de mesure)

Intervalles de base de temps	Appareil d'émission		Appareil de réception	
	Fréquence kHz	Niveau dBm0	Type de mesure	Point central de mesure dBm0
1	1,3	−12	Signal de départ codé n° 1	
1			Pause	
19	0,8 Code	−32/−12 Morse	Indicatif de la station en Morse	−12
1			Pause	
4	0,8	−12	Mesure du niveau de référence	−12
2			Pause	
1	1,3	−12	Signal de départ codé n° 2	
2			Pause	
5			Puissance de bruit pondéré par un filtre psophométrique	−51
5			Puissance de bruit non pondéré	−51
2			Pause	
1	0,09	+9	Niveau k_2 avec un filtre de 0,18 kHz	−31
1			Pause	
1	0,06	+9	Niveau k_3 avec un filtre de 0,18 kHz	−31
2			Pause	
1	0,8 1,42	+3 +3	Niveau d_3 avec un filtre de 0,18 kHz	−37
2			Pause	
1	0,8	+9	Niveau k_2 avec un filtre de 1,6 kHz	−31
1			Pause	
1	0,533	+9	Niveau k_3 avec un filtre de 1,6 kHz	−31
2			Pause	
3	0,8	+6/−6/+6	Essai du compresseur-extenseur	0
4			Pause, avec réserve	
1	1,3	−12	Signal de départ codé n° 3	
1			Pause	
35	0,03 ... 16 avec marquage de la fréquence à chaque octave, la première commençant à 0,05 kHz	−12	Réponse en fréquence	−12
2			Pause	
Total 102				

APPENDICE I

(à la Recommandation O.31)

Exemple d'enregistrement des mesures faites par un modèle typique de l'appareil automatique de mesure



dBm0 Echelle				1	2	3	4	5 6 7	8 9	10	11
				Programme de mesure		Station émettrice	Station réceptrice		Circuit (Mono/Stéréo)	Longueur	Observations
×				1 Code de la station							
×				2 0,8 kHz Réglage							
	×			3 Bruit pondéré							
	×			4 Bruit non pondéré							
		×		5 Distor- k_2 (0,09 kHz)							
		×		6 sion non k_3 (0,06 kHz)							
		×		7 linéaire d_3 (0,8 + 1,42 kHz)		Date	Heure				
		×		8 à +9 k_3 (0,8 kHz)							
		×		9 dBm0 k_3 (0,533 kHz)							
			×	10 Essai du compresseur-extenseur +6/–6/+6 dBm0							
×				11 Distorsion niveau/fréquence							

CCITT-37301

Références

[1] Recommandation du CCITT *Définition et durée de la période de réglage et de la période préparatoire*, tome IV, Rec. N.4.

[2] Recommandation du CCITT *Mesures à effectuer pendant la période de réglage qui précède une transmission radiophonique*, tome IV, Rec. N.12.

[3] Recommandation du CCITT *Mesures effectuées par les organismes de radiodiffusion au cours de la période préparatoire*, tome IV, Rec. N.13.

[4] Recommandation du CCITT *Limites et procédures de réglage d'un circuit radiophonique*, tome IV, Rec. N.21.

[5] Recommandation du CCITT *Mesures effectuées par les organismes de radiodiffusion au cours de la période préparatoire*, tome IV, Rec. N.13, remarque.

[6] Recommandation du CCIR *Mesure du niveau de tension des bruits audiofréquence en radiodiffusion sonore*, Volume X, Rec. 468, UIT, Genève, 1986.

Recommandation O.32

APPAREIL AUTOMATIQUE DE MESURE POUR LES PAIRES STÉRÉOPHONIQUES DES CIRCUITS RADIOPHONIQUES

(Genève, 1972)

1 Considérations générales

Un appareil conçu conformément à la spécification de la présente Recommandation est destiné à la mesure de la transmission sur les paires stéréophoniques des circuits radiophoniques. Ses caractéristiques sont très voisines de celles de l'appareil spécifié dans la Recommandation O.31. Les deux appareils stéréophonique et monophonique sont compatibles pour la mesure de circuits radiophoniques monophoniques.

Les différences entre les deux versions de l'appareil sont les suivantes.

L'appareil monophonique (Recommandation O.31) mesure cinq caractéristiques en 136 secondes, tandis que l'appareil stéréophonique mesure ces mêmes caractéristiques successivement sur les voies A et B de la paire stéréophonique; il mesure en outre la différence de niveau et la différence de phase entre ces voies ainsi que la diaphonie entre elles sur trois fréquences spécifiées. La durée totale des mesures est ainsi de 371 secondes environ pour l'appareil stéréophonique.

2 Normes de qualité et programmes de mesure

2.1 *Contrôle des normes de qualité*

Le tableau 1/O.32 montre les diverses normes de qualité, désignées par les lettres *a* à *i*, où l'on retrouve les normes figurant dans la Recommandation O.31.

2.2 *Programmes principaux*

On peut choisir comme programmes principaux le programme de mesure établi pour les circuits monophoniques, qui est exactement conforme au programme de la Recommandation O.31, et le programme de mesure pour les circuits stéréophoniques.

Chacun des programmes principaux se compose des sous-programmes indiqués au tableau 2/O.32, qui sont applicables indépendamment les uns des autres (dans le sous-programme 1, le *s* désigne l'indicatif de la station de l'émetteur).

2.3 *Sous-programmes*

2.3.1 *Sous-programme 1* (indicatif de la station et norme de qualité monophonique *a*)

Un indicatif de station est émis conformément au § 3.1.2; cette opération est suivie par la mesure du niveau sur la voie A à la fréquence de référence.

2.3.2 *Sous-programme 2* (normes de qualité monophonique *b*, *c* et *d*)

Le sous-programme 2 comprend trois opérations:

1) mesure de la puissance du niveau pondéré et non pondéré de la voie A (b_1 et b_2);
2) mesure sélective de la distorsion de non-linéarité de la voie A, en tant que distorsion harmonique des 2e et 3e ordres et en tant que distorsion d'intermodulation ($c_1 \ldots c_5$);
3) essai de fonctionnement du compresseur-extenseur de la voie A (*d*).

2.3.3 *Sous-programme 3* (norme de qualité monophonique *e*)

Mesure de la caractéristique du niveau en fonction de la fréquence de la voie A.

2.3.4 *Sous-programme 4* (norme de qualité monophonique *a* et norme de qualité stéréophonique *f*)

Le sous-programme 4 comprend trois opérations. La première a pour objet de contrôler le niveau de la fréquence de référence à la réception sur la voie B (critère de qualité monophonique correspondant au sous-programme 1). Les deuxième et troisième opérations servent à déterminer la somme (f_1) et la différence des niveaux (f_2) sur les voies A et B. Les deux valeurs mesurées sont utilisées pour le contrôle de la polarité et l'évaluation approximative des différences de phase supérieures à l'écart fixé dans le sous-programme 8 (norme de qualité stéréophonique *h*). Si les différences de niveau et de phase entre les voies A et B sont négligeables, la somme des niveaux doit dépasser de 6 dB le niveau de la fréquence de référence à la réception sur chaque voie. La différence de niveau est alors si faible qu'elle n'est pas indiquée. Si la polarité est erronée ($\Delta\Phi = 180°$), la somme des niveaux et la différence des niveaux ont des variations inverses.

On peut évaluer les grandes différences de phase à l'aide du tableau 3/O.32.

TABLEAU 1/O.32

Mesure des normes de qualité *a* à *i*, spécification de l'émetteur et du récepteur

	Normes de qualité			Référence		Emetteur		Récepteur	
				Emetteur	Récepteur	Fréquence (kHz)	Niveau de puissance (dBm0)	Point central de mesure (dBm0)	Filtre passe-bas = LP passe-bande = BP (kHz)
Mesures monophoniques	*s*		Indicatif de la station	3.1.2		0,8	−32/−12	−12	–
	a		Niveau de la fréquence de mesure	3.1.3	3.2.2	0,8	−12	−12	20 LP
	b	b_1	Niveau de bruit pondéré		3.2.3	–	–	−51	Recommandation 468 du CCIR [1]
		b_2	Niveau du bruit non pondéré			–	–	−51	20 LP
	c	c_1	Distorsion de non-linéarité k_2	3.1.4	3.2.4	0,09	+9	−31	0,18 BP
		c_2	k_3			0,06	+9	−31	0,18 BP
		c_3	d_3			0,8 + 1,42	+3 + 3	−37	0,18 BP
		c_4	k_2			0,8	+9	−31	1,6 BP
		c_5	k_3			0,533	+9	−31	1,6 BP
	d		Essai du compresseur-extenseur	3.1.5		0,8	+6/−6/+6	0	20 LP
	e		Caractéristique du niveau en fonction de la fréquence	3.1.3		0,03 à 16	−12	−12	20 LP
Mesures stéréophoniques	*f*		Contrôle de polarité	3.1.3	2.3.4				
		f_1	Somme des niveaux			0,8	−12	−12	20 LP
		f_2	Différence des niveaux			0,8	−12	−12	20 LP
	g		Différence de niveau	3.1.3	2.3.7	0,03 à 16	−12	0 dB	20 LP
	h		Différence de phase	3.1.3	3.2.5	0,03 à 16	−12	25°	–
	i	i_1	Diaphonie à 180 Hz	3.1.6	3.2.6	0,18	−12	−52	0,18 BP
		i_2	à 1600 Hz			1,6	−12	−52	1,6 BP
		i_3	à 9000 Hz			9	−12	−52	9 BP

TABLEAU 2/O.32

		Sous-programmes								
Programmes principaux	Monophonique	1	2	3						
	Stéréophonique	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Normes de qualité		*s* *a*	*b* *c* *d*	*e*	*a* *f*	*b* *c* *d*	*e*	*g*	*h*	*i*

TABLEAU 3/O.32

Somme des niveaux Δn_S (dB)	Différence des niveaux Δn_D (dB)	Différence de phase $\Delta\Phi$
+6,0	$-\infty$	0/360°
+5,7	−5,7	30/330°
+4,8	0	60/300°
+3,0	+3,0	90/270°
0	+4,8	120/240°
−5,7	+5,7	150/210°
$-\infty$	+6,0	180°

Remarque – Ce tableau a été établi à partir des formules suivantes:

$$\Delta n_S = 3 \text{ dB} + 10 \log [1 - \cos (180 - \Delta\Phi)]$$

$$\Delta n_D = 3 \text{ dB} + 10 \log (1 - \cos \Delta\Phi)$$

2.3.5 *Sous-programme 5* (normes de qualité monophonique *b*, *c* et *d*)

Mesure du niveau des puissances de bruit pondéré et non pondéré et de la distorsion de non-linéarité et essai de fonctionnement du compresseur-extenseur, tels que spécifiés dans le sous-programme 2, mais pour la voie B.

2.3.6 *Sous-programme 6* (norme de qualité monophonique *e*)

Mesure de la caractéristique du niveau en fonction de la fréquence de la voie B. (Correspond au sous-programme 3 pour la voie A.)

2.3.7 *Sous-programme 7* (norme de qualité stéréophonique *g*)

Détermination de la différence de niveau entre les voies A et B en fonction de la fréquence.

2.3.8 *Sous-programme 8* (norme de qualité stéréophonique *h*)

Mesure de la différence de phase entre les voies A et B en fonction de la fréquence.

2.3.9 *Sous-programme 9* (norme de qualité stéréophonique *i*)

Détermination de l'écart diaphonique entre les voies A et B aux fréquences de 180, 1600 et 9000 Hz.

3 Spécifications

Les spécifications suivantes, relatives à l'exécution des mesures de qualité monophonique *a* à *e*, sont identiques à celles qui figurent dans la Recommandation O.31 pour la version monophonique de l'appareil en question.

3.1 *Appareil d'émission*

3.1.1 *Démarrage, arrêt et base de temps pour la synchronisation, et choix du mode de mesure*

Un bouton-poussoir qui peut être verrouillé, monté sur l'appareil d'émission, permet le démarrage du programme de mesure selon le mode de fonctionnement particulier; fonctionnement simple ou fonctionnement permanent. Le déroulement du programme de mesure est commandé par un générateur d'impulsions. La base de temps minimale que l'on puisse programmer est de 1,33 seconde. La fréquence de synchronisation associée à cette base de temps est de 0,75 Hz et sa variation ne doit pas dépasser ± 1%. Un second bouton-poussoir donne la possibilité d'arrêter le programme de mesure. En appuyant sur ce bouton, on libère le mécanisme de verrouillage éventuellement existant du bouton-poussoir prévu pour le fonctionnement permanent. Le démarrage, la synchronisation et l'arrêt de l'appareil de réception sont déclenchés par des impulsions codées (1,3 kHz à −12 dBm0).

Chaque sous-programme est précédé d'impulsions codées qui servent de signal de départ. Un signal d'arrêt spécial, déclenché lorsqu'on appuie sur le bouton-poussoir, permet d'interrompre le programme de mesure en cours, et cela à tout moment, et de faire démarrer à sa place un autre programme choisi au moyen d'un commutateur. La manœuvre du bouton-poussoir a aussi pour effet de faire revenir le générateur d'impulsions de temps à la position de départ.

Les signaux de départ et d'arrêt se composent de quatre impulsions dont la durée peut être fixée à 60 ms (valeur O) ou à 120 ms (valeur L) au moyen d'un codage numérique. L'intervalle entre le début de deux impulsions à l'intérieur du signal codé est de 240 ms.

Les impulsions sont codées comme suit:

a) Signal de départ pour:
   - le sous-programme 1: OOOL
   - le sous-programme 2: OOLO
   - le sous-programme 3: OLOO
   - le sous-programme 4: LOOO
   - le sous-programme 5: OOLL
   - le sous-programme 6: OLLO
   - le sous-programme 7: LLOO
   - le sous-programme 8: OLOL
   - le sous-programme 9: LOLO

b) Signal d'arrêt: LLLL

Les signaux de départ se lisent de droite à gauche, comme c'est habituellement le cas pour les codes numériques, et sont transmis dans le même ordre chronologique.

L'émission du signal codé, d'une durée de 960 ms, qui est commandée par le générateur d'impulsions, doit être retardée de 370 ms (pour correspondre à la durée de 1330 ms pour l'impulsion de temps).

3.1.2 *Indicatif de la station*

Le programme de mesure est précédé de l'indicatif de la station d'émission en signaux Morse. Pour cela, on utilise 19 impulsions de base de temps. L'indicatif de la station est émis par modulation d'une tonalité de 0,8 kHz entre un niveau de −32 dBm0 et le niveau de référence pour les mesures. La durée des points et des traits du code Morse doit être respectivement d'environ 10% et 35% de celle d'une impulsion de base de temps.

3.1.3 *Niveau d'essai pour les mesures du niveau à la fréquence de référence et de la caractéristique du niveau en fonction de la fréquence*

Le niveau d'essai émis pour les mesures du niveau à la fréquence de référence (0,8 kHz) et pour les mesures de la caractéristique du niveau en fonction de la fréquence devrait être de −12 dBm0 (voir la Recommandation N.21 [2]). Les mesures de la caractéristique du niveau en fonction de la fréquence doivent être faites à l'aide d'un générateur à balayage dans la gamme de fréquences de 0,03 à 16 kHz. Chaque octave – la première commençant à 0,05 kHz – est marquée par de brèves impulsions (1,3 kHz/−12 dBm0 de 50 à 100 ms de durée). La vitesse de ces opérations successives pour la gamme de 30 à 16 000 Hz, qui couvre 9,06 octaves, devrait être de 5 secondes par octave afin que l'enregistreur mentionné au § 3.2.9 enregistre une octave sur 10 mm et 3,3 mm respectivement.

3.1.4 *Niveau d'essai à l'émission pour les mesures de distorsion de non-linéarité*[1)]

Le niveau des fréquences d'essai à l'émission correspond au niveau de crête de la transmission radiophonique (voir la Recommandation N.13 [3]), c'est-à-dire qu'en utilisant la méthode à une tonalité pour les mesures de distorsion de non-linéarité, on obtient la même charge de crête qu'avec la méthode à deux tonalités appliquée dans les mesures de la distorsion d'intermodulation (tonalité unique de +9 dBm0, équivalant à 2,2 V_{eff} = 3,1 V_{p0} et tonalité double de +3 dBm0 chacune, équivalant à 2 × 1,1 V_{eff} = 2 × 1,55 V_{p0} = 3,1 V_{p0} par rapport à un

1) Le signal émis pour la mesure de la distorsion de non-linéarité doit pouvoir, à volonté, faire partie ou non du cycle de mesure (par exemple, par la manœuvre d'un commutateur). Pour chaque circuit, ce sont les utilisateurs de l'équipement de mesure qui ont la responsabilité de décider si le résultat de la distorsion de non-linéarité est admissible ou non. Ils doivent à ce sujet respecter les dispositions de la Recommandation N.21.

point de niveau relatif zéro). Pour éviter une surcharge des systèmes de transmission à courants porteurs, on utilise seulement des fréquences inférieures à 2 kHz (à cause des circuits munis d'un équipement de préaccentuation et de désaccentuation) et la durée de la transmission est ramenée automatiquement à la durée d'une seule impulsion de base de temps[2]. On devrait utiliser les fréquences d'essais suivantes:

a) *pour les mesures de la distorsion de non-linéarité aux fréquences les plus basses de la gamme des fréquences vocales:*

c_1 = 0,09 kHz/+9 dBm0 pour les mesures de k_2,

c_2 = 0,06 kHz/+9 dBm0 pour les mesures de k_3;

b) *pour les mesures de non-linéarité dans la gamme de fréquences porteuses d'une voie à multiplexage par répartition en fréquence:*

c_3 = 0,8 kHz/+3 dBm0 et 1,42 kHz/+3 dBm0 pour les mesures de d_3;

c) *pour les mesures de la distorsion de non-linéarité aux fréquences moyennes de la gamme des fréquences vocales:*

c_4 = 0,8 kHz/+9 dBm0 pour les mesures de k_2,

c_5 = 0,533 kHz/+9 dBm0 pour les mesures de k_3.

3.1.5 *Signal émis pour contrôler le fonctionnement du compresseur-extenseur* [3]

En injectant un signal de 0,8 kHz dont on commute le niveau entre les valeurs +6, −6, +6 dBm0 pour les trois impulsions de base consécutives, on parvient à déceler un comportement inusité dû à une défectuosité des amplificateurs de régulation dans les compresseurs-extenseurs.

3.1.6 *Diaphonie entre les voies A et B*

L'écart diaphonique entre les voies A et B se mesure aux fréquences 180, 1600 et 9000 Hz. Le niveau à l'émission doit être de −12 dBm0.

3.1.7 *Télécommande de l'appareil d'émission*

Il convient de prévoir le moyen d'émettre jusqu'à 16 signaux de commande. On peut, à cet effet, soit transmettre à l'appareil d'émission des signaux binaires, soit appliquer un potentiel de terre sur 16 trajets de signalisation. Dans le cas d'un codage binaire devant déclencher les programmes principaux monophoniques ou stéréophoniques, les signaux codés LOOL ou LLLO doivent être utilisés respectivement en plus des signaux de départ indiqués au § 3.1.1.

3.2 *Appareil de réception*

3.2.1 *Démarrage, arrêt et synchronisation*

Dans l'appareil de réception, les impulsions codées doivent être détectées et séparées par un processus de sélection. Un circuit de garde analogue à celui que l'on emploie normalement en technique téléphonique pour les récepteurs de signaux est indispensable pour éviter tout fonctionnement intempestif. Associé à ce circuit de garde, le code à 4 bits retenu donne une protection extrêmement sûre contre la possibilité d'enclenchement du mécanisme de démarrage sous l'action de signaux radiophoniques. Par conséquent, l'appareil de réception peut rester continuellement relié à un circuit pour transmissions radiophoniques et peut enregistrer le programme de mesure sans intervention d'un opérateur.

Le schéma de temps doit être conforme aux conditions spécifiées pour l'appareil d'émission (voir le § 3.1.1).

Le générateur d'impulsions doit être déclenché après réception du signal de départ. La réception du signal d'arrêt doit remettre ce générateur à la position de départ.

---

[2] D'autres méthodes sont en cours d'étude par la CMTT.

[3] Cet essai est destiné à un usage provisoire. Il devra être changé lorsque, après des études plus poussées, le CCITT émettra des Recommandations pour les compresseurs-extenseurs et des méthodes appropriées pour leurs essais.

3.2.2 *Gammes de mesure*

L'appareil de mesure devrait avoir une caractéristique logarithmique et on devrait prévoir une gamme de mesure linéaire de ± 10 dB par rapport au point central.

Pour un type de mesure donné, il convient d'utiliser les points centraux indiqués dans le tableau 1/O.32.

3.2.3 *Mesures de bruit*

Les normes de qualité b_1 et b_2 (mesures de bruit pondéré et non pondéré) se mesurent dans le mode de quasi-crête. Dans ce cas, les propriétés dynamiques des circuits du redresseur ainsi que le réseau de mesure du bruit pondéré (b_1) doivent répondre aux normes de la Recommandation 468 [1] du CCIR.

3.2.4 *Filtres à prévoir et leurs caractéristiques*

Deux filtres passe-bande doivent être prévus pour filtrer les produits de la distorsion de non-linéarité, l'un de 0,18 kHz et l'autre de 1,6 kHz. Il y a lieu de les utiliser comme suit:

le filtre à 0,18 kHz:

- pour les mesures de k_2 à 0,09 kHz (c_1),
- pour les mesures de k_3 à 0,06 kHz (c_2),
- pour les mesures de d_3 à 0,8/1,42 kHz (c_3);

le filtre à 1,6 kHz:

- pour les mesures de k_2 à 0,8 kHz (c_4),
- pour les mesures de k_3 à 0,533 kHz (c_5).

Dans le cas du filtre de 0,18 kHz, on mesure seulement le produit d_3 inférieur (2 × 0,8 kHz − − 1,42 kHz = 0,18 kHz). On ne mesure pas le produit d_3 supérieur à 2,04 kHz (= 2 × 1,42 − 0,8 kHz). Pour compenser, on prend le double du produit d_3 inférieur à 0,18 kHz.

Les filtres passe-bande doivent avoir les caractéristiques de sélectivité suivantes:

- bande passante définie par des valeurs d'affaiblissement d'insertion inférieures à 1 dB,

  filtre à 0,18 kHz: ± 3 Hz
  filtre à 1,6 kHz: ± 24 Hz
  } par rapport à la fréquence centrale;

- bande affaiblie définie par des valeurs d'affaiblissement d'insertion supérieures à 70 dB,

  filtre à 0,18 kHz: < 0,09 kHz et > 0,36 kHz,
  filtre à 1,6 kHz: < 0,8 kHz et > 3,2 kHz.

3.2.5 *Mesure de la différence de phase entre les voies A et B*

La différence de phase entre les voies A et B se mesure en fonction de la fréquence. On utilise à cet effet un discriminateur de phase dont le fonctionnement ne dépend pas de la différence de niveau entre les voies. Etant donné l'échelle linéaire choisie (5°/cm) et la largeur recommandée pour la piste d'enregistrement, la gamme de mesure est limitée à 0-50°. Des différences de phase plus grandes peuvent être estimées d'après la norme stéréophonique *f* du sous-programme 4.

3.2.6 *Mesure de la diaphonie entre les voies A et B*

L'écart diaphonique entre les voies A et B, aux fréquences de mesure 180, 1600 et 9000 Hz, se mesure sélectivement. Les filtres pour les deux premières fréquences peuvent être les mêmes que ceux qui sont utilisés pour les mesures de non-linéarité des sous-programmes 2 et 5.

Il suffit donc d'un filtre supplémentaire pour 9 kHz.

Le filtre passe-bande doit avoir les caractéristiques de sélectivité suivantes:

- bande passante définie par des valeurs d'affaiblissement d'insertion inférieures à 1 dB: ± 0,8 kHz par rapport à la fréquence centrale,
- gamme de fréquence d'affaiblissement définie par des valeurs d'affaiblissement d'insertion supérieures à 14 dB: < 4,5 kHz et > 18 kHz par rapport à la fréquence centrale.

L'écart diaphonique mesurable se limite à la gamme critique comprise entre 30 et 50 dB.

3.2.7 *Repères supplémentaires pour le cas des récepteurs numériques*

Des repères supplémentaires peuvent être engendrés dans le récepteur numérique selon les besoins; à cet effet, on prend comme base de temps les impulsions qui marquent les octaves et qui sont reçues de l'appareil d'émission.

3.2.8 *Programmation des récepteurs numériques*

En cas d'utilisation d'un récepteur numérique, il doit être possible de le programmer de manière telle que l'on puisse vérifier que les circuits soumis aux essais satisfont aux tolérances requises.

3.2.9 *Enregistreur*

Le temps de réponse transitoire de l'enregistreur ne doit pas dépasser 200 ms. Pour ce qui est des circuits redresseurs de l'appareil récepteur pour les mesures de bruit, il importe de respecter les normes spécifiées à la Recommandation 468 du CCIR [1].

La largeur et la vitesse de défilement du papier peuvent être choisies conformément aux normes nationales. Des essais satisfaisants ont été réalisés avec les valeurs ci-après:

- largeur de la bande de papier, 100 mm

  Cette valeur donne une échelle de niveau de 2 dB/10 mm (pour la gamme de mesure de 20 dB).
- vitesses de défilement de la bande, 2 mm/s et 2/3 mm/s

  La sélection de la vitesse de défilement doit être manuelle.

En plus de l'enregistreur, il serait désirable de disposer d'un point d'accès approprié pour l'utilisation d'un oscilloscope.

3.3 *Déroulement des opérations composant le programme*

On trouvera décrit dans l'annexe A le déroulement des opérations composant le programme de mesure stéréophonique, avec tous ses sous-programmes. Dans chaque sous-programme, les première et deuxième impulsions correspondent respectivement au signal de départ et à une pause.

3.4 *Mesure à long terme du bruit*

3.4.1 *Mesure automatique*

Après l'achèvement des programmes principaux monophoniques ou stéréophoniques, des mesures automatiques à long terme du bruit s'effectuent respectivement sur les voies A et B, sans commande de l'appareil d'émission, dans l'ordre suivant:

intervalles de temps	*programme de l'appareil de réception*	*voie*
10	pause	
60	bruit pondéré	A
20	bruit non pondéré	A
2	pause	
60	bruit pondéré	B
20	bruit non pondéré	B

3.4.2 *Mesure manuelle*

Afin de pouvoir procéder à des mesures de bruit, pondéré ou non pondéré, de façon ininterrompue pendant des durées non spécifiées, il doit être possible de rendre inopérant le mécanisme de la minuterie. Si l'on emploie un récepteur analogique, il faut le munir d'une commande manuelle permettant de modifier le centre de la gamme de ± 10 dB.

3.5 *Caractéristiques d'adaptation*

Le réglage des circuits radiophoniques basé sur la méthode à tension constante se fonde sur l'emploi des impédances suivantes:

- impédance de sortie de l'émetteur inférieure à 10 ohms,
- impédance d'entrée du récepteur supérieure à 20 kohms.

Par commutation interne, ces deux valeurs peuvent être portées à 600 ohms si on utilise pour le réglage du circuit la méthode à adaptation d'impédance. Il convient qu'un commutateur permette de régler l'émetteur et le récepteur aux niveaux relatifs ci-dessous:

+6 dBr = valeur nominale dans les stations de répéteurs des Administrations;

0 dBr[4] = valeur nominale dans les studios des organismes de radiodiffusion.

3.6 *Précision des appareils d'émission et de réception*

3.6.1 *Appareil d'émission*

a) *Générateurs de fréquence individuels:*

- tolérance du niveau . . . . . ± 0,2 dB
- tolérance de fréquence . . . . . < 1,0%
- distorsion harmonique à $2f$ et $3f$ . . . . . < 0,1%

b) *Wobulateur:*

- tolérance du niveau à 0,8 kHz . . . . . ± 0,2 dB
- caractéristique du niveau en fonction de la fréquence par rapport à 0,8 kHz . . . . ± 0,2 dB

3.6.2 *Appareil de réception*

Tolérances, y compris l'enregistreur:

- valeur au milieu de l'échelle −12 dBm0 et 0 dBm0 . . . . . ± 0,3 dB
- valeur au milieu de l'échelle −51 dBm0 et −31 dBm0 . . . . . ± 1,0 dB

La stabilité opérationnelle doit être atteinte 15 minutes après l'enclenchement. Pour les détails de la répartition des tolérances, on se référera aux valeurs indiquées dans le Supplément n° 3.1 placé à la fin de ce fascicule.

On peut alors restreindre les tolérances en procédant à l'étalonnage de l'appareil d'émission et de l'appareil de réception connectés en boucle.

[4] Dans certains cas, on peut également utiliser un niveau de −3 dBr ou inférieur.

ANNEXE A

(à la Recommandation O.32)

TABLEAU A-1/O.32

Déroulement des opérations du programme de mesure stéréophonique principal

Sous-programme	Intervalle de temps	Appareil d'émission			Appareil de réception		
		Fréquence (kHz)	Niveau (dBm0)	Voie chargée	Caractéristique mesurée	Voie	Centre de la gamme de mesure (dBm0)
1	1	1,3	−12	A	Signal de départ n° 1	A	–
	1	–	–	–	Pause	–	–
	19	0,8	−32/−12	A	Indicatif de la station	A	−12
	1	–	–	–	Pause	–	–
	4	0,8	−12	A	Mesure du niveau de référence	A	−12
	2	–	–	–	Pause	–	–
	28						
2	1	1,3	−12	A	Signal de départ n° 2	A	–
	2	–	–	–	Pause	–	–
	5	–	–	–	Bruit pondéré (filtre psophométrique)	A	−51
	5	–	–	–	Bruit non pondéré	A	−51
	2	–	–	–	Pause	–	–
	1	0,09	+9	A	Niveau k_2 (filtre à 0,18 kHz)	A	−31
	1	–	–	–	Pause	–	–
	1	0,06	+9	A	Niveau k_3 (filtre à 0,18 kHz)	A	−31
	2	–	–	–	Pause	–	–
	1	0,8/1,42	+3/+3	A	Niveau d_3 (filtre à 0,18 kHz)	A	−37
	2	–	–	–	Pause	–	–
	1	0,8	+9	A	Niveau k_2 (filtre à 1,6 kHz)	A	−31
	1	–	–	–	Pause	–	–
	1	0,533	+9	A	Niveau k_3 (filtre à 1,6 kHz)	A	−31
	2	–	–	–	Pause	–	–
	3	0,8	+6/−6/+6	A	Essai des compresseurs-extenseurs	A	0
	4	–	–	–	Pause, avec réserve	–	–
	35						
3	1	1,3	−12	A	Signal de départ n° 3	A	–
	1	–	–	–	Pause	–	–
	35	0,03 à 16	−12	A	Caractéristique du niveau en fonction de la fréquence	A	−12
	2	–	–	–	Pause	–	–
	39						
4	1	1,3	−12	A	Signal de départ n° 4	A	–
	1	–	–	–	Pause	–	–
	2	0,8	−12	B	Mesure du niveau de référence	B	−12
	1	–	–	–	Pause	–	–
	2	0,8	−12	A, B	Somme des niveaux	A, B	−12
	1	–	–	–	Pause	–	–
	2	0,8	−12	A, B	Différence des niveaux	A, B	−12
	2	–	–	–	Pause	–	–
	12						

TABLEAU A-1/O.32 *(fin)*

Sous-programme	Intervalle de temps	Appareil d'émission			Appareil de réception		
		Fréquence (kHz)	Niveau (dBm0)	Voie chargée	Caractéristique mesurée	Voie	Centre de la gamme de mesure (dBm0)
5	1	1,3	−12	A	Signal de départ n° 5	A	–
	2	–	–	–	Pause	–	–
	5	–	–	–	Bruit pondéré (filtre psophométrique)	B	−51
	5	–	–	–	Bruit non pondéré	B	−51
	2	–	–	–	Pause	–	–
	1	0,09	+9	B	Niveau k_2 (filtre à 0,18 kHz)	B	−31
	1	–	–	–	Pause	–	–
	1	0,06	+9	B	Niveau k_3 (filtre à 0,18 kHz)	B	−31
	2	–	–	–	Pause	–	–
	1	0,8/1,42	+3/+3	B	Niveau d_3 (filtre à 0,18 kHz)	B	−37
	2	–	–	–	Pause	–	–
	1	0,8	+9	B	Niveau k_2 (filtre à 1,6 kHz)	B	−31
	1	–	–	–	Pause	–	–
	1	0,533	+9	B	Niveau k_3 (filtre à 1,6 kHz)	B	−31
	2	–	–	–	Pause	–	–
	3	0,8	+6/−6/+6	B	Essai des compresseurs	B	0
	4	–	–	–	Pause, avec réserve	–	–
	35						
6	1	1,3	−12	A	Signal de départ n° 6	A	–
	1	–	–	–	Pause	–	–
	35	0,03 à 16	−12	B	Caractéristique du niveau en fonction de la fréquence	B	−12
	2	–	–	–	Pause	–	–
	39						
7	1	1,3	−12	A	Signal de départ n° 7	A	–
	1	–	–	–	Pause	–	–
	35	0,03 à 16	−12	A, B	Différence de niveau en fonction de la fréquence	A, B	0
	2	–	–	–	Pause	–	–
	39						
8	1	1,3	−12	A	Signal de départ n° 8	A	–
	1	–	–	–	Pause	–	–
	35	0,03 à 16	−12	A, B	Différence de phase en fonction de la fréquence	A, B	25°
	2	–	–	–	Pause	–	–
	39						
9	1	1,3	−12	A	Signal de départ n° 9	A	–
	1	–	–	–	Pause	–	–
	2	0,18	−12	A	Niveau diaphonique (filtre à 0,18 kHz)	B	−52
	1	–	–	–	Pause	–	–
	2	1,6	−12	A	Niveau diaphonique (filtre à 1,6 kHz)	B	−52
	1	–	–	–	Pause	–	–
	2	9,0	−12	A	Niveau diaphonique (filtre à 9 kHz)	B	−52
	2	–	–	–	Pause	–	–
	12						
1 à 9	278						

Durée du programme principal de mesure pour les circuits stéréophoniques: 278 intervalles de temps × 1,33 s/intervalle de temps ≈ 371 s.

Références

[1] Recommandation du CCIR *Mesure du niveau de tension des bruits audiofréquence en radiodiffusion sonore*, Volume X, Rec. 468, UIT, Genève, 1986.

[2] Recommandation du CCITT *Limites et procédures de réglage d'un circuit radiophonique*, tome IV, Rec. N.21.

[3] Recommandation du CCITT *Mesures effectuées par les organismes de radiodiffusion au cours de la période préparatoire*, tome IV, Rec. N.13, remarque.

Recommandation O.33

APPAREIL DE MESURE AUTOMATIQUE POUR LA MESURE RAPIDE DES CIRCUITS, LIAISONS ET COMMUNICATIONS RADIOPHONIQUES, MONOPHONIQUES ET STÉRÉOPHONIQUES

(Malaga-Torremolinos, 1984; modifiée à Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

Un appareil automatique de mesure pour les circuits radiophoniques doit être capable de mesurer rapidement tous les paramètres pertinents nécessaires pour vérifier la qualité des circuits. Les caractéristiques à mesurer et les possibilités que doit offrir cet équipement sont décrites dans la présente spécification, mais celle-ci ne précise ni la méthode de mesure, ni le traitement des résultats. Les constructeurs sont donc libres d'adopter tout procédé donnant satisfaction aux exigences exprimées dans la spécification. Cependant, il serait à l'évidence avantageux que la séquence de mesure soit commandée par des programmes enregistrés, ce qui rendrait possible l'utilisation de séquences différentes adaptées aux différents besoins des utilisateurs et des applications.

A noter que l'appareillage sera conforme aux exigences des Recommandations N.12 [1] et N.13 [2]. Cependant, la mesure de chacun des paramètres spécifiés dans les Recommandations N.10 [3], N.21 [4] et N.23 [5] n'est pas possible, par exemple temps de propagation de groupe/réponse en fréquence.

2 Principe fondamental

L'appareil doit se composer soit de deux éléments distincts, à savoir un émetteur et un récepteur, soit d'un combiné émetteur et récepteur de construction modulaire permettant le fonctionnement soit en émission uniquement soit en réception uniquement.

Les résultats des mesures doivent être affichés directement au moyen d'un dispositif à mémoire permettant un affichage ultérieur de longue durée des caractéristiques mesurées.

Le but des mesures n'est pas seulement de permettre au personnel sur place de prendre une décision immédiate, mais aussi d'offrir à l'ingénieur chargé de la transmission la possibilité d'établir ultérieurement des évaluations précises. Il est préférable que les résultats soient également disponibles à 110 et à 300 bauds selon le code série en bit pour sortie de données ISO-7 [6] sur une interface normalisée RS 232-C [7], avec possibilité de sélection entre 110 et 300 bauds, ou facultativement sur une interface normalisée IEEE 488/CEI 625 [8].

Dans tous les cas, les paramètres mesurés doivent être clairement identifiés et le code de l'origine sera mentionné (voir le § 2.1).

L'appareil doit pouvoir mesurer au moins les caractéristiques suivantes:

a) niveau à la réception (gain d'insertion);

b) distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence;

c) distorsion harmonique (distorsion non linéaire);

d) rapport signal/bruit, non pondéré et pondéré conformément à la Recommandation 468 du CCIR [9];

e) linéarité de la compression-extension;

f) bruit modulé par le programme et bruit étendu.

Ces caractéristiques sont définies au § 4.

En outre, l'appareil doit pouvoir mesurer dans les voies A et B au moins les caractéristiques suivantes:

g) la différence de gain et le déphasage entre les voies;

h) la diaphonie entre les voies et la transposition des circuits.

Les caractéristiques stéréophoniques sont définies au § 5.

La conception physique devrait de préférence être telle que les capacités de l'appareil soient assurées par la conversion de l'équipement monophonique par l'usager, par l'adjonction de dispositifs enfichables appropriés et éventuellement par de petites modifications des circuits internes.

L'appareil doit pouvoir émettre des signaux d'essai à fréquences vocales à des niveaux correspondant à ceux qui doivent exister aux points de mesure de l'utilisateur. Comme les niveaux nominaux varient d'un organisme de radiodiffusion à l'autre et d'une Administration à l'autre, il n'est pas indiqué de spécifier de niveaux absolus. On a donc défini un niveau TEST à 9 dB au-dessous du niveau maximal admis au point où se fait la mesure. Un niveau TEST correspond à une valeur absolue de 0 dBm0 mesurée en un point de niveau relatif zéro (0 dBr) [10]. Les constructeurs de matériel de mesure automatique adopteront donc un niveau TEST qui corresponde à un niveau fixe commode (par exemple, 0 dBm0).

A ce niveau fixe, le niveau de la séquence émise dans les séquences du programme de mesure sera conforme aux définitions pour le niveau maximum autorisé (+9 dBm0s), le niveau d'alignement (0 dBm0s) et le niveau de mesure (−12 dBm0s), données dans la Recommandation N.15 [11].

Il doit exister des moyens de commutation permettant de fixer le niveau TEST à +6 dB, 0 dB ou −3 dB par rapport à 0,775 V_{eff}. Ce commutateur sera protégé, particulièrement pour des valeurs absolues plus grandes que 0 dBm0, contre les manœuvres accidentelles, par exemple, en le montant à l'intérieur de l'appareil. On s'efforcera également de prévoir un niveau à −20 dB par rapport à 0,775 V_{eff}.

2.1 *Identification du début, de l'origine et du programme*

La séquence de mesure est choisie en fonction de l'application envisagée. On trouvera en annexe à la présente Recommandation des programmes de mesure déterminés indiquant la séquence de déclenchement des différentes étapes du programme et les unités de temps associées.

La séquence de signaux d'essai à fréquence vocale doit être précédée d'un signal d'identification de début, d'origine et de programme dont le rôle est le suivant:

- indiquer au récepteur de déclencher la séquence de mesure,
- identifier l'origine des signaux d'essai,
- indiquer quel programme de mesure enregistré doit être utilisé.

Le signal d'identification du début, d'origine et de programme utilisant le code ISO-7 [6] avec un bit de parité et deux bits d'interruption doit être transmis en modulation par déplacement de fréquence avec une fréquence de repos de 1650 Hz et une fréquence de travail de 1850 Hz, à un débit de 110 bauds.

Le signal d'identification est constitué par un message dont la structure est la suivante:

- Début de l'en-tête (caractère «SOH»)
- Identification de l'origine (quatre caractères alphanumériques)
- Signalisation spéciale (un caractère)
- Début du texte (caractère «STX»)
- Identification du programme de mesure (deux caractères numériques 00 à 99)
- Fin du texte (caractère «ETX»)

La fréquence de travail doit être transmise pendant au moins 18 ms (deux bits) avant le bit de début du caractère SOH.

La fin du second bit d'arrêt du caractère ETX définit le début de la séquence de mesure.

Le signal d'identification du début, d'origine et de programme doit être transmis à 12 dB au-dessous du niveau TEST.

2.2 *Modes de fonctionnement*

L'équipement doit pouvoir fonctionner en mode automatique ou manuel.

2.2.1 *Fonctionnement automatique*

En fonctionnement automatique, l'émetteur déclenchera l'exécution complète d'une séquence d'essais programmée sur réception d'un signal de départ produit soit directement par l'enfoncement d'un bouton-poussoir sur l'appareil, soit par télécommande (fermeture d'une paire de contacts). Le signal d'identification envoyé par l'émetteur déclenchera l'exécution par le récepteur de la séquence complète de mesure programmée puis l'enregistrement et/ou l'impression des résultats pour analyse ultérieure.

2.2.2 *Fonctionnement manuel*

2.2.2.1 *Emetteur*

En fonctionnement manuel, il devra être possible de placer l'émetteur en n'importe quel point de la séquence de mesure, pour lequel le signal d'essai nécessaire sera envoyé de façon continue. Ce mode de fonctionnement permettra donc de faire fonctionner l'émetteur avec un équipement de mesure manuel. On pourra aussi régler manuellement le signal sortant sur toute fréquence entre 40 et 15 000 Hz avec une précision supérieure à 5 Hz. Le niveau pourra être réglé entre −12 dB et +15 dB par rapport à 0,775 $V_{eff.}$ avec une précision de 0,2 dB. L'instrument indiquera la fréquence et le niveau du signal sortant. Un voyant clignotera lorsque le niveau à la sortie dépasse 0,775 V_{eff}.

2.2.2.2 *Récepteur*

En fonctionnement manuel, on pourra faire exécuter par le récepteur n'importe quelle mesure de la séquence, ce qui permettra d'utiliser l'instrument avec un équipement d'émission manuel. Il serait utile d'afficher la fréquence du signal entrant.

2.2.3 *Télécommande*

L'émetteur et le récepteur doivent pouvoir être télécommandés soit par l'intermédiaire de l'interface RS 232-C [7], soit de l'interface IEEE 488/CEI 625 [8].

3 Conception et construction

On doit noter que le temps de propagation de groupe des circuits de grande longueur risque d'entraîner des erreurs de mesure notamment aux basses fréquences. L'appareillage doit donc être conçu de manière telle que la mesure soit exécutée après une période assez longue pour laisser au signal reçu le temps de se stabiliser.

D'une manière générale, la conception et la construction du matériel doivent être conformes aux réglementations nationales et internationales, notamment en ce qui concerne les exigences de sécurité et la protection contre les chocs électriques [12].

4 Paramètres

4.1 *Niveau à la réception (gain d'insertion)*

On transmet une fréquence de 1020 Hz au niveau TEST. Le niveau reçu est mesuré et le résultat est exprimé en décibels par rapport au niveau TEST.

4.2 *Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence*

Le niveau à la réception doit être mesuré sur un certain nombre de fréquences différentes définies dans le programme de mesures. Le niveau d'émission doit être inférieur de 12 dB au niveau TEST.

Les résultats seront affichés en décibels par rapport au niveau à la réception à 1020 Hz transmis à 12 dB en dessous du niveau TEST. On estime qu'il n'est pas acceptable d'utiliser le niveau à la réception de la mesure décrite au § 4.1.

4.3 *Distorsion harmonique*

La distorsion harmonique totale doit être mesurée à 60 Hz et à 1020 Hz. La distorsion harmonique d'ordre $2(k_2)$ doit être mesurée à 1020 Hz. La distorsion harmonique d'ordre $3(k_3)$ doit être mesurée à 60 Hz.

Le niveau d'émission doit être de 9 dB au-dessus du niveau TEST. Le récepteur doit indiquer la valeur efficace des harmoniques et les résultats doivent être exprimés en décibels par rapport au niveau des fondamentales à la réception.

Afin d'éviter la surcharge des systèmes de transmission à fréquence porteuse, l'émission des fréquences d'essai au niveau maximal admissible doit être rigoureusement conforme aux prescriptions de la Recommandation N.21 [4]. Les programmes qui comportent des mesures de distorsion doivent donc limiter la durée de transmission à un seul intervalle de temps (1 seconde) et une pause d'au moins un intervalle doit être observée lorsque l'on effectue des mesures de distorsion successives.

On pourra insérer dans le cycle d'essai la mesure de distorsion de non-linéarité soit par répétition des programmes enregistrés avec et sans cette mesure ou encore par l'utilisation d'un commutateur sans verrouillage.

Remarque – La fréquence de 1020 Hz a été choisie de manière à ne pas être un sous-multiple d'une fréquence d'échantillonnage numérique.

4.4 *Rapport signal/bruit*

L'émetteur doit boucler sur l'impédance correcte l'entrée du circuit à mesurer et le récepteur mesure la valeur de quasi-crête la plus élevée, avec ou sans pondération, pendant une période de 8 secondes, en respectant les dispositions de la Recommandation 468 du CCIR [9]. Le résultat doit être exprimé en décibels par rapport au niveau TEST à la réception à 1020 Hz, ou par rapport au niveau maximal toléré (+9 dBm0). Le choix de la caractéristique pondérée ou non pondérée et celui du niveau de référence doivent se faire au moyen d'un commutateur manuel sur le récepteur. Ce commutateur doit être protégé contre les manœuvres accidentelles et sa position doit être indiquée dans les résultats. La position normale correspond à la caractéristique pondérée.

4.5 *Linéarité de la compression-extension*

On transmet une tonalité de 820 Hz pendant trois intervalles de temps consécutifs, à +6 dB, −6 dB et +6 dB par rapport au niveau TEST.

Le récepteur indique les niveaux à la réception.

4.6 *Bruit étendu*

L'intervalle de temps utilisé pour la mesure de la distorsion à 60 Hz peut aussi servir à mesurer le bruit étendu. On emploie un filtre passe-haut ($f_0 \leqslant 400$ Hz, et $\geqslant 60$ dB/60 Hz) pour éliminer les harmoniques de deuxième et de troisième ordre. Le bruit résiduel est mesuré avec ou sans pondération, avec une réponse de quasi-crête.

5 Caractéristiques stéréophoniques

5.1 *Différence de gain et déphasage entre voies*

Lorsqu'on utilise les modules stéréophoniques, l'appareil doit pouvoir mesurer simultanément le déphasage et la différence de niveau entre les signaux présents à ses deux entrées A et B. Les mesures doivent être faites à toutes les fréquences prévues pour le relevé de la caractéristique de distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence. L'instrument doit de préférence indiquer la polarité de l'erreur.

Les résultats doivent être exprimés en décibels et en degrés par rapport à la voie A prise comme référence.

Des équipements n'effectuant pas des mesures simultanées peuvent être utilisés s'il est montré qu'ils donnent des résultats équivalant à ceux obtenus par mesure simultanée. On devra éviter d'utiliser certaines fréquences, tel qu'il est indiqué au § 3.8 de la Recommandation N.21 [4].

5.2 *Diaphonie entre voies et transposition des circuits*

L'émetteur doit envoyer une tonalité à 2040 Hz à 12 dB en dessous du niveau TEST, d'abord sur la voie A, puis sur la voie B, en terminant correctement le circuit non utilisé. Le récepteur doit mesurer le niveau du signal parasite sur le circuit non utilisé.

Le résultat doit être exprimé en décibels par rapport au niveau sur le circuit utilisé.

Le signal utilisé pour la mesure de la diaphonie sert aussi à rechercher la transposition des circuits et s'il y a interchangement des voies, il faudra l'indiquer.

6 Caractéristiques du matériel – Emetteur

Impédance de sortie[1]:	< 10 ohms
Imprécision du niveau:	< 0,2 dB
Imprécision de la fréquence:	< 1%
Distorsion harmonique totale au niveau de sortie maximal (+21 dB): sauf à 60 Hz et à 1020 Hz	< 0,5%
à 60 Hz et à 1020 Hz	< 0,1%
Niveau de bruit pondéré à la sortie:	⩽ −80 dBq0ps
Différence de niveau entre les sorties A et B:	< 0,2 dB
Déphasage entre les sorties A et B:	< 2°

[1] La valeur ne tient pas compte de la présence d'un transformateur qui serait nécessaire pour respecter les conditions indiquées dans la Recommandation N.11 [13] du CCITT en ce qui concerne l'impédance et la symétrie par rapport à la terre.

7 Caractéristiques de l'équipement – Récepteur

7.1 *Impédance d'entrée*[2]: > 20 kohms

7.2 *Gamme et précision minimale*

7.2.1 *Mesure de niveau*

Gamme:

Signal: +20 dB à −45 dB
Bruit : −20 dB à −70 dB
par rapport à 0,775 V_{eff}

Erreur:

≤ ± 0,2 dB de +15 à −20 dB
≤ ± 0,5 dB de −20 à −50 dB
≤ ± 1,0 dB de −50 à −60 dB
≤ ± 3,0 dB de −60 à −70 dB

Remarque – Les mesures de bruit doivent se faire avec une bande limitée afin d'obtenir la réponse en fréquence définie à l'annexe 1 de la Recommandation 468 [9] du CCIR.

Gamme de fréquence: 20 Hz à 50 kHz.

7.2.2 *Mesure de la distorsion*

Plage de mesure jusqu'à 0,3% (−50 dB)
Erreur (± 1 dB)

7.2.3 *Mesure de phase*

Plage de mesure ± 180°
Erreur ≤ +2° sur toute la plage de mesure

8 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

---

[2] La valeur ne tient pas compte de la présence d'un transformateur qui serait nécessaire pour respecter les conditions indiquées dans la Recommandation N.11 [13] du CCITT en ce qui concerne l'impédance et la symétrie par rapport à la terre.

ANNEXE A

(à la Recommandation O.33)

Séquence de mesures pour les circuits radiophoniques monophoniques

Intervalle de temps (seconde)	Emetteur		Numéro du programme: 00
	Fréquence (Hz)	Niveau (dBm0)	Caractéristique mesurée
1	1650/1850	−12	Identification début/source/programme
1	1 020	0	Niveau à la réception
1	1 020	−12	Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence
1	40	−12	
1	80	−12	
1	200	−12	
1	500	−12	
1	820	−12	
1	1 900	−12	
1	3 000	−12	
1	5 000	−12	
1	6 300	−12	
1	9 500	−12	
1	11 500	−12	
1	13 500	−12	
1	15 000	−12	
1	1 020	+9	Distorsion harmonique totale
1 [a)]	–	–	
1	60	+9	
1	820	+6	Vérification du compresseur
1	820	−6	
1	820	+6	
8	–	–	Rapport signal/bruit

[a)] Intervalle d'attente.

ANNEXE B

(à la Recommandation O.33)

Séquence de mesures pour les paires stéréophoniques de circuits radiophoniques

Intervalle de temps	Canal A transmetteur		Canal B transmetteur		Numéro du programme: 01
Seconde	Fréquence (Hz)	Niveau (dBm0)	Fréquence (Hz)	Niveau (dBm0)	Caractéristique mesurée
1	1650/1850	−12	–	–	Identification début/source/programme
1	1 020	0	1 020	0	Niveau à la réception
1	1 020	−12	1 020	−12	Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence Gain et phase entre voies
1	40	−12	40	−12	
1	80	−12	80	−12	
1	200	−12	200	−12	
1	500	−12	500	−12	
1	820	−12	820	−12	
1	1 900	−12	1 900	−12	
1	3 000	−12	3 000	−12	
1	5 000	−12	5 000	−12	
1	6 300	−12	6 300	−12	
1	9 500	−12	9 500	−12	
1	11 500	−12	11 500	−12	
1	13 500	−12	13 500	−12	
1	15 000	−12	15 000	−12	
1	1 020	+9	1 020	+9	Distorsion harmonique totale
1 [a)]	–	–	–	–	
1	60	+9	60	+9	
1	2 040	−12	–	–	Diaphonie et transposition de circuits
1	–	–	2 040	−12	
1	820	+6	820	+6	Vérification du compresseur
1	820	−6	820	−6	
1	820	+6	820	+6	
8	–	–	–	–	Rapport signal/bruit

[a)] Intervalle d'attente.

ANNEXE C

(à la Recommandation O.33)

Séquence de mesures pour les circuits radiophoniques à bande moyenne

Intervalle de temps (seconde)	Emetteur		Numéro du programme: 02
	Fréquence (Hz)	Niveau (dBm0)	Caractéristique mesurée
1	1650/1850	−12	Identification début/source/programme
1	1 020	0	Niveau à la réception
1	1 020	−12	Réponse en fréquence
1	40	−12	
1	80	−12	
1	200	−12	
1	300	−12	
1	500	−12	
1	820	−12	
1	1 400	−12	
1	3 000	−12	
1	5 000	−12	
1	6 300	−12	
1	7 400	−12	
1	8 020	−12	
1	10 000	−12	
1	1 020	+9	Distorsion harmonique totale
1	–	–	
1	60	+9	
1	820	+6	Vérification du compresseur
1	820	−6	
1	820	+6	
8	–	–	Rapport signal/bruit

ANNEXE D

(à la Recommandation O.33)

Séquence de mesures pour les circuits à bande étroite (type téléphonique)

Intervalle de temps (seconde)	Emetteur		Numéro du programme: 03
	Fréquence (Hz)	Niveau (dBm0)	Caractéristique mesurée
1	1650/1850	−12	Identification début/source/programme
1	1 020	0	Niveau à la réception
1	1 020	−10	Réponse en fréquence
1	200	−10	
1	300	−10	
1	400	−10	
1	600	−10	
1	820	−10	
1	1 400	−10	
1	1 900	−10	
1	2 400	−10	
1	2 700	−10	
1	2 900	−10	
1	3 000	−10	
1	3 100	−10	
1	3 400	−10	
1	1 020	+9	Distorsion harmonique totale
8	–	–	Rapport signal/bruit

ANNEXE E

(à la Recommandation O.33)

Séquence de mesures pour les circuits à bande étroite (de type téléphonique), équipés de dispositifs de compression-extension, et utilisés pour la transmission de programmes radiophoniques

Intervalle de temps (seconde)	Emetteur		Numéro du programme: 04
	Fréquence (Hz)	Niveau (dBm0)	Caractéristique mesurée
1	1650/1850	−12	Identification début/source/programme
1	1 020	0	Niveau à la réception
1	1 020	−10	Réponse en fréquence
1	200	−10	
1	300	−10	
1	400	−10	
1	600	−10	
1	820	−10	
1	1 400	−10	
1	1 900	−10	
1	2 400	−10	
1	2 700	−10	
1	2 900	−10	
1	3 000	−10	
1	3 100	−10	
1	3 400	−10	
1	1 020	+9	Distorsion harmonique totale
1	820	+6	Vérification du compresseur-extenseur
1	820	−6	
1	820	+6	
8	–	–	Rapport signal/bruit

ANNEXE F

(à la Recommandation O.33)

Séquence de mesures pour signaux d'essai à trois niveaux de la CMTT (sans annonce de station) utilisée dans le réglage des connexions radiophoniques internationales

Intervalle de temps	Canal A transmetteur		Canal B transmetteur		Numéro du programme: 05
Seconde	Fréquence (Hz)	Niveau (dBm0)	Fréquence (Hz)	Niveau (dBm0)	Caractéristique mesurée
1	1650/1850	−12	–	–	Identification début/source/programme
1	–	–	–	–	Pause
1	1 020	−12	1 020	−12	Niveau mesuré (NM)
1	1 020	−12	1 020	−12	
1	1 020	0	1 020	0	Niveau de réglage (NR)
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0	1 020	0	
1	1 020	0 [a)]	–	–	Niveau maximal autorisé [a)] (NMA)
1	1 020	0 [a)]	–	–	
1	–	–	–	–	Pause
1	–	–	–	–	
1	–	–	–	–	
1	–	–	1 020	0 [a)]	Niveau maximal autorisé [a)] (NMA)
1	–	–	1 020	0 [a)]	

[a)] Provisoirement, un niveau de 0 dBm0 doit être utilisé. Le signal d'essai à deux niveaux qui en résulte est nécessaire jusqu'à ce que les systèmes de transmission aient la capacité d'admettre des signaux sinusoïdaux à +9 dBm0s sans charger excessivement le canal ou produire de la diaphonie dans d'autres canaux. L'incorporation active du niveau +9 dBm0 dans cette séquence devra être confirmée par la CMTT et par le CCITT.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Mesures à effectuer pendant la période de réglage qui précède une transmission radiophonique*, tome IV, Rec. N.12.

[2] Recommandation du CCITT *Mesures effectuées par les organismes de radiodiffusion au cours de la période préparatoire*, tome IV, Rec. N.13.

[3] Recommandation du CCITT *Limites pour le réglage des liaisons et communications radiophoniques internationales*, tome IV, Rec. N.10.

[4] Recommandation du CCITT *Limites et procédures de réglage d'un circuit radiophonique*, tome IV, Rec. N.21.

[5] Recommandation du CCITT *Mesures de maintenance à effectuer sur les circuits radiophoniques internationaux*, tome IV, Rec. N.23.

[6] Recommandation du CCITT *Alphabet international n° 5*, tome VIII, Rec. T.50 et Organisation internationale de normalisation *Code série en bit pour sortie de données ISO-7.*

[7] Recommandation du CCITT *Liste des définitions des circuits de jonction à l'interface entre l'équipement terminal de traitement de données (ETTD) et l'équipement de terminaison du circuit de données (ETCD)*, tome VIII, Rec. V.24 et Electronic industries association EIA standard RS-232-C *Interface between data terminal equipment and data communication equipment employing serial binary data interchanges.*

[8] Commission électrotechnique internationale *Système d'interface pour instruments de mesure programmables*, Publications CEI 625, 625-1 et 625-2.

[9] Recommandation du CCIR *Mesure du niveau de tension des bruits audiofréquence en radiodiffusion sonore*, Volume X, Rec. 468, UIT, Genève, 1986.

[10] Recommandation du CCITT *Niveaux relatifs et impédances sur une communication radiophonique internationale*, tome III, Rec. J.14.

[11] Recommandation du CCITT *Puissance maximale autorisée pour les transmissions radiophoniques internationales*, tome IV, Rec. N.15.

[12] Union européenne de radiodiffusion (UER) *Principes directeurs pour la conception des équipements électroniques*, Doc. TECH. 3215.

[13] Recommandation du CCITT *Objectifs essentiels de qualité de transmission pour les centres radiophoniques internationaux (CRI)*, tome IV, Rec. N.11.

SECTION 4

APPAREILS DE MESURE POUR PARAMÈTRES ANALOGIQUES

Recommandation O.41

PSOPHOMÈTRE UTILISÉ SUR DES CIRCUITS DE TYPE TÉLÉPHONIQUE

(Genève 1972; modifiée à Malaga-Torremolinos, 1984 et Melbourne, 1988)

1 Introduction

Cette spécification donne les caractéristiques de base des psophomètres qui seront utilisés pour mesurer le bruit et d'autres signaux brouilleurs sur les circuits téléphoniques internationaux et les sections de circuit.

2 Considérations générales

Pour prendre les mesures indiquées ci-dessus, un psophomètre doit posséder les principales caractéristiques suivantes:

a) la sensibilité relative de l'appareil, à diverses fréquences, doit être celle spécifiée par les caractéristiques de pondération psophométrique;

b) le point de référence pour la sensibilité de l'appareil doit être 0 dBm (un milliwatt) à 800 Hz;

c) la valeur quadratique moyenne du signal de bruit pondéré doit être détectée et affichée;

d) la dynamique du détecteur et du dispositif d'affichage doit satisfaire aux conditions énoncées dans le § 3;

e) la précision globale de l'appareil, utilisé dans une gamme normale et dans ses conditions ambiantes, doit être de ± 1,0 dB ou meilleure. Les essais spécifiques portant sur la précision des divers éléments de l'appareil sont décrits au § 3.

L'annexe à la présente Recommandation donne une comparaison de la pondération de bruit du CCITT et de la pondération de bruit (pondération C) actuellement utilisée aux Etats-Unis.

3 Conditions spécifiques

On trouvera ci-après un ensemble minimal de conditions qui doivent être satisfaites par l'appareil utilisé en tant que psophomètre.

3.1 *Impédance d'entrée*

Toutes les impédances indiquées s'appliquent à une entrée symétrique (isolée de la masse). L'impédance par rapport à la terre à 800 Hz sera supérieure à 200 kohms.

3.1.1 *Mode de terminaison*

L'impédance d'entrée, utilisée dans un mode de terminaison, sera de 600 ohms avec un affaiblissement d'équilibrage supérieur ou égal à 30 dB de 300 à 4000 Hz.

3.1.2 *Mode de dérivation*

L'affaiblissement dû à la dérivation sur 300 ohms, lorsque l'appareil est monté en dérivation, sera inférieur ou égal à 0,15 dB de 300 à 4000 Hz.

3.2 *Affaiblissements longitudinaux*

L'affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée et l'affaiblissement de conversion longitudinale seront supérieurs ou égaux à 110 dB à 50 Hz. Cette valeur diminue de 20 dB par décade jusqu'à 5000 Hz. (La tension longitudinale indiquée ne doit pas dépasser une valeur efficace de 42 volts.)

3.3 *Gamme de mesure*

La gamme de mesure utilisable de l'appareil sera de −90 à 0 dBm.

3.4 *Précision d'étalonnage à 800 Hz*

L'indication de sortie sera de 0 dBm ± 0,2 dB avec un signal d'entrée de 0 dBm à 800 Hz. Pour les autres niveaux, supérieurs à la gamme de mesure utilisable de l'instrument, les limites d'erreur de la mesure seront:

Gamme	*Limite d'erreur*
0 à −60 dBm	± 0,5 dB
−60 à −90 dBm	± 1,0 dB

3.5 *Gain relatif par rapport à la fréquence (pondération de fréquence)*

Les coefficients de pondération de fréquence nécessaires et les limites de précision pour diverses fréquences sont indiqués dans le tableau 1/O.41. De plus, la largeur de bande de bruit équivalente du réseau de pondération sera de 1823 ± 87 Hz.

De plus, l'appareil doit être équipé d'un filtre d'arrêt du signal d'essai de 1004 à 1020 Hz, décrit dans le tableau 1/O.132 de la Recommandation O.132, pour mesurer les caractéristiques décrites dans le tableau 1/O.41. Dans ce cas, l'étalonnage de l'appareil de mesure doit couvrir un facteur de correction d'une valeur appropriée, afin de tenir compte de l'affaiblissement dans la largeur de bande de bruit équivalente, dû au filtre d'arrêt du signal d'essai. Le facteur de correction suppose une distribution uniforme de la puissance de distorsion sur la gamme de fréquences considérée: ce facteur de correction prend la forme suivante:

$$\text{Correction (dB)} = 10 \log_{10} \frac{\text{Largeur de bande équivalente de la pondération type du bruit}}{\text{Largeur de bande équivalente de l'appareil de mesure}}$$

3.5.1 *Caractéristique de fréquence facultative*

Si on le désire, l'appareil peut fournir la caractéristique de réponse en fréquence facultative pour les mesures non pondérées données à la figure 1/O.41 en plus de la pondération psophométrique du tableau 1/O.41.

Comme option additionnelle, un filtre plat d'une largeur de bande de bruit équivalente de 3,1 kHz (largeur d'une voie téléphonique) est considéré comme souhaitable pour les mesures non pondérées. S'il est fourni, ce filtre devra avoir les caractéristiques indiquées dans le tableau 2/O.41.

Pour la mesure de l'interférence du bruit d'alimentation en alternatif sur les circuits de type téléphonique un filtre passe-bas dont la fréquence de coupure sera d'environ 250 Hz et l'affaiblissement de ⩾ 50 dB à 300 Hz pourra être fourni à titre d'option.

3.6 *Caractéristiques du circuit du détecteur*

Le circuit du détecteur doit mesurer la valeur efficace de l'entrée de bruit. On peut utiliser un détecteur de valeur approximative ou quasi efficace pour l'onde entière si sa sortie ne diffère pas d'un détecteur de valeur efficace vraie de plus de ± 0,5 dB pour les formes d'onde de signal suivantes:

a) bruit gaussien

b) signaux sinusoïdaux

c) tout signal périodique ayant un rapport valeur de crête/valeur efficace égal ou inférieur à 8 dB.

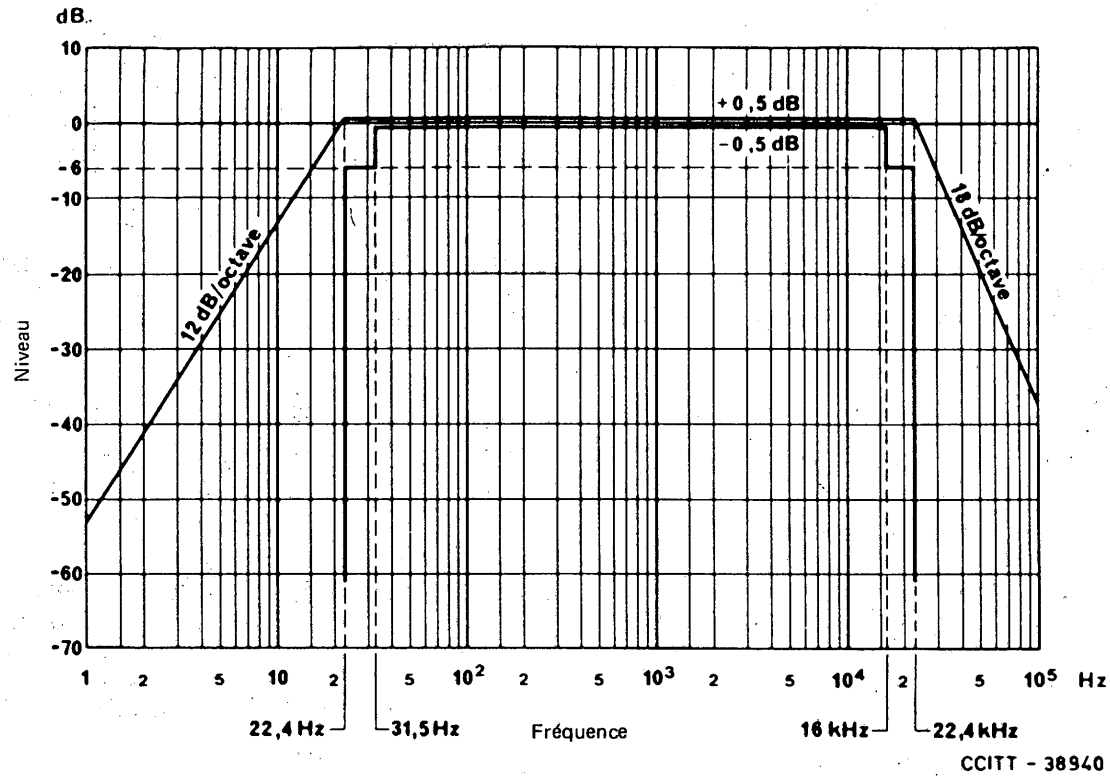


FIGURE 1/O.41

Caractéristiques de réponse en fréquence pour des mesures non pondérées

TABLEAU 1/O.41

Limites et coefficients de pondération du psophomètre pour circuit téléphonique

Fréquence (Hz)	Pondération relative (dB)	Limite (± dB)
16,66	−85,0	–
50	−63,0	2
100	−41,0	2
200	−21,0	2
300	−10,6	1
400	− 6,3	1
500	− 3,6	1
600	− 2,0	1
700	− 0,9	1
800	0,0	0,0 (Référence)
900	+ 0,6	1
1000	+ 1,0	1
1200	0,0	1
1400	− 0,9	1
1600	− 1,7	1
1800	− 2,4	1
2000	− 3,0	1
2500	− 4,2	1
3000	− 5,6	1
3500	− 8,5	2
4000	−15,0	3
4500	−25,0	3
5000	−36,0	3
6000	−43,0	–

TABLEAU 2/O.41

Caractéristiques du filtre plat en option d'une largeur de bande de bruit équivalente de 3,1 kHz (largeur d'une voie téléphonique)

Fréquence	Affaiblissement
< 300 Hz	augmentation de 24 dB/octave, (remarque 1)
300 Hz	environ 3 dB (remarque 2)
400-1020 Hz	⩽ ± 0,25 dB
1020 Hz	0 dB
1020-2600 Hz	⩽ ± 0,25 dB
3400 Hz	environ 3 dB (remarque 2)
> 3400 Hz	augmentation de 24 dB/octave, (remarque 1)

Remarque 1 – Au-dessous de 300 Hz et au-dessus de 3400 Hz, l'affaiblissement doit augmenter de 24 dB/octave au moins, jusqu'au moment où il atteint au moins 50 dB.

Remarque 2 – La fréquence exacte de coupure doit être choisie de manière à obtenir une largeur de bande de bruit équivalente de 3,1 kHz ± 155 Hz.

3.6.1 *Essais des circuits du détecteur*

L'essai suivant est recommandé pour s'assurer que les circuits du détecteur fonctionnent comme indiqué.

a) Appliquer des impulsions d'une onde sinusoïdale de 1800 Hz à un rythme de 80 Hz, 20% du cycle à une amplitude totale et 80% du cycle à 8,4 dB au-dessous de cette amplitude. La valeur efficace indiquée sera 5,0 ± 0,5 dB au-dessous du niveau de l'onde sinusoïdale d'amplitude totale sans déclenchement périodique.

Par ailleurs, les psophomètres fabriqués selon les spécifications de conception antérieures[1] seront soumis à l'essai suivant:

b) Appliquer successivement deux signaux sinusoïdaux de différentes fréquences, qui ne sont pas en relation harmonique et qui indiquent le même niveau de sortie sur l'indicateur de sortie. Appliquer ensuite ces deux signaux simultanément aux mêmes niveaux. L'augmentation sur l'indicateur de sortie doit être de 3 dB ± 0,25 dB au-dessus de la lecture pour l'entrée de la fréquence unique. Cette condition doit être remplie à l'aide de différentes paires de fréquences à différents niveaux.

3.6.2 *Inversion*

Appliquer une onde de forme rectangulaire avec un facteur de durée d'impulsion de 20% et une fréquence de répétition de 600 impulsions par seconde à l'entrée de l'appareil, et noter la lecture du bruit. Inverser les conducteurs d'entrée et les deux lectures doivent concorder à 1 dB près. Cet essai sera effectué à plusieurs niveaux de la gamme de fonctionnement spécifiée de l'appareil.

3.7 *Dynamique du détecteur et du dispositif d'affichage (temps moyen de mesure)*

Le temps de réponse du détecteur et de l'indicateur devront satisfaire à l'une ou l'autre des conditions suivantes:

3.7.1 *Appareillage avec surveillance continue du signal*

L'application d'un signal sinusoïdal de 800 Hz d'une durée de 150 à 250 ms doit donner la même indication de sortie que celle produite par l'application d'un signal continu de 800 Hz de même amplitude. Les signaux appliqués de plus courte durée doivent donner des valeurs inférieures sur l'indicateur de sortie.

Lors de l'exécution de cet essai, l'erreur de lecture devra être inférieure à ± 0,2 dB.

[1] Voir l'annexe à cette Recommandation.

3.7.2 *Appareillage avec surveillance non continue du signal*

Par l'application de salves de tonalité de 800 Hz à l'entrée du psophomètre, avec un déclenchement cyclique à 50%, dont la moitié du cycle est à l'amplitude complète et l'autre moitié à 8,4 dB en dessous de l'amplitude complète, le dispositif de sortie devra faire apparaître l'écart indiqué par le tableau 3/O.41. On choisira les signaux de manière à éviter les points de détermination automatique de la gamme.

TABLEAU 3/O.41

Ecart affiché par l'indicateur de sortie lors de l'application de salves spécifiées à 800 Hz à l'entrée du psophomètre

Fréquence de déclenchement cyclique	Ecart de l'indicateur crête-à-crête
25 Hz	⩽ 1 dB
5 Hz	⩾ 3 dB

On peut régler la puissance d'entrée totale avec une commande vernier de 1 dB sur un point où l'affichage ne change pas, ce qui permet de remplir la condition «moins de 1 dB».

3.7.3 *Réponse amortie*

A l'étude.

3.8 *Linéarité*

L'essai suivant est recommandé pour s'assurer qu'une surcharge n'entraîne pas une erreur excessive en présence de signaux ayant un rapport valeur de crête/valeur efficace important.

Appliquer une fréquence d'environ 1000 Hz dans des impulsions de 5 millisecondes séparées par 20 millisecondes à un niveau efficace correspondant à la valeur la plus élevée dans la gamme de l'appareil. Lorsque le niveau diminue sur une gamme de 10 dB, la lecture du psophomètre sera proportionnelle à la diminution du niveau appliquée avec une tolérance de ± 0,5 dB, pour toutes les gammes de l'appareil.

3.9 *Indicateur de sortie*

Si on utilise un appareil de mesure analogique, l'espacement entre graduations du cadran de cet appareil sera d'un dB au moins sur la portion de l'échelle normalement utilisée pour la lecture.

Si on utilise l'affichage numérique, la lecture du bruit affichée sera arrondie au 0,1 dB le plus proche. Le résultat sera arrondi et non tronqué. Le rythme de mise à jour d'un affichage numérique sera au moins une fois par seconde environ.

Des appareils utilisant des affichages numériques peuvent fournir, à titre facultatif, des caractéristiques d'affichage supplémentaires pour élargir le champ d'application de l'appareil. Ces caractéristiques d'affichage supplémentaires seront définies par le fabricant pour aider l'usager à interpréter les résultats.

3.10 *Conditions de fonctionnement*

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

3.10.1 *Insensibilité au champ électromagnétique*

L'appareil ne doit pas être perturbé par la présence de champs électromagnétiques (50 Hz). L'essai portant sur cette insensibilité est décrit ci-après:

a) si l'appareil fonctionne dans le mode de mesure pondéré, un champ électromagnétique de 16 A/m à 50 Hz entraînera une indication de sortie inférieure à −85 dBm;

b) si l'appareil fonctionne dans un mode de mesure non pondéré (facultatif, voir le § 3.5.1), un champ électromagnétique de 0,8 A/m à 50 Hz donnera une indication de sortie inférieure à −85 dBm.

ANNEXE A

(à la Recommandation O.41)

Comparaison des pondérations du CCITT et des Etats-Unis d'Amérique

La dégradation du bruit du circuit téléphonique est normalement mesurée avec une pondération pour «message C» dans les réseaux téléphoniques nationaux des Etats-Unis [1], [2]. La réponse en fréquence de cette pondération diffère quelque peu de la pondération psophométrique du CCITT spécifiée dans la Recommandation O.41. En conséquence, la relation entre les mesures faites avec l'appareil de mesure de bruit utilisé en Amérique du Nord et le psophomètre du CCITT dépend du spectre des fréquences du bruit mesuré. De plus, il convient de noter que les mesures faites avec l'appareil de mesure de bruit américain sont exprimées en **dBrn** (décibels rapportés à −90 dBm ou décibels au-dessus d'une puissance de référence de 10^{-12} watts). Par exemple, si on applique à chacun des deux appareils un bruit blanc ayant une puissance de 1 milliwatt dans la bande comprise entre 300 et 3400 Hz, on obtient à la lecture les indications suivantes:

Psophomètre du CCITT (pondération 1951)	−2,5 dBm
Appareil américain (pondération pour message C)	88,0 dBrn.

Compte tenu du fait que la relation des lectures à la sortie des appareils pondérés différemment variera pour d'autres spectres de bruit, on propose, pour faciliter la comparaison, la formule de conversion arrondie suivante:

Lecture du psophomètre (en dBm) = Lecture de la mesure de bruit du message C −90 (en dBrn)

Cette conversion tient compte de l'effet de la différence entre les fréquences de référence utilisées (800 Hz pour la pondération psophométrique et 1000 Hz pour la pondération pour message C) pour les deux types d'appareils.

Les coefficients de pondération pour message C et les limites de précision à diverses fréquences sont indiqués dans le tableau A-1/O.41. Une comparaison entre la pondération psophométrique et la pondération pour message C est présentée à la figure A-1/O.41.

Une autre pondération est fréquemment utilisée pour mesurer la dégradation due au bruit sur les circuits téléphoniques dans les réseaux nationaux de l'Amérique du Nord. Il s'agit de la pondération «plate de 3 kHz» [1]. Cette pondération est conçue pour la recherche de la présence de bruit basse fréquence (induction par puissance d'alimentation, etc.) sur le circuit soumis aux essais. Elle est caractérisée sous la forme d'une pondération passe-bas de 3 kHz avec un affaiblissement de type Butterworth de 12 dB/octave au-dessus de 3 kHz. La spécification de cette pondération est précisée dans le tableau A-2/O.41.

TABLEAU A-1/O.41

Limites de précision et coefficients de pondération pour message C

Fréquence (Hz)	Pondération relative (dB)	Limite (± dB)
60	−55,7	2
100	−42,5	2
200	−25,1	2
300	−16,3	2
400	−11,2	1
500	− 7,7	1
600	− 5,0	1
700	− 2,8	1
800	− 1,3	1
900	− 0,3	1
1000	0,0	0,0 (Référence)
1200	− 0,4	1
1300	− 0,7	1
1500	− 1,2	1
1800	− 1,3	1
2000	− 1,1	1
2500	− 1,1	1
2800	− 2,0	1
3000	− 3,0	1
3300	− 5,1	2
3500	− 7,1	2
4000	−14,6	3
4500	−22,3	3
5000	−28,7	3

Remarque – L'affaiblissement continuera à augmenter au-dessus de 5000 Hz avec une pente qui ne sera pas inférieure à 12 dB par octave jusqu'à ce qu'il atteigne une valeur de −60 dB.

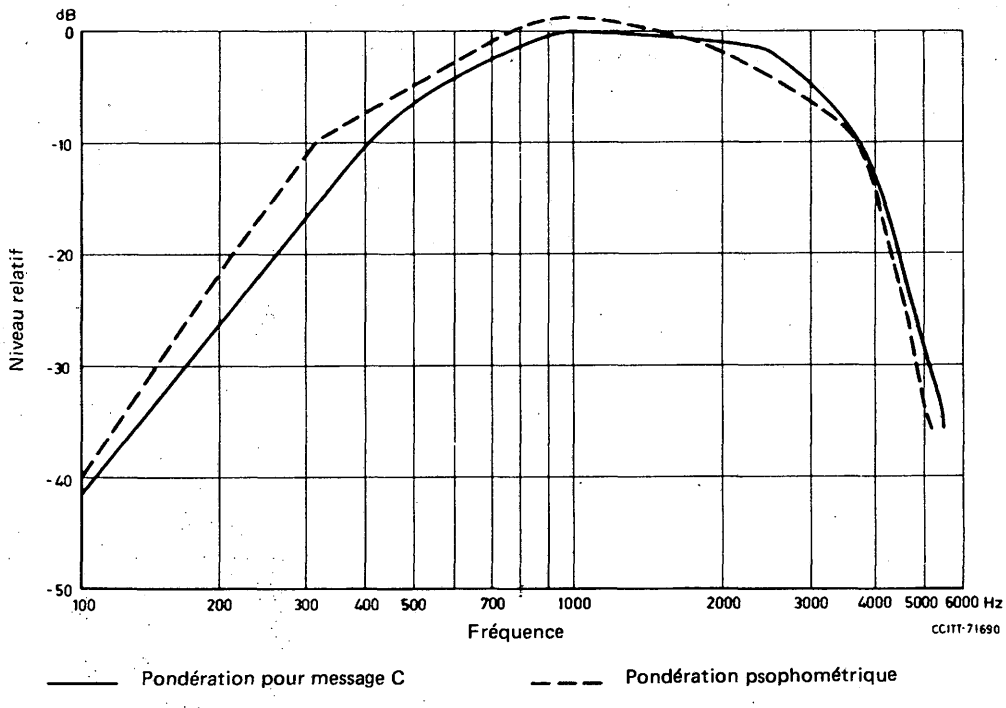


FIGURE A-1/O.41

Comparaison entre la pondération psophométrique et la pondération pour message C

TABLEAU A-2/O.41

Caractéristiques de la pondération plate de 3 kHz

Fréquence (Hz)	30	60	400	1000	2000	3000	6000
Affaiblissement relatif (dB)	0	0	0	0	0,8	3,0	12,3 [a)]
Tolérance (dB)	± 2,5	± 1,7	± 0,5	± 0,2	± 1,0	± 1,8	± 3,0

[a)] La valeur de l'affaiblissement continue à augmenter au-delà de 6000 Hz à raison de 12 dB/octave jusqu'au moment où elle atteint 60 dB. Aux fréquences supérieures, l'affaiblissement doit être au minimum de 60 dB.

Références

[1] Publication P743 de l'IEEE *IEEE Standard Covering Methods and Equipment for Measuring the Transmission Characteristics of Analog Voice Frequency Circuits.*

[2] *Appareils pour la mesure des bruits sur les circuits de télécommunications*, Livre vert, tome IV.2, supplément n° 3.2, UIT, Genève, 1973.

Recommandation O.42

APPAREIL DE MESURE DE LA DISTORSION NON LINÉAIRE UTILISANT LA MÉTHODE D'INTERMODULATION À QUATRE TONALITÉS

(Malaga-Torremolinos, 1984)

1 Introduction

On évalue normalement la dégradation due à la distorsion de non-linéarité sur les circuits analogiques en mesurant les signaux de fréquences harmoniques résultant d'un signal d'essai sinusoïdal, ou en mesurant les signaux d'intermodulation résultant de l'interaction d'un signal d'essai à tonalités multiples. Les études et l'expérience ont montré que la méthode de distorsion harmonique peut gravement sous-évaluer, dans certaines conditions, le volume de non-linéarité présent dans un circuit. Lorsque plusieurs sources de non-linéarité sont présentes sur un circuit, les produits harmoniques risquent de s'annuler les uns les autres, alors que les produits d'intermodulation engendrés par un signal de données complexe peuvent ne pas s'annuler et compromettre de manière significative la qualité du message transmis. Cet effet est devenu encore plus important avec l'avènement des débits binaires élevés et des signaux de données à codage à plusieurs niveaux et à plusieurs phases.

La méthode d'intermodulation suivante pour la mesure de la distorsion non linéaire, fondée sur l'application d'un signal d'essai à quatre tonalités, est recommandée pour obtenir une meilleure précision. Cette méthode mesure certains produits de distorsion du deuxième et du troisième ordre résultant de l'intermodulation des tonalités dans le signal de mesure prescrit. Les fréquences des quatre tonalités du signal de mesure sont choisies de manière à donner lieu à des produits d'intermodulation du deuxième et du troisième ordre dans la bande passante d'un circuit analogique qui sont facilement isolés du signal de mesure appliqué à l'entrée puis mesurés. On utilise quatre tonalités de manière à obtenir un signal de mesure dont la distribution d'amplitude est de caractère pratiquement gaussien.

2 Principe de fonctionnement

D'une manière générale, on peut définir la distorsion d'intermodulation comme étant la modulation des composantes d'un signal composite, à la suite de laquelle sont produites de nouvelles composantes dont la fréquence est égale aux sommes ou aux différences des multiples entiers des composantes du signal composite original. Normalement, les composantes des deuxième et troisième ordres suffisent à évaluer la non-linéarité du circuit.

On utilise un signal de mesure qui se compose de quatre tonalités de niveau égal. Deux de ces tonalités sont espacées nominalement de 6 Hz et sont centrées sur 860 Hz et les deux autres sont espacées nominalement de 16 Hz et sont centrées sur 1380 Hz. Pour évaluer la distorsion du troisième ordre, on mesure la puissance totale due aux six produits d'intermodulation du troisième ordre dans une bande étroite centrée sur 1,9 kHz et cette puissance est exprimée en dB au-dessous du signal reçu. Pour la distorsion du 2e ordre, la puissance due aux quatre produits d'intermodulation du 2e ordre dans une bande étroite centrée sur 520 Hz et la puissance nominale due aux quatre produits d'intermodulation du 2e ordre dans une bande étroite centrée sur 2240 Hz sont également mesurées. On établit ensuite la moyenne des puissances des deux produits de distorsion du 2e ordre et le résultat est exprimé en dB au-dessous du signal reçu.

La distorsion d'intermodulation du 2e ordre est définie de la manière suivante:

$$\text{Intermod}_{2e} = 20 \log_{10} (V_{4T}/V_{2e}) \text{ dB}$$

où:

V_{4T} est le niveau de tension efficace du signal à quatre tonalités, et

$$V_{2e} = \sqrt{\frac{(V_5)^2 + (V_{22})^2}{2}}$$

où:

V_5 est le niveau de tension efficace dans la bande de fréquences centrée sur 520 Hz, et

V_{22} est le niveau de tension efficace dans la bande de fréquences centrée sur 2240 Hz.

La distorsion d'intermodulation du 3e ordre est définie comme suit:

$$\text{Intermod}_{3e} = 20 \log_{10} (V_{4T}/V_{19}) \text{ dB}$$

où:

V_{4T} est le niveau de tension efficace du signal à quatre tonalités, et

V_{19} est le niveau de tension efficace dans la bande de fréquences centrée sur 1900 Hz.

En fonction des niveaux relatifs des produits de distorsion d'intermodulation et du bruit de circuit, le niveau des signaux mesurés dans le récepteur avec le signal de mesure à quatre tonalités peut être dû en partie ou entièrement au bruit de circuit. Pour déterminer la contribution de ce bruit, on procède à une mesure supplémentaire en utilisant un signal à deux tonalités se composant de la paire élevée ou de la paire inférieure des tonalités au même niveau de puissance que le signal à quatre tonalités. Les valeurs lues sur l'appareil de mesure pour le rapport signal/bruit servent à corriger les mesures de la distorsion observée. Cette correction peut se faire automatiquement dans l'appareil de mesure ou elle peut être faite par l'opérateur.

3 Conditions spécifiques

On trouvera ci-après un ensemble minimal de conditions qui doivent être remplies par un instrument utilisé pour mesurer la distorsion non linéaire à l'aide de la méthode d'intermodulation «à quatre tonalités».

3.1 *Emetteur*

3.1.1 *Précision du niveau*

L'erreur sur le niveau de sortie de la tension efficace sera inférieure à ± 1 dB.

3.1.2 *Gamme de niveau*

La gamme de niveau de sortie sera au moins de 0 à −40 dBm. L'affaiblisseur étalonné pourra comporter des augmentations par échelons de 1 dB ou moins, sauf si un indicateur de niveau fait partie de l'appareil de mesure, auquel cas une correction vernier est acceptable.

3.1.3 *Spectre*

Le signal émis se composera de quatre tonalités de niveau égal. Deux des tonalités seront espacées de 6 ± 1 Hz et centrées sur 860 ± 1 Hz et deux des tonalités seront espacées de 16 ± 1 Hz et centrées sur 1380 ± 1 Hz. Les tonalités seront de niveau égal à ± 0,25 dB près.

3.1.4 *Distorsion harmonique*

La distorsion harmonique de l'une des quatre tonalités devra être au moins de 35 dB au-dessous de la tonalité.

3.1.5 *Bruit de fond*

Tout bruit, distorsion ou perturbation tombant dans les bandes passantes du filtre de distorsion comme spécifié au § 3.2.4 sera d'au moins 80 dB inférieur au signal.

3.1.6 *Fonction de densité de probabilité*

La fonction de densité de probabilité du signal émis sera approximativement celle des quatre oscillateurs sinusoïdaux indépendants, même si les tonalités sont synthétisées à partir d'une source unique.

3.1.7 *Signal de contrôle du rapport signal/bruit*

Il sera possible de neutraliser soit les deux tonalités centrées sur 1380 Hz soit les deux tonalités centrées sur 860 Hz et d'augmenter les deux autres tonalités de 3 ± 0,25 dB. Ce signal de contrôle signal/bruit sert à déterminer les perturbations provoquées par le bruit sur le circuit mesuré.

3.2 *Récepteur*

3.2.1 *Précision*

L'erreur de mesure sera inférieure à ± 1 dB.

3.2.2 *Gamme du niveau d'entrée*

Le récepteur devra satisfaire aux conditions de précision de mesure pour une gamme du niveau d'entrée allant de 0 à −40 dBm.

3.2.3 *Mesure et gamme d'affichage*

L'appareil de mesure sera capable de mesurer et d'afficher le rapport du niveau du signal aux produits de distorsion des 2e et 3e ordres sur une gamme de 10 à 70 dB.

3.2.4 *Spécifications du filtre*

Les six produits du troisième ordre à mesurer tombent dans la gamme 1877 à 1923 Hz, les quatre produits inférieurs du deuxième ordre dans la gamme 503 à 537 Hz et les quatre produits supérieurs du deuxième ordre dans la gamme 2223 à 2257 Hz. (Cela permet un décalage de fréquence dans la voie et une dérive de fréquence du signal émis.)

Les filtres utilisés pour récupérer les produits doivent être suffisamment larges pour mesurer la puissance totale avec une précision globale de ± 1 dB et suffisamment étroits pour rejeter le bruit hors bande. Les largeurs de bande du filtre peuvent être contrôlées par addition d'un signal de bruit blanc limité dans la bande de 3,5 kHz à un niveau de −40 dBm à l'entrée de l'appareil, en plus du signal à quatre tonalités à −10 dBm. Les niveaux affichés d'intermodulation des deuxième et troisième ordres doivent indiquer une puissance inférieure d'au moins 46 dB à celle du signal à −10 dBm.

En plus du signal à quatre tonalités à −10 dBm appliqué à l'entrée de l'appareil, un signal sinusoïdal de mesure à un niveau de −25 dBm devra être ajouté. La valeur indiquée de la distorsion du troisième ordre sera d'au moins 55 dB inférieure au niveau du signal pour toutes les fréquences de mesure au-dessous de 1600 Hz et au-dessus de 2200 Hz. La valeur de la distorsion du deuxième ordre sera d'au moins 55 dB inférieure au niveau du signal pour toutes les fréquences de mesure au-dessous de 220 Hz, entre 820 et 1940 Hz et au-dessus de 2540 Hz. A 180 Hz et au-dessous, la suppression sera d'au moins 25 dB supérieure aux conditions mentionnées ci-dessus.

3.2.5 *Détecteurs*

Le signal de mesure et les niveaux de distorsion d'intermodulation seront mesurés avec un détecteur de valeurs moyennes ou un détecteur de valeurs efficaces.

3.2.6 *Diaphonie avec l'émetteur associé*

Le récepteur devra satisfaire aux conditions globales de précision lorsque l'émetteur associé (le cas échéant) est mis à son niveau de sortie le pus élevé et est bouclé sur une impédance de 600 ohms et lorsqu'un deuxième émetteur, réglé à 40 dB au-dessous de ce niveau, est utilisé comme source du signal pour la mesure de l'intermodulation.

3.2.7 *Capacité d'autovérification*

Il faudra incorporer à l'appareil un dispositif garantissant que le récepteur est étalonné à ± 1 dB pour les mesures de la distorsion des deuxième et troisième ordres.

3.2.8 *Niveau impropre du signal reçu*

Il faudra prévoir pour les signaux de mesure reçus une indication lorsque ces signaux ne sont pas compris dans la gamme du niveau d'entrée de 0 à −40 dBm.

3.2.9 *Indicateur du signal de vérification signal/bruit*

Il faudra prévoir une indication pour signaler la présence ou l'absence du signal de vérification du rapport signal/bruit.

3.2.10 *Correction du rapport signal/bruit*

En général, la valeur correcte du rapport signal/distorsion d'intermodulation est supérieure à la mesure de distorsion observée en raison de la présence du bruit de circuit. Les instructions d'emploi devront comprendre une courbe de correction appropriée ou un tableau de correction, sauf si l'appareil de mesure fait la correction automatiquement sur la mesure observée après transmission de la vérification du rapport signal/bruit.

3.2.11 *Contrôle des tonalités parasites*

L'appareil devra comprendre un dispositif permettant de déterminer s'il y a réception des tonalités parasites ou un bruit supérieur ou égal à la tonalité de mesure. Sont exclues de cette condition les fréquences situées à ± 100 Hz de 860 Hz et de 1380 Hz.

3.3 *Impédance d'entrée et impédance de sortie*

Toutes les impédances indiquées concernent une connexion équilibrée (non mise à la terre).

3.3.1 *Mode de terminaison (émission ou réception)*

Lorsque l'appareil est utilisé en mode de terminaison, l'impédance entrée/sortie sera de 600 ohms avec un affaiblissement d'équilibrage supérieur ou égal à 30 dB de 300 à 4000 Hz.

3.3.2 *Mode dérivation (réception)*

Lorsque l'appareil est utilisé en mode dérivation, l'affaiblissement dû à la dérivation sur 300 ohms sera inférieur ou égal à 0,15 dB de 300 à 4000 Hz.

3.4 *Affaiblissement longitudinal*

L'entrée et la sortie émetteur/récepteur devront satisfaire aux conditions données ci-après; les mesures seront faites conformément à la Recommandation O.121.

3.4.1 *Affaiblissement de conversion longitudinale*

L'affaiblissement de conversion longitudinale devra être supérieur ou égal à 46 dB entre 300 et 4000 Hz.

3.4.2 *Affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée*

L'affaiblissement de perturbation longitudinale à l'entrée devra être supérieur ou égal à 110 dB à 50 Hz. Cette condition diminue de 20 dB par décade jusqu'à 5000 Hz. La tension longitudinale appliquée ne dépassera pas 42 volts V_{eff}.

3.5 *Indicateurs de sortie*

3.5.1 *Indicateur analogique*

Si on utilise un indicateur analogique, l'espacement entre graduations du cadran sera de 1 dB ou moins sur la partie de l'échelle normalement utilisée pour la lecture.

3.5.2 *Indicateur numérique*

Si on utilise un indicateur numérique, le résultat sera affiché au dB le plus proche. Le résultat sera arrondi plutôt que fractionné. L'instrument indiquera le résultat final à 1 dB près 10 secondes après application d'un signal de mesure. Après cette période initiale, l'affichage sera mis à jour au moins une fois toutes les cinq secondes sur la base de mesures continues du niveau de réception à quatre tonalités et des produits d'intermodulation. Une période de mise à jour de 2 à 3 secondes est recommandée.

3.6 *Conditions de fonctionnement*

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Recommandation O.51

VOLUMÈTRES

(Genève, 1972)

(Voir le texte de cette Recommandation dans la Recommandation P.52 [1] du tome V.
Pour des informations concernant d'autres indicateurs de
volume, voir le tableau 1/J.15 de la Recommandation J.15 [2])

Références

[1] Recommandation du CCITT *Volumètres*, tome V, Rec. P.52.

[2] Recommandation du CCITT *Réglage et surveillance d'une communication radiophonique internationale*, tome III, Rec. J.15.

Recommandation O.61

APPAREIL SIMPLE POUR LE COMPTAGE DES INTERRUPTIONS SUR DES CIRCUITS DE TYPE TÉLÉPHONIQUE

(Genève, 1972; modifiée à Genève, 1980 et Melbourne, 1988)

Les caractéristiques spécifiées ci-après pour un compteur d'un type simple, destiné à compter les interruptions de courte durée qui se produisent en cours de transmission sur des voies à fréquences acoustiques, doivent être respectées si l'on veut que des appareils normalisés par le CCITT, mais produits par des constructeurs différents, soient compatibles les uns avec les autres.

1 Définitions

1.1 **interruption**

Dans le contexte de la présente spécification, une interruption est considérée comme tout arrêt de transmission ou chute, au-dessous d'un seuil déterminé, du niveau du signal d'essai.

1.2 **temps mort**

Dans ce contexte, le temps mort est, par définition, le délai qui s'écoule après une interruption pour que le compteur soit prêt à enregistrer une nouvelle interruption.

2 Partie détection

2.1 *Principe général*

Toutes les interruptions d'une durée supérieure à 3,5 ms doivent être détectées. Les interruptions d'une durée inférieure à 2 ms doivent être négligées, de même que le rétablissement du signal pendant une durée inférieure à 2 ms. Des interruptions séparées dans le temps par plus de 4 ms doivent être détectées séparément.

2.2 *Seuil de détection des interruptions*

Le niveau du seuil de détection doit être réglable à 6 et 10 dB. A ces niveaux, l'appareil doit être précis à ± 1 dB près.

2.3 *Conditions à l'entrée*

2.3.1 Le détecteur doit répondre à un signal d'essai de 2000 Hz ± 100 Hz (voir aussi le § 4).

2.3.2 L'appareil doit être réglable à un niveau d'entrée compris entre +10 dBm et −30 dBm.

2.4 *Impédance d'entrée* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

– symétrique, isolée de la masse

– affaiblissement de perturbation longitudinale . . . . . ⩾ 46 dB

2.4.1 *Impédance de terminaison* (autres impédances en option) . . . . . ⩾ 600 ohms

– affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB

2.4.2 *Impédance élevée* . . . . . 20 kohms

– Affaiblissement de dérivation aux bornes de 300 ohms . . . . . ⩽ 0,15 dB

2.5 *Temps mort*

2.5.1 Dans le cas d'un appareil électronique, on admet un temps mort de 3 ms ± 1 ms.

2.5.2 Pour un appareil muni d'un compteur mécanique, on admet un temps mort de 125 ms ± 25 ms.

2.5.3 Un appareil électronique sera muni d'une commande permettant de porter le temps mort à 125 ms ± 25 ms, si les résultats des mesures doivent être comparables avec ceux d'un appareil à compteur mécanique.

2.6 *Sortie logique auxiliaire*

Le détecteur doit être muni d'une sortie logique auxiliaire, sous forme d'une prise pour branchement sur un ordinateur ou un appareil auxiliaire. On devra obtenir à cette sortie un signal numérique à deux états binaires ayant les significations suivantes:

0 – le niveau du signal mesuré est au-dessus du seuil,

1 – interruption (niveau au-dessous du seuil).

Le signal numérique se trouvera au niveau établi par des circuits intégrés TTL (logique transistor-transistor). L'impédance de sortie doit être inférieure à 2000 ohms; sa valeur exacte sera fonction des besoins de chaque Administration.

2.7 *Minuterie* (facultative)

Une minuterie peut être prévue pour limiter à une heure au maximum la durée de la mesure. Au cas où une durée supérieure serait nécessaire pour l'exécution d'essais spéciaux, une position à commande manuelle sera prévue.

3 Partie comptage

3.1 *Principe général*

Toutes les interruptions supérieures à 3 ms doivent être comptées. Le comptage se fera sur un compteur unique dont l'indicateur pourra afficher au moins trois chiffres. A la fin de chaque période de mesure, cet indicateur doit retenir le compte cumulé.

3.2 *Défaillance de l'alimentation en énergie*

En cas de défaillance de l'alimentation en énergie, le compteur doit retenir le compte cumulé et se remettre en marche dès que l'alimentation s'est rétablie. Si cette condition était impossible à remplir, un témoin visuel devrait être prévu pour indiquer qu'une telle défaillance s'est produite.

4 Mesures simultanées

La mesure des interruptions peut avoir lieu dans un appareil qui mesure aussi d'autres dégradations transitoires, telles que le saut d'amplitude ou de phase. Un signal d'essai à 1020 Hz ± 10 Hz peut faciliter l'intégration de plusieurs mesures de phénomènes transitoires dans cet appareil combiné. A tous autres égards, la mesure des interruptions doit être conforme aux principes exposés dans la présente Recommandation.

5 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Recommandation O.62

APPAREIL PERFECTIONNÉ POUR LE COMPTAGE D'INTERRUPTIONS SUR DES CIRCUITS DE TYPE TÉLÉPHONIQUE

(Genève, 1972; modifiée à Melbourne, 1988)

Les caractéristiques spécifiées ci-après pour un compteur d'un type perfectionné, destiné à compter les interruptions brèves qui se produisent en cours de transmission sur des voies à fréquences acoustiques, doivent être respectées si l'on veut que des appareils normalisés par le CCITT, mais produits par des constructeurs différents, soient compatibles les uns avec les autres.

1 Définitions

1.1 interruption

Dans le contexte de la présente spécification, une interruption est considérée comme tout arrêt de transmission ou chute, au-dessous d'un seuil déterminé, du niveau d'un signal d'essai à 2 kHz.

1.2 temps mort

Dans ce contexte, le temps mort est, par définition, le délai qui s'écoule après une interruption pour que le compteur soit prêt à enregistrer une nouvelle interruption.

2 Partie détection

2.1 *Principe général*

Le détecteur doit pouvoir reconnaître une interruption d'une durée nominale de 0,3 ms, conformément à la courbe de probabilité tracée à la figure 1/O.62.

Il s'ensuit que toutes les interruptions d'une durée supérieure à 0,5 ms et d'un niveau inférieur de 3 dB au seuil pour lequel l'appareil est réglé sont détectées avec une certitude de 100%, tandis que 50% seulement des interruptions ayant une durée de 0,3 ms seront détectées.

2.2 *Seuil de détection des interruptions*

L'appareil doit être muni d'un sélecteur qui permette le réglage échelonné du seuil des détections à 3, 6, 10 et 20 dB au-dessous du niveau normal du signal d'essai à l'entrée du détecteur.

A ces niveaux de seuil, le détecteur doit avoir les degrés de précision suivants:

3, 6 et 10 dB: ± 1 dB

20 dB: ± 2 dB.

2.3 *Conditions à l'entrée*

2.3.1 Le détecteur doit répondre à un signal d'essai de 2000 Hz ± 100 Hz (voir aussi le § 4).

2.3.2 Son niveau d'entrée doit être réglable entre +10 dBm et −30 dBm.

2.3.3 *Impédance d'entrée* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

– symétrique, isolée de la masse

– affaiblissement de perturbation longitudinale . . . . . ⩾ 46 dB

2.3.4 *Impédance de terminaison* (autres impédances en option) . . . . . 600 ohms

– affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB

2.3.5 *Impédance élevée* . . . . . environ 20 kohms

– affaiblissement de dérivation aux bornes de 300 ohms . . . . . ⩽ 0,15 dB

2.4 *Sortie logique auxiliaire*

Le détecteur doit être muni d'une sortie logique auxiliaire, sous forme d'une prise pour branchement sur un ordinateur ou un enregistreur extérieur, par exemple, à bande magnétique. On devra obtenir à cette sortie un signal numérique à deux états binaires ayant les significations suivantes:

0 – le niveau du signal mesuré est au-dessus du seuil;

1 – interruption (niveau au-dessous du seuil).

Le signal numérique se trouvera au niveau établi par des circuits intégrés TTL (logique transistor-transistor).

L'impédance de sortie doit être inférieure à 2000 ohms; sa valeur exacte sera fonction des besoins de chaque Administration.

2.5 *Temps mort*

Le temps mort de l'appareil doit être réglable à deux valeurs au moins:

1) le plus court possible, conformément à la courbe tracée à la figure 1/O.62;

2) 125 ms ± 25 ms, pour des essais spéciaux.

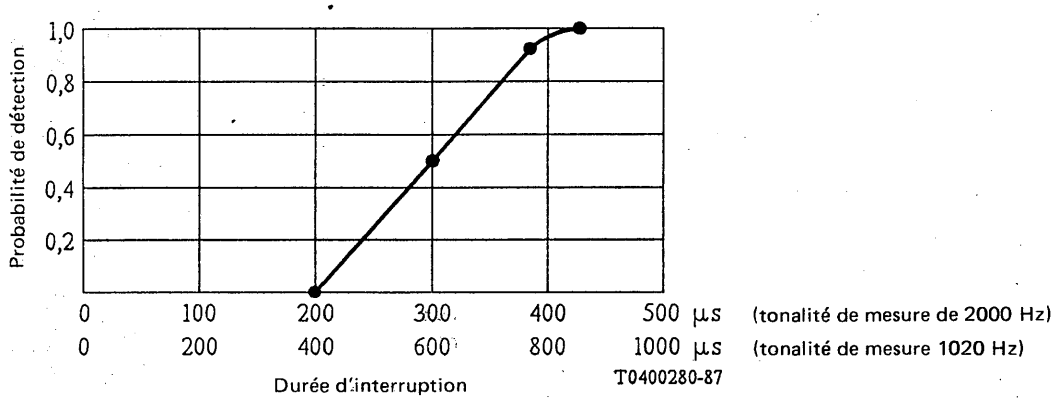


FIGURE 1/O.62

Courbe de probabilité pour la détection d'une interruption

2.6 *Indication visuelle*

Un témoin visuel doit être prévu pour indiquer la présence d'une *interruption.*

3 Affichage des résultats des mesures

3.1 *Compteur d'interruptions*

Aux fins de l'enregistrement, les interruptions détectées seront classées dans les catégories suivantes:

a) 0,3 (0,6) ms-3 ms (facultatif, voir la remarque)

b) 3 ms-30 ms

c) 30 ms-300 ms

d) 300 ms-1 min

e) 1 min et plus (facultatif).

Les Administrations ont la possibilité de prévoir un dispositif qui permette de classer les interruptions dans d'autres domaines de durée. Le résultat du comptage doit être affiché sur un indicateur visuel.

Remarque – La valeur de 0,6 ms s'applique à la tonalité d'essai de 1020 Hz.

3.2 *Durée relative des phénomènes d'interruption* (facultatif)

Pour permettre d'évaluer plus aisément les erreurs de transmission de données qui peuvent découler des interruptions, l'appareil disposera des moyens nécessaires pour calculer et indiquer la durée relative des phénomènes d'interruption. Cette quantité est le rapport du temps pendant lequel le niveau de la tonalité d'essai est inférieur à un seuil spécifié sur la durée totale de mesure. Il sera tenu compte des interruptions de durée comprise entre 3 ms et 1 min. Les résultats seront indiqués dans une gamme de 1×10^{-1} à 1×10^{-8}.

3.3 *Secondes contenant une interruption* (facultatif)

A titre de nouvelle option, l'appareil disposera des moyens nécessaires pour calculer et indiquer le pourcentage de secondes contenant une ou plusieurs interruptions de durée $\geqslant$ 3 ms. Les résultats devront être indiqués dans une plage de 0 à 100% avec une précision au dixième.

3.4 *Défaillance de l'alimentation en énergie*

S'il se produit une défaillance de l'alimentation, toute perte éventuelle de résultats de mesure doit apparaître clairement sur un indicateur pour observation ultérieure.

4 Mesures simultanées (voir la Rec. O.6)

La mesure des interruptions peut être fournie dans un appareil qui effectue également des mesures d'autres dérangements transitoires tels que les variations brusques d'amplitude et de phase. Une fréquence de signal d'essai de 1020 Hz + 2 – 7 Hz (voir la Rec. O.6) peut être utilisée pour faciliter l'intégration de plusieurs mesures de phénomènes transitoires dans un appareil combiné de ce type. Pour le reste, la mesure des interruptions devra être conforme aux principes de la présente Recommandation.

5 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Recommandation O.71 [1]

APPAREIL DE MESURE DU BRUIT IMPULSIF SUR LES CIRCUITS DE TYPE TÉLÉPHONIQUE

(Genève, 1972; modifiée à Genève, 1976 et Melbourne, 1988)

Les caractéristiques que doit avoir un appareil de mesure, permettant d'évaluer le fonctionnement des circuits de type téléphonique en présence de bruits impulsifs, sont décrites ci-après et il convient de s'y conformer si l'on veut assurer la compatibilité entre les résultats donnés par des appareils normalisés par le CCITT et de fabrication différente.

[1] Cette Recommandation a été établie par la Commission d'études IV, qui l'a soumise à l'approbation de la Commission d'études XVII. L'élaboration ultérieure de cette Recommandation sera de la responsabilité commune de ces Commissions d'études.

1 Principe de fonctionnement

Pendant la durée de la mesure, l'appareil doit enregistrer le nombre de fois que la tension instantanée du signal d'entrée dépasse un seuil déterminé au préalable. Le rythme maximal auquel l'appareil peut enregistrer les impulsions dépassant le seuil est de 8 ± 2 dépassements par seconde. L'étalonnage du niveau de seuil doit se faire en fonction de la valeur efficace d'un signal d'entrée sinusoïdal (dBm) dont la valeur de crête est tout juste suffisante pour déclencher le mécanisme de comptage de l'appareil.

2 Définition

2.1 temps mort

Aux fins de la présente spécification, le temps mort est défini comme celui au bout duquel le compteur est prêt à enregistrer une autre impulsion après le début de l'impulsion précédente.

3 Clauses de la spécification

3.1 *Impédance d'entrée* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

- symétrique, isolée de la masse
- affaiblissement de perturbation longitudinale . . . . . ⩾ 46 dB

3.1.1 *Impédance de terminaison* (autres impédances en option) . . . . . 600 ohms

- affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB

3.1.2 *Impédance élevée* . . . . . environ 20 kohms

- affaiblissement de dérivation aux bornes de 300 ohms . . . . . ⩽ 0,15 dB.

3.2 *Degré de symétrie à l'entrée*

Le compteur ne doit pas fonctionner en réponse à une impulsion d'un niveau supérieur de 60 dB au niveau de seuil, appliquée entre le point milieu de l'impédance du générateur et la borne de terre de l'appareil.

3.3 *Gamme des niveaux de fonctionnement*

La gamme des niveaux de fonctionnement de l'appareil doit être au minimum celle de 0 à −50 dBm (c'est-à-dire 0 à −50 dB par rapport à 1,1 V, tension de crête d'une onde sinusoïdale dissipant une puissance de 1 mW dans 600 ohms). Le seuil doit être réglable par échelons de 3 dB (± 0,5 dB) et la différence entre les seuils pour les polarités positives et négatives de l'impulsion d'entrée ne doit pas dépasser 0,5 dB.

3.4 *Temps mort*

Quelles que soient les valeurs adoptées pour un appareil particulier, la valeur de 125 ± 25 ms doit être assurée dans tous les cas.

3.5 *Caractéristique d'affaiblissement en fonction de la fréquence*

3.5.1 *Réponse uniforme*

La courbe de réponse ne doit pas varier de plus de ± 1 dB dans une bande de fréquences allant de 275 à 3250 Hz:

- point à 3 dB ± 1 dB: 200 Hz;
- au-dessous de 200 Hz, l'affaiblissement doit augmenter à raison d'environ 18 dB par octave; à 100 Hz, affaiblissement minimal 17 dB;
- au-dessus de 3250 Hz, l'accroissement de l'affaiblissement doit être compatible avec les conditions relatives à la sensibilité indiquées au § 3.7.

3.5.2 *Largeurs de bande facultatives*

On doit pouvoir, moyennant l'adjonction de filtres, faire fonctionner l'appareil avec d'autres largeurs de bande facultatives.

En tout état de cause, l'appareil doit être réalisé de telle manière que l'on puisse lui adjoindre des filtres extérieurs.

L'un des filtres doit présenter les caractéristiques suivantes:

courbe de réponse plate à ± 1 dB près de 750 Hz à 2300 Hz:

- points à 3 dB: 600 Hz et 3000 Hz;
- au-dessous de 600 Hz et au-dessus de 3000 Hz, la courbe de réponse doit décroître à raison d'environ 18 dB par octave.

Pour la mesure des bruits impulsifs sur la voie de retour à 75 bit/s, on a utilisé un filtre ayant les caractéristiques suivantes:

- points à 3 dB: 300 Hz et 500 Hz;
- au-dessous de 300 Hz et au-dessus de 500 Hz, la courbe de réponse doit décroître à raison d'environ 18 dB par octave.

Pour la mesure du bruit impulsif à l'aide d'un signal d'essai de 1020 Hz (voir la Recommandation O.6) appliqué au circuit soumis aux essais, un filtre à coupure brusque à 1020 Hz devra être fourni en option. Il aura les caractéristiques indiquées au tableau 1/O.71.

TABLEAU 1/O.71

Caractéristiques du filtre à coupure brusque

Fréquence (Hz)	Affaiblissement (dB)
< 400 > 1700	< 0,5
< 700 > 1330	< 1,0
< 860 > 1180	< 3,0
1000 à 1025	> 50,0

Remarque – A noter que les résultats des mesures peuvent différer si les mesures sont exécutées avec ou sans tonalité d'essai.

3.6 *Etalonnage*

L'appareil étant en position réponse *uniforme*, on lui applique un signal sinusoïdal continu de 1000 Hz ayant une tension équivalant à 0 dBm dans 600 ohms; le réglage du niveau de fonctionnement étant fixé à 0 dBm, l'appareil est réglé par étalonnage de façon à enregistrer 8 ± 2 comptages par seconde. Le niveau du signal d'entrée étant réduit à −1 dBm, le compteur ne doit pas fonctionner.

Le niveau du signal d'entrée étant réduit à une valeur quelconque comprise dans la gamme des niveaux de fonctionnement, la différence entre le niveau d'entrée effectif et le niveau auquel l'appareil cesse de fonctionner ne doit pas être supérieure à 1 dB.

3.7 *Sensibilité*

L'appareil ayant été étalonné dans la position réponse *uniforme* conformément au § 3.6 et le niveau de fonctionnement ayant été réglé à 0 dBm, on applique à l'entrée des impulsions rectangulaires de polarité quelconque ayant une durée de 50 ms et une amplitude de crête de 1,21 V, l'intervalle entre ces impulsions étant supérieur au temps mort; le compteur doit alors indiquer la valeur correcte de la cadence des impulsions. La durée des impulsions étant progressivement abaissée, le compteur doit encore indiquer la valeur correcte de leur cadence lorsque cette durée est réduite à 50 microsecondes et doit cesser de compter lorsqu'elle atteint 20 microsecondes.

3.8 *Affichage des résultats de mesure*

3.8.1 *Compteur de bruit impulsif*

Tout événement à compter devra être enregistré comme une unité par un compteur. Ce compteur devra pouvoir enregistrer au moins 999 événements.

3.8.2 *Durée relative des événements de bruit impulsif* (facultatif)

Pour permettre d'évaluer plus aisément les erreurs de transmission de données qui peuvent résulter du bruit impulsif, l'appareil aura le moyen de calculer et d'indiquer la durée relative des événements de bruit impulsif. Cette quantité est le rapport du temps pendant lequel le niveau du signal dépasse un seuil spécifié à la durée totale de mesure. Les résultats devront être indiqués sur une plage de 1×10^{-1} à 1×10^{-8}.

3.8.3 *Secondes contenant des événements de bruit impulsif* (facultatif)

Comme autre option, l'appareil disposera des moyens nécessaires pour calculer et indiquer le pourcentage de secondes contenant un ou plusieurs événements de bruit impulsif. Les résultats devront être indiqués dans une plage de 0 à 100% avec une précision d'un dixième.

3.9 *Minuterie*

L'appareil doit être doté d'une minuterie incorporée capable d'arrêter son fonctionnement après une durée fixée au préalable. Cette minuterie doit être réglable entre 5 et 60 minutes par échelons d'une minute.

Les intervalles de mesures significatifs seront 5, 15, 30 et 60 minutes.

4 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Recommandation O.72

CARACTÉRISTIQUES D'UN APPAREIL DE MESURE DU BRUIT IMPULSIF POUR LA TRANSMISSION DE DONNÉES À LARGE BANDE

(Genève, 1972)

(Voir le texte de cette Recommandation dans la Recommandation H.16 [1] du tome III.)

Référence

[1] Recommandation du CCITT *Caractéristiques d'un appareil de mesure de bruit impulsif pour la transmission de données à la charge bande*, tome III, Rec. H.16.

APPAREIL DE MESURE DU TEMPS DE PROPAGATION DE GROUPE POUR CIRCUITS DE TYPE TÉLÉPHONIQUE

(Genève, 1972)

On trouvera ci-dessous les conditions imposées aux caractéristiques d'un appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour circuits de type téléphonique auxquelles un tel appareil doit satisfaire si l'on veut assurer la compatibilité entre les appareils normalisés par le CCITT qui seront fabriqués par différents constructeurs.

1 Principe de la mesure

Lorsqu'on mesure la distorsion de temps de propagation de groupe sur une ligne (mesure directe), on doit disposer, côté réception, d'un signal de démodulation de phase dont la fréquence correspond exactement à la fréquence de modulation côté émission et dont la phase ne varie pas au cours de la mesure. Dans le système proposé, cette fréquence est engendrée par un oscillateur faisant partie du récepteur et dont la fréquence est commandée par une porteuse de référence ayant une fréquence fixe de 1,8 kHz. La porteuse de référence est modulée en amplitude par la même fréquence de modulation que la porteuse de mesure; elle est transmise sur le circuit qui fait l'objet de la mesure en alternance périodique avec la porteuse de mesure. Lors du passage de la porteuse de mesure à la porteuse de référence, il ne doit y avoir aucune variation brusque de phase ni d'amplitude du signal émis. La porteuse de référence est en outre modulée en amplitude par un signal d'identification.

Si le circuit qui fait l'objet de la mesure possède un temps de propagation de groupe et/ou un affaiblissement différent pour la porteuse de mesure et pour la porteuse de référence, une variation brusque de phase et/ou d'amplitude apparaît à ses bornes de sortie au moment où se produit le changement de porteuse dans le récepteur. C'est le récepteur de l'appareil de mesure qui est chargé d'évaluer cette variation brusque. Ce récepteur est muni, aux fins des mesures de temps de propagation de groupe, d'un dispositif de mesure de phase dont fait partie l'oscillateur à commande de fréquence mentionné ci-dessus, oscillateur dont la phase est automatiquement ajustée à la valeur moyenne déduite des phases des fréquences de modulation transmises en même temps que la porteuse de référence. La tension de la fréquence appliquée au mesureur de phase est prise à la sortie d'un démodulateur d'amplitude que l'on peut en même temps utiliser pour mesurer les variations d'amplitude. On peut enfin munir l'appareil d'un discriminateur de fréquence afin de reconnaître la fréquence effective de mesure côté réception – cela notamment pendant les mesures avec balayage de fréquence.

Si la fréquence de la porteuse de mesure diffère, pendant la mesure, de celle de la porteuse de référence, et si le temps de propagation de groupe et l'affaiblissement du circuit soumis aux mesures ne sont pas les mêmes sur ces deux fréquences, des signaux carrés apparaissent à la sortie du mesureur de phase, à celle du modulateur d'amplitude et à celle du discriminateur de fréquence; les amplitudes de ces signaux sont proportionnelles aux résultats de mesure respectifs (rapportés à la fréquence de la porteuse de référence) et leur fréquence correspond à la fréquence du changement de porteuse côté émission. Des redresseurs commandés font ensuite une évaluation de ces trois signaux carrés, ce qui permet d'obtenir une indication (avec le signe qui convient) des différences entre la porteuse de mesure et la porteuse de référence, au triple point de vue du temps de propagation de groupe, de l'affaiblissement et de la fréquence de mesure.

2 Détails techniques

2.1 *Emetteur*

La fréquence de modulation est de 1000 : 24, soit 41,66 Hz. Le signal ayant cette fréquence module en amplitude la porteuse de mesure et la porteuse de référence, au taux de 40%. Les deux bandes latérales sont transmises. Le facteur de distorsion de la modulation doit être inférieur à 1%. Le passage d'une porteuse à l'autre se fait en un temps de commutation inférieur ou égal à 100 microsecondes. La fréquence de ce changement de porteuse est rigidement liée à la fréquence de modulation par une division de fréquence binaire; elle est de 41,66 : 10 = 4,166 Hz. Le changement de porteuse a lieu au minimum de l'enveloppe de modulation; des écarts au plus égaux à ± 0,2 milliseconde sont admissibles. La fréquence porteuse, qui n'est pas transmise, doit être affaiblie, quelle qu'elle soit, d'au moins 60 dB par rapport à celle qui est transmise.

Le signal qui a pour rôle d'identifier la porteuse de référence est lui aussi lié rigidement à la fréquence de modulation. La fréquence qui lui a été assignée est 166,6 Hz, ce qui représente 4 × 41,66 Hz, ou encore 1000 : 6. Le signal d'identification rectangulaire, qui dérive de la fréquence de 1 kHz divisée par 6, peut moduler directement la porteuse après avoir traversé un filtre RC passe-bas ayant une constante de temps T de 0,43 ms, car on ne lui demande pas d'avoir une forme sinusoïdale. Le taux de modulation est de 20%. Le signal d'identification n'est transmis que pendant les 24 dernières millisecondes du temps d'émission de la porteuse de référence. La figure 1/O.81 montre la forme des différents signaux, côté émission.

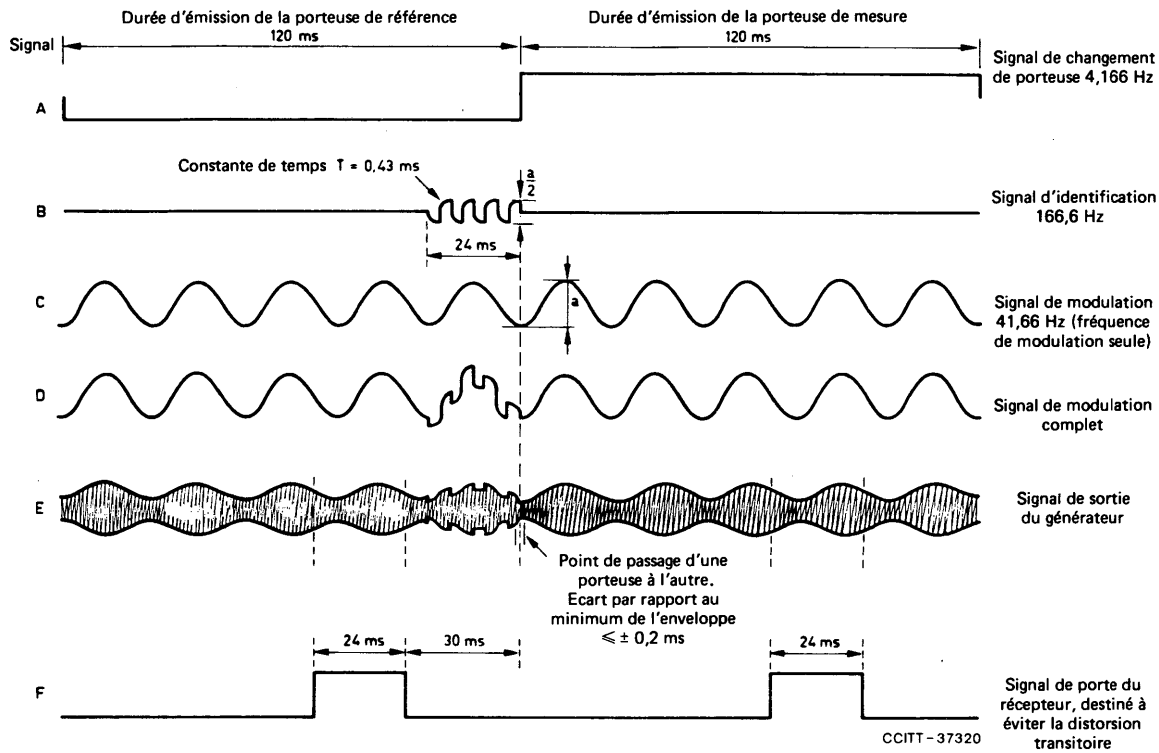


FIGURE 1/O.81

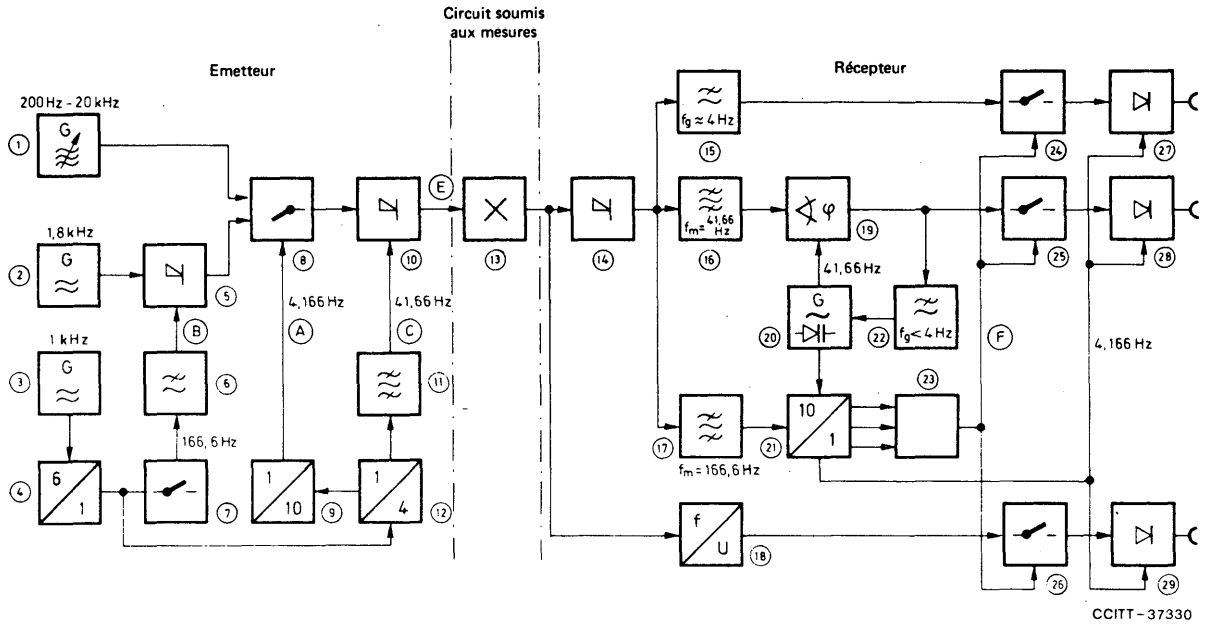
Diagramme montrant le déroulement dans le temps des divers signaux de l'appareil de mesure du temps de propagation de groupe

2.2 *Récepteur*

2.2.1 *Mesures de temps de propagation de groupe* (voir la figure 2/O.81)

Le signal provenant du circuit soumis aux mesures est d'abord démodulé; la fréquence de modulation ainsi obtenue (41,66 Hz) est séparée par filtrage. Cette tension de modulation est modulée en quadrature de phase, la fréquence de la modulation de phase est égale à celle du changement de porteuse (4,166 Hz). L'écart de phase est proportionnel à la différence des temps de propagation de groupe des deux porteuses. La démodulation de phase s'opère dans un mesureur de phase dont la deuxième entrée est, par exemple, alimentée par un oscillateur 1 kHz par l'intermédiaire d'un diviseur de fréquence de rapport 24/1. Cet oscillateur forme une boucle de commande de phase comportant le mesureur de phase et un filtre passe-bas qui élimine la fréquence du changement de porteuse. De cette manière, la fréquence de modulation engendrée dans le récepteur correspond exactement à celle qui provient de l'émetteur.

A la sortie du mesureur de phase, on obtient une tension carrée de fréquence 4,166 Hz dont l'amplitude est proportionnelle au résultat de mesure. Pour pouvoir évaluer correctement ce signal, on doit le redresser. La tension de commande utilisée à cet effet est déduite de la fréquence de modulation engendrée dans le récepteur par une division par 10 de la fréquence. La position de phase correcte par rapport au signal émis est assurée par la présence du signal d'identification de 166,6 Hz. Le redresseur asservi est relié d'une part à un instrument de mesure et d'autre part à une sortie à courant continu.



1	oscillateur (fréquence de mesure)	14	démodulateur d'amplitude
2	oscillateur (fréquence de référence)	17	filtre passe-bande (fréquence d'identification)
3	oscillateur, 1 kHz	18	discriminateur de fréquence
4, 9, 12 et 21	diviseurs de fréquence	19	mesureur de phase
5 et 10	modulateurs d'amplitude	20	oscillateur commandé
6, 15 et 22	filtre passe-bas	23	circuit ET
7	porte pour signal d'identification	24, 25 et 26	portes
8	commutateur du changement de porteuse	27, 28 et 29	redresseurs commandés
11 et 16	filtre passe-bande (fréquence de modulation)	Signaux A à F	(voir la figure 1/O.81)
13	circuit soumis aux mesures		

FIGURE 2/O.81

Principe de l'appareil de mesure du temps de propagation de groupe

2.2.2 *Mesures d'amplitude*

Si la mesure d'amplitude doit être elle aussi rapportée à la porteuse de référence, on peut procéder à l'évaluation du signal de sortie du démodulateur d'amplitude – signal carré de fréquence 4,166 Hz, proportionnel à Δa – de la manière indiquée ci-dessus pour les mesures de temps de propagation de groupe. Il est de plus possible d'indiquer l'amplitude absolue de la porteuse considérée.

2.2.3 *Mesures de fréquence*

Pour les mesures avec balayage de fréquence, on doit engendrer dans le récepteur une tension qui soit proportionnelle à la fréquence de mesure. On y parvient grâce à un discriminateur de fréquence dont la tension de sortie est appliquée à un redresseur asservi. Le résultat de mesure est obtenu sous forme de différence entre la fréquence de la porteuse de mesure et la fréquence de la porteuse de référence. Si l'on veut, on peut se borner à indiquer la fréquence de la porteuse de mesure.

2.2.4 *Suppression de la distorsion transitoire*

Le passage d'une porteuse à l'autre peut donner lieu à des distorsions transitoires dans le circuit soumis aux mesures aussi bien que dans le récepteur. Des circuits de porte permettent d'éliminer efficacement ces signaux perturbateurs. Les portes en question ne libèrent les dispositifs de mesure situés en aval que pendant les périodes indiquées dans la figure 1/O.81.

3 Considérations générales

La sortie de l'émetteur et l'entrée du récepteur doivent être isolées de la terre et symétriques. On doit pouvoir appliquer aux instruments de mesure faisant partie du montage un courant continu d'une intensité maximale de 100 mA environ, ceci afin de pouvoir maintenir la boucle de mesure.

4 Spécifications concernant un appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour circuits de type téléphonique

4.1 *Indications générales*

4.1.1 Précision des mesures du temps de propagation de groupe (voir également le § 4.2.1):

– de 200 Hz à 400 Hz	⩽ ± 100 microsecondes	± 3% de la gamme de mesure[1]
– de 400 Hz à 600 Hz	⩽ ± 30 microsecondes	
– de 600 Hz à 1 kHz	⩽ ± 10 microsecondes	
– de 1 kHz à 20 kHz	⩽ ± 5 microsecondes	

Pour les températures qui ne sont pas comprises dans la gamme allant de +15 °C à +35 °C, la précision indiquée peut être affectée par les variations de la fréquence de modulation, ce qui entraîne une erreur de 4% au lieu de 3% (voir le § 4.1.4).

L'erreur supplémentaire due à des variations d'amplitude ne doit pas dépasser:

– pour des variations comprises dans les limites de 10 dB	± 5 microsecondes
– pour des variations comprises dans les limites de 20 dB	± 10 microsecondes
– pour des variations comprises dans les limites de 30 dB	± 20 microsecondes

4.1.2 Fréquence de mesure . . . . . de 200 Hz à 20 kHz

4.1.2.1 Précision de la fréquence de mesure:

– pour les températures comprises entre +15 °C et +35 °C	⩽ ± 1% de la fréquence indiquée ± 10 Hz
– pour les températures comprises entre +5 °C et +50 °C	⩽ ± 2% de la fréquence indiquée ± 10 Hz

4.1.3 Fréquence de référence . . . . . 1,8 kHz

(plus un réglage par vernier afin d'éviter les tonalités perturbatrices coïncidentes).

On devrait avoir la faculté d'ajouter deux fréquences de référence supplémentaires afin d'augmenter la précision aux extrémités de la bande.

4.1.3.1 Précision de la fréquence de référence:

– pour les températures comprises entre +15 °C et +35 °C	⩽ ± 1%
– pour les températures comprises entre +5 °C et +50 °C	⩽ ± 3%

4.1.4 Fréquence de modulation (1000 : 24)[2]:

– températures comprises entre +15 °C et +35 °C	41,66 Hz ± 0,5%
– températures comprises entre +5 °C et +50 °C	41,66 Hz ± 1%

4.1.4.1 Taux de modulation[2] . . . . . $m = 0{,}4 \pm 0{,}05$

4.1.4.2 Facteur de distorsion de la modulation[2), 3)] . . . . . ⩽ 1%

4.1.5 Fréquence du signal d'identification (1000 : 6) dérivé de la fréquence de modulation[2] . . . . . 166,6 Hz

4.1.5.1 Taux de modulation[2] . . . . . $m = 0{,}2 \pm 0{,}05$

4.1.5.2 Durée d'émission du signal d'identification[2] . . . . . Les 24 dernières millisecondes de la durée d'émission de la fréquence de référence

4.1.5.3 Le début de l'émission du signal d'identification provoque une diminution de l'amplitude de la porteuse (comme l'indique la figure 1/O.81).

---

1) La gamme de mesure est la valeur correspondant à la déviation totale sur l'échelle pour la gamme considérée.

2) Conditions à remplir pour des raisons de compatibilité entre équipements fabriqués par différents constructeurs.

3) Le facteur de distorsion de la modulation s'exprime comme suit:

$$\frac{\text{valeur efficace des bandes latérales résiduelles}}{\text{valeur efficace des bandes latérales utiles}} \times 100\%.$$

4.1.6 Fréquence du changement de porteuse (1000 : 240), dérivé de la fréquence de modulation[4] . . 4,166 Hz

4.1.6.1 Durée de passage d'une porteuse à l'autre[4] . . . . . Moins de 100 microsecondes

4.1.6.2 Ecart entre l'instant du changement de porteuse et le minimum de l'enveloppe de modulation[4] . . . . . ⩽ ± 0,2 milliseconde

4.1.7 *Limites de variation des facteurs extérieurs*[5]

4.1.7.1 Variation de la tension d'alimentation . . . . . +10 à −15%

4.1.7.2 Gamme de température . . . . . +5 °C à +50 °C

4.1.7.3 Gamme d'humidité relative . . . . . 45 à 75%

4.1.8 *Autres dispositifs*

4.1.8.1 Contrôle par haut-parleur . . . . . Facultatif

4.1.8.2 Contrôle interne. Des circuits de contrôle interne doivent être prévus pour vérifier le bon fonctionnement des dispositifs de mesure des distorsions de temps de propagation de groupe et d'affaiblissement en fonction de la fréquence; l'émetteur pourra être utilisé aux fins de contrôle.

4.2 *Emetteur*

4.2.1 L'erreur due à l'émetteur et affectant la précision globale de mesure du temps de propagation de groupe (comme indiqué dans le § 4.1.1) ne doit pas dépasser[4]:

- de 200 Hz à 400 Hz . . . . . ± 10 microsecondes
- de 400 Hz à 600 Hz . . . . . ± 3 microsecondes
- de 600 Hz à 20 kHz . . . . . ± 1 microseconde

4.2.2 Gamme des niveaux émis (puissance moyenne de la porteuse) (on a la faculté de réduire le niveau maximal émis) . . . . . −40 dBm à +10 dBm

4.2.2.1 Précision du niveau émis . . . . . ⩽ ± 0,5 dB
à la fréquence de référence . . . . . ⩽ ± 0,3 dB

4.2.3 Impédance de sortie (gamme de 200 Hz à 20 kHz):

- symétrique, isolée de la masse . . . . . 600 ohms

4.2.3.1 Affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 40 dB

4.2.3.2 Rapport d'équilibre des signaux . . . . . ⩾ 46 dB

4.2.4 Distorsion harmonique du signal émis . . . . . ⩽ 1% (40 dB)

4.2.5 Distorsion parasite du signal émis . . . . . ⩽ 0,1% (60 dB)

4.2.6 Vitesse de balayage de fréquence . . . . . Ajustable de 10 Hz/s à 100 Hz/s. Quatre vitesses de balayage au moins doivent être prévues

4.2.7 Moyen pour éviter le fonctionnement possible des récepteurs de la tonalité de numérotation . Facultatif

4.2.8 Maintien en boucle . . . . . A prévoir

4.2.9 On doit insérer dans l'émetteur des dispositifs permettant, le cas échéant, avant d'effectuer les mesures, de mesurer les fréquences de mesure et de référence avec une précision de 1 Hz. Cela est réalisable en équipant l'émetteur de sorties appropriées, utilisables avec un fréquencemètre extérieur.

---

[4] Conditions à remplir pour des raisons de compatibilité entre équipements fabriqués par différents constructeurs.

[5] Ces valeurs sont provisoires et nécessitent des études ultérieures.

4.3 *Récepteur*

4.3.1 Gamme des niveaux d'entrée . . . . . −40 dBm à +10 dBm

4.3.1.1 Gamme dynamique du récepteur . . . . . 30 dB

4.3.2 Impédance d'entrée (gamme de 200 Hz à 20 kHz):

– symétrique, isolée de la masse . . . . . 600 ohms

4.3.2.1 Affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 40 dB

4.3.2.2 Rapport d'équilibre des signaux . . . . . ⩾ 46 dB

4.3.3 Gamme des mesures de la distorsion de temps de propagation de groupe en fonction de la fréquence { de 0 à ± 100, ± 200, ± 500 microsecondes; de 0 à ± 1, ± 2, ± 5, ± 10 millisecondes

4.3.3.1 Précision des mesures de propagation de groupe: conformément aux § 4.1.1 et 4.2.1.

4.3.4 Gamme des mesures de la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence . . . . . 0, ± 2, ± 5, ± 10, ± 20, ± 50 dB[6]

4.3.4.1 Précision (de +5 °C à +50 °C) . . . . . ± 0,1 dB ± 3% de la gamme des mesures

4.3.5 Gamme des mesures du niveau d'entrée à la fréquence de référence . . . . . +10 dBm à −20 dBm

4.3.5.1 Précision (de +15 °C à +35 °C) . . . . . ± 0,25 dB
(de +5 °C à +50 °C) . . . . . ± 1 dB

4.3.6 Des sorties en continu doivent être prévues pour faire fonctionner un enregistreur X-Y.

4.3.7 Gamme des mesures de fréquence . . . . . { 200 Hz à 4 kHz; 200 Hz à 20 kHz

4.3.7.1 Précision des mesures de fréquence . . . . . ± 2% ± 10 Hz

4.3.8 Maintien en boucle . . . . . A prévoir

4.3.9 *Insensibilité au bruit*

4.3.9.1 On a la faculté d'insérer un filtre passe-bas pour réduire l'effet des fréquences perturbatrices au-dessus de 4000 Hz, les impulsions de comptage, par exemple.

La distorsion de temps de propagation de groupe en fonction de la fréquence du filtre ne doit pas dépasser 5 microsecondes à 2600 Hz et 30 microsecondes à 2800 Hz par rapport au temps de propagation de groupe à 1000 Hz. La distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence ne doit pas dépasser 0,1 dB à 2600 Hz et 0,2 dB à 2800 Hz par rapport à l'affaiblissement à 1000 Hz.

4.3.9.2 La valeur quadratique moyenne de l'erreur d'indication due à un niveau de bruit blanc inférieur de 26 dB par bande de 4 kHz au niveau moyen de la porteuse du signal d'essai reçu ne doit pas dépasser 20 microsecondes lorsque la vitesse de balayage ne dépasse pas 25 Hz par seconde.

Lorsqu'on soumet un appareil à des essais pour voir s'il peut satisfaire à cette condition, la distorsion de temps de propagation de groupe en fonction de la fréquence de l'appareil essayé ne doit pas varier de plus de 1,5 ms par bande de 100 Hz.

4.3.9.3 L'erreur d'indication due à des tonalités discrètes de ± 150 Hz au voisinage des signaux d'essai ou de référence ne doit pas dépasser ± 20 microsecondes et, pour ± 200 Hz, elle ne doit pas dépasser ± 2 microsecondes lorsque le niveau de cette fréquence perturbatrice est inférieur de 26 dB au niveau moyen de la porteuse du signal d'essai reçu.

Bibliographie

COENNING (F.): Progress in the Technique of Group Delay Measurements, *NTZ Communications Journal*, vol. 5, pp. 256-264, 1966.

[6] Dans la gamme de ± 50 dB, la précision indiquée ne s'applique que dans la gamme de ± 30 dB (voir le § 4.3.1.1).

APPAREIL DE MESURE DU TEMPS DE PROPAGATION DE GROUPE POUR LA GAMME 5 À 600 kHz

(Genève, 1972)

On trouvera ci-dessous les caractéristiques d'un appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour circuits pour la transmission de données auxquelles un tel appareil doit satisfaire si l'on veut assurer la compatibilité entre les appareils normalisés par le CCITT et fabriqués par différents constructeurs.

1 Principe de la mesure

Lorsqu'on mesure la distorsion de temps de propagation de groupe sur une ligne (mesure directe), on doit disposer, côté réception, d'un signal pour la démodulation de phase dont la fréquence correspond exactement à la fréquence de modulation côté émission et dont la phase ne varie pas au cours de la mesure. Dans le système proposé, cette fréquence est engendrée par un oscillateur faisant partie du récepteur, et dont la fréquence est commandée par une porteuse de référence. Cette dernière est modulée en amplitude par la même fréquence que la porteuse de mesure; elle est transmise sur le circuit qui fait l'objet de la mesure en alternance périodique avec la porteuse de mesure. Lors du passage de la porteuse de mesure à la porteuse de référence, il ne doit y avoir aucune variation brusque de phase ni d'amplitude du signal émis. La porteuse de référence est en outre modulée en amplitude par un signal d'identification.

Si le circuit qui fait l'objet de la mesure a un temps de propagation de groupe et/ou un affaiblissement différent pour la porteuse de mesure et pour la porteuse de référence, une variation brusque de phase et/ou d'amplitude apparaît à sa sortie au moment où se produit le changement de porteuse dans le récepteur. C'est le récepteur de l'appareil de mesure qui est chargé d'évaluer cette variation brusque. Ce récepteur est muni, aux fins des mesures de temps de propagation de groupe, d'un dispositif de mesure de phase dont fait partie l'oscillateur à commande de fréquence mentionné ci-dessus, oscillateur dont la phase est automatiquement ajustée à la valeur moyenne déduite des phases des fréquences de modulation transmises en même temps que la porteuse de mesure et que la porteuse de référence. La tension de la fréquence appliquée au mesureur de phase est prise à la sortie d'un démodulateur d'amplitude que l'on peut en même temps utiliser pour mesurer les variations d'amplitude. On peut enfin prévoir un discriminateur de fréquence afin de reconnaître la fréquence effective de mesure côté réception – cela notamment pendant les mesures avec balayage de fréquence.

Si la fréquence de la porteuse de mesure diffère, pendant la mesure, de celle de la porteuse de référence et si le temps de propagation de groupe et l'affaiblissement du circuit soumis aux mesures ne sont pas les mêmes sur ces deux fréquences, des signaux carrés apparaissent à la sortie du mesureur de phase, à celle du modulateur d'amplitude et à celle du discriminateur de fréquence; les amplitudes de ces signaux sont proportionnelles aux résultats de mesure respectifs (rapportés à la fréquence de la porteuse de référence) et leur fréquence correspond à la fréquence du changement de porteuse côté émission. Des redresseurs commandés font ensuite une évaluation de ces trois signaux carrés, ce qui permet d'obtenir une indication (avec le signe qui convient) des différences entre la porteuse de mesure et la porteuse de référence au triple point de vue du temps de propagation de groupe, de l'affaiblissement et de la fréquence de mesure.

2 Détails techniques

2.1 *Emetteur*

La fréquence de modulation est de 416,66 Hz (soit 10 000 Hz : 24). Le signal ayant cette fréquence module en amplitude la porteuse de mesure et la porteuse de référence, au taux de 40%. Les deux bandes latérales sont transmises. Le facteur de distorsion de la modulation doit être inférieur à 1%. Le passage d'une porteuse à l'autre se fait en un temps de commutation inférieur ou égal à 100 microsecondes. La fréquence de ce changement de porteuse est rigidement liée à la fréquence de modulation par une division de fréquence binaire; elle est de 416,66 : 10 = 41,66 Hz. Le changement de porteuse a lieu au minimum de l'enveloppe de modulation; des écarts au plus égaux à ± 20 microsecondes sont admissibles. La fréquence porteuse qui n'est pas transmise doit toujours être affaiblie d'au moins 60 dB par rapport à celle qui est transmise.

Le signal qui a pour rôle d'identifier la porteuse de référence est lui aussi lié rigidement à la fréquence de modulation. La fréquence qui lui a été assignée est 1666 Hz, ce qui représente 4 × 416,6 Hz, ou encore 10 000 Hz : 6. Le signal d'identification rectangulaire, qui dérive de la fréquence 10 kHz divisée par 6, peut moduler directement la porteuse après avoir traversé un filtre RC passe-bas ayant une constante de temps de 43 microsecondes, car on ne lui demande pas d'avoir une forme purement sinusoïdale. Le taux de modulation est de 20%. Le signal d'identification n'est transmis que pendant les 2,4 dernières millisecondes du temps d'émission de la porteuse de référence. La figure 1/O.82 montre la forme des différents signaux, côté émission.

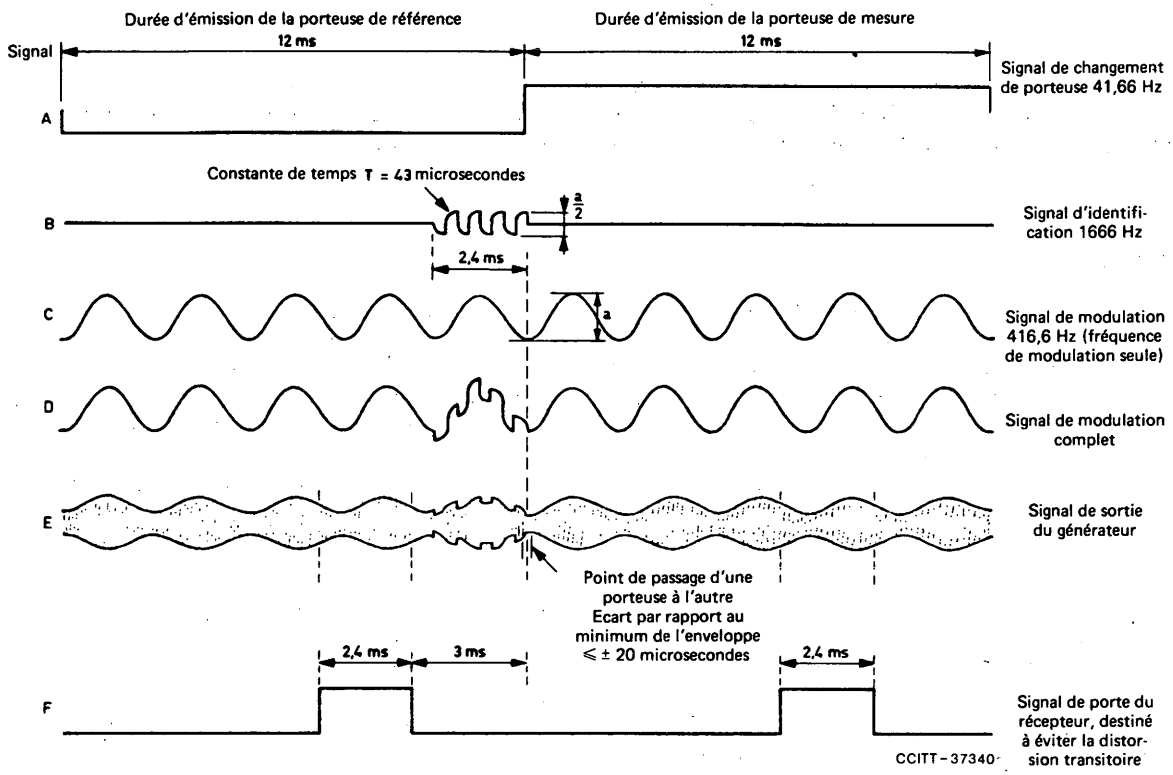


FIGURE 1/O.82

Déroulement dans le temps des divers signaux de l'appareil de mesure du temps de propagation de groupe

2.2 *Récepteur*

2.2.1 *Mesures du temps de propagation de groupe* (voir la figure 2/O.82)

Le signal provenant du circuit soumis aux mesures est démodulé; la fréquence de modulation ainsi obtenue (416,6 Hz) est séparée par filtrage. Cette tension de modulation est modulée en quadrature de phase, la fréquence de la modulation de phase étant égale à celle du changement de porteuse (41,66 Hz). L'écart de phase est proportionnel à la différence des temps de propagation de groupe des deux porteuses. La démodulation de phase s'opère dans un mesureur de phase dont la deuxième entrée est, par exemple, alimentée par un oscillateur à 10 kHz par l'intermédiaire d'un diviseur de fréquence de rapport 24/1. Cet oscillateur forme une boucle de commande de phase comportant le mesureur de phase et un filtre passe-bas qui élimine la fréquence du changement de porteuse. De cette manière, la fréquence de modulation engendrée dans le récepteur correspond exactement à celle qui provient de l'émetteur.

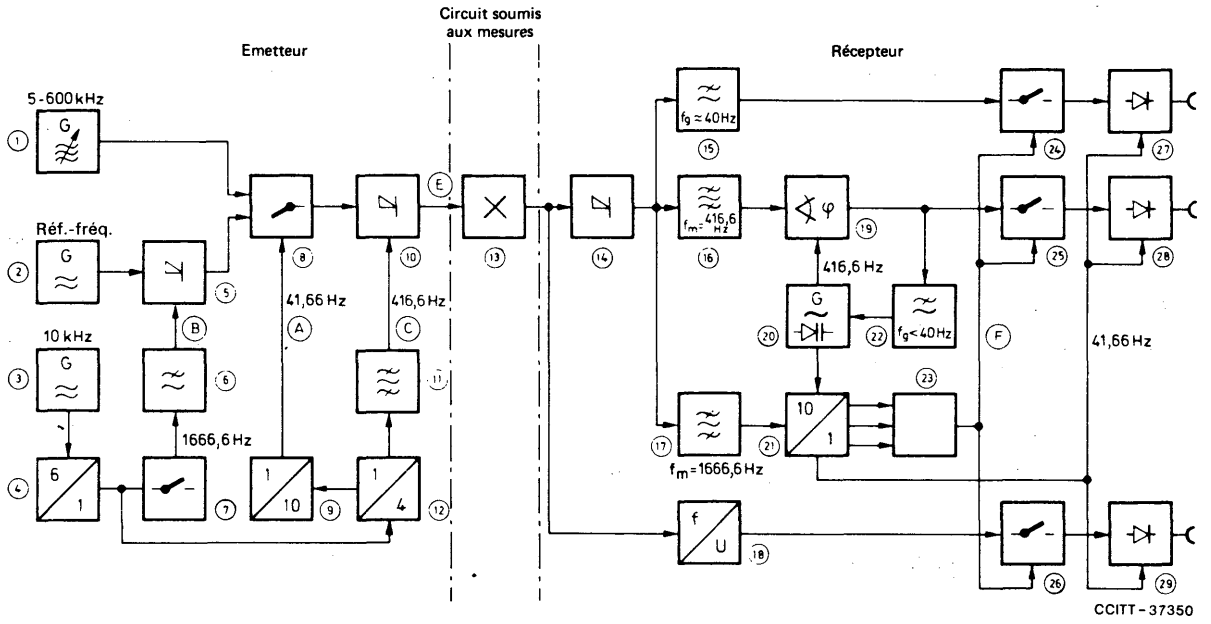
A la sortie du mesureur de phase, on obtient une tension carrée de fréquence 41,66 Hz, dont l'amplitude est proportionnelle au résultat de mesure. Pour pouvoir évaluer correctement ce signal, on doit le redresser. La tension de commande utilisée à cet effet est déduite par une division de fréquence par 10 de la fréquence de modulation engendrée dans le récepteur. La position de phase correcte par rapport au signal émis est assurée par la présence du signal d'identification de 1666 Hz. Le redresseur asservi est relié d'une part à un instrument indicateur et d'autre part à une sortie à courant continu.

2.2.2 *Mesures d'amplitude*

Si la mesure d'amplitude doit être elle aussi rapportée à la porteuse de référence, on peut procéder à l'évaluation du signal de sortie du démodulateur d'amplitude (signal carré de fréquence 41,66 Hz, proportionnel à Δa) de la manière indiquée ci-dessus pour les mesures du temps de propagation de groupe. On peut en outre indiquer l'amplitude absolue de la porteuse considérée.

2.2.3 *Mesures de fréquence*

Pour les mesures avec balayage de fréquence, on doit engendrer dans le récepteur une tension qui soit proportionnelle à la fréquence de mesure. On y parvient grâce à un discriminateur de fréquence dont la tension de sortie est appliquée à un redresseur asservi. Le résultat de mesure est obtenu sous forme de différence entre la fréquence de la porteuse de mesure et celle de la porteuse de référence. Si l'on veut, on peut se borner à indiquer la fréquence de la porteuse de mesure.



1	oscillateur (fréquence de mesure)	14	démodulateur d'amplitude
2	oscillateur (fréquence de référence)	17	filtre passe-bande (fréquence d'identification)
3	oscillateur, 10 kHz	18	discriminateur de fréquence
4, 9, 12, 21	diviseurs de fréquence	19	mesureur de phase
5, 10	modulateurs d'amplitude	20	oscillateur commandé
6, 15, 22	filtre passe-bas	23	circuit ET
7	porte pour signal d'identification	24, 25, 26	portes
8	commutateur du changement de porteuse	27, 28, 29	redresseurs commandés
11, 16	filtre passe-bande (fréquence de modulation)	Signaux A à F (voir la figure 1/O.82)	
13	circuit soumis aux mesures		

FIGURE 2/O.82

Principe de l'appareil de mesure du temps de propagation de groupe

2.2.4 *Suppression de la distorsion transitoire*

Le passage d'une porteuse à l'autre peut donner lieu à des distorsions transitoires dans le circuit soumis aux mesures aussi bien que dans le récepteur. Des circuits de porte permettent d'éliminer efficacement ces signaux perturbateurs. Les portes en question ne libèrent les dispositifs de mesure situés en aval que pendant les périodes indiquées dans la figure 1/O.82.

3 Considérations générales

L'impédance de sortie de l'émetteur et l'impédance d'entrée du récepteur doivent être respectivement de 135 et 150 ohms, symétriques et isolées de la masse. En outre, elles devront pouvoir être ramenées à 75 ohms, asymétriques.

4 Spécification d'un appareil de mesure du temps de propagation de groupe pour la gamme 5 à 600 kHz

4.1 *Indications générales*

4.1.1 Précision des mesures du temps de propagation de groupe (voir également le § 4.2.1):

– de 5 kHz à 10 kHz	⩽ ± 5 microsecondes	± 3% de la gamme de mesure (voir la remarque 1 à la fin de la Recommandation)
– de 10 kHz à 50 kHz	⩽ ± 2 microsecondes	
– de 50 kHz à 300 kHz	⩽ ± 1 microseconde	
– de 300 kHz à 600 kHz	⩽ ± 0,5 microseconde	

Pour les températures qui ne sont pas comprises entre +5 °C et +40 °C, la précision indiquée peut être affectée par les variations de la fréquence de modulation, ce qui entraîne une erreur de 4% au lieu de 3% (voir le § 4.1.4).

L'erreur supplémentaire due à des variations d'amplitude ne doit pas dépasser:

– variations ⩽ 10 dB	± 0,5 microseconde
– variations ⩽ 20 dB	± 1,0 microseconde
– variations ⩽ 30 dB	± 2,0 microsecondes

4.1.2 Fréquence de mesure . . . . . de 5 kHz à 600 kHz

4.1.2.1 Précision de la fréquence de mesure:

– entre +5 °C et +40 °C	⩽ ± 1% de la fréquence indiquée	± 500 Hz
– entre +5 °C et +50 °C	⩽ ± 2% de la fréquence indiquée	± 500 Hz

4.1.3 Fréquence de référence commutable . . . . . 25 kHz
(voir la remarque 2 à la fin de la Recommandation) 84 kHz
432 kHz

4.1.3.1 Précision de la fréquence de référence:

– entre +5 °C et +40 °C	⩽ ± 1%
– entre +5 °C et +50 °C	⩽ ± 3%

4.1.4 Fréquence de modulation[1]:

– entre +5 °C et +40 °C	416,66 Hz ± 0,5%
– entre +5 °C et +50 °C	416,66 Hz ± 1%

4.1.4.1 Taux de modulation[1] . . . . . 0,4 ± 0,05

4.1.4.2 Facteur de distorsion de la modulation[1] . . . . . ⩽ 1%
(voir la remarque 3 à la fin de la Recommandation)

4.1.5 Fréquence d'identification[1] (déduite de la fréquence de modulation) . . . . . 1,666 kHz

4.1.5.1 Taux de modulation[1] . . . . . 0,2 ± 0,05

4.1.5.2 Durée d'émission du signal d'identification[1] . . . . . 2,4 ms avant la fin d'émission de la fréquence de référence

4.1.5.3 Le signal d'identification débute par un accroissement de l'amplitude de la porteuse (comme l'indique la figure 1/O.82).

---

[1] Conditions à remplir pour des raisons de compatibilité entre équipements fabriqués par différents constructeurs.

4.1.6 Fréquence du changement de porteuse[2] (déduite de la fréquence de modulation) . . . . . 41,66 Hz

4.1.6.1 Durée de passage d'une porteuse à l'autre[2] . . . . . moins de 100 microsecondes

4.1.6.2 Ecart entre l'instant du changement de porteuse et le minimum de l'enveloppe de modulation[2] . . . . . ⩽ ± 0,02 ms

4.1.7 *Limites de variation des facteurs extérieurs*[3]

4.1.7.1 Tension d'alimentation . . . . . ± 10%

4.1.7.2 Température de fonctionnement . . . . . +5 °C à +40 °C
Température d'entreposage et de transport . . . . . −40 °C à +70 °C

4.1.7.3 Humidité relative . . . . . de 45% à 75%

4.1.8 *Autres dispositifs requis*

4.1.8.1 Contrôle par haut-parleur . . . . . Facultatif

4.1.8.2 Des circuits de contrôle interne doivent être prévus pour vérifier le bon fonctionnement des dispositifs de mesure des distorsions de temps de propagation de groupe et d'affaiblissement en utilisant les informations appropriées transmises par l'émetteur.

4.1.8.3 Dispositifs pour introduire des filtres externes afin de réduire les interférences provenant des bandes de trafic adjacentes . . . . . Facultatif (voir la remarque 4 à la fin de la Recommandation)

4.2 *Emetteur*

4.2.1 L'erreur due à l'émetteur et affectant la précision globale de mesure du temps de propagation de groupe (comme indiqué au § 4.1.1) ne doit pas dépasser[2]:

- de 5 kHz à 10 kHz . . . . . ± 0,5 microseconde
- de 10 kHz à 50 kHz . . . . . ± 0,2 microseconde
- de 50 kHz à 300 kHz . . . . . ± 0,1 microseconde
- de 300 kHz à 600 kHz . . . . . ± 0,05 microseconde

4.2.2 Gamme des niveaux émis (puissance moyenne de la porteuse) . . . . . −40 dBm à +10 dBm
(On a la faculté d'abaisser le niveau maximal émis.)

4.2.2.1 Précision du niveau émis . . . . . ⩽ ± 0,5 dB
A la fréquence de référence . . . . . ⩽ ± 0,3 dB

4.2.3 Impédance de sortie (gamme de 5 kHz à 600 kHz):

4.2.3.1 Symétrique, isolée de la masse . . . . . 135 et 150 ohms
Affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB
Rapport d'équilibre des signaux . . . . . ⩾ 40 dB

4.2.3.2 Asymétrique . . . . . 75 ohms
Affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 40 dB

4.2.4 Distorsion harmonique du signal émis . . . . . ⩽ 1% (40 dB)

4.2.5 Distorsion parasite du signal émis . . . . . ⩽ 0,1% (60 dB)

4.2.6 Vitesse de balayage de fréquence . . . . . Réglable de 0,2 kHz/s à 10 kHz/s. Six vitesses de balayage au moins doivent être prévues.

4.2.7 On doit monter dans l'émetteur des dispositifs permettant, le cas échéant, avant d'effectuer les mesures, de contrôler les fréquences de mesure et de référence avec une précision de 1 Hz. On peut aussi équiper l'émetteur de sorties appropriées, utilisables avec un fréquencemètre extérieur.

---

[2] Conditions à remplir pour des raisons de compatibilité entre équipements fabriqués par différents constructeurs.

[3] Ces valeurs sont provisoires et nécessitent des études ultérieures.

4.3 *Récepteur*

4.3.1 Gamme des niveaux d'entrée . . . . . −40 dBm à +10 dBm

4.3.1.1 Gamme dynamique du récepteur . . . . . 30 dB

4.3.2 Impédance d'entrée (gamme de 5 kHz à 600 kHz):

4.3.2.1 Symétrique, isolée de la masse . . . . . 135 et 150 ohms
Affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB
Rapport d'équilibre des signaux . . . . . ⩾ 40 dB

4.3.2.2 Dissymétrique . . . . . 75 ohms
Affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 40 dB

4.3.3 Gammes de mesure de la distorsion du temps de propagation de groupe: de 0 à ± 10, ± 20, ± 50, ± 100, ± 200, ± 500, ± 1000 microsecondes.

4.3.3.1 Précision des mesures du temps de propagation de groupe conformément aux § 4.1.1 et 4.2.1.

4.3.4 Gammes de mesure de la distorsion d'affaiblissement: de 0 à ± 2, ± 5, ± 10, ± 20, ± 50 dB[4].

4.3.4.1 Précision (de +5 °C à +50 °C) . . . . . ± 0,1 dB ± 3% de la gamme de mesure

4.3.5 Gamme des mesures du niveau d'entrée à la fréquence de référence . . . . . de −20 dBm à +10 dBm

4.3.5.1 Précision (de +5 °C à +40 °C) . . . . . ± 0,25 dB
(de +5 °C à +50 °C) . . . . . ± 1 dB

4.3.6 Des prises à courant continu doivent être prévues pour y brancher un enregistreur à deux coordonnées (X, Y).

4.3.7 Gamme des mesures de fréquence . . . . . de 5 à 60 kHz
de 50 à 150 kHz
de 150 à 600 kHz

4.3.7.1 Précision des mesures de fréquence . . . . . ± 2% ± 500 Hz

Remarque 1 – La gamme de mesure est égale à l'intervalle entier de la graduation pour la gamme considérée.

Remarque 2 – Il était proposé ultérieurement d'utiliser une fréquence de référence fixe de 1800 Hz. Comme l'appareil prévu pour les fréquences supérieures sera utilisable dans trois gammes de fréquences principales (6 kHz à 54 kHz, 60 kHz à 108 kHz, 312 kHz à 552 kHz), il y a lieu de prévoir trois fréquences de référence situées respectivement au centre de ces bandes.

Remarque 3 – Le facteur de distorsion de la modulation a pour expression:

$$\frac{\text{puissance efficace des bandes latérales non désirées}}{\text{puissance efficace des bandes latérales utiles}} \times 100\%.$$

Remarque 4 – Pour les Administrations qui ont besoin de faire des mesures dans les gammes 60 à 108 kHz et 312 à 552 kHz sans avoir à interrompre le trafic dans les groupes primaires ou secondaires adjacents sur leur section nationale, il conviendrait d'ajouter ce qui suit:

«Pour réduire à un minimum les perturbations que les mesures pourraient subir du fait du trafic écoulé sur des groupes primaires ou secondaires adjacents, le constructeur prévoira un dispositif tel qu'une Administration puisse insérer, dans le trajet du discriminateur de fréquence, un filtre passe-bande d'affaiblissement nul, dont la bande passante soit adaptée à l'essai en cours et dont l'impédance soit de 75, 135 ou 150 ohms.»

Les Administrations sont priées de noter qu'il leur incombe de formuler des instructions nationales donnant les renseignements voulus sur le montage à adopter pour le filtre et l'amplificateur, compte tenu de l'indication donnée par le fournisseur sur les niveaux du signal en ce point.

Bibliographie

COENNING (F.): Progress in the Technique of Group Delay Measurements, *NTZ Communications Journal*, vol. 5, pp. 256-264, 1966.

[4] Pour la portée de 0 à ± 50 dB, la précision indiquée ne s'applique que dans l'intervalle ± 30 dB (voir le § 4.3.1.1).

APPAREIL DE MESURE DE LA GIGUE DE PHASE SUR DES CIRCUITS DE TYPE TÉLÉPHONIQUE

(Genève, 1972; modifiée à Malaga-Torremolinos, 1984 et Melbourne, 1988)

Introduction

Les composantes monofréquence les plus courantes de la gigue de phase, qui affectent les signaux de données à l'émission, sont les suivantes: le courant de retour d'appel, le courant alternatif du secteur et les deuxième à cinquième harmoniques de ces courants. Comme le déphasage maximal causé par ces composantes dépasse rarement 25 degrés de crête à crête (modulation de phase d'indice peu élevé), chaque composante sinusoïdale présente un seul couple de bandes latérales non négligeables. Il s'ensuit que, d'ordinaire, la modulation d'une gigue de phase se manifeste principalement dans une bande de ± 300 Hz de part et d'autre d'une tonalité à fréquences vocales jouant le rôle de porteuse.

Un bruit erratique pouvant causer des effets assimilables à une forte gigue de phase, la mesure de cette gigue doit toujours s'accompagner d'une mesure du bruit avec pondération par message. De plus, comme la mesure de la gigue de phase peut être affectée sensiblement par le bruit de quantification, il faut choisir avec soin la fréquence porteuse et le réseau de filtrage si l'on veut rendre la mesure indépendante du bruit.

Bien que dans cette Recommandation, les spécifications soient exprimées pour une bande de fréquences de 4 à 300 Hz, 4 à 20 Hz et 20 à 300 Hz, elles sont aussi valables pour une bande de fréquences de 3 à 300 Hz et 3 à 20 Hz.

Il est proposé de spécifier comme suit l'appareil de mesure de la gigue de phase.

1 Principe de la mesure

On applique au circuit soumis à l'essai un signal sinusoïdal exempt de gigue de phase, au niveau normal de la transmission de données. Le récepteur de mesure de la gigue applique le traitement suivant au signal acoustique reçu:

1) limitation d'une bande de part et d'autre de la fréquence porteuse;
2) amplification de la porteuse, puis limitation pour éliminer toute modulation d'amplitude;
3) détection de la modulation de phase (gigue);
4) affichage de la gigue après filtrage de celle-ci (jusqu'à 300 Hz environ) sur un indicateur crête à crête ou un indicateur numérique.

2 Spécification proposée

2.1 *Précision de la mesure*

L'indication devrait être précise à ± 5% près de la valeur mesurée, plus une marge de ± 0,2 degré.

2.2 *Emetteur*

2.2.1 Fréquence du signal d'essai . . . . . 1020 ± 10 Hz

2.2.2 Niveau d'émission . . . . . de −30 dBm à 0 dBm

2.2.3 *Impédance de sortie* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

- symétrique, isolée de la masse (autres impédances en option) . . . . . 600 ohms
- affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB
- équilibre des signaux de sortie . . . . . ⩾ 40 dB

2.2.4 Gigue de phase à la source . . . . . ⩽ 0,1 degré de crête à crête.

2.3 *Récepteur*

2.3.1 *Gamme de mesure*

Au moins . . . . . de 0,2 à 30 degrés de crête à crête.

2.3.2 *Sensibilité et gamme des fréquences d'essai*

Le récepteur doit pouvoir mesurer la gigue de phase d'un signal dont le niveau d'entrée est compris entre −40 dBm et +10 dBm et la fréquence entre 990 Hz et 1030 Hz.

2.3.3 *Sélectivité à l'entrée*

Protection contre le bruit dû à l'alimentation: par un filtre passe-haut ayant une fréquence de coupure nominale de 400 Hz, avec une pente d'au moins 12 dB par octave.

Protection du limiteur contre le bruit de voie: par filtre passe-bas ayant une fréquence de coupure nominale de 1800 Hz, avec une pente d'au moins 24 dB par octave.

2.3.4 *Impédance d'entrée* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

– symétrique, isolée de la masse

– affaiblissement de perturbation longitudinale . . . . . ⩾ 46 dB

2.3.5 *Impédance de terminaison* (autres impédances en option) . . . . . 600 ohms

– affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB

2.3.6 *Impédance élevée* . . . . . environ 20 kohms

– affaiblissement de dérivation aux bornes de 300 ohms . . . . . ⩽ 0,15 dB

Remarque – Les définitions et la méthode de mesure doivent être conformes aux dispositions de la Recommandation O.9.

2.4 *Caractéristiques de pondération pour la mesure du spectre d'amplitude de la gigue*

L'amplitude mesurable des différentes composantes de la gigue de phase est limitée en fonction de leurs fréquences selon une certaine échelle de pondération, définie comme suit.

Pour mesurer la gigue de phase dans les bandes de fréquences allant respectivement de 4 à 20 Hz, de 4 à 300 Hz et de 20 à 300 Hz, trois caractéristiques de pondération sont spécifiées. Dans ces bandes, les composantes de la gigue sont mesurées à la sensibilité maximale; elles sont atténuées au-delà de ces bandes.

Pour déterminer la caractéristique du réseau de pondération, on peut procéder à un essai sur deux fréquences, comme suit: on injecte à l'entrée un signal sinusoïdal pur[1] de 1000 Hz à +10 dBm, auquel on superpose un second signal sinusoïdal pur à un niveau inférieur de 20 dB au premier et aux fréquences figurant au tableau 1/O.91. Dans ces conditions, l'amplitude mesurée de la gigue de phase doit être comprise entre les limites indiquées dans ce tableau au regard des différentes fréquences. D'autres échelles de pondération peuvent être appliquées au moyen de réseaux commutables.

2.5 *Influence de l'amplitude du signal d'essai sur la phase*

Le second signal sinusoïdal étant réglé à 1100 Hz, on insère un atténuateur extérieur entre la source des signaux d'essais et le récepteur de mesure, pour appliquer au circuit une série d'affaiblissements échelonnés de 10 dB à 50 dB. La dispersion correspondante des valeurs indiquées ne doit pas dépasser 0,7°. Quel que soit le réglage de l'atténuateur extérieur, toutes les limites figurant au tableau 1/O.91 doivent être respectées jusqu'à une atténuation de 50 dB. De même, si l'on injecte, au lieu des signaux sinusoïdaux précités, un signal modulé à 10% en amplitude avec une fréquence comprise entre 20 Hz et 300 Hz et un niveau adapté à la sensibilité de l'appareil, l'amplitude de la gigue de phase ainsi causée doit être inférieure à 0,2 degré.

---

[1] Par définition, c'est un signal monofréquence présentant une distorsion totale de non-linéarité d'un niveau inférieur d'au moins 40 dB à celui du signal fondamental.

TABLEAU 1/O.91

Fréquence du second signal d'essai (Hz)	Amplitude de la gigue de phase (degrés)		
	Bande de fréquences (Hz)		
	4 à 300	4 à 20	20 à 300
999,7 et 1000,3	< 1	< 1	xxx
999,25 et 1000,75	< 3	< 3	xxx
998,5 et 1001,5	< 8	< 8	xxx
998,0 et 1002,0	xxx	xxx	< 3
996,0 et 1004,0	10,7 ± 1,5	10,7 ± 1,5	xxx
994,0 et 1006,0	11,2 ± 1,0	11,2 ± 1,0	xxx
992,0 et 1008,0	11,5 ± 0,7	11,5 ± 0,7	xxx
988,0 et 1012,0	↓	↓	< 10
984,0 et 1016,0	↓	11,5 ± 0,7	xxx
980,0 et 1020,0	↓	11,1 ± 1,1	11,5 ± 0,7
967,0 et 1033,0	↓	< 3	↓
953,0 et 1047,0	↓	< 1	↓
760,0 et 1240,0	11,5 ± 0,7	xxx	11,5 ± 0,7
700,0 et 1300,0	11,1 ± 1,1	xxx	11,1 ± 1,1
500,0 et 1500,0	< 3	xxx	< 3
300,0 et 1700,0	< 1	xxx	< 1

xxx Ne s'applique pas.

2.6 *Elimination du bruit*

Un signal, ayant le spectre d'un bruit blanc limité dans une bande de 3,5 kHz, injecté à un niveau inférieur de 30 dB à celui d'une porteuse sinusoïdale de 1000 Hz doit indiquer une gigue de phase dont l'amplitude crête à crête ne dépasse pas 4 degrés.

2.7 *Essai de détection des crêtes*

Le détecteur de crête doit pouvoir détecter un bruit blanc au point à 2,58 σ (99%), ce qu'on peut vérifier comme suit:

a) on applique les deux signaux sinusoïdaux mentionnés au § 2.4. Le deuxième signal devrait être réglé à 1240 Hz environ lorsque les mesures se font dans les bandes comprises entre 4 et 300 Hz et entre 20 et 300 Hz et à 1010 Hz environ lorsque les mesures sont faites entre 4 et 20 Hz. Le signal reçu est injecté, après démodulation, dans le détecteur de crête, à l'entrée duquel on mesure et on enregistre la moyenne quadratique de son amplitude. A la sortie du détecteur, une prise est normalement prévue pour envoyer le signal dans un analyseur de spectre;

b) on supprime uniquement le second signal sinusoïdal et l'on superpose à celui de 1000 Hz un bruit gaussien à bande limitée (jusqu'à au moins 2 kHz), dont on règle le niveau de façon que l'appareil indique la même amplitude de gigue qu'en a), soit 11,5 degrés. On mesure alors la moyenne quadratique de l'amplitude du signal démodulé, à son entrée dans le détecteur de crête. Cette valeur doit être comprise entre 52 et 58% de celle enregistrée en a).

2.8 *Délai d'affichage d'une indication correcte*

Autant que possible, 4 secondes au plus après le début d'application du signal d'essai, l'amplitude de gigue affichée par l'appareil doit avoir atteint ± 5% ± 0,2 degré de sa valeur finale en ce qui concerne la bande de 20 à 300 Hz, ce niveau étant atteint dans un délai maximum de 30 secondes pour les bandes de fréquences respectivement comprises entre 4 et 20 Hz et entre 4 et 300 Hz.

2.9 *Conditions de fonctionnement*

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Recommandation O.95

APPAREIL DE COMPTAGE DES VARIATIONS BRUSQUES DE PHASE ET D'AMPLITUDE SUR DES CIRCUITS DE TYPE TÉLÉPHONIQUE

(Genève, 1980)

1 Considérations générales

La présente spécification décrit les caractéristiques essentielles que doit posséder un appareil destiné à enregistrer les variations brusques de phase et d'amplitude sur les circuits de type téléphonique. Cet appareil enregistre séparément le nombre de variations brusques de phase et le nombre de variations brusques d'amplitude qui se produisent au cours d'une période donnée.

On entend par «variation brusque de phase ou d'amplitude» toute modification brusque, positive ou négative, de la phase ou de l'amplitude d'un signal d'essai observé, dont l'ampleur dépasse un certain seuil pendant une durée supérieure à une valeur spécifiée.

Les spécifications données ci-dessous pour l'émetteur et pour la section d'entrée du récepteur doivent correspondre à celles des alinéas b) à d) des § 2.2 et 2.3, de la Recommandation O.91, cela afin de faciliter la réalisation en un seul dispositif de l'appareil de comptage des variations brusques de phase et d'amplitude et du mesureur de gigue de phase conforme à la Recommandation O.91.

2 Emetteur

2.1 Fréquence du signal d'essai . . . . . 1020 ± 10 Hz

2.2 Niveau d'émission . . . . . de −30 dBm à 0 dBm

2.3 *Impédance de sortie* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

- symétrique, isolée de la masse (autres impédances au choix) . . . . . 600 ohms
- affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB
- équilibre des signaux de sortie . . . . . ⩾ 40 dB

2.4 Gigue de phase à la source . . . . . ⩽ 0,1° crête à crête (voir la Recommandation O.91)

3 Section d'entrée du récepteur

3.1 *Sensibilité et gamme des fréquences d'essai*

Le récepteur doit pouvoir faire les mesures sur un signal dont le niveau d'entrée est compris entre −40 dBm et +10 dBm et la fréquence entre 990 Hz et 1030 Hz.

3.2 *Sélectivité*

Protection contre le bruit d'alimentation: par un filtre passe-haut ayant une fréquence de coupure nominale de 400 Hz, avec une pente d'au moins 12 dB par octave.

Si le filtre n'est pas placé directement à l'entrée de l'appareil, le bruit d'alimentation de niveau au plus égal à celui du signal d'essai ne doit pas entraîner d'erreurs de mesure supérieures à celles que l'on constate lorsque le filtre est situé en amont de l'appareil de mesure.

Protection du limiteur contre le bruit de voie: par un filtre passe-bas ayant une fréquence de coupure nominale de 1800 Hz, avec une pente d'au moins 24 dB par octave.

3.3 *Impédance d'entrée* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

– symétrique, isolée de la masse

– affaiblissement de perturbation longitudinale . . . . . ⩾ 46 dB

3.3.1 *Impédance de terminaison* (autres impédances au choix) . . . . . 600 ohms

– affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB

3.3.2 *Impédance élevée* . . . . . environ 20 kohms

– affaiblissement de dérivation aux bornes de 300 ohms . . . . . ⩽ 0,15 dB

4 Caractéristiques de détection des variations brusques de phase

4.1 *Réglages du seuil*

On doit pouvoir régler le seuil entre 5° et 45° par bonds de 5°, avec une précision de ± 0,5° ± 10% par rapport au seuil choisi [1]. On peut prévoir d'autres réglages au choix.

4.2 *Intervalle de garde*

Il doit y avoir un intervalle de garde, assuré par une porte électronique ou tout autre moyen, de manière à empêcher le compteur d'enregistrer des variations brusques de phase d'une durée inférieure à 4 ms. On vérifie cet intervalle de la façon suivante:

Le seuil étant réglé à 20°, une variation brusque de phase doit être comptée correctement lorsque la phase du signal de mesure varie de 25° pendant une durée au moins égale à 5 ms. La durée de cette variation de phase de 25° est ensuite graduellement réduite jusqu'à ce que l'appareil cesse de compter; à ce moment, la durée de la variation de phase doit être de 4 ms ± 10%.

4.3 *Taux de répétition des variations brusques de phase*

Une variation de phase lente ne doit pas être comptée. On vérifie qu'il en est bien ainsi de la façon suivante:

Le seuil étant réglé à 20°, une variation brusque de phase doit être comptée lorsque la phase du signal de mesure varie linéairement de 100° dans un intervalle au plus égal à 20 ms. Aucune variation brusque ne doit être comptée lorsque la phase du signal d'essai varie linéairement de 100° dans un intervalle égal ou supérieur à 50 ms. Les conditions ci-dessus doivent encore être satisfaites lorsque la variation de phase de 100° est de sens opposé à la précédente.

4.4 *Variation brusque de phase provoquée par une variation brusque d'amplitude*

Une variation brusque d'amplitude de 8 dB, de polarité quelconque, ne doit pas donner lieu au comptage d'une variation brusque de phase, aux seuils de 10° et plus.

---

[1] La présente spécification ne devrait pas interdire l'utilisation d'appareils existants, dont la tolérance sur la précision du réglage du seuil est de ± 2° ± 5%.

5 Caractéristiques de détection des variations brusques d'amplitude

5.1 *Réglages du seuil*

On doit pouvoir régler le seuil à 2, 3 et 6 dB avec une précision de ± 0,5 dB. On peut prévoir, à titre facultatif, d'autres réglages jusqu'à 9 dB au plus.

5.2 *Intervalle de garde*

Il doit y avoir un intervalle de garde, assuré par une porte électronique ou tout autre moyen, de manière à empêcher le compteur d'enregistrer des variations brusques d'amplitude d'une durée inférieure à 4 ms. On vérifie cet intervalle de garde de la façon suivante:

Le seuil étant réglé à 2 dB, une variation brusque d'amplitude doit être comptée correctement lorsque l'amplitude du signal de mesure varie de 3 dB pendant une durée au moins égale à 5 ms. La durée de cette variation d'amplitude de 3 dB est ensuite graduellement réduite jusqu'à ce que l'apppareil cesse de compter; à ce moment, la durée de la variation d'amplitude doit être de 4 ms ± 10%.

5.3 *Taux de répétition des variations brusques d'amplitude*

Une variation d'amplitude lente ne doit pas être comptée. On vérifie qu'il en est bien ainsi de la façon suivante:

Le seuil étant réglé à 2 dB, une variation brusque d'amplitude doit être comptée lorsque le niveau du signal de mesure varie linéairement de 4 dB dans un intervalle au plus égal à 200 ms. Aucune variation brusque ne doit être comptée lorsque l'amplitude du signal d'essai varie linéairement de 4 dB dans un intervalle égal ou supérieur à 600 ms. Les conditions ci-dessus doivent encore être respectées lorsque la variation d'amplitude de 4 dB est de sens opposé à la précédente.

5.4 *Variation brusque d'amplitude provoquée par une variation brusque de phase*

Pour aucune valeur du seuil, une variation brusque de phase de 180° ne doit donner lieu au comptage d'une variation brusque d'amplitude.

6 Capacité de comptage

L'appareil de comptage doit être muni de compteurs de variations brusques de phase et d'amplitude indépendants l'un de l'autre; la capacité d'enregistrement de chacun d'eux doit être au moins égale à 9999.

7 Rythme de comptage et temps mort

Le rythme de comptage maximum des variations brusques de phase ou d'amplitude doit être d'environ 8 par seconde, ce qui est faisable si l'on prévoit un temps mort de 125 ± 25 ms après chaque variation brusque de phase ou d'amplitude détectée. Pour les besoins de la présente spécification, on entend par temps mort le délai qui s'écoule entre le moment où une variation brusque de phase ou d'amplitude dépasse le seuil fixé et celui où le compteur est prêt à enregistrer une autre variation brusque de phase ou d'amplitude. On vérifie cette caractéristique de la façon suivante:

Le seuil étant réglé à 20°, les variations brusques de phase d'une durée approximative de 5 ms doivent être comptées correctement si leur taux de répétition est au plus de 5 par seconde. On augmente ensuite graduellement ce taux de répétition jusqu'à ce que le compteur de variations brusques de phase ne soit plus capable d'enregistrer toutes les variations; à ce moment, le taux de répétition des variations brusques de phase doit être de 8 par seconde ± 20%. Le compteur de variations brusques d'amplitude doit satisfaire à la même condition lorsque, le seuil étant réglé à 2 dB, on applique des variations brusques d'amplitude de 3 dB d'une durée approximative de 5 ms.

8 Interruption du signal de mesure

Si la transmission du signal est interrompue et que le niveau du signal de mesure baisse, à la réception, de 10 dB ou davantage, les détecteurs de variations brusques de phase et d'amplitude doivent être bloqués, le comptage ne devant reprendre qu'après un délai de 1 ± 0,2 s à partir du rétablissement du signal de mesure. Il ne doit pas y avoir plus d'une variation brusque de phase et d'une variation brusque d'amplitude enregistrées lors de chaque interruption du signal de mesure.

9 Minuterie

L'appareil doit être muni d'une minuterie d'une précision de ± 5% pour faciliter la tâche de l'opérateur. Des périodes de 5 minutes, 15 minutes, 60 minutes ou de durée illimitée doivent pouvoir être fixées par commande d'un commutateur lorsque la minuterie n'est pas du type à variation continue.

10 Sorties logiques auxiliaires

Des sorties logiques auxiliaires à deux états doivent être fournies par les détecteurs de variations brusques de phase et d'amplitude pour l'enregistrement ou le traitement par ordinateur de ces variations. Un signal logique «1» est émis en cas de variation brusque, un signal logique «0» est émis le reste du temps. Les niveaux de sortie doivent être compatibles avec les circuits intégrés de logique transistor-transistor (TTL). L'impédance de sortie doit être inférieure à 2000 ohms, à moins qu'une valeur différente ne soit spécifiée par une Administration.

11 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

12 Mesures simultanées

La mesure des variations brusques de phase et d'amplitude peut être effectuée par un seul et même appareil qui fait en outre des mesures d'autres paramètres transitoires, comme le bruit impulsif et les interruptions. Ainsi, afin de faciliter l'intégration dans un même appareil de plusieurs possibilités de mesure de phénomènes transitoires, la mesure des interruptions faite en accord avec les principes indiqués dans la Recommandation O.61, mais avec un signal d'essai de 1020 Hz ± 10 Hz, pourrait être incorporée dans cet appareil combiné.

Recommandation O.111

APPAREIL POUR LA MESURE DE L'ÉCART DE FRÉQUENCE SUR VOIES À COURANTS PORTEURS

(Genève, 1972; modifiée à Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

L'équipement décrit ci-dessous est compatible avec la méthode de mesure décrite dans l'annexe A à la présente Recommandation.

2 Principe de fonctionnement

L'appareil doit permettre de mesurer, selon les modes ci-dessous, l'erreur affectant la fréquence reconstituée d'une voie à courants porteurs:

Essai 1: Mesure de l'écart de fréquence $A \rightarrow B$ (Δ Hz); émission en A et mesure en B (voir la figure 1/O.111).

De A, on émet simultanément deux signaux d'essai sinusoïdaux dont les fréquences sont exactement dans le rapport du simple au double. A leur réception en B, on module ensemble ces deux signaux, dont la fréquence s'est déplacée de Δ Hz pour chacun, de manière à mettre en évidence l'écart de fréquence Δ dans le sens AB.

Essai 2: Mesure de l'écart de fréquence en boucle ($\Delta + \Delta'$ Hz); émission en A et mesure en A, la boucle se fermant en B (voir la figure 2/O.111).

Le mode opératoire de cet essai est similaire à celui de l'essai 1, mais c'est ici l'écart de fréquence en boucle ($\Delta + \Delta'$ Hz) que l'on met en évidence.

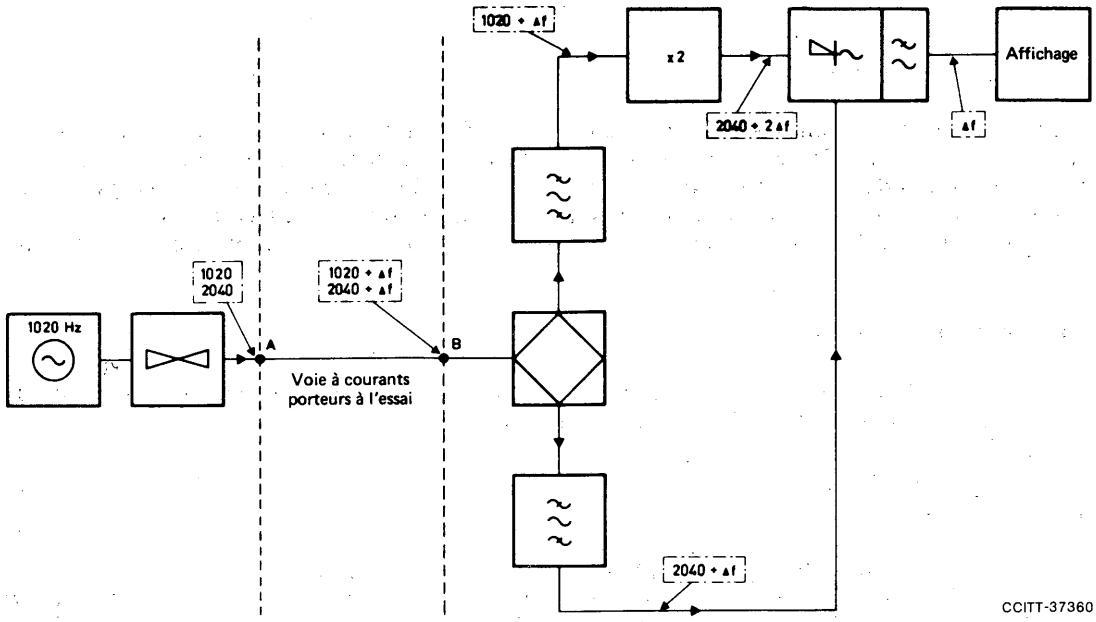


FIGURE 1/O.111

Mesure de l'écart de fréquence sur une voie à courants porteurs A→B, avec émission en A et mesure en B

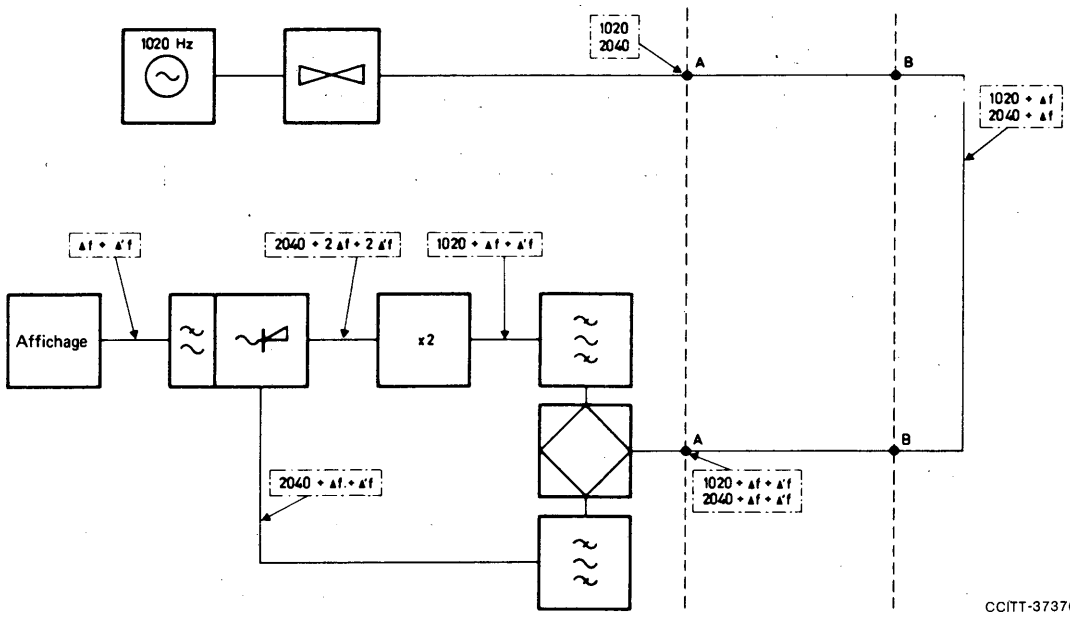


FIGURE 2/O.111

Mesure de l'écart de fréquence sur un circuit bouclé (A→B) + (B→A), avec émission en A, réception en A et bouclage direct en B

On peut avoir à mesurer l'écart de fréquence dans le sens de B vers A, alors que l'opérateur se trouve encore au point A. On peut alors procéder de deux façons:

Essai 3a: Mesure de l'écart de fréquence B → A (Δ' Hz); émission en A et mesure en A, la boucle se fermant en B à travers un générateur d'harmoniques [voir la partie a) de la figure 3/O.111].

On émet de A un signal d'essai sinusoïdal qu'on reçoit en B, où il passe à travers un générateur d'harmoniques. Le signal ainsi reçu et son harmonique du deuxième ordre sont alors renvoyés vers A, leur fréquence se déplaçant de Δ' Hz; là, on les module ensemble de manière à mettre en évidence Δ', écart de fréquence dans le sens B → A.

Essai 3b: Mesure de l'écart de fréquence B → A; émission en A et mesure en A au moyen d'un appareil installé en B, qui émet deux signaux d'essai sinusoïdaux dont les fréquences sont dans la même relation harmonique que dans l'essai 1, cette émission étant déclenchée par la réception d'un seul signal à 1020 Hz en provenance de A [voir la partie *b)* de la figure 3/O.111].

On émet de A un signal d'essai sinusoïdal de fréquence 1020 Hz, que l'on reçoit en B. Si le récepteur ne détecte qu'un *seul* signal sinusoïdal en B, on branche sur la voie B → A un générateur qui produit un signal à 1020 Hz et un autre à 2040 Hz (relation harmonique), ce qui permet de mesurer l'écart de fréquence dans ce sens.

Si le récepteur placé en B détecte un signal composé de *deux* fréquences 1020 Hz et 2040 Hz (soit une différence de niveau < 6 dB), la boucle se referme automatiquement en B pour permettre de mesurer l'écart de fréquence selon le mode décrit pour l'essai 2 [voir la partie *c)* de la figure 3/O.111].

L'emploi de l'appareil de mesure de l'écart de fréquence pour les essais 3a et 3b nécessite l'émission d'un seul signal sinusoïdal à 1020 Hz de A vers B. Cette possibilité pourrait donc être prévue facultativement pour l'exécution de mesures dans ce mode. Le choix de l'appareil à utiliser en B (générateur d'harmoniques ou générateur commutable) devrait être laissé aux Administrations intéressées, qui concluraient à cet effet des accords bilatéraux.

3 Equipement d'émission

L'équipement doit pouvoir émettre des signaux d'essai sinusoïdaux ayant les caractéristiques suivantes:

3.1 *Fréquences*

a) 1020 et 2040 Hz ± 2%. Ces deux fréquences doivent être dans une relation harmonique exacte.

Remarque – Si l'équipement d'émission doit servir à des mesures de la gigue de phase, les fréquences doivent être précises à ± 1%.

b) Sortie supplémentaire facultative pour les Administrations qui souhaitent coopérer à des mesures dans le mode décrit à la figure 3/O.111 . . . . . 1020 Hz ± 2%.

3.2 *Niveau*

La valeur efficace de la puissance totale de sortie du signal émis doit être réglable entre 0 et −30 dBm. Si deux fréquences sont émises, leurs niveaux ne doivent pas différer de plus de 0,5 dB.

3.3 *Impédance de sortie* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

– symétrique, isolée de la masse (autres impédances en option) . . . . . 600 ohms

– affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB

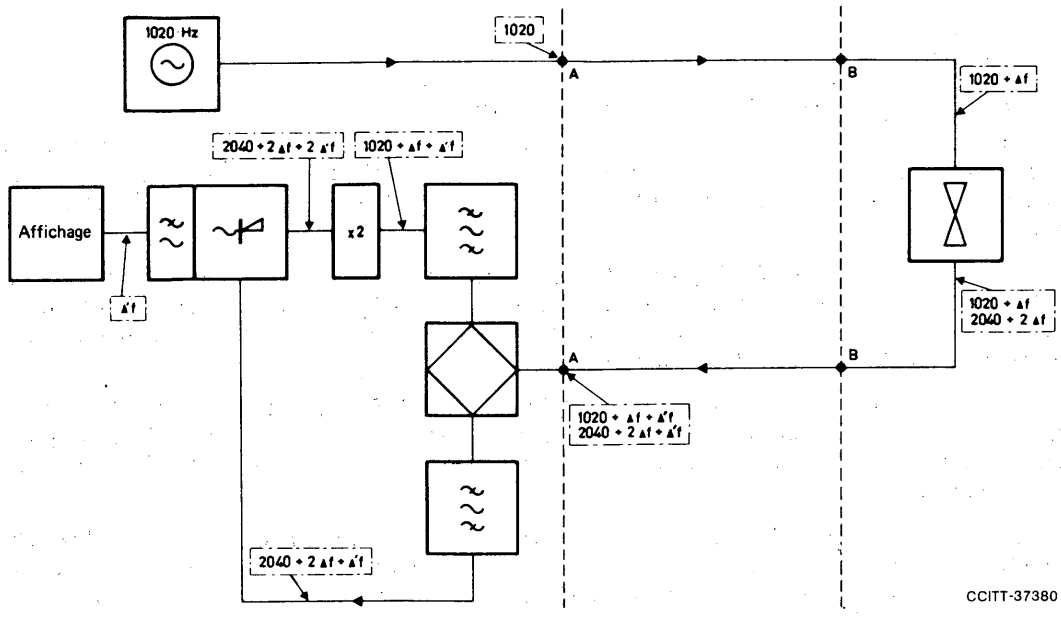
– équilibre des signaux de sortie . . . . . ⩾ 40 dB

4 Equipement de réception

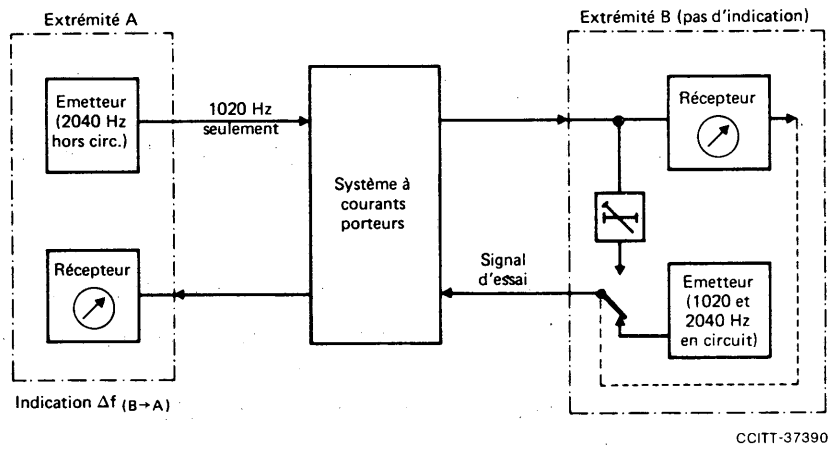
L'équipement de réception doit accepter les deux signaux d'essai sinusoïdaux et indiquer l'écart de fréquence sur un compteur ou sur tout autre indicateur approprié.

4.1 *Gamme de mesure*

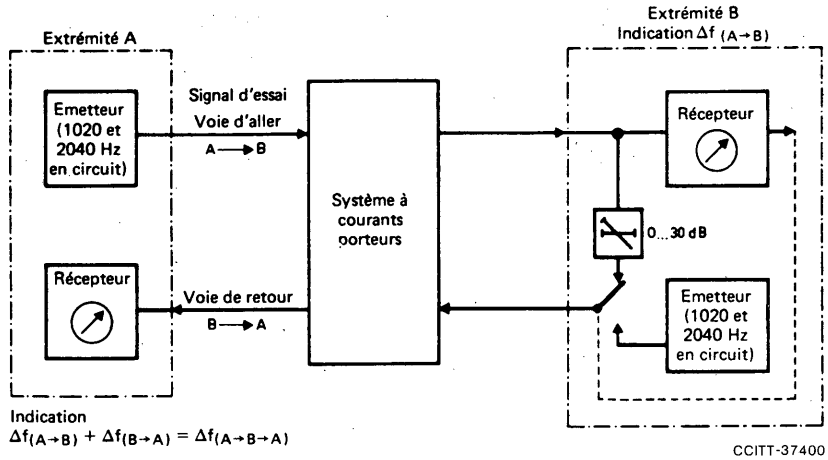
L'équipement doit avoir deux gammes de mesure sur la graduation entière: 0 à 1 Hz et 0 à 10 Hz. En outre, le signe algébrique de l'écart (+ ou −) doit être indiqué.



a) *Mesure de l'écart de fréquence sur une voie à courants porteurs B→A, avec émission en A; mesure en A et bouclage en B à travers un générateur d'harmoniques*



b) *Mesure de l'écart de fréquence sur la voie de retour B→A*



c) *Mesure de l'écart de fréquence sur un circuit bouclé (A→B B→A)*

FIGURE 3/O.111

Mesure de l'écart de fréquence sur une voie à courants porteurs avec émission en A et mesure en A

4.2 *Précision de la mesure*

- ± 0,05 Hz dans la gamme de 0 à 1 Hz,
- ± 0,5 Hz dans la gamme de 0 à 10 Hz.

4.3 Le compteur ou l'indicateur doit permettre de lire un écart de fréquence de ± 0,1 Hz.

4.4 Un dispositif visuel supplémentaire adéquat doit permettre de distinguer un écart de fréquence inférieur à 0,1 Hz.

4.5 *Niveau d'entrée*

L'équipement de réception doit donner la précision spécifiée avec des signaux d'essai de niveaux compris entre +10 dBm et −30 dBm (voir toutefois le § 4.8). Un dispositif spécial doit être prévu pour confirmer que les signaux d'essai sont effectivement reçus.

4.6 *Impédance d'entrée* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

- symétrique, isolée de la masse (autres impédances en option) . . . . . 600 ohms
- affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB
- affaiblissement de perturbation longitudinale . . . . . ⩾ 46 dB

4.7 *Fréquence d'entrée*

L'équipement de réception doit fonctionner correctement quand la fréquence des signaux d'essai, à l'extrémité d'émission, diffère d'au plus ± 2% de sa valeur nominale et que ces signaux ont subi un écart de fréquence allant jusqu'à ± 10 Hz sur le circuit de transmission considéré.

4.8 *Différence de niveau*

L'équipement de réception doit fonctionner correctement quand les deux fréquences du signal d'essai parviennent à l'entrée de l'équipement avec une différence de niveau au plus égale à 6 dB, du fait de la caractéristique d'affaiblissement d'insertion en fonction de la fréquence du circuit.

4.9 *Prise pour enregistreur*

Il doit être prévu une sortie à courant continu pour y brancher un enregistreur.

4.10 *Immunité à l'égard du bruit*

Lorsqu'on a, dans la bande de 300 à 3400 Hz, un bruit blanc dont le niveau est inférieur de 26 dB à celui du signal d'essai reçu, la moyenne quadratique de l'erreur sur la valeur indiquée ne doit pas dépasser ± 0,05 Hz.

5 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

ANNEXE A

(à la Recommandation O.111)

Méthode pour mesurer la déviation de fréquence due à une voie porteuse

La méthode utilisée est fondée sur la remarque que la relation harmonique entre deux fréquences sinusoïdales disparaît si l'on ajoute une même fréquence à chacune d'elles. La figure A-1/O.111 donne un schéma de principe très clair du dispositif. A partir d'un oscillateur à 1000 Hz, on obtient deux signaux de 1000 Hz et de 2000 Hz, respectivement. On transmet ces deux signaux et, à l'extrémité de réception d'une voie introduisant une déviation Δ Hz, ces signaux ne sont plus en relation harmonique et il est possible d'extraire et de mesurer la déviation de fréquence. On utilise, d'autre part, un oscilloscope cathodique pour déceler le sens de la déviation de fréquence. Cette méthode est utilisée par certaines Administrations, dont celle du Royaume-Uni.

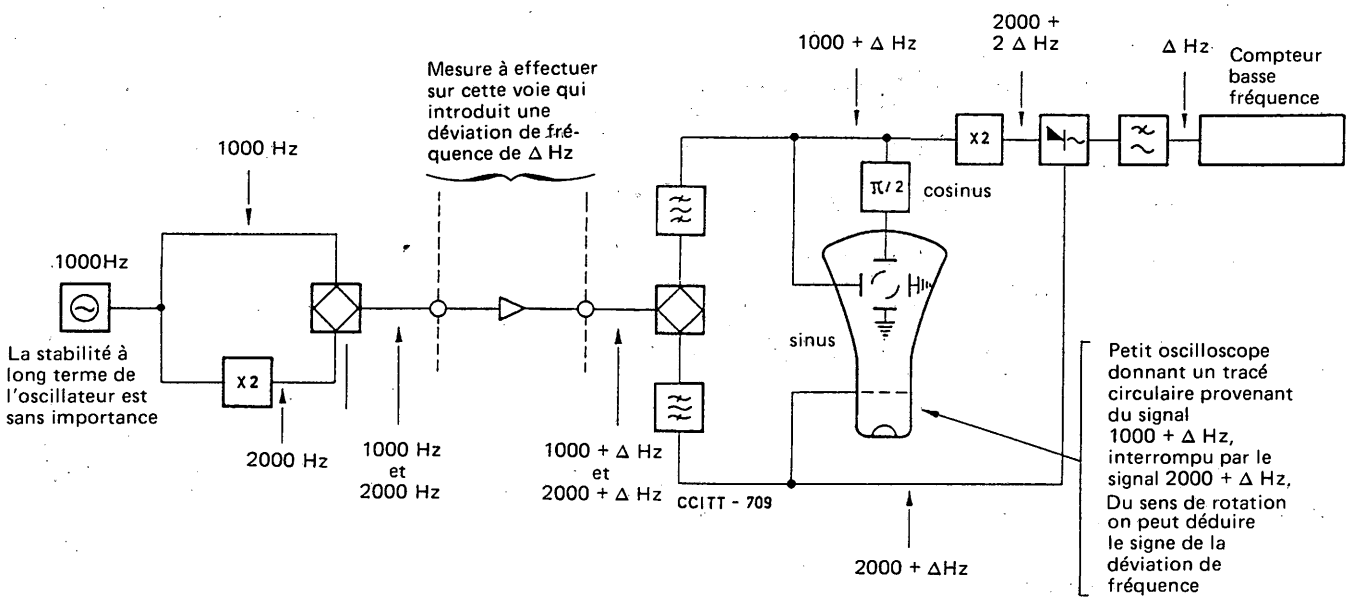


FIGURE A-1/O.111

Méthode de mesure de la déviation de fréquence sur une voie d'un système à courants porteurs

SECTION 5

APPAREILS POUR LA MESURE DE PARAMÈTRES NUMÉRIQUES ET ANALOGIQUES/NUMÉRIQUES

Recommandation O.131

APPAREIL POUR LA MESURE DE LA DISTORSION DE QUANTIFICATION UTILISANT UN BRUIT PSEUDO-ALÉATOIRE COMME SIGNAL D'ESSAI

(Genève, 1976; modifiée à Genève, 1980 et Melbourne, 1988)

1 Préambule

Il est important que les caractéristiques de l'appareil pour la mesure de la distorsion de quantification soient spécifiées avec une précision suffisante pour que tous les modèles futurs d'un tel appareil, conformes à la spécification recommandée, soient compatibles les uns avec les autres, c'est-à-dire qu'ils soient capables d'interfonctionnement et que les résultats obtenus soient d'une précision spécifiée, sans qu'il faille mettre en œuvre des méthodes particulières ni apporter des corrections à ces résultats. On estime aussi important que tous les modèles de l'appareil de mesure conformes à la spécification recommandée soient capables d'interfonctionnement avec les modèles existants d'appareils de mesure déjà utilisés par plusieurs Administrations, de sorte qu'il n'en résulte pour celles-ci aucun préjudice économique. La spécification suivante est dérivée des propositions étudiées par la Commission d'études XVIII et elle a plus particulièrement pour objectif d'assurer la compatibilité susmentionnée.

Remarque – L'interfonctionnement entre les modèles existants de l'appareil pour la mesure de la distorsion de quantification n'est pas en soi un sujet relevant directement de cette spécification, mais il convient de se rappeler qu'il a été étudié par la République fédérale d'Allemagne et par le Post Office du Royaume-Uni. Des règles satisfaisantes ont été établies pour faciliter l'interfonctionnement entre les différents modèles existants de l'appareil de mesure qui utilisent comme source de bruit un signal pseudo-aléatoire à largeur de spectre limitée.

2 Méthode d'essai proposée

La méthode proposée est la méthode 1 du § 9 de la Recommandation G.712 [1]. La source de bruit proposée est un signal pseudo-aléatoire à largeur de spectre limitée, dont la densité de probabilité des amplitudes a une distribution de caractère pratiquement gaussien [1)].

Le rapport de la puissance du signal à la puissance de la distorsion totale, y compris la distorsion de quantification, a pour mesure le rapport de la puissance du signal d'excitation reçu dans la bande de référence à la puissance de bruit dans la bande mesurée. On apporte une correction à la valeur mesurée pour rapporter celle-ci à la largeur de bande totale de la voie téléphonique à modulation par impulsions et codage (MIC).

---

1) L'appareil de mesure spécifié au § 3.2 de la présente Recommandation peut aussi être utilisé pour mesurer la distorsion de quantification au moyen d'un signal d'essai sinusoïdal dans la gamme de fréquences de 350 à 550 Hz (et de préférence à 420 ± 20 Hz) au lieu d'un signal de bruit pseudo-aléatoire. Il convient toutefois de noter que, tandis que la mesure est similaire à celle de la méthode 2 décrite dans le § 9 de la Recommandation G.712 [1], les résultats mesurés sont rapportés à une largeur de bande de 3,1 kHz et qu'il n'est pas prévu de bruit psophométrique. Il faut également noter que les résultats obtenus par les méthodes du bruit pseudo-aléatoire et du signal d'essai sinusoïdal peuvent ne pas être identiques.

Le principe de la mesure est illustré à la figure 1/O.131.

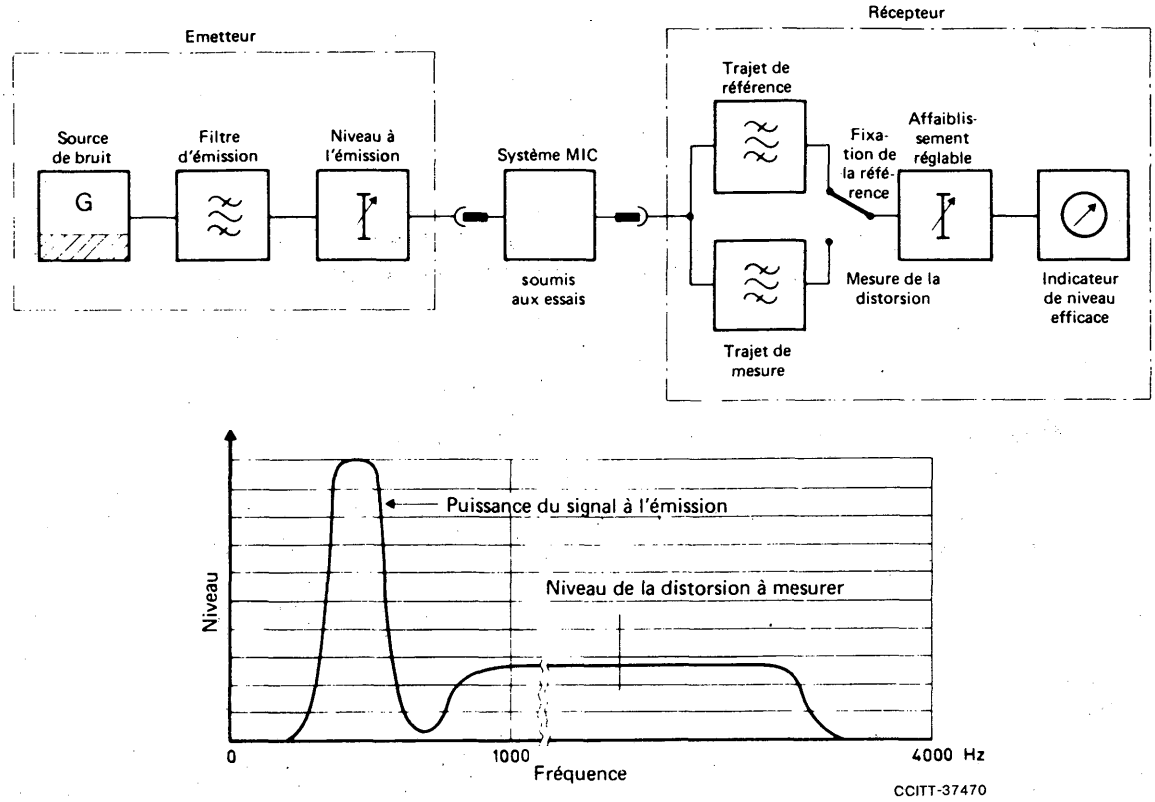


FIGURE 1/O.131

Principe de mesure de la distorsion de quantification

3 Principales clauses de la spécification proposée

3.1 *Emission*

Le signal émis est un bruit pseudo-aléatoire à spectre limité ayant les caractéristiques suivantes:

3.1.1 *Excitateur de bruit à bande limitée*

La densité de probabilité des amplitudes dans la largeur de bande du filtre d'émission a une distribution de caractère pratiquement gaussien. La bande peut avoir une largeur de 100 à 200 Hz entre points à 3 dB (voir les § 3.1.4 et 3.1.5).

3.1.2 *Nombre de raies spectrales*

Il doit y avoir au moins 25 raies spectrales, avec un espacement maximal de 8 Hz mesuré à la sortie du filtre d'émission.

3.1.3 *Rapport de l'amplitude de crête à l'amplitude efficace*

10,5 dB. Tolérance: ± 0,5 dB.

Remarque 1 – On peut obtenir les caractéristiques prévues dans les clauses 3.1.1 à 3.1.3 ci-dessus avec un signal excitateur de bruit prélevé à la sortie d'un registre à décalage à 17 étages dans lequel les sorties des étages 3 et 17 s'ajoutent modulo 2 en un OU exclusif, le résultat étant renvoyé à l'entrée de l'étage 1. Le registre donne une séquence de longueur maximale, soit $(2^{17} - 1)$ bits.

Le registre à décalage est rythmé par une horloge à la fréquence f_c (Hz) telle que l'espacement entre raies spectrales du signal de sortie f_s en Hz soit inférieur ou égal à 8 Hz.

Pour respecter les limites spécifiées du rapport de l'amplitude de crête à la valeur efficace du signal émis (voir la clause 3.1.3), il est possible de régler la fréquence de l'horloge:

$$f_c = f_s (2^{17} - 1) \text{ Hz}$$

Pour maintenir le facteur de crête dans les limites spécifiées, le rythme de l'horloge f_c doit avoir une précision de l'ordre de 1%.

Remarque 2 – Au lieu d'utiliser un registre à décalage pour produire le signal de bruit, on peut recourir à d'autres moyens, pourvu que le signal engendré présente les caractéristiques recommandées dans les clauses 3.1.1 et 3.1.3 ci-dessus.

3.1.4 *Position en fréquence du signal émis*

Entre 350 et 550 Hz.

3.1.5 *Caractéristiques du filtre d'émission*

L'affaiblissement donné par le filtre passe-bande par rapport à l'affaiblissement minimal doit avoir les valeurs suivantes:

aux fréquences de coupure	inférieure (350 Hz), point à 3 dB supérieure (550 Hz), point à 3 dB
au-dessous de 250 Hz	supérieur à 55 dB
à 300 Hz	supérieur à 20 dB
à 580 Hz	supérieur à 6 dB
à 650 Hz	supérieur à 20 dB
à 700 Hz	supérieur à 40 dB
à 750 Hz	supérieur à 50 dB
à 800 Hz et au-dessus	supérieur à 60 dB

La caractéristique de réponse d'un filtre conçu pour ces limites doit donner une largeur de bande, entre points à 3 dB, de 100 Hz au moins.

La figure 2/O.131 représente un gabarit correspondant aux limites indiquées ci-dessus pour la caractéristique du filtre d'émission.

3.1.6 *Gamme du niveau de référence à l'émission*

De 0 dBm0 à −55 dBm0 au moins, conformément aux dispositions du § 11 de la Recommandation G.232 [2], avec une précision de réglage de ± 0,5 dB.

3.1.7 *Impédance de sortie* (dans la gamme de 300 Hz à 4 kHz)

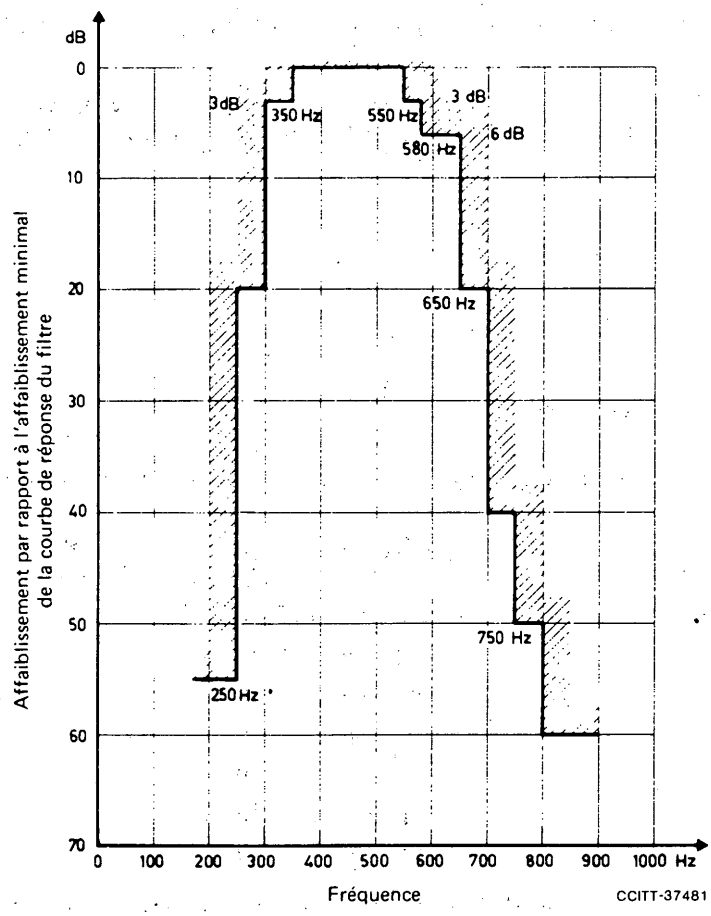
– symétrique, isolée de la masse (autres impédances au choix)	600 ohms
– affaiblissement d'équilibrage	⩾ 30 dB
– équilibre des signaux de sortie	⩾ 40 dB

3.2 *Réception*

3.2.1 *Filtre de référence de réception*

Largeur de bande nominale du trajet de référence: de 350 à 550 Hz. (Voir la remarque ci-dessous.)

La caractéristique du filtre doit être telle que la mesure du signal de bruit d'excitation reçu ne soit pas rendue imprécise par la présence d'une distorsion de quantification ou de toute autre source de bruit dans le système. Le filtre ne doit pas affaiblir de plus de 0,25 dB la puissance d'un bruit dont la largeur de bande est comprise entre 350 Hz et 550 Hz.



Remarque – Voir le § 3.1.5 de la spécification concernant les caractéristiques de la bande passante.

FIGURE 2/O.131

Gabarit d'un filtre passe-bande monté dans l'élément émission d'un appareil pour la mesure de la distorsion de quantification

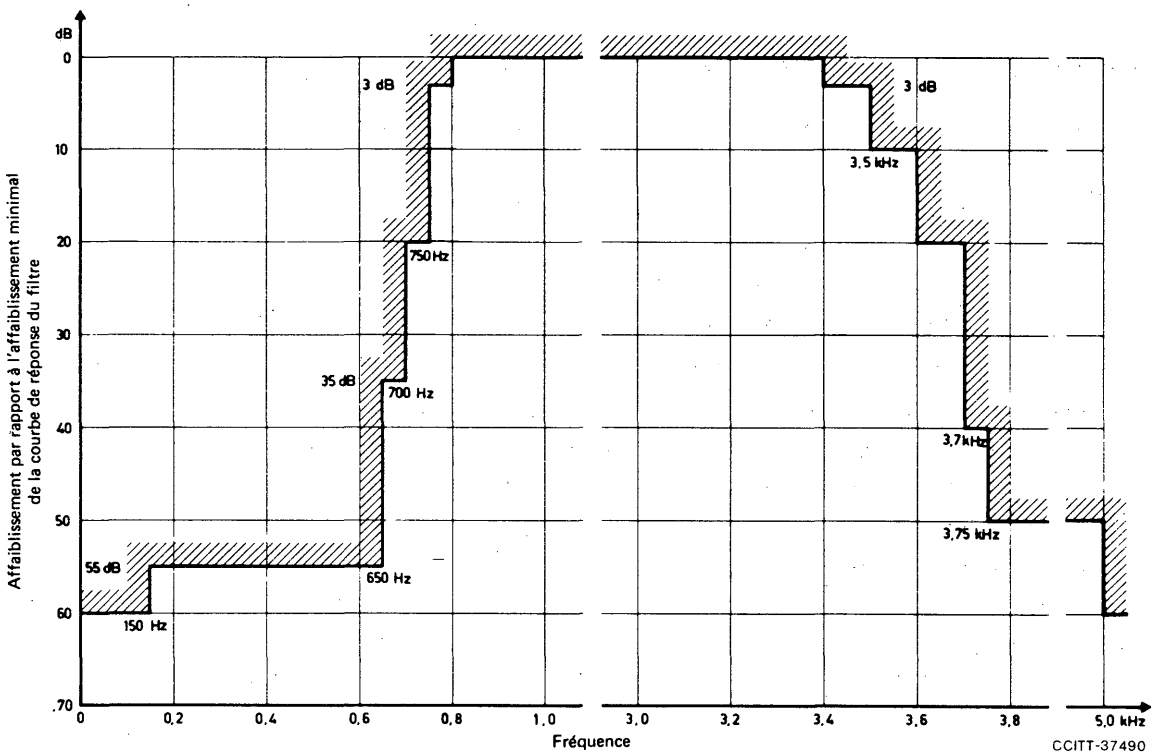
Remarque – Théoriquement, le filtre de référence de réception restreint la largeur de bande du trajet de référence de façon à limiter sa réponse au spectre du signal de bruit reçu. Toutefois, on choisit la largeur de bande de 350 à 550 Hz pour tenir compte de la nécessité d'un interfonctionnement avec des appareils de mesure dont la source de bruit a une largeur de bande d'au plus 200 Hz.

3.2.2 *Largeur de bande du trajet de mesure*

Au moins 2,4 kHz (avec une variation d'affaiblissement inférieure à 2 dB). La caractéristique requise pour les filtres passe-bande destinés à mesurer les produits de distorsion est indiquée ci-dessous; elle est telle que le signal de bruit d'excitation reçu n'affecte pas la mesure. L'affaiblissement de ces filtres par rapport à l'affaiblissement minimal doit avoir les valeurs suivantes:

150 Hz et au-dessous	supérieur à 60 dB
650 Hz	supérieur à 55 dB
700 Hz	supérieur à 35 dB
750 Hz	supérieur à 20 dB
800 Hz	au moins 3 dB
3,4 kHz	au moins 3 dB
3,5 kHz	supérieur à 10 dB
3,6 kHz	supérieur à 20 dB
3,7 kHz	supérieur à 40 dB
3,75 kHz	supérieur à 50 dB
5,0 kHz et au-dessus	supérieur à 60 dB

La figure 3/O.131 représente un gabarit pour la caractéristique d'un filtre de mesure conforme aux limites indiquées ci-dessus.



Remarque – Voir le § 3.2.2 de la spécification concernant les caractéristiques de la bande passante.

FIGURE 3/O.131

Gabarit d'un filtre passe-bande monté dans l'élément réception d'un appareil pour la mesure de la distorsion de quantification

3.2.3 *Correction de largeur de bande*

L'étalonnage de l'appareil de mesure doit être assorti d'un facteur de correction tel que le rapport de la puissance du signal à la puissance mesurée de la distorsion totale soit rapporté à la puissance de la distorsion totale présente dans toute la largeur de bande (3100 Hz) de la voie MIC. Ce facteur de correction répond à la formule suivante, dans l'hypothèse que la puissance de distorsion est distribuée uniformément dans toute la largeur de bande de la voie:

$$10 \log_{10} \frac{3100}{y} \quad \text{(dB)}$$

où y (Hz) est la largeur de bande de bruit équivalente du filtre de mesure.

3.2.4 *Impédance d'entrée*

– Symétrique, isolée de la masse (autres impédances au choix)	600 ohms
– Affaiblissement d'équilibrage	⩾ 30 dB
– Affaiblissement de perturbation longitudinale (au-dessous de 4 kHz)	⩾ 46 dB
– Affaiblissement de perturbation longitudinale (à 40 Hz)	⩾ 60 dB

3.2.5 *Gamme du niveau de référence à l'entrée*

De 0 dBm0 à au moins −55 dBm0 pour des niveaux relatifs conformes aux dispositions de la Recommandation G.232 [2].

3.2.6 *Précision de l'indication du rapport de la puissance du signal à la puissance de distorsion totale*

Pour les niveaux de référence compris entre −6 dBm0 et −55 dBm0 et pour un signal avec distorsion absolue de −72 dBm0 au moins:

- intervalle de mesure de 10 dB à 40 dB: précision ± 0,5 dB,
- intervalle de mesure de 0 dB à 10 dB: précision ± 1,0 dB.

Pour des niveaux de référence entre 0 dBm0 et −6 dBm0:

- intervalle de mesure de 20 dB à 40 dB: précision ± 1,5 dB,
- intervalle de mesure de 0 dB à 20 dB: précision ± 2,0 dB.

Remarque 1 – Ces limites de précision tiennent compte des sources d'erreur suivantes:

- largeur de bande équivalente du filtre de mesure;
- filtre de référence de réception;
- ligne d'affaiblissement montée sur le trajet de mesure;
- caractéristiques du circuit indicateur.

Remarque 2 – Dans le cas des niveaux de référence compris entre 0 dBm0 et −6 dBm0, on a des tolérances plus grandes qui sont nécessaires non seulement pour l'appareil de mesure, mais également pour les codeurs et décodeurs MIC lorsque ceux-ci fonctionnent au voisinage de leur point de saturation.

4 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Caractéristiques de qualité des voies MIC entre accès 4 fils aux fréquences vocales*, tome III, Rec. G.712.

[2] Recommandation du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, Rec. G.232.

APPAREIL DE MESURE DE LA DISTORSION DE QUANTIFICATION UTILISANT UN SIGNAL D'ESSAI SINUSOÏDAL

(Genève, 1980; modifiée à Melbourne, 1988)

1 Introduction

La présente spécification décrit les caractéristiques essentielles que doit posséder un appareil de mesure utilisant un signal d'essai sinusoïdal pour mesurer la distorsion de quantification sur des voies à modulation par impulsions et codage (MIC). Il importe que les caractéristiques des appareils de mesure de ce type fassent l'objet de spécifications suffisantes si l'on désire s'assurer qu'ils conviennent à un interfonctionnement et qu'ils donnent des résultats d'une précision suffisante. La présente spécification est fondée sur la description générale de la méthode 2 du § 9 de la Recommandation G.712 [1].

2 Méthode de mesure

La méthode de mesure consiste à appliquer un signal sinusoïdal aux bornes d'entrée d'une voie MIC et à mesurer le rapport de la puissance du signal reçu à la puissance de distorsion, avec une pondération appropriée du bruit (voir le § 3.3.4). Cette méthode conduit à utiliser un filtre d'arrêt à bande étroite dans l'équipement de réception pour bloquer le signal sinusoïdal provenant des circuits de mesure de la distorsion, afin qu'il soit possible de mesurer la puissance de distorsion.

3 Spécifications

3.1 *Fréquences du signal d'essai*

Il peut être nécessaire de prévoir un signal d'essai dans l'une ou l'autre de deux bandes de fréquences selon le filtre d'arrêt utilisé pour les mesures. Les fréquences d'essai les meilleures sont 820 Hz et 1020 Hz. Cependant, on peut utiliser d'autres fréquences situées dans la bande affaiblie du filtre d'arrêt du signal d'essai (par exemple, 804 Hz ou 850 Hz).

3.2 *Caractéristiques de la source du signal*

3.2.1 *Gamme des niveaux d'émission*

Au minimum la gamme de −45 à +5 dBm0 pour des niveaux relatifs conformes au § 11 de la Recommandation G.232 [2] avec une précision de réglage de ± 0,2 dB.

3.2.2 *Impédance de sortie* (dans la gamme de 300 Hz à 4 kHz)

symétrique, isolée de la masse (autres impédances au choix)	600 ohms
affaiblissement d'équilibrage	⩾ 30 dB
équilibre des signaux de sortie	⩾ 40 dB

3.2.3 Distorsion et modulation parasite . . . . . ⩾ 50 dB

3.2.4 *Précision et stabilité de la fréquence*

La précision et la stabilité de la fréquence du signal d'essai doivent être prévues en fonction de la fréquence utilisée et de sa position par rapport à la bande affaiblie du filtre considéré. Elles doivent en tout état de cause être telles que la fréquence ne soit jamais un sous-multiple du taux d'échantillonnage MIC.

3.3 *Caractéristiques de l'appareil de mesure*

3.3.1 *Gamme de mesure et précision*

Rapport signal/distorsion compris entre 10 et 40 dB avec une précision de ± 1,0 dB.

3.3.2 *Gamme du signal d'entrée*

Au minimum la gamme de −55 à +5 dBm0 pour des niveaux relatifs conformes au § 11 de la Recommandation G.232 [2].

3.3.3 *Impédance d'entrée* (gamme de 300 Hz à 4 kHz)

- symétrique, isolée de la masse (autres impédances au choix) . . . . . 600 ohms
- affaiblissement d'équilibrage . . . . . ⩾ 30 dB
- affaiblissement de perturbation longitudinale (au-dessous de 4 kHz) . . . . . ⩾ 46 dB
- affaiblissement de perturbation longitudinale (à 40 Hz) . . . . . ⩾ 60 dB

3.3.4 *Filtre de mesure*

La valeur du signal de distorsion doit être pondérée au moyen du filtre de pondération normalisé par le CCITT pour la téléphonie (Recommandation O.41). On peut, à titre de variante, utiliser le filtre de pondération pour message C (voir l'annexe A à la Recommandation O.41). Dans ce cas, il peut être nécessaire d'appliquer un facteur de correction d'étalonnage. Il peut se faire que les tolérances de fabrication sur les caractéristiques de ces filtres soient inférieures à celles qui sont autorisées dans leurs spécifications pour que la précision de mesure indiquée au § 3.3.1 soit atteinte.

3.3.5 *Filtre d'arrêt du signal d'essai*

On peut utiliser l'un des deux filtres d'arrêt ayant les caractéristiques figurant dans le tableau 1/O.132.

TABLEAU 1/O.132

Caractéristiques d'un filtre d'arrêt du signal d'essai

Filtre d'arrêt de 804 à 850 Hz	
Fréquence	Affaiblissement
< 325 Hz	< 0,5 dB
< 570 Hz	< 1,0 dB
< 690 Hz	< 3,0 dB
800 à 855 Hz	> 50 dB (bande affaiblie)
> 1000 Hz	< 3,0 dB
> 1105 Hz	< 1,0 dB
> 1360 Hz	< 0,5 dB
Filtre d'arrêt de 1004 à 1020 Hz	
Fréquence	Affaiblissement
< 400 Hz	< 0,5 dB
< 700 Hz	< 1,0 dB
< 860 Hz	< 3,0 dB
1000 à 1025 Hz	> 50 dB (bande affaiblie)
> 1180 Hz	< 3,0 dB
> 1330 Hz	< 1,0 dB
> 1700 Hz	< 0,5 dB

3.3.6 *Caractéristiques du détecteur*

Pour mesurer le signal de distorsion, il faut employer un détecteur de valeur efficace ou quasi efficace dont la précision soit suffisante pour l'objectif fixé.

3.3.7 *Correction pour tenir compte de la largeur de bande*

L'étalonnage de l'appareil de mesure doit couvrir un facteur de correction d'une valeur appropriée, afin de tenir compte de l'affaiblissement dans la largeur de bande de bruit équivalente, dû au filtre d'arrêt du signal d'essai. Le facteur de correction suppose une distribution uniforme de la puissance de distorsion sur la gamme de fréquences considérée; ce facteur de correction prend la forme suivante:

$$\text{Correction (dB)} = 10 \log_{10} \frac{\text{Largeur de bande équivalente de la pondération type du bruit}}{\text{Largeur de bande équivalente de l'appareil de mesure}}$$

4 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Caractéristiques de qualité des voies MIC entre accès 4 fils aux fréquences vocales*, tome III, Rec. G.712.

[2] Recommandation du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, Rec. G.232.

Recommandation O.133

APPAREILS DESTINÉS À MESURER LA QUALITÉ DE FONCTIONNEMENT DE CODEURS ET DECODEURS MIC

(Genève, 1984; modifiée à Melbourne, 1988)

1 Introduction

1.1 Divers équipements décrits dans les Recommandations pertinentes du CCITT comprennent des codeurs et décodeurs conformes à la Recommandation G.711 [1] afin de convertir les signaux vocaux en signaux numériques (MIC) et vice-versa. On peut citer les équipements suivants:

- multiplexeurs MIC (Recommandations G.732 [2] et G.733 [3];
- transmultiplexeurs (Recommandations G.793 [4] et G.794 [5];
- sous-systèmes de centraux numériques (par exemple Recommandation Q.517 [6]).

Pour que les limites globales de performance spécifiées dans les Recommandations du CCITT soient toujours respectées en cas d'interconnexion d'équipements MIC, il faut spécifier et mesurer séparément la performance des équipements dans les deux sens analogique à numérique (A-N) et numérique à analogique (N-A). Il faut en outre effectuer des mesures analogique à analogique (A-A) et numérique à numérique (N-N).

1.2 Les appareils décrits ci-après permettent de procéder à ces mesures sur des équipements MIC fonctionnant à 2048 kbit/s et/ou 1544 kbit/s comme il est spécifié dans les Recommandations G.732 [2], G.733 [3], G.793 [4], G.794 [5] et dans les Recommandations pertinentes de la série Q.

2 Observations générales

2.1 *Fonctions de mesure et architecture*

L'appareil décrit dans cette Recommandation comprend les unités fonctionnelles suivantes.

2.1.1 Un générateur de signaux analogiques qui applique des signaux vocaux aux bornes d'entrée analogiques de l'équipement étudié.

2.1.2 Un analyseur de signaux analogiques qui traite les signaux vocaux en provenance des bornes de sortie analogiques de l'équipement étudié.

2.1.3 Un générateur de signaux numériques qui applique des signaux d'essai aux bornes d'entrée numériques de l'équipement étudié.

2.1.4 Un analyseur de signaux numériques qui traite les signaux reçus en provenance des bornes de sortie numériques de l'équipement étudié.

2.1.5 Les quatre unités mentionnées aux § 2.1.1 à 2.1.4 peuvent être fournies dans n'importe quelle architecture appropriée, au gré du constructeur.

2.1.6 Les fonctions décrites aux § 2.1.3 et 2.1.4 peuvent être réalisées à l'aide de techniques classiques de conversion analogique à numérique et numérique à analogique ou de techniques de traitement numériques directes.

2.2 *Objectifs en matière de précision des mesures et de compatibilité*

2.2.1 A titre d'objectif général, la précision des appareils de mesure doit être dix fois supérieure aux limites de performance pertinentes de l'équipement étudié. Toutefois, en raison de limitations techniques et financières, il n'est pas toujours possible d'atteindre cet objectif.

2.2.2 De plus, les erreurs peuvent augmenter si des appareils de conceptions différentes sont utilisés ensemble ou si les bornes d'entrée et de sortie de l'équipement étudié ne sont pas accessibles au même endroit (mesures de bout en bout).

2.2.3 Il convient de noter, lorsqu'il est fait référence ci-après aux méthodes d'essai prescrites dans des Recommandations telles que les Recommandations O.131 ou O.132, que certaines de leurs spécifications nominales peuvent être insuffisantes pour garantir le degré de précision exigé par la présente Recommandation. Même en respectant les spécifications énoncées dans la présente Recommandation et dans d'autres Recommandations pertinentes (O.131 et O.132 par exemple), il peut se poser des problèmes de compatibilité, en particulier quand on utilise des signaux de bruit pseudo-aléatoire, ce qui diminue la précision des mesures et/ou entraîne l'apparition de résultats variables.

2.2.4 Afin de faciliter l'interfonctionnement d'appareils de conception différente, il est recommandé d'utiliser des signaux de bruit pseudo-aléatoire ayant une périodicité spécifiée (voir les § 3.2.3.1 et 3.4.2.1).

2.3 *Paramètres à mesurer*

Le tableau 1/O.133 contient une liste des paramètres à mesurer sur les divers équipements et indique la configuration de mesure à réaliser. Il convient cependant de noter que certains de ces paramètres ne peuvent être mesurés avec l'appareil qui fait l'objet de la présente Recommandation. Le cas échéant, il est fait référence à d'autres Recommandations pertinentes.

3 Spécifications de l'appareil

Cette section décrit les normes minimales auxquelles doivent satisfaire les quatre unités fonctionnelles de l'appareil. La précision des mesures est indiquée au § 4.

3.1 *Interfaces*

3.1.1 *Interfaces analogiques*[1)]

3.1.1.1 Impédances de sortie et d'entrée symétriques, isolées par rapport à la terre: 600 et/ou 900 ohms.

3.1.1.2 Affaiblissement d'équilibrage de 200 Hz à 4 kHz: $\geqslant$ 36 dB.

3.1.1.3 Affaiblissement de conversion longitudinale (gamme de fréquences 200 Hz à 4 kHz): $\geqslant$ 46 dB.

---

1) Des mesures effectuées pour des impédances complexes sont en cours d'étude.

TABLEAU 1/O.133

Paramètres à mesurer

Paramètre	Configuration de mesure				Dispositif de mesure
	A-N	N-A	A-A	N-N	
Gain (relation entre loi de codage et niveau audiofréquence)	+	+	+	+ [a]	E
Variation de gain (affaiblissement) dans le temps [b]	+	+	+	+	E
Affaiblissement d'équilibrage (aux bornes à fréquences vocales)	+	+	+	–	F
Symétrie longitudinale	+	+	+	–	F
Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence	+	+	+	+	E
Bruit pondéré	+	+	+	+	E
Protection contre les signaux hors bande à l'entrée de la voie	Δ	Δ	Δ	Δ	F
Signaux parasites hors bande à la sortie de la voie	Δ	Δ	Δ	Δ	F
Bruit sur une fréquence unique	Δ	Δ	Δ	Δ	F
Distorsion totale (y compris la distorsion de quantification)	+	+	+	+	E
Variation du gain avec le niveau d'entrée	+	+	+	+	E
Diaphonie (mesurée avec des signaux sinusoïdaux) [a]	+	+	+	+	E
Diaphonie (mesurée avec un signal téléphonique classique)	Δ	Δ	+	Δ	F
Brouillage dû à la signalisation [c]					F
Fréquence d'un signal répétitif	+	+	+	+	F

[a] Mesure à exécuter en injectant un signal auxiliaire dans la voie subissant le brouillage.

[b] Ce paramètre est désigné comme stabilité dans les Recommandations G.712 [9], G.714 [12] et G.792 [13].

[c] L'excitation pour la voie de signalisation n'est pas spécifiée.

E Essentiel
F Facultatif
+ Oui
– Sans objet
Δ Mesure non prévue

Remarque – L'absence d'indication signifie que la nécessité de prévoir cette mesure est à l'étude.

3.1.2 *Jonctions numériques*

3.1.2.1 *Niveau et structure de trame*

L'appareil devra fonctionner de manière satisfaisante avec les niveaux de jonction indiqués dans la Recommandation G.703 [7].

L'une au moins des conditions d'interface et de structure de trame, incluant les structures de trame élargie et les procédures de contrôle de redondance cyclique (CRC), sera assurée:

à 1544 kbit/s, Recommandation G.703, § 2, [7], Recommandation G.733 [3] et G.704 [11];

à 2048 kbit/s, Recommandation G.703, § 6, [7], Recommandation G.732 [2] et G.704 [11].

De plus, l'analyseur numérique doit fonctionner de manière satisfaisante lorsqu'il est connecté par une longueur de câble dont l'affaiblissement d'insertion est de 6 dB à la fréquence correspondant à la moitié du débit binaire du signal. L'affaiblissement d'insertion du câble aux autres fréquences sera proportionnel à $\sqrt{f}$.

En outre, l'appareil pourra être utilisé pour contrôler le fonctionnement de l'équipement numérique en des points d'essai protégés. Une impédance élevée et/ou un gain supplémentaire devraient donc être assurés pour compenser l'affaiblissement aux points de contrôle déjà prévus sur certains équipements.

3.1.2.2 *Impédances des jonctions numériques*

L'impédance aux sorties et aux entrées numériques doit être conforme aux indications données au § 2 ou 6 de la Recommandation G.703 [7].

L'affaiblissement d'équilibrage mesuré par rapport à l'impédance nominale doit avoir les valeurs suivantes:

– 1544 kbit/s (avec préaccentuation)
  Gamme de fréquences 20 kHz à 1,6 MHz à l'entrée: ⩾ 20 dB
  Gamme de fréquences 20 kHz à 500 kHz à la sortie: ⩾ 14 dB
  Gamme de fréquences 500 kHz à 1,6 MHz à la sortie: ⩾ 16 dB
– 1544 kbit/s (sans accentuation)
  Gamme de fréquences 20 kHz à 1,6 MHz à l'entrée et à la sortie: ⩾ 20 dB
– 2048 kbit/s
  Gamme de fréquences 40 kHz à 2,5 MHz à l'entrée et à la sortie: ⩾ 20 dB

3.1.2.3 *Affaiblissement de conversion longitudinale*

(En cours d'étude).

3.2 *Générateur de signaux analogiques*

Les fonctions minimales suivantes seront fournies.

3.2.1 *Niveaux relatifs*

Voir la Recommandation G.232 [8].

3.2.1.1 Niveaux relatifs (intervalle minimal): −16 dBr à 0 dBr.

3.2.2 *Signaux d'essai sinusoïdaux*

3.2.2.1 Aux niveaux de 0 et −10 dBm0, le générateur fournit des signaux d'essai dans la gamme de fréquences de 200 à 3600 Hz. Les fréquences indiquées au § 3.2.2.2, comprenant les points de référence et de discontinuité des gabarits pertinents, doivent être considérées comme un minimum. Voir au § 4.1.4 la note relative au choix des fréquences d'essai.

3.2.2.2 Fréquences du signal d'essai (approximativement): 200, 300, 420, 500, 600, 820, 1020, 2400, 2800, 3000, 3400 et 3600 Hz.

3.2.2.3 Ecart entre fréquence émise et fréquence indiquée: ± 2 Hz ± 0,1%.

3.2.2.4 Pour une fréquence au moins (située de préférence au voisinage de 820 ou 1020 Hz), il doit être possible de régler le niveau du signal pour qu'il soit compris entre +3 dBm0 et −55 dBm0. Les niveaux indiqués au § 3.2.2.5 comprenant les points de référence et de discontinuité des gabarits pertinents constitueront un minimum. Voir au § 4.1.4 le choix des fréquences d'essai.

3.2.2.5 Niveaux des signaux d'essai: −55, −50, −45, −40, −30, −20, −10, 0, +3 dBm0.

3.2.2.6 Ecart entre le niveau émis et le niveau indiqué dans la gamme de fonctionnement de l'appareil: ± 0,2 dB. On doit cependant fournir les moyens de procéder à des mesures relatives, comme défini au § 4.2 dans la limite des tolérances spécifiées.

Remarque – Le but de cette tolérance est de faciliter l'interfonctionnement. Les écarts dus à des erreurs dans les niveaux d'essai doivent être pris en considération lors de la lecture des précisions de mesure indiquées dans la présente Recommandation.

3.2.2.7 La distorsion totale rapportée à une largeur de bande de mesure de 20 kHz doit être d'au moins 20 dB meilleure que les limites indiquées sur le diagramme de la figure 4/G.712 [9].

3.2.3 *Signal d'essai pseudo-aléatoire*

3.2.3.1 Un signal d'essai pseudo-aléatoire conforme à la Recommandation O.131 doit être fourni. Pour faciliter l'interfonctionnement, le rythme de répétition de la séquence (période) sera fixé à 256 ms (2048 échantillons) et dérivé, si possible, du taux d'échantillonnage du codeur étudié. Sinon, la tolérance sera de ± 1 ms.

Remarque – L'utilisation d'une période de 128 ± 0,5 ms (1024 échantillons) satisfait également à cette norme.

3.2.3.2 Le niveau du signal d'essai pseudo-aléatoire doit être réglable dans un intervalle compris entre −3 dBm0 et −55 dBm0. Les niveaux indiqués au § 3.2.3.3, comprenant les points de référence et de discontinuité des gabarits pertinents, représentent un minimum.

3.2.3.3 Niveaux du signal d'essai: −55, −50, −40, −34, −27, −10, −6, −3 dBm0.

3.2.4 *Signal auxiliaire*

3.2.4.1 Afin d'augmenter la précision des mesures de diaphonie, un signal auxiliaire (excitateur) doit être fourni pour injection dans la voie subissant la perturbation.

3.2.4.2 On peut utiliser comme signal auxiliaire un bruit à bande limitée situé entre 350 et 550 Hz, analogue à celui spécifié dans la Recommandation O.131, de niveau compris entre −50 et −60 dBm0. Aux fréquences inférieures à 250 Hz et dans la gamme de 700 Hz à 4 kHz, le signal non essentiel sera inférieur d'au moins 40 dB au signal auxiliaire.

3.2.4.3 On peut aussi utiliser un signal sinusoïdal de niveau compris entre −33 et −40 dBm0. Les harmoniques de ce signal seront inférieures au niveau de la fréquence fondamentale d'au moins 40 dB.

3.3 *Analyseur de signal analogique*

Les fonctions minimales suivantes seront fournies.

3.3.1 *Niveaux relatifs*

Voir la Recommandation G.232 [8].

3.3.1.1 Niveaux relatifs (intervalle minimal): −5 dBr à +7 dBr.

3.3.2 *Niveau*

3.3.2.1 Intervalle de mesure du niveau: −60 à +5 dBm0.

3.3.3 *Affaiblissement d'équilibrage* (facultatif)

3.3.3.1 Intervalle de mesure de l'affaiblissement d'équilibrage: 0 à 40 dB dans la gamme de fréquences comprise entre 200 et 3600 Hz.

3.3.4 *Symétrie longitudinale conforme à la Recommandation O.121* (facultatif)

3.3.4.1 Intervalle de mesure de l'affaiblissement de conversion longitudinale: 5 à 56 dB dans la gamme de fréquences comprise entre 200 et 3600 Hz.

3.3.4.2 Intervalle de mesure de l'affaiblissement de transfert de conversion longitudinale: 5 à 56 dB dans la gamme de fréquences comprise entre 200 et 3600 Hz.

3.3.5 *Bruit pondéré conformément aux indications de la Recommandation O.41*

3.3.5.1 Intervalle de mesure du bruit: −80 à −20 dBm0p

3.3.6 *Distorsion totale mesurée conformément aux Recommandations O.131 et/ou O.132*

Remarque – Pour faciliter l'interfonctionnement, la durée d'observation pour la méthode décrite dans la Recommandation O.131 doit être de 256 ms ou un multiple de ce nombre, établi si possible, à partir du taux d'échantillonnage du décodeur étudié. Sinon, la tolérance doit être de ± 1 ms.

3.3.6.1 Intervalle de mesure de la distorsion totale: 0 à 40 dB.

3.3.7 *Diaphonie*

3.3.7.1 Intervalle de mesure du niveau: −75 à −20 dBm0.

3.3.8 *Fréquence d'un signal répétitif*

A titre facultatif, il doit être possible de mesurer et d'afficher la valeur de la fréquence de n'importe quel signal répétitif de la gamme des fréquences comprises entre 200 et 4000 Hz appliqué à l'entrée de l'appareil à n'importe quel niveau de l'intervalle défini au § 3.3.2. L'affichage du résultat doit être effectué à une résolution de 1 Hz. La mesure doit être effectuée avec une précision d'au moins $50 \cdot 10^{-6}$.

3.4 *Générateur de signaux numériques*

Les signaux suivants doivent être fournis par le générateur de signaux numériques.

3.4.1 *Signaux sinusoïdaux codés en signaux numériques*

3.4.1.1 Au niveau de 0 et −10 dBm0, sont fournis des signaux sinusoïdaux codés en signaux numériques dont les fréquences sont situées dans l'intervalle de 200 Hz à 3600 Hz. Les fréquences indiquées au § 3.4.1.2, comprenant les points de référence et de discontinuité des gabarits pertinents, représentent un minimum. Voir au § 4.1.4 le choix des fréquences d'essai.

3.4.1.2 Fréquences du signal d'essai (approximatives): 200, 300, 420, 500, 600, 820, 1020, 2400, 2800, 3000, 3400 et 3600 Hz.

3.4.1.3 Ecart entre la fréquence émise et la fréquence indiquée: ± 2 Hz ± 0,1%.

3.4.1.4 Pour une fréquence au moins (située de préférence au voisinage de 820 ou de 1020 Hz), il doit être possible de régler le niveau du signal pour qu'il soit compris entre +3 dBm0 et −55 dBm0. Les niveaux indiqués au § 3.4.1.5, comprenant les points de référence et de discontinuité des gabarits pertinents, représentent un minimum. Voir au § 4.1.4 le choix des fréquences d'essai.

3.4.1.5 Niveaux du signal d'essai: −55, −50, −45, −40, −30, −20, −10, 0, +3 dBm0.

3.4.1.6 Ecart entre le niveau émis et le niveau indiqué: ± 0,2 dB.

Remarque – Cette tolérance est destinée à faciliter l'interfonctionnement. Les écarts des résultats de mesure dus à des erreurs dans les niveaux d'essai devraient être inclus dans les spécifications relatives à la précision des mesures.

3.4.1.7 *Séquence numérique de référence*

Le générateur de signaux numériques doit être capable de produire les séquences périodiques de signaux de caractère du tableau 5/G.711 [1] et/ou du tableau 6/G.711 [1], équivalant à un signal sinusoïdal de 1 kHz au niveau nominal de 0 dBm0.

3.4.2 *Signal de bruit pseudo-aléatoire codé en signal numérique*

3.4.2.1 La source de bruit doit avoir les mêmes caractéristiques, en termes de spectre des fréquences et de distribution d'amplitude, qu'un signal qui résulterait de l'application à une voie d'émission idéale d'une source de bruit pseudo-aléatoire à bande limitée, conformément à la Recommandation O.131. Pour faciliter l'interfonctionnement, le rythme de répétition des séquences (période) doit être fixé à 256 ± 1 ms (2048 échantillons).

Remarque – Une période de 128 ± 0,5 ms (1024 échantillons) permet aussi de satisfaire cette norme.

3.4.2.2 Le niveau du signal de bruit pseudo-aléatoire codé en signal numérique doit pouvoir être réglé dans un intervalle compris entre −3 dBm0 et −55 dBm0. Les niveaux indiqués au § 3.4.2.3, comprenant les points de référence et de discontinuité des gabarits pertinents, représentent un minimum.

3.4.2.3 Niveaux du signal d'essai: −55, −50, −40, −34, −27, −10, −6, −3 dBm0.

3.4.3 *Signaux numériques supplémentaires*

En plus des signaux indiqués aux § 3.4.1 et 3.4.2, il doit être possible de sélectionner manuellement une suite répétitive quelconque de 8 éléments binaires.

3.4.4 *Affectation de l'intervalle de temps*

3.4.4.1 Il doit être possible d'appliquer les signaux décrits aux § 3.4.1, 3.4.2 et 3.4.3:

a) à n'importe quel intervalle de temps de conversation choisi;

b) à titre facultatif, à tous les intervalles de temps de conversation.

Les intervalles de temps de conversation qui ne contiennent pas les signaux décrits aux § 3.4.1 et 3.4.2 doivent être fournis avec les signaux numériques du § 3.4.3.

3.4.4.2 A titre facultatif, il faut prévoir une interface qui permette d'appliquer un signal numérique émis par une source externe à l'appareil à n'importe quel intervalle de temps de conversation choisi. Cette interface doit présenter les caractéristiques des interfaces codirectionnelles définies dans la Recommandation G.703 [7].

3.4.5 *Essai de l'unité d'alarme multiplex MIC*

3.4.5.1 *Multiplexeur MIC à 2048 kbit/s (par exemple, conforme à la Recommandation G.732 [2])*

3.4.5.1.1 Afin de tester complètement l'unité d'alarme multiplex, il doit être possible de modifier un bit quelconque du signal numérique dans l'intervalle de temps 0 des trames contenant le signal de verrouillage de trame et des trames ne contenant pas ce signal.

3.4.5.1.2 Il doit être possible de modifier un bit quelconque du signal numérique dans l'intervalle de temps 16 de la trame 0.

3.4.5.1.3 A titre facultatif, au cours des essais décrits aux § 3.4.5.1.1 et 3.4.5.1.2, un signal sinusoïdal codé en signal numérique d'environ 820 Hz, à un niveau de 0 dBm0, doit être appliqué à tous les intervalles de temps de conversation. Ceci permet de vérifier que la jonction multiplex interne de conversation est supprimée lorsque l'unité d'indication d'alarme multiplex fonctionne.

3.4.5.1.4 A titre facultatif, il doit être possible de modifier un bit quelconque du signal numérique dans l'intervalle de temps 16 des trames 1 à 15 d'une multitrame, en cas de signalisation voie par voie. La même séquence peut être appliquée aux 30 voies de signalisation.

3.4.5.1.5 L'appareil doit pouvoir émettre, entre autres structures de trame, des multitrames CRC et des bits de contrôle CRC, conformément au § 2.3 de la Recommandation G.704 [11].

3.4.5.1.6 En cas d'émission d'une multitrame CRC, il doit être possible de modifier n'importe quel bit du signal de verrouillage de multitrame CRC.

3.4.5.1.7 A titre facultatif, lorsque la signalisation voie par voie est utilisée, il faut prévoir une interface qui permette de commander les bits de signalisation associés à n'importe quel intervalle de temps de conversation choisi depuis une source externe à l'appareil.

3.4.5.2 *Multiplexeurs MIC à 1544 kbit/s (par exemple, Recommandation G.733 [3])*

3.4.5.2.1 L'appareil doit pouvoir émettre, entre autres structures de trame, des multitrames CRC, conformément au § 3.1 de la Recommandation G.704 [1].

3.4.5.2.2 Il doit être possible de modifier le premier bit de chaque trame contenant le signal de verrouillage de trame.

3.4.5.2.3 Il doit être possible de modifier le premier bit de la trame 12.

3.4.5.2.4 En cas d'émission de la multitrame à 12 trames, il doit être possible, en cas de signalisation voie par voie, de modifier le huitième bit de chaque intervalle de temps de voie dans les trames 6 et 12. La même séquence peut être appliquée à toutes les voies de signalisation.

3.4.5.2.5 En cas d'émission de la multitrame à 24 trames, il doit être possible, en cas de signalisation voie par voie, de modifier le huitième bit de chaque intervalle de temps de voie dans les trames 6, 12, 18 et 24. La même séquence peut être appliquée à toutes les voies de signalisation.

3.4.5.2.6 A titre facultatif, lorsque la signalisation voie par voie est utilisée, il faut prévoir une interface qui permette de commander les bits de signalisation associés à n'importe quel intervalle de temps de conversation choisi depuis une source externe à l'appareil.

3.4.6 *Possibilité de choix de la synchronisation*

Il doit être possible:

a) soit de verrouiller le rythme de l'horloge du générateur numérique sur celui de l'entrée de l'analyseur numérique,

b) soit de permettre à l'horloge du générateur et à celle de l'analyseur de fonctionner librement dans la limite des tolérances de fréquence globales autorisées,

c) soit encore, à titre facultatif, de verrouiller le rythme de l'horloge du générateur numérique sur une horloge extérieure.

3.5 *Analyseur de signaux numériques*

L'analyseur de signaux numériques doit pouvoir mesurer les paramètres suivants en extrayant le signal numérique de n'importe quel intervalle de temps choisi dans le train multiplex MIC, et en le traitant, s'il y a lieu, comme un signal audiofréquence codé.

3.5.1 *Niveau*

3.5.1.1 Intervalle de mesure du niveau: −60 à +5 dBm0.

3.5.2 *Bruit pondéré conformément à la Recommandation O.41*

3.5.2.1 Intervalle de mesure du bruit: −80 à −20 dBm0p.

Remarque – Si l'analyseur numérique reçoit un signal numérique correspondant à la valeur numéro 1 de sortie du décodeur pour la loi A ou à la valeur numéro 0 de sortie du décodeur pour la loi μ et si le bit de polarité est maintenu à une position fixe, le niveau de bruit mesuré ne doit pas dépasser −85 dBm0p.

3.5.3 *Distorsion totale mesurée conformément aux Recommandations O.131 et/ou O.132*

Remarque – Pour faciliter l'interfonctionnement, la durée d'observation pour la méthode de la Recommandation O.131 doit être de 256 ms ou un multiple de ce nombre, établi, si possible, à partir de la fréquence d'échantillonnage du codeur étudié. Sinon, la tolérance sera de ± 1 ms.

3.5.3.1 Intervalle de mesure de la distorsion totale: 0 à 40 dB.

3.5.4 *Diaphonie*

3.5.4.1 Intervalle de mesure du niveau: −75 à −20 dBm0.

3.5.5 *Détection et affichage du code de crête*

Il doit être possible d'afficher les valeurs, positives et/ou négatives, du code de crête enregistrées pendant une période d'observation d'au moins 800 trames, ou au cours de périodes répétées et automatiquement sélectionnées d'au moins 800 trames. Ce code peut avoir la valeur d'un nombre entier quelconque dans l'intervalle de 0 à ± 127. Le code de crête peut aussi être indiqué par l'affichage d'un niveau de tonalité équivalent en dBm0.

3.5.6 *Bits de signalisation*

3.5.6.1 A titre facultatif, lorsque la signalisation voie par voie est utilisée, les bits de signalisation associés à un intervalle de temps de conversation quelconque doivent pouvoir être choisis pour affichage.

3.5.6.2 A titre facultatif, lorsque la signalisation voie par voie est utilisée, il faut prévoir une interface qui permette, à l'aide d'un dispositif externe raccordé à l'appareil, de surveiller les bits de signalisation associés à n'importe quel intervalle de temps de conversation susceptible d'être choisi.

3.5.7 *Détection et affichage des alarmes* (facultatif)

L'analyseur numérique doit pouvoir surveiller la sortie numérique d'un multiplex MIC et reconnaître et afficher les conditions d'alarme et états binaires suivants:

3.5.7.1 Equipement de multiplexage MIC décrit dans la Recommandation G.732 [2]: perte du signal, perte du verrouillage de trame, perte du verrouillage de multitrame en cas de signalisation voie par voie, perte du verrouillage de multitrame CRC, état du bit 1 de l'intervalle de temps 0 de la trame contenant le signal de verrouillage de trame, état des bits 1 et 3 à 8 de l'intervalle de temps 0 d'une trame ne contenant pas de signal de verrouillage de trame, état du bit 6 de l'intervalle de temps 16 de la trame 0 et affichage de l'information acheminée par la procédure CRC définie dans la Recommandation G.704 [11].

3.5.7.2 Equipement de multiplexage MIC décrit dans la Recommandation G.733 [3].

3.5.7.2.1 Perte du signal, perte du verrouillage de trame, perte du verrouillage de multitrame en cas de signalisation voie par voie.

3.5.7.2.2 Dans le cas où la multitrame à 12 trames fait l'objet d'une surveillance, état du bit 8 de chaque voie des 6e et 12e trames et état du bit 1 de la 12e trame.

3.5.7.2.3 Dans le cas où la multitrame à 24 trames fait l'objet d'une surveillance, état du bit 8 de chaque voie des 6e, 12e, 18e et 24e trames, état du bit 1 de la 12e trame et affichage de l'information acheminée par la procédure CRC définie dans la Recommandation G.704 [11].

3.5.8 *Fréquence d'un signal répétitif*

A titre facultatif, il doit être possible de mesurer et d'afficher la valeur de la fréquence de n'importe quel signal répétitif de la gamme des fréquences comprises entre 200 et 4000 Hz appliqué à un niveau de l'intervalle défini au § 3.5.1. L'affichage du résultat doit être effectué à une résolution de 1 Hz. La mesure doit avoir une précision d'au moins $50 \cdot 10^{-6}$.

3.5.9 *Interface externe pour les intervalles de temps de conversation*

A titre facultatif, il faut prévoir une interface qui permette d'extraire le signal numérique contenu dans un intervalle de temps de conversation choisi et de l'appliquer à un appareil distinct. Cette interface doit présenter les caractéristiques des interfaces codirectionnelles définies dans la Recommandation G.703 [7].

4 Précision des mesures

4.1 *Définition des limites d'erreur des appareils de mesure*

4.1.1 Les limites d'erreur indiquées dans la présente Recommandation se réfèrent toujours à une configuration de mesure complète et comprennent de ce fait les erreurs du générateur aussi bien que celles de l'analyseur (le cas échéant).

4.1.2 Même un couple codeur/décodeur idéal conforme aux spécifications de la Recommandation G.711 [1] présente des limites intrinsèques inévitables[2)], dues au processus MIC, par exemple: capacité de charge maximale, taux de distorsion de quantification, variation du gain avec le niveau d'entrée et intervalle audiofréquence limité.

Les appareils de mesure décrits ici présentent les mêmes caractéristiques et limitations générales qu'un codeur/décodeur idéal conforme à la Recommandation G.711 [1]. Aux fins de la présente Recommandation, on définit comme erreur de mesure la différence entre le résultat fourni par un codeur/décodeur idéal conforme à la Recommandation G.711 [1] et celui fourni par l'appareil de mesure. La figure 1/O.133 montre la relation entre ces erreurs et les erreurs dues au générateur et à l'analyseur de signaux numériques.

4.1.3 Pour obtenir l'erreur de mesure totale, il faut aussi tenir compte des erreurs dues à l'analyseur analogique (E_{AA}) et au générateur analogique (E_{GA}). Etant donné la précision limitée du générateur de signaux analogiques, les résultats des mesures varient en raison des effets du gain de quantification dans la voie MIC soumise aux essais[2)].

L'erreur de mesure totale applicable aux quatre configurations de mesure peut être calculée comme indiqué au tableau 2/O.133.

---

2) Voir l'annexe A en ce qui concerne les erreurs intrinsèques lors du processus de codage MIC qui peuvent affecter l'interprétation des résultats des mesures.

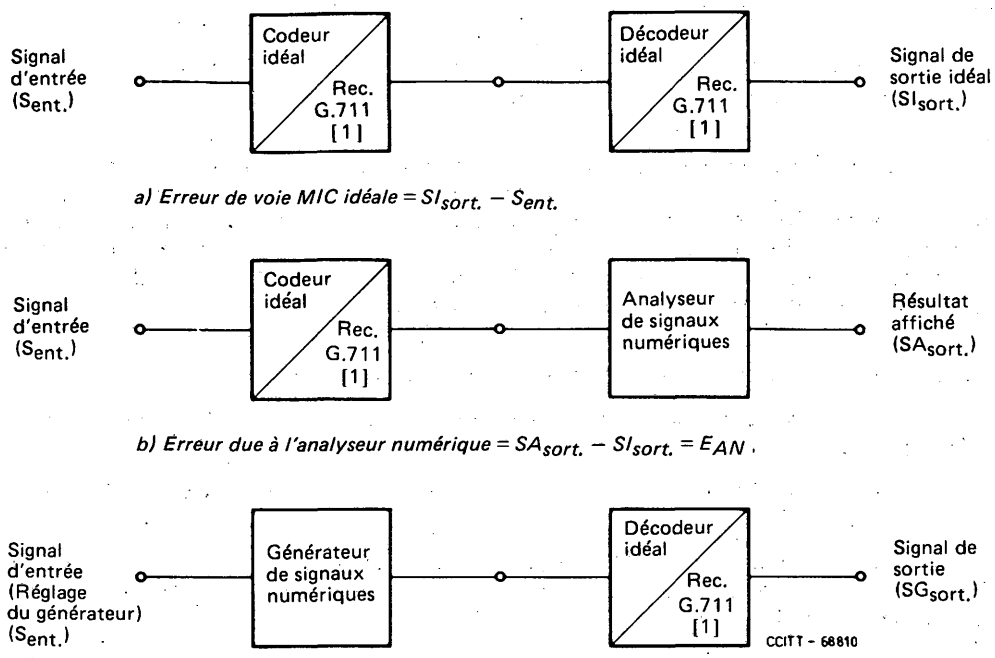


FIGURE 1/O.133

Erreurs dues à l'analyseur et au générateur numériques

TABLEAU 2/O.133

Définition de l'erreur de mesure totale

Configuration de mesure	Erreur de mesure totale
A – N	$E_{GA} + E_{AN}$
N – A	$E_{GN} + E_{AA}$
A – A	$E_{GA} + E_{AA}$
N – N	$E_{GN} + E_{AN}$

4.1.4 *Choix des fréquences d'essai*

Lorsqu'on spécifie la précision des mesures effectuées sur des signaux sinusoïdaux, la tonalité présentée au codeur idéal de la figure 1/O.133 est supposée avoir une fréquence indépendante de la fréquence d'échantillonnage et la durée des mesures est supposée être suffisamment longue pour éliminer l'erreur sur les valeurs moyennes.

Les erreurs intrinsèques dans les mesures de tonalité dépendent du facteur commun le plus élevé de la fréquence du signal d'essai et de la fréquence d'échantillonnage MIC. Il faut éviter les sous-multiples simples de la fréquence d'échantillonnage et leurs harmoniques. Les appareils doivent utiliser un grand nombre d'échantillons indépendants et la précision de mesure doit être spécifiée par rapport à un nombre minimum d'échantillons. Un chiffre d'au moins 400 est recommandé. Les restrictions à l'emploi d'autres fréquences doivent être indiquées. Pour choisir la fréquence d'essai, on se conformera aux indications données dans la Recommandation O.6.

4.1.5 *Distorsion intrinsèque des signaux d'essai*

Pour faciliter l'interfonctionnement dans les mesures de la distorsion totale, il faut spécifier, le cas échéant, certains signaux codés en signaux numériques et à niveau variable pour mesurer comme suit la distorsion totale intrinsèque dans l'intervalle des niveaux possibles:

- bruit pseudo-aléatoire, signal sinusoïdal, 420 Hz: mesuré selon la méthode décrite dans la Recommandation O.131;
- signal sinusoïdal, 820 Hz ou 1020 Hz: mesuré selon la méthode décrite dans la Recommandation O.132.

4.1.6 *Largeur de bande utilisée pour les mesures de la tonalité*

La conception des filtres utilisés pour les mesures de la tonalité n'est pas spécifiée. Les erreurs de mesure doivent toutefois être calculées par rapport aux résultats que fourniraient des mesures sélectives idéales.

4.2 *Résumé des erreurs de mesure totales*

On admet un codage complet à 8 bits comme spécifié dans la Recommandation G.711 [1].

4.2.1 *Gain (relation entre loi de codage et niveau audiofréquence)*

Voir le tableau 3/O.133.

TABLEAU 3/O.133

Paramètre	Limites de l'erreur (dB)			
	A-N	N-A	A-A	N-N
Gain (relation entre loi de codage et niveau audiofréquence) [a]	± 0,08	± 0,08	± 0,05	± 0,05

[a] Mesuré pour une fréquence approximative de 820 Hz ou de 1020 Hz à un niveau de 0 dBm0.

Remarque – En cas d'utilisation d'un signal d'essai sinusoïdal, une interprétation spéciale doit être faite des limites d'erreur spécifiées dans les modes A-N, A-A et N-N (si le signal passe par un point analogique), étant donné l'imprécision du niveau absolu de la caractéristique de la loi de compression-extension d'un codeur concret. Dans les modes précités, ces limites représentent la précision avec laquelle *l'enveloppe* de la caractéristique peut être située, et non la précision d'un *résultat donné* quelconque. Pour plus amples renseignements et pour l'emplacement théorique de l'enveloppe, voir l'annexe A.

4.2.2 *Affaiblissement d'équilibrage* (facultatif)

Voir le tableau 4/O.133.

TABLEAU 4/O.133

Paramètre	Résultat indiqué	Limites de l'erreur (dB)			
		A-N	N-A	A-A	N-N
Affaiblissement d'équilibrage [a]	0 à 30 dB	± 1	± 1	± 1	–
	30 à 40 dB	± 2	± 2	± 2	–

[a] Mesuré au niveau de ⩾ −10 dBm0.

4.2.3 *Affaiblissement de conversion longitudinale (ACL)* (facultatif)

Voir le tableau 5/O.133.

TABLEAU 5/O.133

Paramètre	Résultat indiqué	Limites de l'erreur (dB)			
		A-N	N-A	A-A	N-N
ACL [a]	5 à 40 dB	± 1,5	–	± 1,6	–
	40 à 56 dB	± 2,5	–	± 2,5	–

[a] Mesuré au niveau de ⩾ −10 dBm0.

4.2.4 *Affaiblissement de transfert de conversion longitudinale (ATCL)* (facultatif)

Voir le tableau 6/O.133.

TABLEAU 6/O.133

Paramètre	Résultat indiqué	Limites de l'erreur (dB)			
		A-N	N-A	A-A	N-N
ATCL [a]	5 à 40 dB	± 1,5	–	± 1,5	–
	40 à 56 dB	± 2,5	–	± 2,5	–

[a] Mesuré au niveau de ⩾ −10 dBm0.

4.2.5 *Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence*

Voir le tableau 7/O.133.

TABLEAU 7/O.133

Paramètre	Gamme de fréquences	Limites de l'erreur (dB)			
		A-N	N-A	A-A	N-N
Distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence [a]	200 à 300 Hz	± 0,08	± 0,08	± 0,08	± 0,08
	300 à 3000 Hz	± 0,05	± 0,05	± 0,05	± 0,05
	3000 à 3600 Hz	± 0,08	± 0,08	± 0,08	± 0,08

[a] Mesuré au niveau de 0 ou −10 dBm0. Erreur rapportée à la mesure effectuée approximativement à 820 Hz ou 1020 Hz. L'erreur de mesure spécifiée est applicable si la distorsion d'affaiblissement en fonction de la fréquence mesurée ne dépasse pas 6 dB.

4.2.6 *Bruit pondéré*

Voir le tableau 8/O.133.

TABLEAU 8/O.133

Paramètre	Résultat indiqué	Limites de l'erreur (dB)			
		A-N	N-A	A-A	N-N
Bruit pondéré [a]	−80 à −75 dBm0p	± 2,5	± 2,5	± 2,5	± 2,5
	−75 à −70 dBm0p	± 1,5	± 1,5	± 1,5	± 1,5
	−70 à −20 dBm0p	± 1	± 1	± 1	± 1

[a] L'erreur de mesure comprend les tolérances indiquées dans la Recommandation O.41 pour le filtre de pondération.

4.2.7 *Distorsion totale*

Voir le tableau 9/O.133.

TABLEAU 9/O.133

Paramètre	Résultat indiqué [a]	Limites de l'erreur (dB) [a]			
		A-N	N-A	A-A	N-N
Distorsion totale (signal d'essai de bruit)	0 à 40 dB	± 0,5	± 0,5	± 0,5	± 0,5
Distorsion totale (signal d'essai sinusoïdal)	0 à 40 dB	± 0,8	± 0,8	± 0,8	± 0,8

[a] Avec un signal de distorsion absolue égal ou supérieur à −72 dBm0.

Remarque – En cas d'utilisation d'un signal d'essai sinusoïdal, une interprétation spéciale doit être faite des limites d'erreur spécifiées dans les modes A-N, A-A et N-N (si le signal passe par un point analogique), étant donné l'imprécision du niveau absolu de la caractéristique de la loi de compression-extension d'un codeur concret. Dans les modes précités, ces limites représentent la précision avec laquelle *l'enveloppe* de la caractéristique peut être située, et non la précision d'un *résultat donné* quelconque. Pour plus amples renseignements et pour l'emplacement théorique de l'enveloppe, voir l'annexe A.

4.2.8 *Variation du gain avec le niveau d'entrée*

Voir le tableau 10/O.133.

TABLEAU 10/O.133

Paramètre	Résultat indiqué	Limites de l'erreur (dB) [a]			
		A-N	N-A	A-A	N-N
Variation du gain (signal d'essai de bruit)	−10 à −40 dBm0 −40 à −50 dBm0 −50 à −55 dBm0	± 0,10 ± 0,15 ± 0,15	± 0,10 [b] ± 0,15 ± 0,15	± 0,15 [b] ± 0,20 ± 0,20	± 0,10 ± 0,10 ± 0,10
Variation du gain (signal d'essai sinusoïdal à environ 420, 820 ou 1020 Hz)	+3 à −40 dBm0 −40 à −50 dBm0 −50 à −55 dBm0	± 0,10 [b] ± 0,20 ± 0,25	± 0,10 ± 0,15 ± 0,20	± 0,15 ± 0,20 ± 0,25	± 0,10 ± 0,15 ± 0,20

[a] Erreur rapportée à la mesure effectuée à −10 dBm0.

[b] Valeur indiquée à titre provisoire, en cours d'étude.

Remarque – En cas d'utilisation d'un signal d'essai sinusoïdal, une interprétation spéciale doit être faite des limites d'erreur spécifiées dans les modes A-N, A-A et N-N (si le signal passe par un point analogique), étant donné l'imprécision du niveau absolu de la caractéristique de la loi de compression-extension d'un codeur concret. Dans les modes précités, ces limites représentent la précision avec laquelle *l'enveloppe* de la caractéristique peut être située, et non la précision d'un *résultat donné* quelconque. Pour plus amples renseignements et pour l'emplacement théorique de l'enveloppe, voir l'annexe A.

4.2.9 *Mesure de la diaphonie*

Voir le tableau 11/O.133.

TABLEAU 11/O.133

Paramètre	Observations	Limites de l'erreur (dB)			
		A-N	N-A	A-A	N-N
Diaphonie	Signal d'essai sinusoïdal [a]	± 1	± 1	± 1	± 1
	Signal téléphonique conventionnel [b] (facultatif)	–	–	± 1,5	–

[a] Mesure effectuée en injectant un signal auxiliaire dans la voie perturbée. Les signaux auxiliaires appropriés sont définis au § 3.2.4. L'erreur comprend l'effet du rejet limité du signal auxiliaire par le filtre de mesure et celui de la distorsion de quantification dans la largeur de bande de mesure.

[b] L'erreur de mesure comprend les tolérances indiquées dans la Recommandation O.41 pour le filtre de pondération.

5 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

ANNEXE A

(à la Recommandation O.133)

Erreurs intrinsèques dans le processus de codage MIC susceptibles d'affecter l'interprétation des résultats des mesures

A.1 *Introduction*

La modulation par impulsion et codage (MIC) présente un certain nombre de limites particulières qui affectent les mesures sur codeurs MIC. Elles concernent en particulier la mesure de la variation du gain avec le niveau à l'entrée et celle de la distorsion de quantification. En raison du nombre limité d'échelons de quantification disponibles pour le codage d'un signal analogique, le signal de sortie d'un décodeur MIC n'est pas une réplique du signal d'entrée du codeur. Selon l'amplitude réelle des échantillons du signal à coder par rapport aux seuils de quantification, les valeurs de sortie au décodeur sont parfois plus fortes et parfois plus faibles qu'elles ne le seraient dans un système linéaire. Ces différences sont appelées erreurs de quantification et existent même dans le cas d'un couple codeur/décodeur MIC idéal conforme à une loi de codage pratique. On retrouvera dans un signal d'essai l'effet moyen des erreurs de quantification sur tous les échantillons de ce signal, cet effet dépendant de la distribution du signal en amplitude. Dans le cas d'un bruit gaussien, les erreurs tendent à s'annuler, en sorte qu'il n'y a pas de problème de mesure. Mais, ce n'est pas le cas avec des signaux sinusoïdaux et il convient d'interpréter avec prudence les résultats de mesure en ce qui concerne la linéarité du gain et la distorsion de quantification.

A.2 *Mesure du gain et des variations du gain avec le niveau d'entrée*

Comme il est indiqué dans l'introduction, le signal peut, à la sortie d'un décodeur MIC, être différent de ce qu'il serait à la sortie d'un système linéaire, c'est-à-dire qu'une voie MIC peut sembler avoir un gain inattendu lorsqu'elle est mesurée au moyen d'un signal sinusoïdal. Ce «gain de quantification» est parfois positif et parfois négatif et il varie avec le niveau à l'entrée. Dans le cas d'un codage linéaire, plus il y a d'échelons de quantification pour coder le signal analogique d'entrée, plus les erreurs de quantification sont faibles et moins il y a de variation du gain. Dans le cas d'une caractéristique de codage logarithmique, l'erreur de quantification serait indépendante du niveau d'entrée.

Les lois de codage appliquées dans la pratique (loi A et loi μ) approchent les caractéristiques logarithmiques selon une courbe segmentée. Dans le cas de la loi A, cela se traduit par une variation du gain qui suit les mêmes règles dans les segments n° 7 à n° 2 et qui augmente en raison inverse du niveau d'entrée pour le segment n° 1. Du fait que les valeurs aux points terminaux des segments de la caractéristique de la loi μ ne sont pas des multiples de 2 (comme dans le cas de la loi A), les variations de gain pour les parties de segments correspondantes sont similaires sans pour autant être identiques.

Les figures A-1/O.133 à A-4/O.133 représentent la variation (calculée) du gain avec le niveau d'entrée lorsque l'on mesure une voie MIC avec un signal sinusoïdal asynchrone. La variation du gain dans les segments supérieurs étant toujours comprise entre +0,043 dB et −0,048 dB, seule la gamme des niveaux inférieurs à −30 dBmO est représentée. Le gain passe par un minimum marqué chaque fois que la crête de la sinusoïde passe par une valeur de décision. A mesure que l'amplitude d'entrée augmente, le gain augmente rapidement pour passer par un maximum avant de diminuer à nouveau. Au voisinage du minimum, le gain peut fortement varier pour de très faibles variations du niveau d'entrée. Dans le cas de la loi A, par exemple, les variations du gain peuvent approcher de 0,8 dB (mesures sélectives) lorsque le niveau d'entrée passe de −57,00 dB à −57,066 dB. Dans ce cas, le rapport entre la variation du niveau d'entrée et la variation du gain est de 1/11,8. Avec des niveaux d'entrée plus élevés et dans le cas de la loi μ, la variation du gain avec le niveau d'entrée est plus faible mais elle n'est toujours pas négligeable.

Dans le cas de signaux de niveau supérieur à −60 dBmO, l'excursion maximale est comprise dans une plage d'environ −1,3 à +0,65 dB (−1,0 à +0,9 dB) pour la loi A et d'environ 0,5 à 0,3 dB (−0,45 à 0,35 dB) pour la loi μ selon que l'on utilise un mode de mesure sélective ou (à large bande).

Si l'on mesure la variation du gain d'une voie MIC en présence d'un signal sinusoïdal, il faut tenir compte des considérations théoriques décrites ci-dessus. Puisqu'il suffit que le niveau relatif à l'entrée du codeur soit réglé entre +0,3 dB et −0,3 dB (Recommandation G.713 [10]) et puisque le générateur de signaux analogique utilisé pour les mesures présente une certaine incertitude dans le réglage du niveau à l'émission, il n'est pas possible de prévoir exactement la position réelle de la caractéristique de codage ou même d'éviter la valeur minimale. De ce fait, tout résultat de mesure isolé doit être traité comme relatif à l'enveloppe de la caractéristique de variation du gain. De plus, il faut considérer que les figures A-1/O.133 à A-4/O.133 représentent des valeurs théoriques correspondant à des codeurs idéaux ne présentant pas d'erreur de seuil de quantification. Dans la pratique, il faut s'attendre à des écarts par rapport à ces caractéristiques idéales en raison du décalage du seuil du codeur.

Ces limitations s'appliquent également aux mesures du gain, bien que, aux niveaux élevés, l'erreur soit faible (de l'ordre de ± 0,04 dB).

Pour simplifier l'interprétation des résultats des mesures, les tableaux A-1/O.133 à A-4/O.133 donnent la liste des valeurs extrêmes de la variation du gain dans les deux cas de la loi A et de la loi μ, pour des mesures sélectives et pour des mesures à large bande. Ces tableaux ont 64 lignes (multiples de 16), en sorte qu'une ligne contient les valeurs qui correspondent aux parties de segment. Dans le cas de la loi A, les valeurs de gain correspondantes dans les trois premières colonnes sont identiques.

A.3 *Mesure de la distorsion de quantification*

L'erreur de quantification entraîne une distorsion de quantification qui varie en fonction du niveau d'entrée. Les figures A-5/O.133 et A-6/O.133 représentent les caractéristiques (calculées) de distorsion de quantification pour la loi A et pour la loi μ lorsque l'on mesure une voie MIC à l'aide d'un signal sinusoïdal. Comme dans le cas des mesures de gain, la distorsion de quantification peut fortement varier à la suite de légères variations du niveau du signal d'entrée. Le taux de variation passe par un maximum aux points terminaux du segment.

Pour la raison qui a été indiquée ci-dessus, on ne peut, là encore, que se référer à l'enveloppe de la variation de la distorsion de quantification lorsque l'on interprète des résultats de mesure isolés. L'avertissement concernant les erreurs dues au seuil de quantification dans un codeur non idéal s'applique également à la mesure de la distorsion de quantification.

Les tableaux A-5/O.133 et A-6/O.133 indiquent les valeurs extrêmes de la distorsion de quantification d'un codeur idéal lorsque les mesures sont faites avec un signal sinusoïdal. Dans ces tableaux, «niveau» signifie «niveau d'entrée»; S/Q est le rapport correspondant (à la sortie) entre le niveau du signal d'excitation mesuré sélectivement et le bruit de quantification mesuré uniformément et avec une correction fixe afin de normaliser la largeur de bande du bruit à la valeur de 3,1 kHz.

Remarque – Les tableaux A-5/O.133 et A-6/O.133 ainsi que les graphiques qui les accompagnent ont un caractère essentiellement indicatif car:

1) les calculs (S/Q uniforme) ne donnent pas des résultats comparables aux résultats pondérés $(S + Q)/Q$ de la méthode spécifiée dans la Recommandation O.132. Ils correspondent mieux à ceux que donne l'emploi d'une excitation par tonalité avec les filtres que recommande la Recommandation O.131;
2) la correction pour la largeur de bande de 3,1 kHz se fonde sur un spectre de bruit de quantification plat alors qu'il ne l'est pas et qu'il dépend du niveau (en sorte que nulle correction fixe ne peut compenser la largeur de bande perdue du filtre de rejet de l'excitation).

A.4 *Remarques générales concernant les tableaux et graphiques*

Les niveaux d'entrée sont indiqués sur la base de valeurs de T_{max} d'exactement 3,14 dBm0 pour la loi A et 3,17 dBm0 pour la loi μ. (Sur cette base, les niveaux sélectifs des séquences à 1 kHz de la Recommandation G.711 [1] sont de −0,0016 dBm0 pour la loi A et de −0,0024 dBm0 pour la loi μ).

L'enveloppe d'une caractéristique est une paire de courbes lisses tangentielles à cette caractéristique à ses valeurs extrêmes ou au voisinage de ces valeurs.

TABLEAU A-1/O.133

Variation du gain avec le niveau d'entrée, loi A – Calcul du gain basé sur une mesure sélective du signal d'excitation

Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)
2,948	0,009	–9,093	0,009	–21,135	0,009	–33,176	0,008
2,864	0,018	–9,177	–0,018	–21,218	–0,018	–33,259	–0,019
2,666	0,009	–9,375	0,009	–21,417	0,009	–33,458	0,009
2,579	–0,019	–9,462	–0,019	–21,503	–0,019	–33,544	–0,020
2,374	0,010	–9,667	0,010	–21,708	0,010	–33,749	0,009
–2,285	–0,020	–9,756	–0,020	–21,797	–0,020	–33,839	–0,021
2,073	0,010	–9,969	0,010	–22,010	0,010	–34,051	0,010
1,980	–0,021	–10,061	–0,021	–22,102	–0,021	–34,143	–0,022
1,760	0,011	–10,281	0,011	–22,322	0,011	–34,363	0,010
1,664	–0,022	–10,377	–0,022	–22,418	–0,022	–34,459	–0,023
1,436	0,012	–10,605	0,012	–22,647	0,012	–34,688	0,011
1,336	–0,024	–10,705	–0,024	–22,746	–0,024	–34,787	–0,025
1,099	0,012	–10,942	0,012	–22,983	0,012	–35,024	0,011
0,996	–0,025	–11,045	–0,025	–23,087	–0,025	–35,128	–0,026
0,749	0,013	–11,293	0,013	–23,334	0,013	–35,375	0,012
0,641	–0,027	–11,400	–0,027	–23,441	–0,027	–35,482	–0,028
0,383	0,014	–11,658	0,014	–23,699	0,014	–35,740	0,013
0,272	–0,028	–11,770	–0,028	–23,811	–0,028	–35,852	–0,030
0,002	0,015	–12,039	0,015	–24,080	0,015	–36,121	0,014
–0,115	–0,030	–12,156	–0,030	–24,197	–0,030	–36,238	–0,032
–0,396	0,017	–12,438	0,017	–24,479	0,017	–36,520	0,015
–0,519	–0,032	–12,560	–0,032	–24,601	–0,032	–36,642	–0,034
–0,814	0,018	–12,856	0,018	–24,897	0,018	–36,937	0,016
–0,942	–0,034	–12,984	–0,034	–25,025	–0,034	–37,066	–0,036
–1,254	0,020	–13,295	0,020	–25,336	0,020	–37,376	0,017
–1,388	–0,036	–13,429	–0,036	–25,470	–0,036	–37,512	–0,039
–1,716	0,023	–13,758	0,023	–25,799	0,023	–37,838	0,019
–1,858	–0,038	–13,899	–0,038	–25,940	–0,038	–37,981	–0,043
–2,206	0,026	–14,248	0,026	–26,289	0,026	–38,327	0,020
–2,354	–0,040	–14,395	–0,040	–26,436	–0,040	–38,478	–0,047
–2,741	0,035	–14,782	0,035	–26,824	0,035	–38,844	0,022
–2,881	–0,018	–14,922	–0,018	–26,963	–0,018	–39,004	–0,051
–3,073	0,009	–15,114	0,009	–27,155	0,009	–39,394	0,024
–3,156	–0,018	–15,198	–0,018	–27,239	–0,018	–39,565	–0,056
–3,355	0,009	–15,396	0,009	–27,437	0,009	–39,982	0,027
–3,441	–0,019	–15,482	–0,019	–27,524	–0,019	–40,164	–0,062
–3,646	0,010	–15,688	0,010	–27,729	0,010	–40,612	0,030
–3,736	–0,020	–15,777	–0,020	–27,818	–0,020	–40,808	–0,070
–3,948	0,010	–15,989	0,010	–28,030	0,010	–41,291	0,034
–4,040	–0,021	–16,082	–0,021	–28,123	–0,021	–41,503	–0,079
–4,261	0,011	–16,302	0,011	–28,343	0,011	–42,029	0,038
–4,356	–0,022	–16,398	–0,022	–28,439	–0,022	–42,259	–0,090
–4,585	0,012	–16,626	0,012	–28,667	0,012	–42,834	0,044
–4,684	–0,024	–16,725	–0,024	–28,767	–0,024	–43,087	–0,104
–4,922	0,012	–16,963	0,012	–29,004	0,012	–43,723	0,051
–5,025	–0,025	–17,066	–0,025	–29,107	–0,025	–44,002	–0,122
–5,272	0,013	–17,313	0,013	–29,354	0,013	–44,713	0,061
–5,379	–0,027	–17,421	–0,027	–29,462	–0,027	–45,025	–0,146
–5,637	0,014	–17,678	0,014	–27,719	0,014	–45,831	0,074
–5,749	–0,028	–17,790	–0,028	–29,831	–0,028	–46,185	–0,178
–6,018	0,015	–18,059	0,015	–30,101	0,015	–47,114	0,092
–6,135	–0,030	–18,176	–0,030	–30,218	–0,030	–47,524	–0,226
–6,417	0,017	–18,458	0,017	–30,499	0,017	–48,623	0,119
–6,539	–0,032	–18,580	–0,032	–30,622	–0,032	–49,107	–0,299
–6,835	0,018	–18,876	0,018	–30,917	0,018	–50,451	0,162
–6,963	–0,034	–19,004	–0,034	–31,045	–0,034	–51,045	–0,423
–7,274	0,020	–19,315	0,020	–31,356	0,020	–52,775	0,240
–7,409	–0,036	–19,450	–0,036	–31,491	–0,036	–53,544	–0,668
–7,737	0,023	–19,778	0,023	–31,819	0,022	–55,976	0,408
–7,878	–0,038	–19,919	–0,038	–31,961	–0,039	–57,066	–1,312
–8,227	0,026	–20,268	0,026	–32,309	0,026		
–8,375	–0,040	–20,416	–0,040	–32,457	–0,040		
–8,762	0,035	–20,803	0,035	–32,844	0,035		
–8,901	–0,018	–20,942	–0,018	–32,984	–0,018		

TABLEAU A-2/O.133

Variation du gain avec le niveau d'entrée, loi A – Calcul du gain basé sur une mesure à large bande du signal d'excitation

Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)
2,947	0,009	−9,094	0,009	−21,135	0,009	−33,176	0,009
2,864	−0,018	−9,177	−0,018	−21,218	−0,018	−33,259	−0,018
2,665	0,010	−9,376	0,010	−21,417	0,010	−33,458	0,010
2,579	−0,019	−9,462	−0,019	−21,503	−0,019	−33,544	−0,019
2,374	0,010	−9,668	0,010	−21,709	0,010	−33,750	0,010
2,285	−0,020	−9,756	−0,020	−21,797	−0,020	−33,839	−0,020
2,072	0,011	−9,969	0,011	−22,010	0,011	−34,052	0,011
1,980	−0,021	−10,061	−0,021	−22,102	−0,021	−34,143	−0,021
1,759	0,012	−10,282	0,012	−22,323	0,012	−34,364	0,011
1,664	−0,022	−10,377	−0,022	−22,418	−0,022	−34,459	−0,022
1,435	0,012	−10,606	0,012	−22,647	0,012	−34,688	0,012
1,336	−0,023	−10,705	−0,023	−22,746	−0,023	−34,787	−0,023
1,098	0,013	−10,943	0,013	−22,984	0,013	−35,025	0,013
0,996	−0,024	−11,045	−0,024	−23,087	−0,024	−35,128	−0,025
0,748	0,014	−11,293	0,014	−23,334	0,014	−35,376	0,013
0,641	−0,026	−11,400	−0,026	−23,441	−0,026	−35,482	−0,026
0,383	0,015	−11,658	0,015	−23,700	0,015	−35,741	0,014
0,272	−0,027	−11,770	−0,027	−23,811	−0,027	−35,852	−0,028
0,001	0,016	−12,040	0,016	−24,081	0,016	−36,122	0,015
−0,115	−0,029	−12,156	−0,029	−24,197	−0,029	−36,238	−0,030
−0,397	0,018	−12,439	0,018	−24,480	0,018	−36,521	0,016
−0,519	−0,031	−12,560	−0,031	−24,601	−0,031	−36,642	−0,032
−0,815	0,019	−12,857	0,019	−24,898	0,019	−36,938	0,018
−0,942	−0,033	−12,984	−0,033	−25,025	−0,033	−37,066	−0,034
−1,255	0,021	−13,296	0,021	−25,337	0,021	−37,378	0,019
−1,388	−0,035	−13,429	−0,035	−25,470	−0,035	−37,512	−0,037
−1,718	0,024	−13,759	0,024	−25,800	0,024	−37,840	0,021
−1,858	−0,037	−13,899	−0,037	−25,940	−0,037	−37,981	−0,040
−2,208	0,027	−14,249	0,027	−26,290	0,027	−38,328	0,023
−2,354	−0,038	−14,395	−0,038	−26,436	−0,038	−38,478	−0,044
−2,742	0,036	−14,783	0,036	−26,825	0,036	−38,846	0,025
−2,881	−0,017	−14,922	−0,017	−26,963	−0,017	−39,004	−0,048
−3,073	0,009	−15,114	0,009	−27,156	0,009	−39,396	0,028
−3,156	−0,018	−15,198	−0,018	−27,239	−0,018	−39,565	−0,053
−3,355	0,010	−15,397	0,010	−27,438	0,010	−39,984	0,031
−3,441	−0,019	−15,482	−0,019	−27,524	−0,019	−40,164	−0,058
−3,647	0,010	−15,688	0,010	−27,729	0,010	−40,615	0,034
−3,736	−0,020	−15,777	−0,020	−27,818	−0,020	−40,808	−0,065
−3,949	0,011	−15,990	0,011	−28,031	0,011	−41,295	0,039
−4,040	−0,021	−16,082	−0,021	−28,123	−0,021	−41,503	−0,073
−4,261	0,012	−16,302	0,012	−28,344	0,012	−42,033	0,044
−4,356	−0,022	−16,398	−0,022	−28,439	−0,022	−42,259	−0,083
−4,585	0,012	−16,627	0,012	−28,668	0,012	−42,839	0,051
−4,684	−0,023	−16,725	−0,023	−28,767	−0,023	−43,087	−0,095
−4,922	0,013	−16,963	0,013	−29,005	0,013	−43,729	0,060
−5,025	−0,024	−17,066	−0,024	−29,107	−0,024	−44,002	−0,111
−5,273	0,014	−17,314	0,014	−29,355	0,014	−44,720	0,072
−5,379	−0,026	−17,421	−0,026	−29,462	−0,026	−45,025	−0,132
−5,638	0,015	−17,679	0,015	−29,720	0,015	−45,840	0,088
−5,749	−0,027	−17,790	−0,027	−29,831	−0,027	−46,185	−0,161
−6,019	0,016	−18,060	0,016	−30,102	0,016	−47,128	0,111
−6,135	−0,029	−18,176	−0,029	−30,218	−0,029	−47,524	−0,202
−6,418	0,018	−18,459	0,018	−30,500	0,018	−48,642	0,146
−6,539	−0,031	−18,580	−0,031	−30,622	−0,031	−49,107	−0,263
−6,836	0,019	−18,877	0,019	−30,918	0,019	−50,480	0,203
−6,963	−0,033	−19,004	−0,033	−31,045	−0,033	−51,045	−0,365
−7,275	0,021	−19,316	0,021	−31,358	0,021	−52,827	0,310
−7,409	−0,035	−19,450	−0,035	−31,491	−0,035	−53,544	−0,556
−7,738	0,024	−19,779	0,024	−31,821	0,023	−56,086	0,554
−7,878	−0,037	−19,919	−0,037	−31,961	−0,037	−57,066	−1,015
−8,228	0,027	−20,269	0,027	−32,311	0,027		
−8,375	−0,038	−20,416	−0,038	−32,457	−0,039		
−8,763	0,036	−20,804	0,036	−32,845	0,036		
−8,901	−0,017	−20,942	−0,017	−32,984	−0,017		

TABLEAU A-3/O.133

Variation du gain avec le niveau d'entrée, loi μ – Calcul du gain basé sur une mesure sélective du signal d'excitation

Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)
2,977	0,009	−9,173	0,009	−21,662	0,010	−35,769	0,014
2,893	−0,018	−9,258	−0,019	−21,751	−0,020	−35,882	−0,030
2,694	0,009	−9,459	0,010	−21,964	0,010	−36,154	0,015
2,607	−0,019	−9,547	−0,020	−22,057	−0,021	−36,272	−0,032
2,401	0,010	−9,756	0,010	−22,277	0,011	−36,557	0,016
2,311	−0,020	−9,847	−0,021	−22,373	−0,023	−36,681	−0,034
2,098	0,010	−10,063	0,011	−22,602	0,012	−36,980	0,017
2,005	−0,021	−10,157	−0,022	−22,702	−0,024	−37,110	−0,036
1,784	0,011	−10,382	0,011	−22,940	0,012	−37,425	0,018
1,668	−0,023	−10,479	−0,023	−23,043	−0,025	−37,562	−0,039
1,458	0,012	−10,712	0,012	−23,291	0,013	−37,893	0,020
1,358	−0,024	−10,814	−0,024	−23,399	−0,027	−38,038	−0,043
1,120	0,013	−11,056	0,013	−23,657	0,014	−38,388	0,022
1,016	−0,025	−11,161	−0,026	−23,769	−0,029	−38,541	−0,046
0,767	0,013	−11,414	0,014	−24,039	0,015	−38,914	0,024
0,660	−0,027	−11,524	−0,027	−24,157	−0,030	−37,076	−0,051
0,400	0,014	−11,787	0,015	−23,439	0,016	−39,473	0,027
0,288	−0,028	−11,902	−0,029	−25,562	−0,032	−39,646	−0,056
0,017	0,016	−12,177	0,016	−24,858	0,018	−40,071	0,030
−0,101	−0,030	−12,297	−0,031	−24,987	−0,035	−40,255	−0,062
−0,384	0,017	−12,585	0,017	−25,299	0,019	−40,713	0,034
−0,507	−0,032	−12,711	−0,033	−25,434	−0,037	−40,911	−0,069
−0,805	0,018	−13,014	0,019	−25,763	0,021	−41,406	0,039
−0,934	−0,034	−13,145	−0,035	−25,905	−0,040	−41,621	−0,077
−1,247	0,020	−13,465	0,021	−26,253	0,024	−42,160	0,045
−1,382	−0,036	−13,603	−0,038	−26,403	−0,043	−42,393	−0,087
−1,713	0,023	−13,941	0,024	−26,773	0,027	−42,986	0,054
−1,855	−0,039	−14,086	−0,040	−26,932	−0,046	−43,241	−0,098
−2,206	0,026	−14,446	0,027	−27,327	0,032	−43,902	0,067
−2,355	−0,040	−14,598	−0,041	−27,495	−0,048	−44,181	−0,110
−2,745	0,036	−14,997	0,037	−27,938	0,043	−44,959	0,099
−2,886	−0,018	−15,141	−0,018	−28,097	−0,022	−45,236	−0,054
−3,080	0,009	−15,340	0,009	−28,318	0,011	−45,639	0,026
−3,164	−0,019	−15,426	−0,019	−28,414	−0,023	−45,815	−0,059
−3,364	0,009	−15,632	0,010	−28,643	0,011	−46,247	0,028
−3,451	−0,020	−15,721	−0,020	−28,743	−0,024	−46,435	−0,066
−3,658	0,010	−15,934	0,010	−28,982	0,012	−46,901	0,032
−3,748	−0,021	−16,026	−0,021	−29,086	−0,026	−47,104	−0,074
−3,963	0,010	−16,247	0,011	−29,334	0,013	−47,608	0,036
−4,056	−0,022	−16,343	−0,023	−29,442	−0,027	−47,828	−0,084
−4,278	0,011	−16,571	0,012	−29,701	0,014	−43,378	0,041
−4,375	−0,023	−16,671	−0,024	−29,814	−0,029	−48,618	−0,096
−4,605	0,012	−16,908	0,012	−30,084	0,015	−49,223	0,047
−4,706	−0,024	−17,012	−0,025	−30,202	−0,031	−49,488	−0,112
−4,946	0,013	−17,259	0,013	−30,485	0,016	−50,159	0,056
−5,050	−0,025	−17,367	−0,027	−30,608	−0,033	−50,454	−0,133
−5,300	0,014	−17,625	0,014	−30,906	0,017	−51,209	0,067
−5,408	−0,027	−17,737	−0,028	−31,035	−0,035	−51,541	−0,161
−5,669	0,015	−18,007	0,015	−31,347	0,019	−52,404	0,082
−5,782	−0,029	−18,124	−0,030	−31,483	−0,038	−52,784	−0,200
−6,054	0,016	−18,406	0,017	−31,813	0,021	−53,791	0,104
−6,172	−0,030	−18,528	−0,032	−31,956	−0,041	−54,235	−0,258
−6,458	0,017	−18,824	0,018	−32,305	0,023	−55,444	0,138
−6,581	−0,032	−18,953	−0,034	−32,456	−0,044	−55,978	−0,352
−6,881	0,019	−19,264	0,020	−32,826	0,025	−57,490	0,195
−7,011	−0,035	−19,399	−0,037	−32,987	−0,048	−58,161	−0,522
−7,326	0,021	−19,727	0,022	−33,381	0,029		
−7,462	−0,037	−19,869	−0,039	−33,552	−0,053		
−7,795	0,023	−20,217	0,025	−33,975	0,053		
−7,938	−0,039	−20,367	−0,042	−34,156	−0,057		
−8,292	0,027	−20,737	0,029	−34,613	0,039		
−8,442	−0,040	−20,894	−0,044	−34,806	−0,060		
−8,836	0,036	−21,307	0,039	−35,323	0,054		
−8,977	−0,018	−21,456	−0,019	−35,508	−0,028		

TABLEAU A-4/O.133

Variation du gain avec le niveau d'entrée, loi μ – Calcul du gain basé sur une mesure à large bande du signal d'excitation

Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	Gain (dB)
2,977	0,009	−9,173	0,010	−21,662	0,010	−35,769	0,015
2,893	−0,018	−9,258	−0,018	−21,751	−0,020	−35,882	−0,028
2,693	0,010	−9,460	0,010	−21,965	0,011	−36,155	0,016
2,607	−0,019	−9,547	−0,019	−22,057	−0,021	−36,272	−0,030
2,400	0,010	−9,757	0,011	−22,278	0,012	−36,558	0,017
2,311	−0,020	−9,847	−0,020	−22,373	−0,022	−36,681	−0,032
2,097	0,011	−10,064	0,011	−22,603	0,012	−36,981	0,018
2,005	−0,021	−10,157	−0,021	−22,702	−0,023	−37,110	−0,035
1,783	0,012	−10,382	0,012	−22,940	0,013	−37,426	0,020
1,668	−0,022	−10,479	−0,022	−23,043	−0,024	−37,562	−0,037
1,458	0,012	−10,713	0,013	−23,292	0,014	−37,895	0,022
1,358	−0,023	−10,814	−0,024	−23,399	−0,026	−38,038	−0,041
1,119	0,013	−11,057	0,014	−23,658	0,015	−38,390	0,024
1,016	−0,024	−11,161	−0,025	−23,769	−0,028	−38,541	−0,044
0,767	0,014	−11,415	0,015	−23,040	0,016	−38,916	0,026
0,660	−0,026	−11,524	−0,026	−24,157	−0,029	−37,096	−0,048
0,400	0,015	−11,788	0,016	−24,440	0,017	−39,475	0,029
0,288	−0,027	−11,902	−0,028	−24,562	−0,031	−39,646	−0,053
0,016	0,016	−12,178	0,017	−24,859	0,019	−40,073	0,033
−0,101	−0,029	−12,297	−0,030	−24,987	−0,034	−40,255	−0,058
−0,385	0,018	−12,586	0,018	−25,300	0,021	−40,715	0,037
−0,507	−0,031	−12,711	−0,032	−25,434	−0,036	−40,911	−0,065
−0,806	0,019	−13,015	0,020	−25,764	0,023	−41,409	0,042
−0,934	−0,033	−13,145	−0,034	−25,905	−0,039	−41,621	−0,073
−1,248	0,021	−13,466	0,022	−26,254	0,025	−42,163	0,049
−1,382	−0,035	−13,603	−0,036	−26,403	−0,042	−42,393	−0,082
−1,714	0,024	−13,942	0,025	−26,775	0,028	−42,990	0,058
−1,855	−0,038	−14,086	−0,039	−26,932	−0,045	−43,241	−0,093
−2,208	0,027	−14,447	0,028	−27,329	0,033	−43,907	0,072
−2,355	−0,039	−14,598	−0,040	−27,495	−0,047	−44,181	−0,104
−2,746	0,036	−14,998	0,038	−27,939	0,044	−44,963	0,104
−2,886	−0,017	−15,141	−0,018	−28,097	−0,021	−45,236	−0,050
−3,080	0,009	−15,340	0,010	−28,318	0,012	−45,641	0,029
−3,164	−0,018	−15,426	−0,019	−28,414	−0,022	−45,815	−0,055
−3,365	0,010	−15,632	0,010	−28,644	0,012	−46,249	0,032
−3,451	−0,019	−15,721	−0,020	−28,743	−0,023	−46,435	−0,061
−3,659	0,011	−15,934	0,011	−28,983	0,013	−46,904	0,036
−3,748	−0,020	−16,026	−0,021	−29,086	−0,025	−47,104	−0,069
−3,963	0,011	−16,247	0,012	−29,335	0,014	−47,611	0,041
−4,056	−0,021	−16,343	−0,022	−29,442	−0,026	−47,828	−0,078
−4,279	0,012	−16,572	0,012	−29,702	0,015	−48,382	0,047
−4,375	−0,022	−16,671	−0,023	−29,814	−0,028	−48,618	−0,089
−4,606	0,013	−16,909	0,013	−30,085	0,016	−49,228	0,055
−4,706	−0,023	−17,012	−0,024	−30,202	−0,030	−49,488	−0,103
−4,946	0,013	−17,260	0,014	−30,486	0,017	−50,166	0,065
−5,050	−0,025	−17,367	−0,026	−30,608	−0,032	−50,454	−0,121
−5,300	0,014	−17,626	0,015	−30,907	0,019	−51,218	0,079
−5,408	−0,026	−17,737	−0,027	−31,035	−0,034	−51,541	−0,145
−5,670	0,015	−18,007	0,016	−31,349	0,020	−52,416	0,098
−5,782	−0,028	−18,124	−0,029	−31,483	−0,037	−52,784	−0,179
−6,055	0,017	−18,407	0,018	−31,814	0,022	−53,807	0,126
−6,172	−0,029	−18,528	−0,031	−31,956	−0,039	−54,235	−0,229
−6,459	0,018	−18,825	0,019	−32,306	0,024	−55,467	0,170
−6,581	−0,031	−18,953	−0,033	−32,456	−0,043	−55,978	−0,307
−6,882	0,020	−19,265	0,021	−32,828	0,027	−57,529	0,247
−7,011	−0,033	−19,399	−0,036	−32,987	−0,046	−58,161	−0,444
−7,327	0,022	−19,729	0,023	−33,383	0,030		
−7,462	−0,036	−19,869	−0,038	−33,552	−0,050		
−7,796	0,024	−20,219	0,026	−33,976	0,035		
−7,938	−0,038	−20,367	−0,041	−34,156	−0,055		
−8,294	0,028	−20,739	0,030	−34,615	0,041		
−8,442	−0,039	−20,894	−0,042	−34,806	−0,058		
−8,837	0,037	−21,309	0,040	−35,325	0,056		
−8,977	−0,017	−21,456	−0,019	−35,508	−0,027		

TABLEAU A-5/O.133

Distorsion de quantification (S/Q), loi A

Niveau d'entrée (dBm0)	S/Q (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	S/Q (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	S/Q (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	S/Q (dB)
3,050	40,768	−8,991	40,767	−21,032	40,739	−33,070	39,178
2,879	39,769	−9,162	39,769	−21,203	39,745	−33,246	38,390
2,771	40,565	−9,270	40,565	−21,311	40,535	−33,348	38,904
2,595	39,537	−9,446	39,537	−21,488	39,512	−33,531	38,100
2,483	40,361	−9,558	40,361	−21,599	40,329	−33,636	38,621
2,301	39,301	−9,740	39,301	−21,781	39,275	−33,825	37,800
2,185	40,156	−9,856	40,155	−21,897	40,122	−33,934	38,328
1,997	39,061	−10,044	39,061	−22,086	39,033	−34,130	37,490
1,877	39,950	−10,165	39,949	−22,206	39,914	−34,242	38,025
1,682	38,817	−10,360	38,817	−22,401	38,788	−34,445	37,168
1,557	39,744	−10,485	39,744	−22,526	39,706	−34,561	37,711
1,354	38,570	−10,687	38,569	−22,728	38,539	−34,773	36,834
1,224	39,541	−10,817	39,541	−22,858	39,501	−34,893	37,386
1,014	38,320	−11,027	38,320	−23,068	38,287	−35,113	36,487
0,879	39,343	−11,162	39,342	−23,204	39,299	−35,238	37,047
0,661	38,070	−11,380	38,069	−23,422	38,034	−35,467	36,126
0,519	39,153	−11,522	39,152	−23,563	39,105	−35,597	36,694
0,292	37,820	−11,749	37,819	−23,790	37,782	−35,836	35,749
0,143	38,976	−11,898	38,975	−23,939	38,924	−35,971	36,327
−0,093	37,575	−12,134	37,574	−24,175	37,534	−36,222	35,355
−0,250	38,819	−12,291	38,819	−24,332	38,762	−36,362	35,943
−0,496	37,339	−12,537	37,339	−24,578	37,295	−36,626	34,942
−0,661	38,697	−12,702	38,696	−24,743	38,633	−36,772	35,541
−0,918	37,122	−12,959	37,122	−25,000	37,073	−37,049	34,509
−1,094	38,631	−13,135	38,630	−25,176	38,558	−37,202	35,119
−1,361	36,941	−13,403	36,940	−25,444	36,887	−37,494	34,054
−1,549	38,665	−13,591	38,664	−25,632	38,579	−37,655	34,676
−1,828	36,831	−13,870	36,831	−25,911	36,767	−37,963	33,574
−2,032	38,907	−14,073	38,906	−26,114	38,800	−38,132	34,208
−2,320	36,893	−14,362	36,891	−26,403	36,817	−38,460	33,066
−2,552	39,774	−14,593	39,771	−26,634	39,618	−38,638	33,714
−2,811	37,910	−14,852	37,908	−26,894	37,798	−38,986	32,526
−2,971	40,768	−15,012	40,764	−27,053	40,542	−39,174	33,189
−3,141	39,769	−15,183	39,766	−27,224	39,578	−39,546	31,952
−3,249	40,565	−15,291	40,562	−27,331	40,328	−39,746	32,631
−3,426	39,537	−15,467	39,534	−27,508	39,337	−40,145	31,337
−3,537	40,361	−15,579	40,357	−27,619	40,111	−40,357	32,033
−3,720	39,301	−15,761	39,298	−27,802	39,091	−40,789	30,676
−3,835	40,156	−15,877	40,151	−27,917	39,891	−41,016	31,391
−4,024	39,061	−16,065	39,058	−28,107	38,841	−41,485	29,960
−4,144	39,950	−16,185	39,945	−28,226	39,669	−41,728	30,697
−4,339	38,817	−16,380	38,814	−28,422	38,585	−42,251	29,183
−4,464	39,744	−16,505	39,740	−28,546	39,446	−42,504	29,941
−4,666	38,570	−16,707	38,566	−28,749	38,324	−43,075	28,326
−4,796	39,541	−16,837	39,536	−28,878	39,223	−43,356	29,113
−5,006	38,320	−17,047	38,316	−29,089	38,059	−44,002	27,353
−5,142	39,343	−17,183	39,338	−29,223	39,000	−44,301	28,195
−5,360	38,070	−17,401	38,065	−29,443	37,792	−45,025	26,277
−5,502	39,153	−17,543	39,147	−29,583	38,782	−45,361	27,168
−5,729	37,820	−17,770	37,815	−29,811	37,522	−46,185	25,051
−5,877	38,976	−17,919	38,969	−29,959	38,571	−46,569	25,999
−6,113	37,575	−18,155	37,570	−30,197	37,253	−47,524	23,623
−6,270	38,819	−18,311	38,812	−30,351	38,374	−47,973	24,645
−6,516	37,339	−18,557	37,334	−30,599	36,990	−49,108	21,914
−6,682	38,697	−18,723	38,689	−30,763	38,200	−49,649	23,034
−6,938	37,122	−18,980	37,116	−31,022	36,738	−51,046	19,779
−7,114	38,631	−19,155	38,622	−31,195	38,065	−51,729	21,045
−7,382	36,941	−19,423	36,934	−31,465	36,513	−53,545	16,935
−7,570	38,665	−19,611	38,655	−31,651	38,004	−54,477	18,438
−7,849	36,831	−19,890	36,824	−31,933	36,343	−57,066	12,603
−8,053	38,907	−20,094	38,894	−32,133	38,093	−58,554	14,638
−8,341	36,892	−20,382	36,883	−32,425	36,309		
−8,572	39,774	−20,613	39,754	−32,652	38,628		
−8,832	37,910	−20,873	37,896	−32,916	37,064		

Remarque – Le signal d'excitation *S* est mesuré sélectivement à la sortie de l'objet soumis aux essais. Les produits de quantification *Q* sont mesurés avec une largeur de bande de bruit de 3,1 kHz.

TABLEAU A-6/O.133

Distorsion de quantification, loi μ

Niveau d'entrée (dBm0)	S/Q (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	S/Q (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	S/Q (dB)	Niveau d'entrée (dBm0)	S/Q (dB)
3,080	40,722	−9,069	40,585	−21,552	40,016	−35,627	37,431
2,908	39,723	−9,242	39,583	−21,735	39,006	−35,864	36,366
2,800	40,519	−9,352	40,376	−21,850	39,789	−36,006	37,104
2,623	39,490	−9,532	39,345	−22,040	38,748	−36,254	36,003
2,510	40,313	−9,645	40,166	−22,159	39,558	−36,402	36,764
2,327	39,252	−9,831	39,301	−22,356	38,485	−36,662	35,625
2,211	40,106	−9,948	39,953	−22,480	39,324	−36,817	36,413
2,022	39,010	−10,141	38,856	−22,684	38,215	−37,090	35,232
1,901	39,898	−10,263	39,740	−22,813	39,087	−37,253	36,049
1,705	38,764	−10,462	38,604	−23,025	37,939	−37,541	34,821
1,580	39,691	−10,589	39,527	−23,159	38,849	−37,712	35,671
1,376	38,515	−10,796	38,349	−23,380	37,657	−38,016	34,391
1,246	39,486	−10,928	39,316	−23,520	38,610	−38,197	35,279
1,035	38,263	−11,142	38,090	−23,750	37,370	−38,519	33,941
0,898	39,825	−11,281	39,109	−23,896	38,373	−38,711	34,873
0,679	38,010	−11,504	37,830	−24,136	37,079	−35,052	33,469
0,536	39,092	−11,649	38,908	−24,290	38,141	−39,257	34,454
0,308	37,758	−11,881	37,570	−24,540	36,786	−39,621	32,975
0,159	38,912	−12,033	38,720	−24,702	37,918	−39,840	34,023
−0,079	37,510	−12,275	37,314	−24,964	36,492	−40,229	32,457
−0,236	38,753	−12,435	38,553	−25,135	37,711	−40,465	33,582
−0,484	37,272	−12,687	37,066	−25,409	36,204	−40,883	31,914
−0,650	38,628	−12,857	38,417	−25,591	37,533	−41,139	33,141
−0,909	37,051	−13,120	36,836	−25,879	35,928	−41,590	31,351
−1,086	38,558	−13,300	38,337	−26,073	37,405	−41,871	32,713
−1,355	36,867	−13,576	36,640	−26,375	35,682	−42,360	30,775
−1,545	38,589	−13,769	38,355	−25,584	37,371	−42,671	32,335
−1,826	36,753	−14,056	36,513	−26,900	35,500	−43,203	30,212
−2,031	38,826	−14,266	38,579	−27,128	37,534	−43,557	32,102
−2,321	36,809	−14,563	36,556	−27,458	35,480	−44,134	29,751
−2,554	39,688	−14,801	39,425	−27,719	38,307	−44,559	32,424
−2,816	37,822	−15,070	37,554	−28,018	36,411	−45,106	30,244
−2,976	40,677	−15,234	40,398	−28,199	39,212	−45,411	32,915
−3,149	39,677	−15,411	39,394	−28,398	38,188	−45,796	31,650
−3,258	40,471	−15,522	40,184	−28,520	38,956	−46,002	32,337
−3,436	39,442	−15,705	39,150	−28,726	37,901	−46,417	31,013
−3,548	40,264	−15,821	39,967	−28,854	38,695	−46,636	31,718
−3,732	39,203	−16,010	38,901	−29,068	37,605	−47,086	30,325
−3,849	40,055	−16,129	39,747	−29,201	38,428	−47,320	31,051
−4,039	38,959	−16,326	38,646	−29,424	37,301	−47,811	29,580
−4,160	39,846	−16,450	39,527	−29,562	38,155	−48,063	30,327
−4,357	38,711	−16,653	38,387	−29,795	36,987	−48,611	28,765
−4,483	39,636	−16,782	39,306	−29,939	37,878	−48,875	29,537
−4,668	38,460	−16,993	38,123	−30,182	36,665	−49,488	27,845
−4,819	39,429	−17,128	39,086	−30,334	37,598	−49,771	28,666
−5,031	38,206	−17,348	37,856	−30,588	36,334	−50,454	26,831
−5,168	39,226	−17,489	38,869	−30,747	37,315	−50,770	27,697
−5,388	37,951	−17,717	37,586	−31,013	35,994	−51,541	25,684
−5,532	39,031	−17,865	38,658	−31,181	37,032	−51,900	26,603
−5,761	37,696	−18,103	37,315	−31,460	35,647	−52,784	24,365
−5,912	38,849	−18,258	38,459	−31,638	36,753	−53,198	25,349
−6,151	37,445	−18,506	37,047	−31,932	35,295	−54,235	22,808
−6,309	38,687	−18,670	38,279	−32,120	36,485	−54,726	23,878
−6,558	37,204	−18,929	36,786	−32,430	34,941	−55,978	20,910
−6,726	38,558	−19,102	38,130	−32,631	36,239	−56,582	22,098
−6,986	36,980	−19,374	36,541	−32,959	34,593	−58,161	18,473
−7,164	38,485	−19,558	38,035	−33,175	36,034	−58,949	19,842
−7,435	36,792	−19,842	36,330	−33,521	34,265		
−7,626	38,512	−20,040	38,037	−33,756	35,913		
−7,909	36,674	−20,336	36,186	−34,122	33,991		
−8,116	38,745	−20,552	38,241	−34,381	35,978		
−8,408	36,725	−20,859	36,208	−34,766	33,865		
−8,643	39,601	−21,104	39,064	−35,065	36,635		
−8,907	37,733	−21,382	37,185	−35,418	33,687		

Remarque – Le signal d'excitation *S* est mesuré sélectivement à la sortie de l'objet soumis aux essais. Les produits de quantification *Q* sont mesurés avec une largeur de bande de bruit de 3,1 kHz.

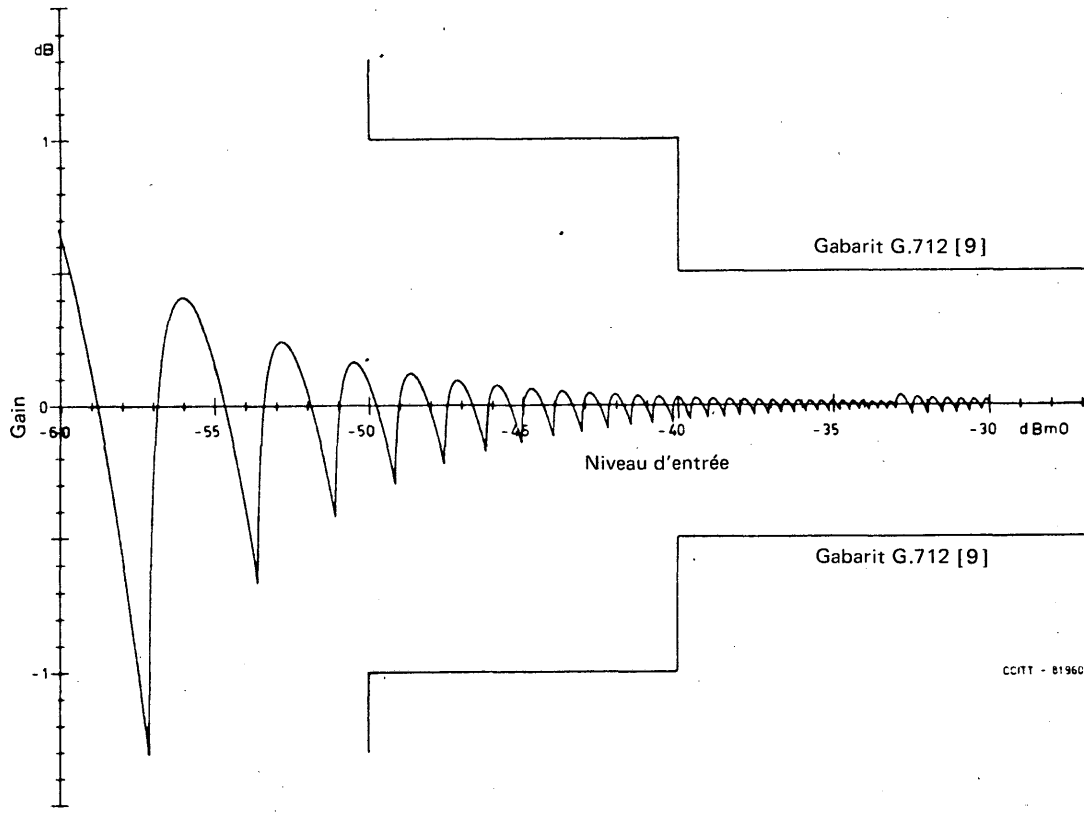


FIGURE A-1/O.133

Variation du gain avec le niveau d'entrée loi A, mesure sélective

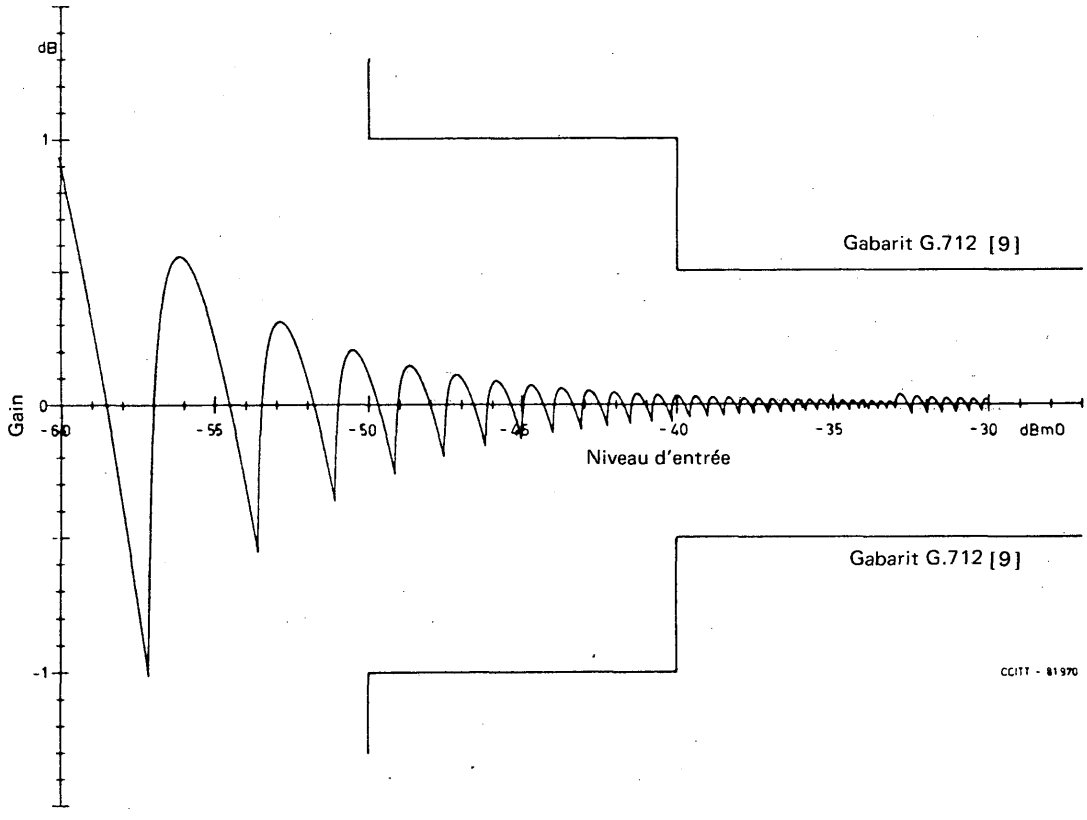


FIGURE A-2/O.133

Variation du gain avec le niveau d'entrée loi A, mesure à large bande

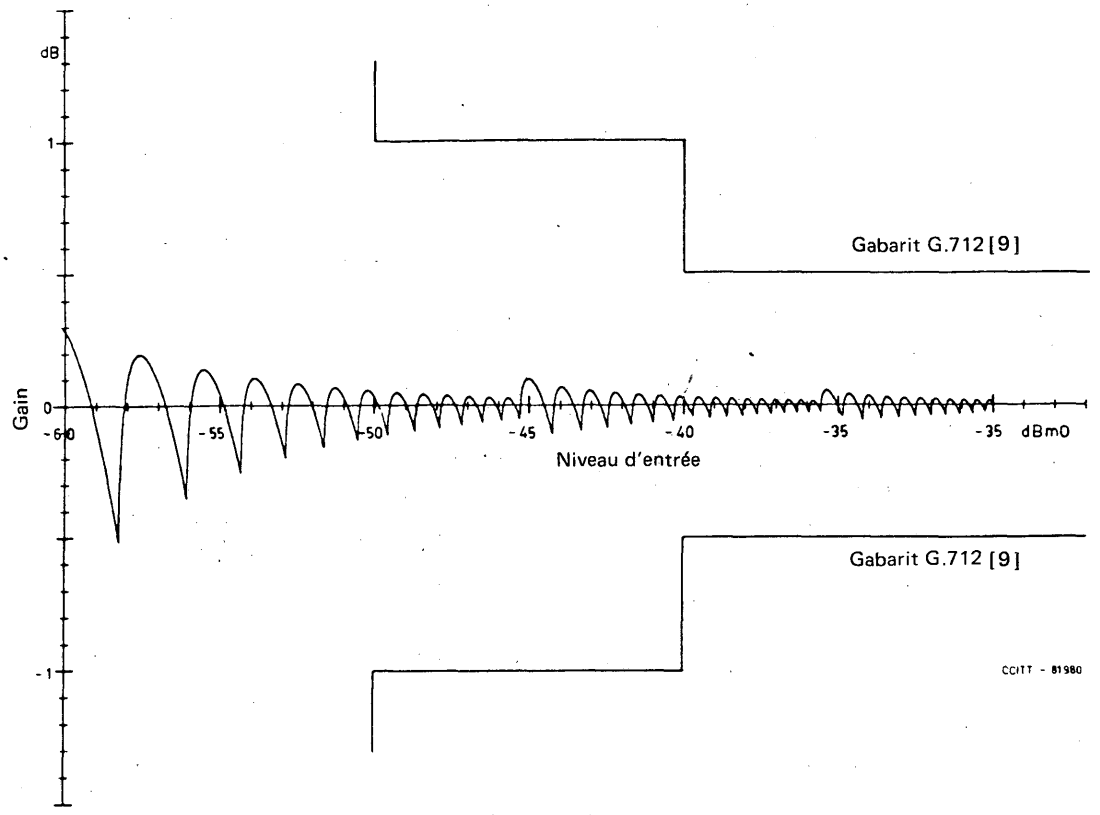


FIGURE A-3/O.133

Variation du gain avec le niveau d'entrée loi μ, mesure sélective

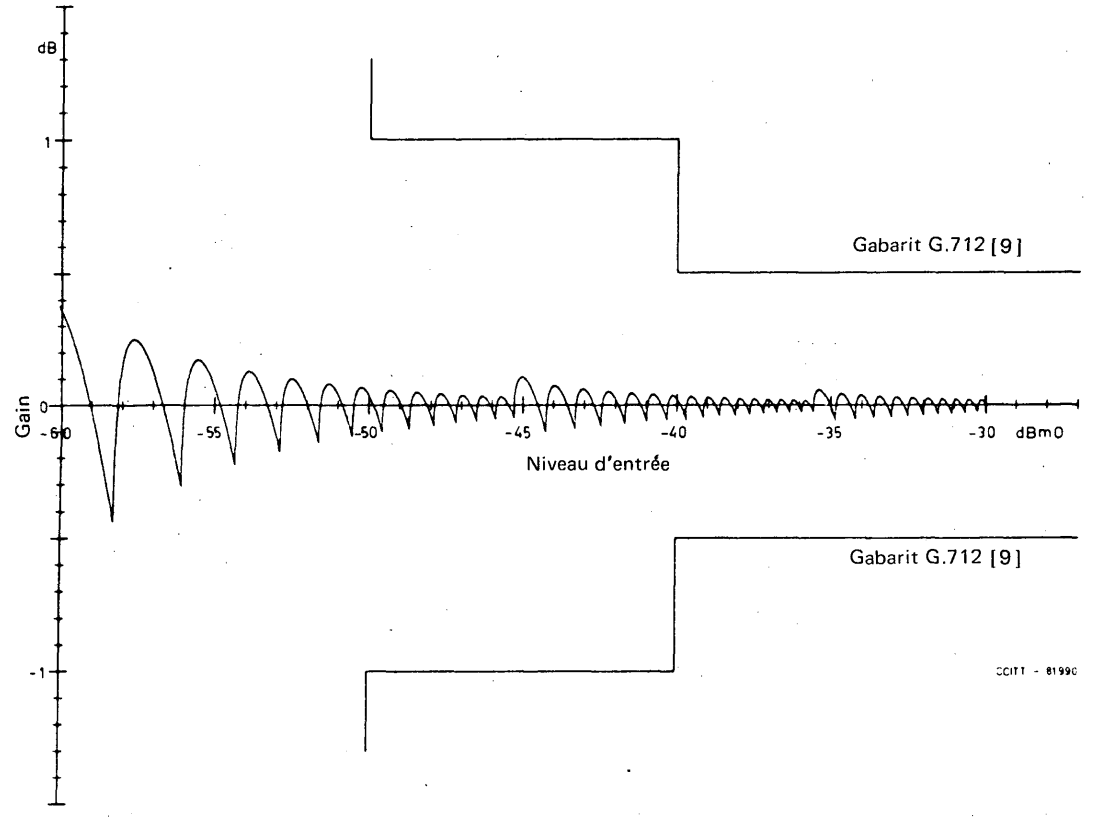
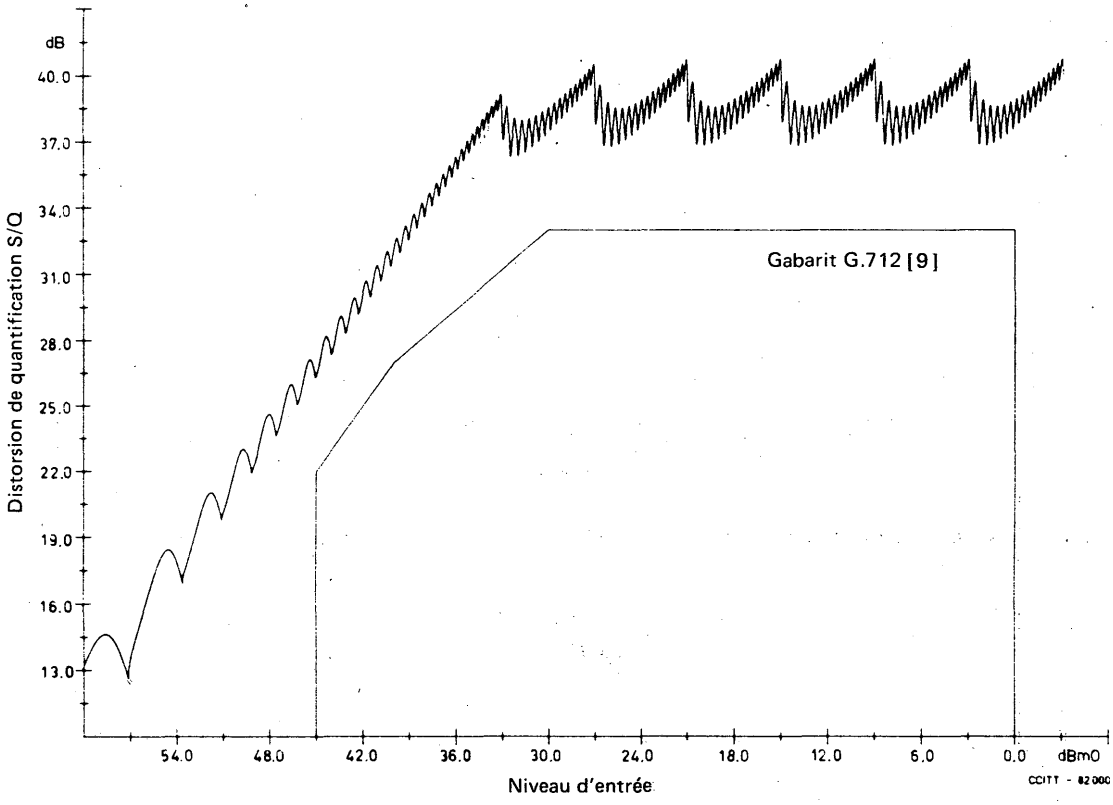


FIGURE A-4/O.133

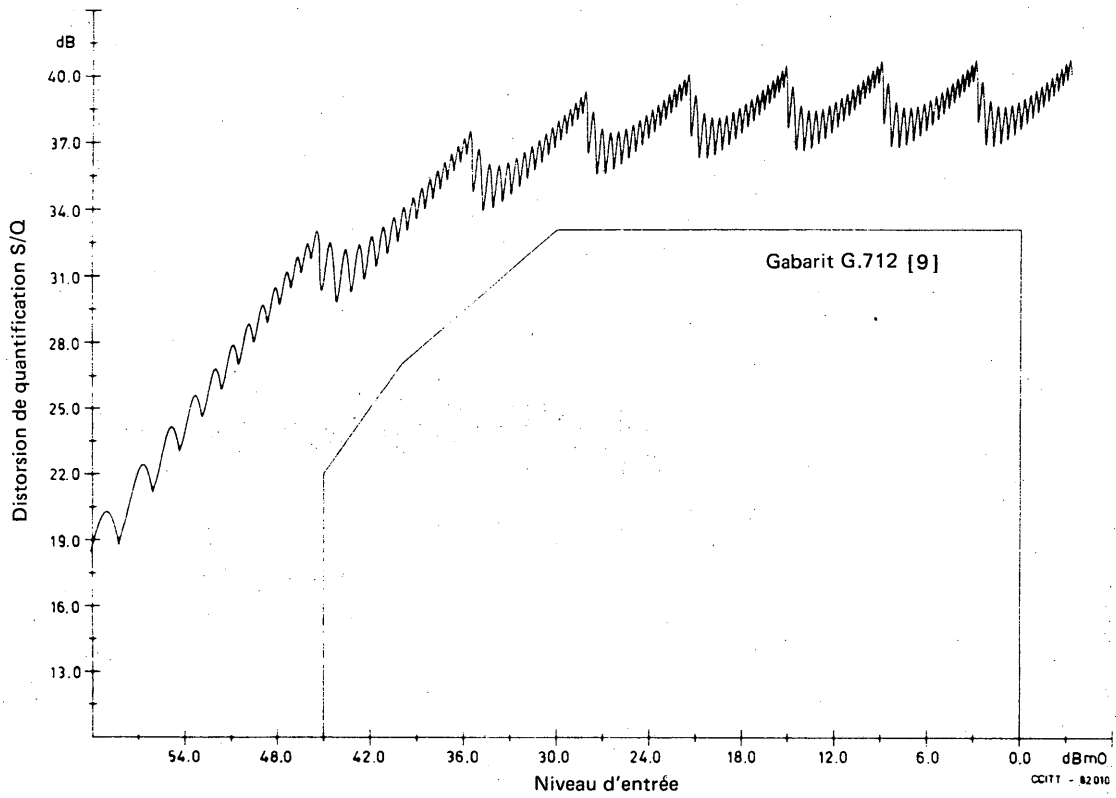
Variation du gain avec le niveau d'entrée loi μ, mesure à large bande



Remarque — Le calcul simule une mesure sélective de l'excitation S à la sortie du circuit de mesure.

FIGURE A-5/O.133

Distorsion de quantification loi A



Remarque — Le calcul simule une mesure sélective de l'excitation S à la sortie du circuit de mesure.

FIGURE A-6/O.133

Distorsion de quantification loi μ

Références

[1] Recommandation du CCITT *Modulation par impulsions et codage (MIC) des fréquences vocales*, tome III, Rec. G.711.

[2] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 2048 kbit/s*, tome III, Rec. G.732.

[3] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 1544 kbit/s*, tome III, Rec. G.733.

[4] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de transmultiplexage à 60 voies*, tome III, Rec. G.793.

[5] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de transmultiplexage à 24 voies*, tome III, Rec. G.794.

[6] Recommandation du CCITT *Caractéristiques de transmission*, Livre rouge, tome VI, Rec. Q.517, UIT, Genève, 1984.

[7] Recommandation du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*, tome III, Rec. G.703.

[8] Recommandation du CCITT *Equipements terminaux à 12 voies*, tome III, Rec. G.232.

[9] Recommandation du CCITT *Caractéristiques de qualité des voies MIC entre accès quatre fils aux fréquences vocales*, tome III, Rec. G.712.

[10] Recommandation du CCITT *Caractéristiques de qualité des voies MIC entre accès deux fils aux fréquences vocales*, tome III, Rec. G.713.

[11] Recommandation du CCITT *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques primaire et secondaire*, tome III, Rec. G.704.

[12] Recommandation du CCITT *Caractéristiques de qualité séparées des équipements de codage et de décodage des voies MIC aux accès 4 fils à fréquences vocales*, tome III, Rec. G.714.

[13] Recommandation du CCITT *Caractéristiques communes à tous les équipements de transmultiplexage*, tome III, Rec. G.792.

APPAREIL POUR LA MESURE DE LA QUALITÉ EN TERME D'ERREURS DANS LES SYSTÈMES NUMÉRIQUES AUX DÉBITS PRIMAIRES ET AU-DESSUS[1)]

(Genève, 1976; modifiée à Genève, 1980; Malaga-Torremolinos, 1984 et Melbourne, 1988)

Si l'on veut assurer la compatibilité entre des appareils répondant aux normes du CCITT, mais fabriqués par des constructeurs différents, il est nécessaire de respecter les conditions énoncées ci-après relatives aux caractéristiques d'un appareil pour la mesure de la qualité en terme d'erreurs sur les bits.

1 Considérations générales

Les appareils sont conçus pour mesurer la qualité en terme d'erreurs sur les bits dans des systèmes de transmission numérique par la comparaison directe d'une séquence d'essai pseudo-aléatoire avec une séquence d'essai identique, produite localement. De plus, les appareils devront avoir la possibilité de mesurer des intervalles de temps erronés.

2 Séquences d'essai

2.1 *Séquence pseudo-aléatoire pour des systèmes utilisant une longueur de séquence de $2^{15} - 1$ bits*

Cette séquence est à produire au moyen d'un registre à décalage comportant une réinjection appropriée (voir la figure 1/O.151 et le tableau 1/O.151):

Nombre d'étages du registre	15
Longueur de la séquence	$2^{15} - 1 = 32\,767$ bits
Réinjection	à l'entrée du 1er étage du résultat obtenu à partir des 14e et 15e étages au moyen d'un OU exclusif
Séquence de zéros la plus longue	15 (signal inversé)

2.2 *Séquence pseudo-aléatoire pour des systèmes utilisant une longueur de séquence de $2^{23} - 1$ bits*

Cette séquence est à produire au moyen d'un registre à décalage comportant une réinjection appropriée (voir la figure 2/O.151):

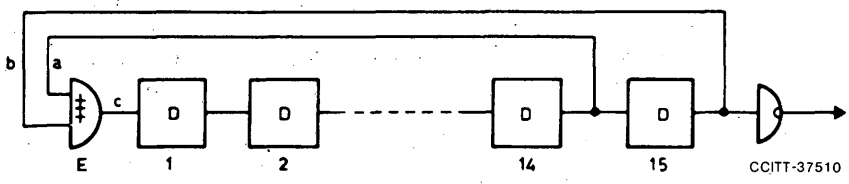
Nombre d'étages du registre	23
Longueur de la séquence	$2^{23} - 1 = 8\,388\,607$ bits
Réinjection	à l'entrée du 1er étage du résultat obtenu à partir des 18e et 23e étages au moyen d'un OU exclusif
Séquence de zéros la plus longue	23 (signal inversé)

[1)] Cette Recommandation est de la responsabilité commune des Commissions d'études IV, XVII et XVIII.

TABLEAU 1/O.151

Etat des étages du registre à décalage pendant la transmission des 47 premiers bits

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
2	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
3	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
																0
																⋮
																0
14	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
16	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
																1
																⋮
																1
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
31	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
32	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
																1
																⋮
																1
43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	1
44	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
45	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
46	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
47	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
																1
																⋮



Remarque – Le point d'injection des impulsions de rythme n'est pas représenté.

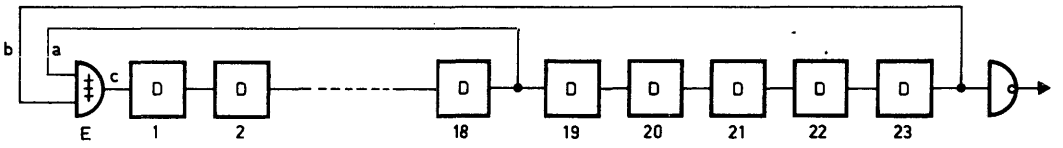
a	b	c
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

Table de vérité applicable au bloc OU exclusif (E):

a et b: entrées
c: sorties

FIGURE 1/O.151

Exemple de circuit pour un registre à décalage à 15 étages avec des bascules D et un bloc OU exclusif



Remarque – Le point d'injection des impulsions de rythme n'est pas représenté.

CCITT-39300

a	b	c
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

Table de vérité applicable au bloc OU exclusif (E):

a et b: entrées
c: sorties

FIGURE 2/O.151

Exemple de circuit pour un registre à décalage à 23 étages avec des bascules D et un bloc OU exclusif

2.3 *Séquence pseudo-aléatoire pour des systèmes utilisant une longueur de séquence de $2^{20} - 1$ bits*

Cette séquence peut être produite au moyen d'un registre à décalage à 20 étages avec réinjection à partir des 17e et 20e étages. Le signal de sortie provient du 20e étage et un bit de sortie est obligé d'être un «un» chaque fois que les 14 bits suivants sont tous des «zéros».

La séquence quasi aléatoire satisfait aux conditions suivantes:

$$Q_{n+1}(k+1) = Q_n(k),\ n = 1, 2, \ldots, 19,$$

$$Q_1(k+1) = Q_{17}(k) \oplus Q_{20}(k), \text{ et}$$

$$RD(k) = Q_{20}(k) + \overline{Q_6(k) + \ldots + Q_{19}(k)}$$

où:

$Q_n(k)$ = Etat présent pour l'étage de rang n

$Q_n(k+1)$ = Etat suivant pour l'étage de rang n

$RD(k)$ = Valeur actuelle de la sortie

$+$ = Une opération logique OU

$\oplus$ = Une opération logique OU EXCLUSIF

$\overline{(\ )}$ = Une opération logique NÉGATION.

2.4 *Séquences fixes* (facultatives)

On peut prévoir des séquences fixes composées entièrement de uns ou alternativement de uns et de zéros.

3 Débit binaire

Débit binaire conforme aux dispositions des Recommandations comme indiqué au tableau 2/O.151:

TABLEAU 2/O.151

Débits binaires, Recommandations pertinentes et séquences d'essai pseudo-aléatoires

Débits binaires kbit/s	Recommandations correspondant au système de multiplexage	Recommandations correspondant à la section de ligne numérique ou au système de ligne numérique	Tolérance sur le débit binaire	Séquence d'essai
1 554	G.733 [1]	G.911 [8], G.951 [9], G.955 [10]	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$2^{15}-1$, $2^{20}-1$
2 048	G.732 [2]	G.921 [11], G.952 [12], G.956 [13]	$\pm 50 \cdot 10^{-6}$	$2^{15}-1$
6 312	G.743 [3]	G.912 [14], G.951 [9], G.955 [10]	$\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$2^{15}-1$, $2^{20}-1$
8 448	G.742 [4], G.745 [5]	G.921 [11], G.952 [12], G.956 [13]	$\pm 30 \cdot 10^{-6}$	$2^{15}-1$
32 064	G.752 [6]	G.913 [15], G.953 [16], G.955 [10]	$\pm 10 \cdot 10^{-6}$	$2^{15}-1$, $2^{20}-1$
34 368	G.751 [7]	G.921 [11], G.954 [17], G.956 [13]	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$	$2^{23}-1$
44 736	G.752 [6]	G.914 [18], G.953 [16], G.955 [10]	$\pm 20 \cdot 10^{-6}$	$2^{15}-1$, $2^{20}-1$
139 264	G.751 [7]	G.921 [11], G.954 [17], G.956 [13]	$\pm 15 \cdot 10^{-6}$	$2^{23}-1$

Remarque – Normalement, on ne prévoit dans un appareil de mesure donné que la combinaison appropriée de débits binaires, soit 2048, 8448 kbit/s, etc. ou 1544 kbit/s, 6312 kbit/s, etc.

4 Jonctions

Les caractéristiques des jonctions (impédances, niveaux, codes, etc.) doivent être conformes aux dispositions de la Recommandation G.703 [19].

L'appareil de mesure devra pouvoir non seulement effectuer des mesures sur terminaison, mais encore surveiller des points d'essai protégés sur l'équipement numérique. C'est pourquoi une impédance supplémentaire élevée et/ou un gain supplémentaire pourraient être fournis pour compenser l'affaiblissement des points de contrôle déjà prévus sur certains équipements.

5 Domaine de la mesure du taux d'erreur sur les bits

L'appareil récepteur de l'équipement de mesure doit pouvoir mesurer des taux d'erreur sur les bits compris entre 10^{-3} et 10^{-8}. En plus, il devrait être possible de mesurer un taux d'erreur de 10^{-9} et 10^{-10}, ceci peut être réalisé en fournissant la possibilité de compter des erreurs cumulatives.

6 Mode de fonctionnement

Le mode de fonctionnement doit être prévu de telle sorte que le signal soumis aux essais soit d'abord converti en un signal (binaire) unipolaire dans l'appareil de mesure des erreurs et que la comparaison des bits soit ensuite faite également à l'aide d'un signal de référence sous forme binaire.

Facultativement, on peut prévoir des moyens qui permettent de comparer le signal de ligne (par exemple en code AMI ou HDB3) avec des signaux de référence en un code correspondant. Si l'on procède à des mesures de ce genre, il convient que les polarités soient distinguées l'une de l'autre, ce ce qui permet de compter séparément les erreurs causées par l'émission ou l'omission d'impulsions positives ou négatives.

7 Mesure des intervalles de temps erronés

L'appareil doit être capable de détecter les secondes erronées et tout autre intervalle de temps avec ou sans erreurs tel que défini au § 1.4 dans la Recommandation G.821 [20] et d'en déduire la qualité en terme d'erreurs à 64 kbit/s conformément à l'annexe D de la Recommandation G.821 [20][2]. Le nombre d'intervalles de temps avec ou sans erreurs doit être compté et affiché pour des périodes de temps que l'on peut sélectionner de 1 minute à 24 heures, ou de façon continue.

Pour cette mesure, les circuits de détection d'erreur de l'appareil doivent être commandés par une minuterie interne qui fixe des intervalles de temps d'égale durée et dont le fonctionnement est indépendant de l'occurrence des erreurs.

8 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 1544 kbit/s*, tome III, Rec. G.733.

[2] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 2048 kbit/s*, tome III, Rec. G.732.

[3] Recommandation du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 6312 kbit/s avec justification positive*, tome III, Rec. G.743.

[4] Recommandation du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 8448 kbit/s avec justification positive*, tome III, Rec. G.742.

[5] Recommandation du CCITT *Equipement de multiplexage numérique du deuxième ordre fonctionnant à 8448 kbit/s avec justification positive/nulle/négative*, tome III, Rec. G.745.

[6] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage numériques fondés sur un débit binaire du deuxième ordre (6312 kbit/s) utilisant une justification positive*, tome III, Rec. G.752.

[7] Recommandation du CCITT *Equipements de multiplexage numériques fonctionnant au débit binaire du troisième ordre de 34 368 kbit/s et au débit binaire du quatrième ordre de 139 264 kbit/s et utilisant la justification positive*, tome III, Rec. G.751.

[8] Recommandation du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 1544 kbit/s*, Livre rouge, tome III, Rec. G.911, UIT, Genève, 1984.

[9] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s sur câbles à paires symétriques*, tome III, Rec. G.951.

[10] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s, sur câbles à fibres optiques*, tome III, Rec. G.955.

[11] Recommandation du CCITT *Sections numériques fondées sur la hiérarchie à 2048 kbit/s*, tome III, Rec. G.921.

[12] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s sur câbles à paires symétriques*, tome III, Rec. G.952.

[13] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s sur câbles à fibres optiques*, tome III, Rec. G.956.

[14] Recommandation du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 6312 kbit/s*, Livre rouge, tome III, Rec. G.912, UIT, Genève, 1984.

[15] Recommandation du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 32 064 kbit/s*, Livre rouge, tome III, Rec. G.913, UIT, Genève, 1984.

[16] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s sur câbles à paires coaxiales*, tome III, Rec. G.953.

[17] Recommandation du CCITT *Systèmes de ligne numérique fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s sur câbles à paires coaxiales*, tome III, Rec. G.954.

[18] Recommandation du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 44 736 kbit/s*, Livre rouge, tome III, Rec. G.914, UIT, Genève, 1984.

[19] Recommandation du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*, tome III, Rec. G.703.

[20] Recommandation du CCITT *Performance d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un réseau numérique avec intégration des services*, tome III, Rec. G.821.

---

[2] L'évaluation de la qualité en terme d'erreurs à d'autres débits que 64 kbit/s est à l'étude.

APPAREIL DE MESURE DE LA QUALITÉ EN TERME D'ERREURS SUR LES CONDUITS NUMÉRIQUES À 64 kbit/s

(Malaga-Torremolinos, 1984; modifiée à Melbourne, 1988)

Si l'on veut assurer la compatibilité entre des appareils répondant aux normes du CCITT mais fabriqués par des constructeurs différents, il est nécessaire de respecter les conditions ci-après, relatives aux caractéristiques d'un appareil de mesure de la qualité en terme d'erreurs sur les bits.

1 Considérations générales

L'appareil est conçu pour mesurer la qualité en terme d'erreurs sur les bits sur des conduits numériques (fonctionnant à 64 kbit/s), par comparaison directe d'une séquence d'essai pseudo-aléatoire avec une séquence d'essai identique, produite localement.

2 Séquences d'essai

2.1 *Séquence pseudo-aléatoire*

Cette séquence doit être produite au moyen d'un registre à décalage comportant une réinjection appropriée (voir la figure 1/O.152).

Nombre d'étages du registre 11

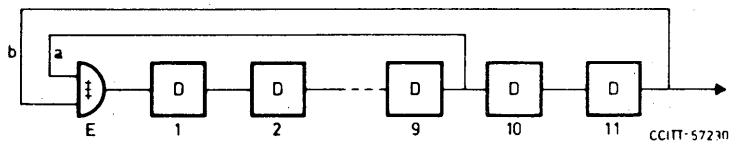
Longueur de la séquence . . . . . $2^{11} - 1 = 2047$ bits

Réinjection . . . . . à l'entrée du premier étage du résultat obtenu à partir des 9e et 11e étages au moyen d'un circuit OU exclusif.

Séquence de zéros la plus longue . . . . . 10 (signal non inversé).

Remarque 1 – Pour les essais à l'échelon international, lorsque la mesure porte sur des systèmes fondés sur un débit de 1544 kbit/s, il est nécessaire de modifier la séquence d'essai de manière à éviter l'apparition de plus de 7 bits «0» consécutifs. Pour cela, on transforme le signal de sortie en «1» chaque fois que les 7 bits suivants de la séquence ont tous la valeur zéro.

Remarque 2 – Il est recommandé d'utiliser la séquence d'essai à 2047 bits avec d'autres débits binaires compris entre 48 kbit/s et 168 kbit/s.



Remarque – Le point d'injection des impulsions de rythme n'est pas représenté.

a	b	c
1	0	1
0	1	1
0	0	0
1	1	0

Table de vérité applicable au circuit OU exclusif (E)

a et b : entrées
c : sorties

FIGURE 1/O.152

Exemple de circuit pour un registre à décalage à 11 étages avec des bascules D et un circuit OU exclusif

2.2 *Séquences fixes* (facultatives)

On peut prévoir des séquences fixes composées entièrement de uns (... 1111 ...) ou alternativement de uns et de zéros (... 1010 ...).

3 Débit binaire

Débit binaire conforme aux Recommandations G.703 (§ 1) [1] et V.36 [2] de 64 kbit/s

a) tolérance sur le débit binaire (G.703) [1]: $\pm 100 \cdot 10^{-6}$

b) tolérance sur le débit binaire (V.36) [2] facultative: $\pm 50 \cdot 10^{-6}$

4 Interfaces

Les caractéristiques des interfaces (impédances, niveaux, codes, etc.) doivent être conformes aux dispositions des Recommandations G.703 [1], I.430 [7] (facultatif) et V.11 [3] (facultatif).

L'appareil de mesure devra pouvoir non seulement effectuer des mesures sur terminaison, mais encore être capable d'exercer une surveillance aux points d'essai protégés sur l'équipement numérique. C'est pourquoi on doit prévoir une impédance élevée et/ou un gain supplémentaire pour compenser l'affaiblissement aux points de contrôle dont certains appareils sont déjà munis.

4.1 *Interfaces conformes à la Recommandation G.703* [1]

Trois interfaces doivent être prévues:

a) une interface codirectionnelle conforme au § 1.2.1 de la Recommandation G.703 [1];

b) une interface d'horloge centralisée conforme au § 1.2.2 de la Recommandation G.703 [1];

c) une interface contradirectionnelle conforme au § 1.2.3 de la Recommandation G.703 [1].

4.2 *Méthode de synchronisation d'horloge*

Les modes de synchronisation suivants peuvent être choisis:

a) verrouiller le rythme du générateur numérique sur celui de l'entrée du côté réception de l'appareil de mesure (pour l'interface codirectionnelle);

b) permettre à l'horloge du générateur de fonctionner librement dans les tolérances de fréquences générales autorisées;

c) verrouiller le rythme du générateur numérique sur celui d'un signal d'horloge extérieur. (La configuration de l'entrée pour une horloge extérieure est conforme aux dispositions de la Recommandation G.703 [1].)

4.3 *Interface conforme à la Recommandation I.430* [7]

Pour étude ultérieure. Cette étude devrait inclure les moyens nécessaires pour obtenir l'accès aux divers canaux à 64 kbit/s aux points d'interface S et T.

4.4 *Interface conforme à la Recommandation V.11* [3]

On prévoira, à titre facultatif, une interface conforme à la Recommandation V.11 [3].

5 Gamme de mesure du taux d'erreur sur les bits

La partie réceptrice de l'appareil de mesure doit pouvoir mesurer des taux d'erreur sur les bits compris entre 10^{-2} et 10^{-7}. La durée de la mesure devrait être suffisamment longue pour permettre d'obtenir une grande précision. En outre, on devrait pouvoir mesurer des taux d'erreur sur les bits inférieurs à 10^{-7}; pour cela, il doit être possible de compter les erreurs cumulatives.

6 Mesure du taux d'erreur sur les blocs

A titre facultatif, on peut prévoir un appareil capable de mesurer le taux d'erreur sur les blocs en plus du taux d'erreur sur les bits. Si cet appareil est mis en œuvre, il devrait pouvoir mesurer des taux d'erreur sur les blocs compris entre 10^{-0} et 10^{-5} lorsqu'on utilise une séquence d'essai pseudo-aléatoire avec un bloc de 2047 bits.

7 Mode de fonctionnement

Le mode de fonctionnement doit être tel que le signal soumis aux essais soit d'abord converti en un signal (binaire) unipolaire dans l'appareil de mesure des erreurs et que la comparaison des bits soit ensuite faite également à l'aide d'un signal de référence sous forme binaire.

8 Evaluation des erreurs

8.1 *Mesure des intervalles de temps sans erreur*

L'appareil doit être capable de détecter les secondes erronées et tout autre intervalle de temps avec ou sans erreurs tel que défini dans la Recommandation G.821 [4]. Le nombre d'intervalles de temps avec ou sans erreurs doit être compté et affiché pour des périodes de temps que l'on peut sélectionner de 1 minute à 24 heures, ou de façon continue.

Pour cette mesure, les circuits de détection d'erreur de l'appareil doivent être commandés par une minuterie interne qui fixe des intervalles de temps d'égale durée et dont le fonctionnement est indépendant de l'occurrence des erreurs.

8.2 *Mesure du taux d'erreur moyen*

8.2.1 Il doit être possible d'enregistrer les intervalles de temps définis dans la Recommandation G.821 [4] pendant lesquels le taux d'erreur sur les bits est inférieur à $1 \cdot 10^{-6}$.

8.2.2 Il doit être possible d'enregistrer les intervalles d'une seconde pendant lesquels le taux d'erreur sur les bits est inférieur à $1 \cdot 10^{-3}$.

9 Enregistrement des résultats de mesure

A titre facultatif, on prévoit une interface permettant de raccorder des appareils extérieurs pour le traitement complémentaire des résultats de mesure.

Cette interface doit être conforme aux dispositions de la Recommandation V.24 [5] ou aux caractéristiques du bus d'interface spécifié dans la Publication 625 de la CEI [6].

10 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*, tome III, Rec. G.703.

[2] Recommandation du CCITT *Modems pour transmission synchrone de données sur circuits utilisant la largeur de bande de groupe primaire (60 à 108 kHz)*, tome VIII, Rec. V.36.

[3] Recommandation du CCITT *Caractéristiques électriques des circuits de jonction symétriques en double courant pour application générale aux équipements à circuits intégrés dans le domaine des transmissions de données*, tome VIII, Rec. V.11.

[4] Recommandation du CCITT *Performance d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un RNIS*, tome III, Rec. G.821.

[5] Recommandation du CCITT *Liste des définitions des circuits de jonction à l'interface entre l'équipement terminal de traitement de données (ETTD) et l'équipement de terminaison du circuit de données (ETCD)*, tome VIII, Rec. V.24.

[6] Publication 625 de la CEI *Un système d'interface pour instruments de mesurage programmables (bits parallèles, octets série).*

[7] Recommandation du CCITT *Interface de base usager-réseau – Spécification de la couche 1*, tome III, Rec. I.430.

PARAMÈTRES FONDAMENTAUX POUR LA MESURE DE LA QUALITÉ EN TERME D'ERREURS AUX DÉBITS BINAIRES INFÉRIEURS AU DÉBIT PRIMAIRE

(Melbourne, 1988)

Les spécifications applicables aux caractéristiques des appareils de mesure d'erreur décrits ci-après doivent être observées afin d'assurer la compatibilité entre équipements normalisés par le CCITT produits par des constructeurs différents.

Ces spécifications concernent l'appareillage mais non la réalisation de la configuration de l'appareil; le constructeur et l'usager doivent cependant y veiller avec soin. Plus précisément, il n'est pas nécessaire de fournir toutes les caractéristiques énumérées ci-dessous, les Administrations pouvant choisir les fonctions qui correspondent le mieux à leurs applications.

Lors du choix de ces fonctions, les Administrations peuvent aussi tenir compte d'autres Recommandations traitant d'appareils de mesure des erreurs, par exemple, les Recommandations O.151 et O.152.

1 Considérations générales

Les appareils dont traite la présente Recommandation sont destinés à mesurer la qualité en terme d'erreurs sur des circuits de données fonctionnant à des débits binaires compris entre 0,050 et 168 kbit/s. La mesure se fonde sur la comparaison directe de séquences d'essai spécifiées transmises sur le circuit soumis aux essais et de séquences identiques générées à la réception. Des fonctionnements synchrone et asynchrone doivent être possibles.

2 Séquences d'essai

Les séquences d'essai suivantes sont normalisées (voir la remarque):

Remarque – L'emploi de certaines séquences d'essai peut être limité au seul fonctionnement synchrone ou au seul fonctionnement asynchrone. Il devra être possible de transmettre les séquences pendant une durée illimitée.

2.1 *Séquence d'essai pseudo-aléatoire de 511 bits*

Cette séquence est essentiellement destinée aux mesures d'erreur aux débits jusqu'à 14 400 bit/s (voir le § 3.1 ci-dessous).

Elle peut être générée dans un registre à décalage à neuf étages dont les sorties des 5e et 9e étages sont ajoutées dans un étage d'addition modulo 2, le résultat étant ramené à l'entrée du 1er étage. La séquence commencera par le premier UN de neuf UN consécutifs.

Nombre d'étages du registre à décalage 9

Longueur de la séquence pseudo-aléatoire . . . . . $2^9 - 1 = 511$ bits

Séquence de zéros la plus longue . . . . . 8 (signal non inversé)

2.2 *Séquence d'essai pseudo-aléatoire de 2047 bits*

Cette séquence, si elle est fournie, est essentiellement destinée aux mesures d'erreur au débit de 64 kbit/s (voir le § 3.3 ci-dessous).

Elle peut être générée dans un registre à décalage à onze étages dont les sorties des 9e et 11e étages sont ajoutées dans un étage d'addition modulo 2, le résultat étant ramené à l'entrée du 1er étage (voir aussi la Recommandation O.152).

Nombre d'étages du registre à décalage 11

Longueur de la séquence pseudo-aléatoire . . . . . $2^{11} - 1 = 2047$ bits

Séquence de zéros la plus longue . . . . . 10 (signal non inversé)

2.3 *Séquence d'essai pseudo-aléatoire de 1048,575 kbit/s*

Cette séquence est essentiellement destinée aux mesures d'erreur aux débits jusqu'à 72 kbit/s (voir le § 3.2).

Elle peut être générée dans un registre à décalage à vingt étages, dont les sorties des 3e et 20e étages sont additionnées dans un étage d'addition modulo 2, le résultat étant ramené à l'entrée au 1er étage.

Nombre d'étages du registre à décalage 20

Longueur de la séquence pseudo-aléatoire . . . . . $2^{20} - 1 = 1048{,}575$ kbits

Séquence de zéros la plus longue . . . . . 19 (signal non inversé)

Remarque – Cette séquence d'essai n'est pas identique à la séquence de même longueur spécifiée dans la Recommandation O.151.

2.4 *Séquence d'essai fixe (pour essais de continuité)*

- état travail permanent
- état repos permanent
- état alternant travail et repos selon les rapports: 1 : 1, 1 : 3, 1 : 7, 3 : 1, 7 : 1
- texte «QUICK BROWN FOX» (QBF) [1] (mode asynchrone seulement)

2.5 *Séquences d'essai programmables*

Une séquence librement programmable d'une longueur minimale de 1024 bits est recommandée.

3 Débits binaires

Les appareils devront permettre les mesures aux gammes de débits binaires spécifiées dans les catégories ci-après.

3.1 *Transmission de données sur circuits de type téléphonique avec modems*

- gamme de débits de 50 bit/s à 19 200 bit/s

(Pour plus de détails, voir les Recommandations V.5 [2] et V.6 [3].)

Remarque – Les modems fonctionnant à des débits binaires excédant 14 400 bit/s ne sont pas couverts par les Recommandations du CCITT.

3.2 *Transmission de données sur circuits dont la largeur de bande est celle du groupe primaire avec modems à large bande*

- gamme de débits de 48 kbit/s à 168 kbit/s

(Pour plus de détails, voir les Recommandations V.36 [4] et V.37 [5].)

3.3 *Transmission de données à 64 kbit/s et au-dessus*

En ce qui concerne les mesures de la qualité en terme d'erreurs à 64 kbit/s, on trouvera les informations pertinentes dans la Recommandation O.152.

On trouvera des informations sur les mesures au débit binaire primaire dans la Recommandation O.151.

3.4 *Ecart par rapport au débit binaire nominal*

Dans le cas des débits binaires jusqu'à 9600 bit/s, l'écart maximal par rapport à la valeur nominale du débit doit être $\leqslant$ 0,01% lorsque le rythme n'est pas établi à partir de l'élément soumis aux essais.

Dans le cas des débits plus élevés, l'écart maximal doit être $\leqslant$ 0,002% lorsque le rythme n'est pas établi à partir de l'élément soumis aux essais.

3.5 *Sources de rythme*

Les signaux d'horloge sont fournis à travers l'interface par l'intermédiaire d'une entrée de synchronisation externe ou par un générateur interne de rythme.

4 Interfaces

Selon les applications et le débit binaire, une ou plusieurs des interfaces suivantes peuvent être fournies:

- Interface conforme à la Recommandation V.10 (X.26) [6]
- Interface conforme à la Recommandation V.11 (X.27) [7]
- Interface conforme aux Recommandations V.24/V.28 [8] [9]
- Interface conforme à la Recommandation V.35 [10]
- Interface conforme à la Recommandation V.36 [4]
- Interface conforme aux Recommandations X.21/X.24 [11] [12].

5 Modes de fonctionnement

Ces appareils doivent parfaitement simuler les caractéristiques d'un ETTD et/ou d'un ETCD en mode semi-duplex et/ou en mode duplex, ce qui implique les procédures pertinentes de prise de contact de logiciel ou de matériel. En mode synchrone semi-duplex, la séquence d'essai doit être précédée de deux compléments d'en-tête ou plus (c'est-à-dire de caractères avec bits de repos et de travail alternants) pour lancer la reprise du rythme. Ces compléments seront suivis de deux caractères de synchronisation de bloc ou plus.

Si le mode de fonctionnement l'exige, il doit être possible de choisir les conditions de contrôle de parité (paire, impaire, travail et repos).

Remarque – L'insertion de bits de contrôle de parité n'est en général pas possible en cas d'utilisation de séquences d'essai pseudo-aléatoires.

6 Synchronisation des bits

Deux modes de synchronisation seront possibles:

- synchronisation au moyen d'un signal de rythme dérivé de l'objet soumis aux essais (par exemple, d'un modem fonctionnant en mode synchrone);
- synchronisation à partir des transitions du signal d'essai reçu (par exemple, lorqu'un modem fonctionne en mode asynchrone).

7 Codes

Pour coder le texte QBF ou une séquence librement programmable, le code de signal de données suivant sera fourni:

- Alphabet international n° 5 du CCITT avec 7 bits/caractère (ASCII) [13].

En fonctionnement asynchrone, 1 ou 2 bits d'arrêt pourront être choisis.

8 Mesure des erreurs et évaluation des erreurs

8.1 *Mesure des erreurs sur les bits*

La gamme de mesures du taux d'erreur doit être comprise entre 10^{-2} et 10^{-7}. Le temps de mesure devra être suffisamment long pour que l'on puisse obtenir des résultats précis.

Si l'on fournit la possibilité de compter les erreurs cumulatives, il est possible d'observer des taux d'erreur inférieur à 10^{-7}.

8.2 *Mesure des erreurs sur les blocs*

Il doit être possible d'effectuer des mesures d'erreur sur les blocs. La longueur des blocs doit pouvoir être choisie entre 1000 et 10 000 bits ou elle devra être égale à la longueur de la séquence pseudo-aléatoire utilisée pour la mesure d'erreur. En outre, une longueur de bloc de 32 768 bits sera fournie pour les mesures pratiquées à des débits binaires excédant 14,4 kbit/s.

La gamme de mesures du taux d'erreur sur les blocs doit être comprise entre 10^{-0} et 10^{-5}, les temps de mesure étant suffisamment longs pour que l'on puisse obtenir des résultats précis.

8.3 *Mesures simultanées*

Il devra être possible d'exécuter simultanément des mesures du taux d'erreur sur les bits et du taux d'erreur sur les blocs.

8.4 *Evaluation de la qualité en terme d'erreurs*

Ces appareils devront pouvoir détecter les secondes erronées. Le nombre d'intervalles de temps erronés et d'intervalles de temps exempts d'erreur dans une durée qui pourra être choisie entre 1 minute et 24 heures (ou calculé en permanence) sera compté et affiché.

Pour cette mesure, les circuits de détection d'erreur de ces appareils seront commandés par une horloge interne déterminant des intervalles de longueur égale fonctionnant indépendamment de l'apparition des erreurs.

La mesure d'autres paramètres de qualité en terme d'erreurs et l'application de la Recommandation G.821 [14] sont à l'étude.

9 Mesure de distorsion

Si l'instrumentation prévoit des mesures de distorsion, les spécifications suivantes seront applicables:

9.1 *Mesure de la distorsion individuelle*

Les degrés de distorsion individuelle en avance et en retard seront mesurés lorsque l'instrumentation fonctionne dans le mode dans lequel la synchronisation est dérivée des transitions du signal d'essai reçu.

Lorsqu'on utilise des signaux d'essai pseudo-aléatoires, l'erreur de mesure devra être inférieure à ± 3%.

9.2 *Mesure de la distorsion biaise*

Les appareils devront mesurer la distorsion biaise sur les alternances (travail/repos alternants selon un rapport de 1 : 1).

Dans ce mode, l'erreur de mesure devra être inférieure à ± 2%.

10 Télécommande des mesures et enregistrement des résultats

A titre optionnel, une interface pourra permettre la télécommande des appareils et le traitement ultérieur des résultats des mesures.

Si elle existe, cette interface devra être conforme aux dispositions relatives au bus d'interface de la Publication 625 de la CEI [15] ou de la Recommandation V.24 [8].

11 Conditions de fonctionnement

Les conditions de performance électrique devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Normalisation de textes internationaux pour la mesure de la marge d'un appareil arythmique*, tome VII, Rec. R.52.

[2] Recommandation du CCITT *Normalisation des débits binaires pour transmissions de données synchrones sur le réseau téléphonique général avec commutation*, tome VIII, Rec. V.5.

[3] Recommandation du CCITT *Normalisation des débits binaires pour transmissions de données synchrones sur circuits loués de type téléphonique*, tome VIII, Rec. V.6.

[4] Recommandation du CCITT *Modems pour transmission synchrone de données sur circuits utilisant la largeur de bande du groupe primaire (60 à 108 kHz)*, tome VIII, Rec. V.36.

[5] Recommandation du CCITT *Transmission synchrone de données à un débit binaire supérieur à 72 kbit/s sur circuits utilisant la largeur de bande du groupe primaire (60 à 108 kHz)*, tome VIII, Rec. V.37.

[6] Recommandation du CCITT *Caractéristiques électriques des circuits de jonction dissymétriques à double courant pour application générale aux équipements à circuits intégrés dans le domaine des transmissions de données*, tome VIII, Rec. V.10.

[7] Recommandation du CCITT *Caractéristiques électriques des circuits de jonction symétriques à double courant pour application générale aux équipements à circuits intégrés dans le domaine des transmissions de données*, tome VIII, Rec. V.11.

[8] Recommandation du CCITT *Liste des définitions des circuits de jonction à l'interface entre l'équipement terminal de traitement de données (ETTD) et l'équipement de terminaison du circuit de données (ETCD)*, tome VIII, Rec. V.24.

[9] Recommandation du CCITT *Caractéristiques électriques des circuits de jonction dissymétrique pour transmission par double courant*, tome VIII, Rec. V.28.

[10] Recommandation du CCITT *Transmission de données à 48 kbit/s au moyen de circuits en groupe primaire de 60 à 108 kHz*, tome VIII, Rec. V.35.

[11] Recommandation du CCITT *Interface entre l'équipement terminal de traitement de données (ETTD) et l'équipement de terminaison du circuit de données (ETCD) pour fonctionnement synchrone dans les réseaux publics pour données*, tome VIII, Rec. X.21.

[12] Recommandation du CCITT *Liste des définitions relatives aux circuits de jonction établis entre les équipement terminaux de traitement de données (ETTD) et des équipements de terminaison du circuit de données (ETCD) sur les réseaux publics pour données*, tome VIII, Rec. X.24.

[13] Recommandation du CCITT *Alphabet international n° 5*, tome VII, Rec. T.50.

[14] Recommandation du CCITT *Performance d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un réseau numérique avec intégration des services*, tome III, Rec. G.821.

[15] Publication 625 de la CEI *Un système d'interface pour instruments de mesurage programmables (bits parallèles, octets série).*

Recommandation O.161

APPAREIL DESTINÉ À LA SURVEILLANCE EN SERVICE DES VIOLATIONS DU CODE POUR LES SYSTÈMES NUMÉRIQUES

(Genève, 1980; modifiée à Malaga-Torremolinos, 1984)

1 Considérations générales

La présente spécification décrit un appareil de détection en service des violations du code pour le premier et le deuxième niveau hiérarchique de la transmission numérique.

Les codes pseudo-ternaires à surveiller sont le code AMI (signaux bipolaires alternés), le code HDB3 (signaux bipolaires à haute densité avec un maximum de trois zéros consécutifs) et les codes B6ZS et B8ZS.

2 Définition de la violation du code [1)]

2.1 *AMI*

Deux signaux consécutifs de même polarité. Cette violation ne correspond pas nécessairement au nombre absolu des erreurs.

2.2 *HDB3*

Deux violations bipolaires consécutives de même polarité. Cette violation ne correspond pas nécessairement au nombre absolu des erreurs.

2.3 *B6ZS*

Deux signaux consécutifs de même polarité à l'exclusion des violations produites par l'application du code de substitution de zéros. Cette violation ne correspond pas nécessairement au nombre absolu des erreurs.

2.4 *B8ZS*

Deux signaux consécutifs de même polarité à l'exclusion des violations produites par l'application du code de substitution de zéros. Cette violation ne correspond pas nécessairement au nombre absolu des erreurs.

[1)] Conformément aux définitions des violations du code de la présente Recommandation, il faut tenir compte du fait que le détecteur des violations du code ne détectera pas les séquences de zéros qui violent les règles de codage pertinentes.

3 Signal d'entrée

3.1 *Jonction*

Le détecteur des violations du code doit être capable de fonctionner aux débits binaires et jonctions caractéristiques suivantes, telles qu'elles sont définies dans les paragraphes correspondants de la Recommandation G.703 [1]:

a) 1544 kbit/s,

b) 6312 kbit/s,

c) 2048 kbit/s,

d) 8448 kbit/s.

3.2 *Fonctionnement de l'appareil de mesure*

3.2.1 L'appareil peut être aménagé pour surveiller seulement un ou deux des codes énumérés et fonctionner au débit approprié à ces codes.

3.3 *Sensibilité à l'entrée*

3.3.1 L'appareil doit pouvoir fonctionner de façon satisfaisante dans les conditions suivantes aux accès d'entrée.

3.3.1.1 Impédances et niveaux d'entrée conformes aux spécifications de la Recommandation G.703 [1].

3.3.1.2 L'appareil doit aussi pouvoir assurer la surveillance en des points de mesure protégés de l'équipement numérique. On prévoira donc une entrée à haute impédance et/ou un gain supplémentaire de 30 dB (40 dB – voir la remarque) afin de compenser l'affaiblissement aux points de contrôle déjà prévus sur certains équipements.

Remarque – Une autre possibilité est prévue pour les appareils fonctionnant à une jonction à 1544 kbit/s correspondant à la Recommandation citée en [1] le gain supplémentaire peut être, le cas échéant, de 40 dB.

3.3.1.3 En outre, l'appareil doit fonctionner de manière satisfaisante, aussi bien en extrémité que dans le mode surveillance, lorsqu'il est connecté à une sortie de jonction conforme aux spécifications de la Recommandation G.703 [1], par l'intermédiaire d'une longueur de câble donnant lieu à un affaiblissement d'insertion de 0 dB à 6 dB à la fréquence correspondant à la moitié du débit binaire du signal. L'affaiblissement d'insertion du câble aux autres fréquences est proportionnel à $\sqrt{f}$.

3.4 *Impédance d'entrée*

3.4.1 L'affaiblissement d'adaptation de l'appareil doit être supérieur à 20 dB dans les conditions indiquées au tableau 1/O.161.

TABLEAU 1/O.161

Débit de fonctionnement de l'appareil (kbit/s)	Conditions de mesure	
1544	Résistance pure de 100 ohms	20 kHz à 1,6 MHz
2048	Résistance pure de 75/120/130 ohms	40 kHz à 2,5 MHz
6312	Résistance pure de 75/110 ohms	100 kHz à 6,5 MHz
8448	Résistance pure de 75 ohms	100 kHz à 10,0 MHz

3.5 *Déclenchement du signal d'entrée*

3.5.1 L'appareil doit comprendre un circuit d'échantillonnage fonctionnant à partir du signal numérique d'entrée, de telle sorte qu'il ne détecte que les tensions présentes pendant une courte période de déclenchement au point milieu de chaque intervalle de temps d'élément binaire.

3.6 *Tolérance pour la gigue à l'entrée*

3.6.1 L'appareil doit pouvoir tolérer pour la gigue maximale tolérable à l'entrée la limite inférieure spécifiée dans le paragraphe pertinent de la Recommandation G.703 [1].

4 Affichage

4.1 L'appareil de mesure doit être muni d'un indicateur signalant la présence d'un signal numérique d'amplitude et de débit binaire corrects.

4.2 Le taux de violation doit être indiqué dans la gamme de $1 \cdot 10^{-3}$ à au moins $1 \cdot 10^{-6}$. L'indication de violations de code apparaissant dans le signal d'entrée et détectée selon les définitions du § 2 se fait par comptage du nombre des violations qui se produisent pendant la durée de 10^6 intervalles de temps du signal numérique.

4.3 L'appareil doit pouvoir totaliser les violations du code. Il n'est pas nécessaire que cette possibilité soit fournie simultanément avec le comptage et l'affichage du taux de violation du code.

4.4 La capacité de comptage doit être de 99 999; une indication distincte est fournie si le compte dépasse cette valeur.

4.5 La séquence de comptage doit être déclenchée par la manœuvre d'une commande de départ et arrêtée par celle d'une commande d'arrêt.

4.6 Le compteur et son système d'affichage doivent pouvoir être remis à zéro.

5 Contrôle de l'appareil

5.1 Il doit exister un dispositif permettant de contrôler le fonctionnement de l'affichage, du compteur, des circuits de sortie vers l'enregistreur et, facultativement, des circuits d'entrée de l'appareil.

5.2 Dans le cas où la vérification facultative des circuits d'entrée est prévue, il faut convenir d'une méthode pour l'introduction des violations du code dans le signal d'entrée numérique. Les violations doivent être définies comme indiqué au § 2.

6 Sortie vers l'enregistreur

6.1 On peut, à titre facultatif, prévoir un signal de sortie qu'émettrait l'appareil, afin de permettre d'enregistrer à l'extérieur, sous forme analogique et/ou numérique, l'état du signal numérique.

6.2 Pour la sortie analogique, le signal doit varier conformément au résultat mesuré.

6.3 Si l'appareil est pourvu d'une sortie analogique, il doit comporter un dispositif d'étalonnage de l'enregistreur extérieur.

6.4 Le tableau 2/O.161 montre une relation possible entre l'état du signal numérique d'entrée et le signal continu de sortie. La relation dépendra en fait de la durée de comptage spécifiée pour l'appareil (voir le § 4.2).

6.5 Pour la sortie numérique du résultat de mesure, on doit avoir, le cas échéant, un signal parallèle sous forme BCD (codage binaire décimal) avec niveaux TTL (logique transistor-transistor).

7 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

TABLEAU 2/O.161

Etat	Déviation (mA ou V)	Tolérance (mA ou V)
Absence de signal	0	–
Signal correct	5	± 0,2
Taux de violation $\geqslant 1 \cdot 10^{-3}$	2	± 0,2
Taux de violation $\geqslant 1 \cdot 10^{-4}$	2,5	± 0,2
Taux de violation $\geqslant 1 \cdot 10^{-5}$	3	± 0,2
Taux de violation $\geqslant 1 \cdot 10^{-6}$	3,5	± 0,2
Violations du code isolées	4	± 0,2

Référence

[1] Recommandation du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*, tome III, Rec. G.703.

Recommandation O.162

APPAREIL DE SURVEILLANCE EN SERVICE DE SIGNAUX À 2048 kbit/s

(Genève, 1980; modifiée à Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

1.1 La présente spécification décrit un appareil de mesure d'erreurs en service sur signaux de 2 Mbit/s avec trames ayant une structure conforme à la Recommandation G.704 [1].

1.2 Cet appareil doit pouvoir contrôler un signal en code HDB3 à 2048 kbit/s, afficher toute condition d'alarme relative à ce signal et compter les erreurs présentes dans le signal de verrouillage de trame.

1.3 L'appareil peut également, si on le désire, être muni d'un dispositif de comptage et d'affichage des violations du code HDB3.

1.4 L'appareil doit pouvoir contrôler n'importe quels signaux de procédure de contrôle de redondance cyclique (CRC), conformes aux dispositions de la Recommandation G.704 [1], acheminés dans le signal de verrouillage de trame et les intervalles de temps 0 (IT0) des trames qui ne contiennent pas le signal de verrouillage de trame.

1.5 A titre facultatif, cet appareil peut donner accès aux bits d'information acheminés dans un intervalle de temps quelconque choisi.

1.6 *Stratégie de décodage HDB3*

En cas de nécessité, le signal numérique reçu sera décodé par l'appareil d'une manière telle que, lors de l'échantillonnage du signal, au moment de la reconnaissance de deux zéros (espaces) consécutifs, suivis d'une violation bipolaire, le décodeur remplacera la violation bipolaire ainsi que les trois éléments numériques précédents par quatre zéros consécutifs.

2 Signal d'entrée

2.1 *Jonction*

L'appareil doit pouvoir fonctionner à la jonction à 2048 kbit/s, correspondant au § 6 de la Recommandation G.703 [2].

2.2 *Sensibilité à l'entrée*

2.2.1 L'appareil doit pouvoir fonctionner de façon satisfaisante dans les conditions suivantes aux accès d'entrée:

2.2.1.1 Impédances et niveaux d'entrée conformes aux spécifications de la Recommandation G.703 [2].

2.2.1.2 L'appareil doit aussi pouvoir assurer la surveillance en des points de mesure protégés de l'équipement numérique. On prévoira donc une entrée à haute impédance et/ou un gain supplémentaire de 30 dB afin de compenser l'affaiblissement aux points de contrôle déjà prévus sur certains équipements.

2.2.1.3 En outre, l'appareil doit fonctionner de manière satisfaisante, aussi bien en extrémité que dans le mode surveillance, lorsqu'il est connecté à une sortie de jonction conforme aux spécifications de la Recommandation G.703 [2], par l'intermédiaire d'une longueur de câble donnant lieu à un affaiblissement d'insertion de 6 dB à la fréquence correspondant à la moitié du débit binaire du signal. L'affaiblissement d'insertion du câble aux autres fréquences est proportionnel à $\sqrt{f}$.

2.3 *Impédance d'entrée*

2.3.1 L'affaiblissement d'adaptation de l'appareil doit être supérieur à 20 dB aux bornes d'une résistance pure de 75/120/130 ohms, dans une gamme de fréquences de 40 kHz à 2500 kHz.

2.4 *Déclenchement du signal d'entrée*

2.4.1 L'appareil doit comprendre un circuit de reconstitution du rythme fonctionnant à partir du signal numérique d'entrée, de telle sorte qu'il ne détecte que les tensions présentes pendant une courte période de déclenchement au point milieu de chaque intervalle de temps d'élément binaire.

2.5 *Tolérance pour la gigue à l'entrée*

2.5.1 L'appareil doit pouvoir tolérer pour la gigue maximale tolérable d'entrée la limite inférieure spécifiée dans la Recommandation G.823 [3].

3 Facilités

3.1 L'appareil doit être doté d'indicateurs de dérangement correspondant aux dispositifs d'alarme prévus pour le système aux débits binaires spécifiés dans la Recommandation G.732 [4].

3.2 Le § 3.3 décrit un plan possible d'indication des dérangements. Dans des conditions de fonctionnement normales, tous les indicateurs de dérangement sont éteints.

3.3 *Plan d'indication des dérangements*

3.3.1 *Défaillance du signal d'entrée*

L'appareil doit donner une indication de dérangement s'il détecte plus de 10 zéros consécutifs.

3.3.2 *Signal d'indication d'alarme (SIA)*

L'appareil doit reconnaître un signal comprenant moins de trois zéros dans une période de deux trames (512 bits) comme signal SIA valide et provoquer l'allumage de l'indicateur approprié.

La stratégie à appliquer pour la détection de la présence d'un SIA doit être telle que l'on puisse détecter ce signal même en présence d'un taux de violation de code de $1 \cdot 10^{-3}$. Cependant, un signal dont tous les bits sont à l'état «1», à l'exception du signal de verrouillage de trame (SVT) ne devra pas être confondu avec un SIA valable.

3.3.3 *Trame*

3.3.3.1 En cas de perte du verrouillage de trame (définie dans le § 4 de la Recommandation G.706 [5]), l'appareil doit reconnaître cette perte et l'indicateur approprié doit s'allumer.

3.3.3.2 En cas de reprise du verrouillage de trame (définie dans le § 4 de la Recommandation G.706 [5]), l'indicateur doit s'éteindre.

Remarque – L'appareil doit pouvoir se synchroniser sur des trames avec ou sans bits CRC.

3.3.4 *Erreurs dans le signal de verrouillage de trame*

3.3.4.1 L'appareil doit pouvoir indiquer le taux d'erreur binaire, par exemple: $1 \cdot 10^{-3}$, $1 \cdot 10^{-4}$, $1 \cdot 10^{-5}$ et l'indicateur approprié doit s'allumer.

L'indication de taux d'erreur binaire apparaissant dans le signal décodé reçu et détecté en tant que signal de verrouillage de trame incorrect doit se faire selon les limites du tableau 1/O.162. Les conditions fixées dans ce tableau s'appliquent dans l'hypothèse où les taux d'erreur binaire moyens sont présents pendant toute la durée de comptage.

TABLEAU 1/O.162

Indication du taux d'erreur binaire	Taux d'erreur binaire moyen dans le signal décodé	Probabilité d'allumage ou d'extinction de l'indicateur au cours de la période ci-dessous	
		Allumage	Extinction
$1 \cdot 10^{-3}$	$1 \cdot 10^{-3}$ $5 \cdot 10^{-4}$ $1 \cdot 10^{-4}$	50% en 0,3 s 5% en 0,3 s –	5% en 0,3 s – 95% en 0,3 s
$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$ $5 \cdot 10^{-5}$ $1 \cdot 10^{-5}$	50% en 3 s 5% en 3 s –	5% en 3 s – 95% en 3 s
$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$ $5 \cdot 10^{-6}$ $1 \cdot 10^{-6}$	50% en 30 s 5% en 30 s –	5% en 30 s – 95% en 30 s

3.3.4.2 L'appareil doit pouvoir totaliser les erreurs indiquées. La capacité de comptage doit être de 99 999; une indication distincte est fournie si le compte dépasse cette valeur.

3.3.5 *Multitrame*

3.3.5.1 En cas de perte du verrouillage de multitrame (définie dans le § 5.2 de la Recommandation G.732 [4]), l'appareil doit reconnaître cette perte et l'indicateur approprié doit s'allumer.

3.3.5.2 En cas de reprise du verrouillage de multitrame (définie dans le § 5.2 de la Recommandation G.732 [4]), l'indicateur doit s'éteindre.

3.3.5.3 Si l'intervalle de temps 16 est utilisé pour la signalisation sur voie commune, le mot de verrouillage de multitrame n'est pas présent dans un signal d'entrée nominal à l'appareil. Il devra alors être possible de bloquer la perte d'indication de verrouillage de multitrame afin d'éviter de fausses indications d'alarme.

3.3.6 *Alarme provenant de l'extrémité distante*

L'appareil doit reconnaître l'indication d'alarme émise par l'extrémité distante, telle qu'elle est définie dans la Recommandation G.732 [4] (bit 3 de l'intervalle de temps de voie 0 dans les trames autres que celles contenant le signal de verrouillage de trame, au moins deux fois de suite, et reconnu en au plus quatre occasions consécutives); l'indicateur approprié doit s'allumer.

3.3.7 *Alarme de multitrame provenant de l'extrémité distante*

3.3.7.1 L'appareil doit reconnaître l'indication d'alarme de multitrame émise par l'extrémité distante, telle qu'elle est définie dans la Recommandation G.732 [4] (bit 6 de l'intervalle de temps de voie 16 de la trame 0 au moins deux fois de suite, et reconnu en au plus trois occasions consécutives); l'indicateur approprié doit s'allumer.

3.3.7.2 Si l'intervalle de temps 16 est utilisé pour la signalisation sur voie commune, le bit 6 sera continuellement à l'état «1». Il devra alors être possible de bloquer l'alarme de multitrame provenant de l'extrémité distante afin d'éviter de fausses indications d'alarme.

3.4 *Procédure de contrôle de redondance cyclique (CRC)*

3.4.1 Lorsqu'une procédure CRC conforme à la Recommandation G.704 [1] est mise en œuvre dans le signal à 2 Mbit/s, l'appareil fonctionne conformément aux indications spécifiées en détail aux § 3.4.2, 3.4.3 et 3.4.4.

3.4.2 L'appareil doit indiquer la présence de bits de verrouillage de trame CRC.

3.4.3 L'appareil doit pouvoir indiquer les taux d'erreur binaire de $1 \cdot 10^{-5}$, $1 \cdot 10^{-6}$ et $1 \cdot 10^{-7}$ et allumer l'indicateur approprié dans les conditions définies.

L'indication de taux d'erreur binaire survenant dans le signal reçu décodé et détecté par la procédure CRC doit être conforme aux limites indiquées dans le tableau 2/O.162.

TABLEAU 2/O.162

Indication du taux d'erreur binaire	Taux d'erreur binaire moyen dans le signal décodé	Probabilité d'allumage ou d'extinction de l'indicateur au cours de la période ci-dessous	
		Allumage	Extinction
$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$ $5 \cdot 10^{-6}$ $1 \cdot 10^{-6}$	50% en 1 s 5% en 1 s –	5% en 1 s – 95% en 1 s
$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$ $5 \cdot 10^{-7}$ $1 \cdot 10^{-7}$	50% en 10 s 5% en 10 s –	5% en 10 s – 95% en 10 s
$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$ $5 \cdot 10^{-8}$ $1 \cdot 10^{-8}$	50% en 100 s 5% en 100 s –	5% en 100 s – 95% en 100 s

3.4.4 Il doit également être possible de compter la somme des erreurs indiquées. La capacité de comptage doit être de 99 999. Une indication distincte est fournie si le compte dépasse cette valeur.

3.5 *Détection des violations du code*

3.5.1 *Définition d'une violation du code HDB3*

Deux violations bipolaires consécutives de même polarité. Cette violation ne correspond pas nécessairement au nombre absolu des erreurs.

3.5.2 Lorsqu'il sert à la détection des violations du code HDB3, l'appareil de mesure doit être muni d'un indicateur signalant la présence d'un signal numérique d'amplitude et de débit binaire corrects.

3.5.3 Le taux de violation doit être indiqué dans la gamme de $1 \cdot 10^{-3}$ à au moins $1 \cdot 10^{-6}$. L'indication de violations de code apparaissant dans le signal d'entrée et détectée selon la définition du § 3.5.1 se fait par comptage du nombre des violations qui se produisent pendant la durée de 10^6 intervalles de temps.

3.5.4 L'appareil doit pouvoir totaliser les violations du code. Il n'est pas nécessaire que cette possibilité soit fournie simultanément avec le comptage et l'affichage du taux de violation du code.

3.5.5 La capacité de comptage doit être de 99 999; une indication distincte est fournie si le compte dépasse cette valeur.

3.6 *Indications de qualité*

A titre optionnel, l'appareil doit pouvoir donner des informations sur la qualité conformément à la Recommandation G.821 [6].

3.7 *Blocage ou extinction automatique des voyants*

La possibilité doit être prévue que les voyants de l'indicateur de dérangement, ou bien s'éteignent automatiquement lors de la relève du dérangement, ou bien restent allumés jusqu'à ce qu'on les éteigne par une opération manuelle.

3.8 *Accès aux intervalles de temps*

On peut, à titre facultatif, accéder à une jonction externe, aux contenus d'intervalles de temps quelconques déterminés, y compris l'intervalle de temps 16. La préférence est donnée à ce propos à une jonction externe conforme aux spécifications d'une jonction codirectionnelle telle que définie dans la Recommandation G.703 [2].

4 Affichage

4.1 La séquence de comptage doit être déclenchée par la manœuvre d'une commande de départ et arrêtée par celle d'une commande d'arrêt.

4.2 Une référence à l'allumage et à l'extinction des compteurs et systèmes d'affichage n'implique pas la nécessité absolue d'utiliser des indicateurs photoémetteurs.

4.3 Le compteur et son système d'affichage doivent être remis à zéro.

5 Contrôle de la fonction d'alarme

Il y a lieu d'envisager une méthode qui permette d'introduire des conditions produisant des défauts dans le signal d'entrée numérique, cela afin de pouvoir contrôler que l'appareil fonctionne correctement.

6 Signal de sortie d'alarme

On peut, à titre facultatif, prévoir une interface permettant de connecter à l'appareil un dispositif extérieur (imprimante, par exemple) pour assurer l'enregistrement de l'état du signal numérique entrant dans l'appareil.

La préférence est donnée à ce propos à une jonction conforme aux Recommandations V.24 [7] ou V.28 [8], transférant des messages en clair, abrégés de manière appropriée, codés dans le format ASCII/Recommandation T.50 [9], conformément aux spécifications de la Recommandation V.4 [10].

7 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques primaire et secondaire*, tome III, Rec. G.704.

[2] Recommandation du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*, tome III, Rec. G.703.

[3] Recommandation du CCITT *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques fondés sur la hiérarchie à 2048 kbit/s*, tome III, Rec. G.823.

[4] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 2048 kbit/s*, tome III, Rec. G.732.

[5] Recommandation du CCITT *Verrouillage de trame et procédures de redondance cyclique (CRC) concernant les structures de trame de base définies dans la Recommandation G.704*, tome III, Rec. G.706.

[6] Recommandation du CCITT *Performance d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un RNIS*, tome III, Rec. G.821.

[7] Recommandation du CCITT *Liste des définitions des circuits de jonction à l'interface entre l'équipement terminal de traitement de données (ETTD) et l'équipement de terminaison du circuit de données (ETCD)*, tome VIII, Rec. V.24.

[8] Recommandation du CCITT *Caractéristiques électriques des circuits de jonction dissymétriques pour transmission par double courant*, tome VIII, Rec. V.28.

[9] Recommandation du CCITT *Alphabet international n° 5*, tome VII, Rec. T.50.

[10] Recommandation du CCITT *Structure générale des signaux du code pour l'Alphabet international n° 5 destiné à la transmission de données orientée caractères sur le réseau téléphonique public*, tome VIII, Rec. V.4.

Recommandation O.163

APPAREIL DE SURVEILLANCE EN SERVICE SUR SIGNAUX DE 1544 kbit/s

(Melbourne, 1988)

1 Considérations générales

1.1 La présente spécification décrit un appareil de surveillance du signal de verrouillage de trame pour structures de trame à 1544 kbit/s conformes à la Recommandation G.704 [1]. Cet appareil est destiné à surveiller des structures multitrames à 12 (format de supertrame – FS) ou à 24 (format de supertrame étendu – FSE) trames utilisant les codes de ligne AMI ou B8ZS définis au § 2 de la Recommandation G.703 [2].

1.2 Cet appareil doit avoir les capacités suivantes:

a) surveillance et affichage de la qualité en terme d'erreurs du signal de verrouillage de trame;

b) détection et totalisation des occurrences de perte de verrouillage de trame;

c) mesure et affichage de la qualité en terme d'erreurs des signaux de multitrame de 24 trames par surveillance des bits de contrôle de redondance cyclique (CRC-6) et exécution d'une procédure CRC-6 conformément à la Recommandation G.704 [1] ainsi qu'il est décrit ci-après;

d) détection et affichage de diverses alarmes et conditions de dérangement, y compris la perte du signal, la perte du verrouillage de trame et d'autres conditions d'alarme indiquées par des séquences de bits particulières.

1.3 Facultativement, cet appareil peut offrir les capacités supplémentaires suivantes:

a) détection et affichage des violations de code dans le signal de 1544 kbit/s conformément à la Recommandation O.161;

b) interface extérieure assurant l'extraction des bits d'information acheminés dans un intervalle de temps de voie choisi quelconque;

c) interface extérieure assurant l'extraction des bits de liaison de données à 4 kbit/s définis dans la structure multitrame de 24 trames;

d) interface extérieure assurant l'extraction des bits de signalisation des structures de 12 et 24 trames.

2 Conditions à l'entrée

2.1 *Jonction*

L'appareil de surveillance doit pouvoir fonctionner avec une impédance de charge d'essai à une jonction à 1544 kbit/s du type défini dans le § 2 de la Recommandation G.703 [2]. Il doit aussi pouvoir fonctionner lorsqu'il est connecté à des points de surveillance protégés[1] (voir également la Recommandation G.772 [3]).

2.2 *Impédance d'entrée*

2.2.1 *Impédance d'entrée* (résistive) . . . . . 100 ohms

2.2.2 *Affaiblissement d'équilibrage (10 kHz à 1600 kHz)* . . . . . > 20 dB

2.3 *Sensibilité à l'entrée*

Au minimum, l'appareil de surveillance doit fonctionner correctement avec une terminaison de ligne dans la gamme de débits binaires, de gabarit d'impulsions et de niveaux du signal, définie au § 2 de la Recommandation G.703 [2]. Il doit aussi être doté d'un gain supplémentaire afin de compenser l'affaiblissement de séparation subi aux points de surveillance protégés[1] (voir également la Recommandation G.772 [3]). Un indicateur de niveau du signal, ou n'importe quel autre moyen, doit permettre un réglage approprié de la sensibilité à l'entrée.

2.4 *Tolérance sur la gigue à l'entrée*

L'appareil de surveillance doit pouvoir tolérer la gigue d'entrée spécifiée au tableau 2/G.824 [4] sans dégradation de la précision des mesures.

2.5 *Codes de ligne à l'entrée*

L'appareil de surveillance est destiné à être utilisé avec les codes de ligne AMI et B8ZS. L'appareil doit offrir la possibilité de choisir l'un ou l'autre de ces codes par un commutateur ou tout autre moyen approprié. Il devrait indiquer s'il reçoit le code B8ZS lorsqu'il est en mode AMI et vice versa.

3 Conditions de détection, de mesure et d'affichage

3.1 *Détection et affichage des conditions de dérangement*

3.1.1 *Perte du signal en ligne*

A l'étude.

3.1.2 *Perte du verrouillage de trame*

L'appareil doit reconnaître la perte de verrouillage de trame comme défini à la Recommandation G.706 [5] et donner une indication appropriée.

3.1.3 *Reprise de verrouillage de trame*

Pour la détermination de la reprise du verrouillage de trame, la procédure est celle de la Recommandation G.706 [5]. Lorsque la reprise est achevée, l'indication de perte de verrouillage de trame doit cesser.

3.1.4 *Signal d'indication d'alarme (SIA) consécutif à une défaillance en amont*

L'appareil doit reconnaître la présence d'un signal d'indication d'alarme (SIA) indiquant une défaillance en amont et donner une indication appropriée. L'équivalent binaire du SIA correspond à un signal uniquement composé de «un». La stratégie à appliquer pour détecter la présence d'un SIA doit être telle qu'il soit détecté à une forte probabilité même en présence d'un taux de violation de code de 1 sur 1000.

---

[1] La spécification des points de surveillance protégés est étudiée par les CE XV et IV.

3.1.5 *Signal d'indication d'alarme distante (SIAD)*

L'appareil doit reconnaître la présence d'un signal d'indication d'alarme distante défini au § 4.2.4 de la Recommandation G.733 [6] concernant les signaux de multitrame à 12 et à 24 trames et donner une indication appropriée. La stratégie à appliquer pour détecter la présence d'un SIAD doit être telle qu'il soit détecté à une forte probabilité, même en présence d'un taux de violation de code de 1 sur 1000.

3.2 *Mesures de la qualité en terme d'erreurs sur le signal de verrouillage de trame (SVT)*

3.2.1 *Comptage des secondes erronées*

L'appareil doit pouvoir compter le nombre d'intervalles d'une seconde au cours desquels il se produit une erreur ou plus dans les bits de verrouillage de trame associés aux structures à 12 ou à 24 trames définies dans la Recommandation G.704 [1]. Le nombre de secondes erronées au cours d'une période d'observation sélectionnable (voir le § 4.1) sera compté et affiché. L'appareil devra établir les intervalles d'une seconde indépendamment de l'apparition des erreurs.

3.2.2 *Comptage des erreurs*

L'appareil doit pouvoir compter le nombre d'erreurs sur les bits du signal de verrouillage de trame qui se produisent au cours d'une période de temps sélectionnable (voir le § 4.1).

3.3 *Surveillance de la qualité en terme d'erreurs CRC-6*

3.3.1 *Comptage des secondes erronées*

L'appareil doit pouvoir compter le nombre d'intervalles d'une seconde au cours desquels une ou plusieurs violations CRC-6 sont détectées dans les signaux de multitrame à 24 trames en utilisant la procédure CRC-6 définie dans les Recommandations G.704 [1] et G.706 [5]. Le nombre de secondes erronées au cours d'une période sélectionnable doit être compté et affiché. L'appareil devra établir les intervalles d'une seconde indépendamment de l'apparition des erreurs.

3.3.2 *Indications de qualité*

A titre d'option, l'appareil sera capable de fournir des informations sur la qualité, conformément à la Recommandation G.821 [7].

3.3.3 *Estimation du taux d'erreurs sur les bits*

A titre d'option, l'appareil doit pouvoir estimer la qualité en terme de taux d'erreurs sur les bits dans les signaux de multitrame de 24 trames sur une plage allant de 10^{-4} à 10^{-7} en détectant les violations CRC-6. Lors de cette mesure, on admettra qu'il n'y a qu'une seule erreur sur les bits lors de chaque violation CRC-6. Il est pris note du fait que ce n'est peut-être pas là une mesure précise, plusieurs erreurs sur les bits pouvant se produire dans une multitrame de 24 trames, du fait que les erreurs se manifestent par paquets.

La durée de chaque mesure du taux d'erreurs sur les bits comprise dans la plage requise de l'équipement doit être assez longue pour pouvoir relever au moins 10 violations CRC.

3.3.4 *Comptage d'erreurs*

L'appareil doit aussi pouvoir compter le nombre de violations CRC-6 qui ont lieu au cours d'une période d'observation sélectionnable (voir le § 4.1).

3.4 *Perte du comptage de verrouillage de trame*

L'appareil doit pouvoir compter les cas de perte du verrouillage de trame pendant une période d'observation sélectionnable (voir le § 4.1). Le compteurs d'erreur seront arrêtés pendant les intervalles de perte du verrouillage de trame.

3.5 *Mesure des violations de code*

S'il peut mesurer les violations du code à 1544 kbit/s, l'appareil doit être conforme à la Recommandation O.161.

3.6 *Accès aux intervalles de temps de voie*

A titre facultatif, un accès à la réception peut être prévu à une voie à 64 kbit/s par une interface extérieure. La préférence va à une interface conforme aux spécifications d'un accès sortie pour interface codirectionnelle défini dans la Recommandation G.703 [2]. De plus, une interface d'horloge centralisée du type défini dans la Recommandation G.703 [2] peut être prévue.

3.7 *Accès à la liaison de données à 4 kbit/s*

A l'étude.

3.8 *Accès au bit de signalisation*

A l'étude.

4 Conditions de commande et d'affichage

4.1 *Horloge de mesure*

Une horloge pour intervalles de mesure doit être prévue pour la commodité de l'usager lors du comptage des erreurs. Elle doit pouvoir être réglée de 5 minutes à 24 heures par échelons de une minute ou sur mode continu. Des commandes manuelles «départ» et «arrêt» doivent également être prévues.

4.2 *Registres de comptage*

Ils doivent avoir une capacité minimale de 99 999. Un moyen distinct doit être prévu pour indiquer les débordements. Ces enregistreurs doivent pouvoir être remis indépendamment à zéro. Des enregistreurs distincts doivent être prévus pour chacun des paramètres ou conditions énumérés aux § 3.1 à 3.4.

4.3 *Choix de la structure multitrame*

Une commande doit permettre à l'usager de choisir la surveillance d'une structure multitrame de 12 ou de 24 trames. A titre facultatif, l'appareil peut automatiquement détecter et afficher si le signal surveillé est une structure multitrame à 12 ou à 24 trames ou un signal différent.

4.4 *Blocage/remise à zéro des indications affichées*

Pour chacune des indications de condition de dérangement spécifiées au § 3.1, l'affichage doit rester visible jusqu'à l'intervention d'une remise à zéro manuelle.

5 Autodiagnostic de l'appareil de surveillance

5.1 A titre facultatif, un système d'autodiagnostic interne permettant de vérifier le bon fonctionnement des appareils doit être prévu.

6 Interface de télécommande et de transmission des résultats des mesures

6.1 A titre facultatif, il doit être prévu une interface pour la télécommande de l'appareil de surveillance du signal de verrouillage de trame et pour la transmission des résultats des mesures. S'il existe, le bus d'interface doit être conforme à l'une ou l'autre des dispositions suivantes:

a) ANSI/IEEE Std 488-1978 [8]

b) CEI, Publication 625 [9]

c) ANSI/EIA-232-D-1986 [10].

7 Milieu de fonctionnement

Les conditions de performance électrique devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Structures de trame synchrone utilisées aux niveaux hiérarchiques primaire et secondaire*, tome III, Rec. G.704.

[2] Recommandation du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*, tome III, Rec. G.703.

[3] Recommandation du CCITT *Points de contrôle protégés numériques*, tome III, Rec. G.772.

[4] Recommandation du CCITT *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques fondés sur la hiérarchie à 1544 kbit/s*, tome III, Rec. G.824.

[5] Recommandation du CCITT *Verrouillage de trame et procédures de contrôle de redondance cyclique (CRC) concernant les structures de trame de base définies dans la Recommandation G.704*, tome III, Rec. G.706.

[6] Recommandation du CCITT *Caractéristiques des équipements de multiplexage MIC primaires fonctionnant à 1544 kbit/s*, tome III, Rec. G.733.

[7] Recommandation du CCITT *Performance d'erreur sur une communication numérique internationale faisant partie d'un réseau numérique avec intégration des services*, tome III, Rec. G.821.

[8] Norme ANSI/IEEE Std 488-1978, *IEEE Standard Digital Interface for Programmable Instrumentation.*

[9] Publication 625 de la CEI, *Un système d'interface pour instruments de mesurage programmables (bits parallèles, octets série).*

[10] Norme ANSI/EIA-232-D-1986, *Interface between Data Terminal Equipment and Data Circuit Terminating Equipment employing Serial Binary Data Interexchange.*

Recommandation O.171

APPAREIL DE MESURE DE LA GIGUE DE RYTHME POUR SYSTÈMES NUMÉRIQUES[1)]

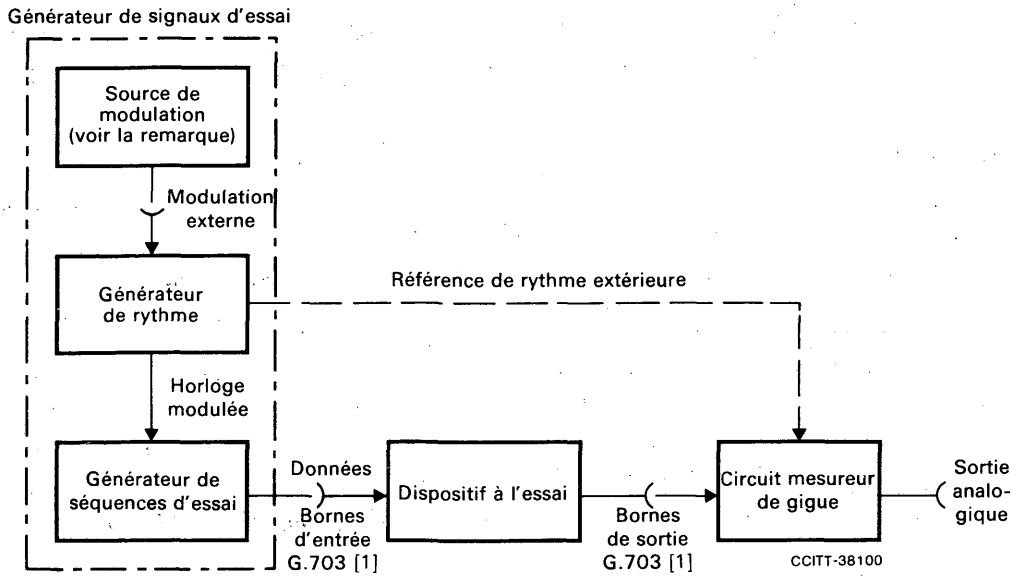
(Genève, 1980; modifiée à Malaga-Torremolinos, 1984 et Melbourne, 1988)

1 Introduction

1.1 *Considérations générales*

1.1.1 L'appareil spécifié ci-après sera utilisé pour mesurer la gigue de rythme sur des équipements numériques. Cet appareil, qui se compose d'un circuit mesureur de gigue et d'un générateur de signaux d'essai, est représenté schématiquement dans la figure 1/O.171. La présente Recommandation donne les spécifications de base de l'appareil, mais ne traite pas de la réalisation structurelle; il appartient au concepteur et à l'utilisateur d'étudier attentivement cette réalisation. Certains types de mesures exigent aussi la mise en œuvre d'un dispositif de mesure du taux d'erreur.

[1)] Voir le supplément n° 3.8 placé à la fin de ce fascicule.



Remarque — La source de modulation, servant à vérifier la conformité aux Recommandations de la série G.700, peut être placée à l'intérieur du générateur de rythme et/ou à l'intérieur du générateur de séquences d'essai. Elle peut aussi être montée séparément.

FIGURE I/O.171

Schéma de principe du montage pour la mesure de la gigue de rythme

1.1.2 Certaines clauses de la présente spécification sont provisoires et restent à l'étude. Elles sont indiquées comme telles dans chaque cas.

1.1.3 Il est recommandé de lire la Recommandation G.823 [2] en même temps que la présente Recommandation.

1.2 *Jonctions*

1.2.1 L'appareil doit pouvoir fonctionner à l'un ou plusieurs des débits binaires suivants et aux jonctions correspondantes suivantes telles qu'elles sont définies dans les paragraphes correspondants de la Recommandation G.703 [1]. Cependant, pour tous ces débits binaires, le signal appliqué à l'entrée du circuit mesureur de gigue doit être une impulsion de forme nominale rectangulaire. D'autres formes de signaux risquent de produire des interférences inter symboles qui ont une influence défavorable sur la précision de la mesure:

a) 64 kbit/s[2];

b) 1544 kbit/s;

c) 6312 kbit/s;

d) 2048 kbit/s;

e) 8448 kbit/s;

f) 32 064 kbit/s;

g) 44 736 kbit/s;

h) 34 368 kbit/s;

i) 139 264 kbit/s.

1.2.2 A titre facultatif, le circuit mesureur de gigue doit pouvoir mesurer la gigue à un accès de sortie de l'horloge, lorsque cet accès existe sur un équipement numérique.

[2] Les références à 64 kbit/s concernent la jonction codirectionnelle. Les limites pour les autres jonctions à 64 kbit/s sont à l'étude.

1.3 *Impédances d'entrée*

1.3.1 L'affaiblissement d'adaptation du circuit mesureur de gigue et de la source de signaux doit être meilleur que 20 dB[3] dans les conditions indiquées au tableau 1/O.171.

TABLEAU 1/O.171

Conditions de mesure pour l'affaiblissement d'adaptation

Débit binaire (kbit/s)	Conditions de mesure	
64	Résistance pure de 120 ohms	3 kHz à 300 kHz
1 544	Résistance pure de 100 ohms	20 kHz à 1,6 MHz
2 048	Résistance pure de 75/120/130 ohms	40 kHz à 2,5 MHz
6 312	Résistance pure de 75/110 ohms	100 kHz à 6,5 MHz
8 448	Résistance pure de 75 ohms	100 kHz à 10 MHz
32 064	Résistance pure de 75 ohms	500 kHz à 40 MHz
34 368	Résistance pure de 75 ohms	500 kHz à 40 MHz
44 736	Résistance pure de 75 ohms	500 kHz à 50 MHz
139 264	Résistance pure de 75 ohms	7 MHz à 210 MHz

2 Générateur de signaux d'essai

L'essai des équipements numériques peut se faire avec un signal numérique présentant ou ne présentant pas de la gigue. Pour cette mesure, il faut utiliser le générateur de séquences d'essai, le générateur de rythme et la source de modulation représentés dans la figure 1/O.171.

2.1 *Source de modulation*

La source de modulation sert à vérifier la conformité aux Recommandations de la série G.700. Elle peut être placée à l'intérieur du générateur de rythme et/ou à l'intérieur du générateur de séquences d'essai, ou être montée séparément. Dans la présente Recommandation, la source de modulation est considérée comme sinusoïdale.

[3] Pour un débit binaire de 1544 kbit/s, l'affaiblissement d'adaptation de la source de signaux sera: de 20 kHz à 500 kHz ⩾ 14 dB et de 500 kHz à 1,6 MHz ⩾ 16 dB.

2.2 *Générateur de rythme*

2.2.1 Il devra être possible de moduler en phase le générateur de rythme à partir de la source de modulation, et d'indiquer l'excursion de phase crête à crête du signal modulé.

La gigue crête à crête produite et les fréquences modulantes doivent satisfaire aux conditions prescrites dans la figure 2/O.171 et le tableau 2/O.171.

2.2.2 La sensibilité du générateur de rythme, à l'entrée de modulation, doit avoir les valeurs minimales suivantes:

a) 2 volts crête à crête, sur 600 ohms, pour les débits binaires inférieurs ou égaux à 8448 kbit/s;

b) 1 volt crête à crête, sur 75 ohms, pour les débits binaires inférieurs ou égaux à 139 264 kbit/s.

2.2.3 Le niveau de sortie minimal du signal d'horloge modulé et du signal de référence de rythme externe doit être de 1 volt crête à crête sur 75 ohms.

2.2.4 *Précision du générateur de rythme*

Les exigences concernant la précision sont encore à l'étude.

2.3 *Générateur de séquences d'essai*

Le mesureur de gigue sera normalement utilisé avec un générateur de séquences d'essai quelconque, à condition qu'il présente les caractéristiques suivantes.

Remarque – Lorsque les signaux d'essai sont appliqués à l'entrée d'un démultiplexeur numérique, ces signaux doivent contenir le signal de verrouillage de trame et les bits de commande de la justification. Il existe d'autres méthodes de mesure qui ne nécessitent pas l'adjonction du signal de verrouillage de trame ou des bits de commande de la justification.

2.3.1 *Séquences d'essai*

Le générateur de séquences d'essai doit pouvoir fournir les séquences d'essai suivantes:

Remarque – Des séquences pseudo-aléatoires plus longues pourront être nécessaires pour les mesures de gigue effectuées sur des systèmes en ligne numérique et des sections de lignes numériques [1].

2.3.1.1 Pour utilisation au débit binaire 64 kbit/s, une séquence pseudo-aléatoire d'une longueur égale à $2^{11} - 1$ bits, correspondant à la Recommandation O.152; codage conforme au § 1.2.1 de la Recommandation G.703 [1].

2.3.1.2 Pour utilisation aux débits binaires de 1544 kbit/s, 6312 kbit/s et 44 736 kbit/s, des séquences pseudo-aléatoires d'une longueur égale à $2^{15} - 1$, $2^{20} - 1$ et $2^{23} - 1$ bits, correspondant au § 2 de la Recommandation O.151.

Remarque – La définition de la séquence pseudo-aléatoire $2^{20} - 1$ est à l'étude.

2.3.1.3 Pour utilisation aux débits binaires de 2048 kbit/s, 8448 kbit/s et 32 064 kbit/s, une séquence pseudo-aléatoire d'une longueur égale à $2^{15} - 1$ bits correspondant au § 2.1 de la Recommandation O.151.

2.3.1.4 Pour utilisation aux débits binaires 34 368 kbit/s et 139 264 kbit/s: une séquence pseudo-aléatoire d'une longueur égale à $2^{23} - 1$ bits, correspondant au § 2.2 de la Recommandation O.151.

2.3.1.5 Pour utilisation à tous les débits binaires: une séquence répétitive 1000 1000.

2.3.1.6 A titre d'option et pour utilisation à tous les débits binaires:

a) deux séquences de 8 bits programmables à volonté, que l'on doit pouvoir faire alterner à cadence lente (par exemple, de 10 Hz à 100 Hz);

b) une séquence de 16 bits programmable à volonté.

2.3.2 *Erreurs du générateur*

On étudie actuellement la spécification détaillée des caractéristiques du générateur de séquences, aux fins de compatibilité avec la spécification du circuit mesureur de gigue.

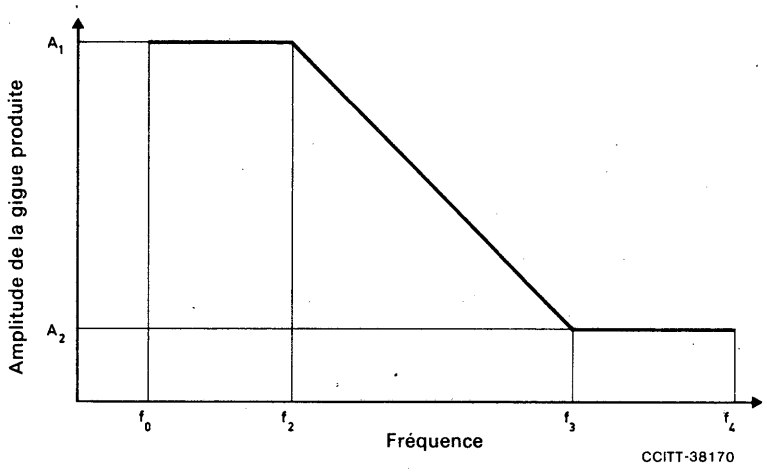


FIGURE 2/O.171

Amplitude de la gigue produite en fonction de la fréquence de la gigue

TABLEAU 2/O.171

Amplitude de la gigue produite en fonction de la fréquence de la gigue

Débit binaire (kbit/s)	A_1: valeur minimale de la gigue engendrée de f_0 à f_2	A_2: valeur minimale de la gigue engendrée de f_3 à f_4
64	5,0 IU de 2 Hz à 600 Hz	0,5 IU de 6 kHz à 10 kHz
1 544	10,0 IU de 2 Hz à 200 Hz	0,5 IU de 4 kHz à 40 kHz
2 048	10,0 IU de 2 Hz à 2400 Hz	0,5 IU de 45 kHz à 100 kHz
6 312	10,0 IU de 2 Hz à 1600 Hz	0,5 IU de 32 kHz à 160 kHz
8 448	10,0 IU de 2 Hz à 400 Hz	0,5 IU de 8,5 kHz à 400 kHz
32 064	10,0 IU de 2 Hz à 1600 Hz	0,5 IU de 32 kHz à 800 kHz
34 368	10,0 IU de 2 Hz à 1000 Hz	0,5 IU de 20 kHz à 800 kHz
44 736	16,0 IU de 2 Hz à 3200 Hz	0,5 IU de 100 kHz à 4500 kHz
139 264	10,0 IU de 2 Hz à 500 Hz	0,5 IU de 10 kHz à 3500 kHz
8 448 (petites valeurs de Q)	10,0 IU de 2 Hz à 10,7 kHz	0,5 IU de 200 kHz à 400 kHz

Remarque 1 relative à la figure 2/O.171 et au tableau 2/O.171 – L'amplitude de la gigue est spécifiée comme une valeur de crête à crête, en intervalles unitaires (IU).

Remarque 2 relative à la figure 2/O.171 et au tableau 2/O.171 – La fréquence f_1 se trouve entre les fréquences f_0 et f_2 (voir la figure 3/O.171 et le tableau 3/O.171); elle n'est pas définie parce qu'elle n'est pas significative pour les spécifications du générateur de rythme.

3 Circuit mesureur de gigue

3.1 *Sensibilité à l'entrée*

Le circuit mesureur de gigue doit fonctionner d'une façon satisfaisante lorsque les conditions suivantes existent à l'entrée:

a) accès de sortie de l'équipement tels que spécifiés dans la Recommandation G.703 [1];

b) le circuit mesureur de gigue doit aussi pouvoir mesurer aux points d'essai protégés de l'équipement numérique. En conséquence, on introduira un gain additionnel de 30 dB (40 dB) pour compenser l'affaiblissement uniforme aux points de contrôle qui sont déjà ménagés sur certains équipements.

Remarque 1 – A titre d'option, le gain additionnel, lorsqu'il est introduit, doit être de 40 dB pour un appareil qui fonctionne à une jonction de 1544 kbit/s.

Remarque 2 – On étudie actuellement l'influence, sur la précision de mesure du gain additionnel de 40 dB et de l'affaiblissement du câble en fonction de la fréquence.

3.2 *Gammes de mesure*

3.2.1 Le circuit mesureur de gigue doit pouvoir mesurer la gigue crête à crête. Les gammes de mesure à prévoir sont facultatives mais, pour des raisons de compatibilité, la réponse d'amplitude en fonction de la fréquence de ce circuit doit être conforme aux conditions de la figure 3/O.171 et du tableau 3/O.171, dans lesquels f_1 à f_4 sont les fréquences définissant les fréquences de gigue à mesurer.

3.2.2 Pour les mesures de la gigue crête à crête, on doit pouvoir en outre compter le nombre de dépassements d'un seuil de gigue donné (que l'on peut choisir) et la durée de ces dépassements. On doit pouvoir enregistrer ces valeurs à l'aide d'un compteur extérieur à l'appareil de mesure ou d'un compteur intérieur dont il est muni à titre facultatif.

3.2.3 On doit pouvoir fixer le seuil dont il est question au § 3.2.2 à toute valeur comprise dans la gamme de mesure du circuit mesureur de gigue.

3.2.4 A titre facultatif, le circuit mesureur de gigue pourra mesurer une gigue quadratique moyenne. Dans ce cas, il sera possible de mesurer 3,0 intervalles unitaires (IU) sur des fréquences de gigue allant jusqu'à f_2, et 0,15 IU sur les fréquences de gigue comprises entre f_3 et f_4 (voir la figure 3/O.171 et le tableau 3/O.171). Les gammes de mesure à prévoir sont facultatives.

3.2.5 Lorsque l'option du § 3.2.4 n'est pas prévue, la sortie analogique peut être utilisée pour des mesures de valeurs quadratiques moyennes, en utilisant un appareil extérieur.

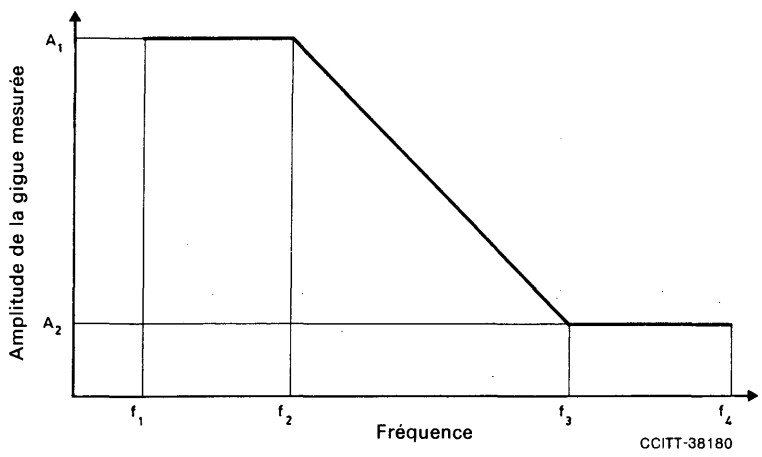


FIGURE 3/O.171

Amplitude de la gigue mesurée en fonction de la fréquence

TABLEAU 3/O.171

Amplitude de la gigue mesurée en fonction de la fréquence de la gigue

Débit binaire (kbit/s)	A_1: valeur maximale de la gigue à mesurer de f_1 à f_2	A_2: valeur maximale de la gigue à mesurer de f_3 à f_4
64	5,0 IU de 20 Hz à 600 Hz	0,5 IU de 6 kHz à 10 kHz
1 544	10,0 IU de 10 Hz à 200 Hz	0,3 IU de 7 kHz à 40 kHz
2 048	10,0 IU de 20 Hz à 2400 Hz	0,5 IU de 45 kHz à 100 kHz
6 312	10,0 IU de 10 Hz à 1600 Hz	0,5 IU de 32 kHz à 160 kHz
8 448	10,0 IU de 20 Hz à 400 Hz	0,5 IU de 8,5 kHz à 400 kHz
32 064	10,0 IU de 60 Hz à 1600 Hz	0,5 IU de 32 kHz à 800 kHz
34 368	10,0 IU de 100 Hz à 1000 Hz	0,5 IU de 20 kHz à 800 kHz
44 736	16,0 IU de 10 Hz à 3200 Hz	0,5 IU de 100 kHz à 4500 kHz
139 264	10,0 IU de 200 Hz à 500 Hz	0,5 IU de 10 kHz à 3500 kHz
8 448 (petites valeurs de Q)	10,0 IU de 20 Hz à 10,7 kHz	0,5 IU de 200 kHz à 400 kHz

Remarque relative à la figure 3/O.171 et au tableau 3/O.171 – L'amplitude de gigue est spécifiée comme une valeur de crête à crête, en intervalles unitaires (IU).

3.3 *Largeurs de bande de mesure*

3.3.1 Le circuit mesureur de gigue, dans sa forme fondamentale, doit comporter des filtres dont la fonction est de limiter la bande des fréquences de gigue à mesurer aux différents débits binaires. Des filtres supplémentaires seront prévus pour limiter davantage encore la largeur de bande dans la mesure de certains spectres de gigue (définis dans les Recommandations de la série G.700), et pour d'autres usages. Ces filtres supplémentaires peuvent être montés à l'intérieur ou à l'extérieur du circuit mesureur de gigue. Ils doivent être branchés entre le détecteur de phase et le dispositif de mesure. La largeur de bande du circuit mesureur de gigue et les caractéristiques des filtres doivent répondre aux spécifications indiquées dans le tableau 4/O.171.

3.3.2 *Réponse en fréquence du circuit mesureur de gigue et des filtres*

La réponse de tous les filtres à l'intérieur de leur bande passante doit être telle que les conditions de précision du circuit mesureur de gigue soient satisfaites.

Au-dessous de la fréquence basse du point à 3 dB, l'affaiblissement dû au filtrage passe-haut doit être plus grand ou égal à 20 dB par décade.

Au-dessus de la fréquence haute du point à 3 dB, l'affaiblissement dû au filtrage passe-bas doit être plus grand ou égal à 60 dB par décade.

Toutefois, l'affaiblissement maximal des filtres doit être d'au moins 60 dB.

Remarque – L'influence d'une gigue non sinusoïdale sur les spécifications des filtres est encore à l'étude.

TABLEAU 4/O.171

Largeurs de bande pour la mesure de la gigue et fréquences de coupure des filtres passe-haut

Débit binaire (kbit/s)	Largeur de bande de mesure de la gigue				Point à 3 dB des filtres supplémentaires	
	f_0 (point à 3 dB inférieur) (Hz)	f_1 (Hz)	f_4 (kHz)	f_5 (point à 3 dB supérieur) (kHz)	Filtre passe-haut n° 1	Filtre passe-haut n° 2
64	2	20	10	⩽ 20	20 Hz	3 kHz
1 544	2	10	40	⩽ 80	10 Hz	8 kHz
2 048	2	20	100	⩽ 200	20 Hz	700 Hz 18 kHz
6 312	2	10	160	⩽ 320	10 Hz 60 Hz	24 kHz 32 kHz
8 448	2	20	400	⩽ 800	20 Hz	3 kHz 80 kHz
32 064	2	60	800	⩽ 1600	60 Hz	160 kHz
34 368	2	100	800	⩽ 1600	100 Hz	10 kHz
44 736	2	10	4500	⩽ 9000	10 Hz	900 kHz
139 264	2	200	3500	⩽ 7000	200 Hz	10 kHz

Remarque 1 – La précision de l'appareil est spécifiée entre les fréquences f_1 et f_4.

Remarque 2 – Deux valeurs sont spécifiées pour le filtre passe-haut n° 1 à 6312 kbit/s, et pour le filtre passe-haute n° 2 à 2048 kbit/s, 6312 kbit/s et 8448 kbit/s.

3.4 *Précision de la mesure*

3.4.1 *Considérations générales*

La précision de mesure du circuit mesureur de gigue dépend de plusieurs facteurs, par exemple: erreur intrinsèque fixe, réponse en fréquence et erreur des circuits fournissant la référence de rythme interne (cette erreur dépend de la séquence d'essai). A cela s'ajoute une erreur qui est introduite par la lecture elle-même.

L'erreur totale pour une fréquence de gigue de 1 kHz (compte non tenu de l'erreur due à la réponse en fréquence) doit être inférieure à:

$$\pm\ 5\%\ \text{de la valeur lue}\ \pm\ X\ \pm\ Y,$$

X étant l'erreur fixe donnée par le tableau 5/O.171, et Y une erreur de 0,01 IU de crête à crête (valeur quadratique moyenne: 0,002 IU) qui intervient lorsqu'on opère avec extraction du rythme interne.

3.4.2 *Erreur fixe*

Pour les débits binaires du système et les séquences d'essai indiquées, l'erreur fixe du circuit mesureur de gigue doit être conforme aux indications du tableau 5/O.171, lorsqu'elle est mesurée à toute fréquence de gigue comprise entre les fréquences f_1 et f_4 de la figure 3/O.171.

3.4.3 *Valeur de l'erreur sur d'autres fréquences*

Pour les fréquences de gigue comprises entre f_1 et f_4, et autres que 1 kHz, on a une erreur qui s'ajoute à celle qui a été définie au § 3.4.1; cette erreur doit être conforme aux valeurs données dans le tableau 6/O.171.

Remarque – Les limites indiquées au § 3.4 pour la précision du circuit mesureur de gigue sont provisoires; elles sont encore à l'étude.

TABLEAU 5/O.171

Erreur fixe dans les mesures de gigue

Débit binaire (kbit/s)	Valeurs de la gigue en IU pour des séquences données					
	1000 1000		Pseudo-aléatoire [a]		Eléments binaires 1 seulement (Entrée de l'horloge)	
	de crête à crête	Moyenne quadratique	de crête à crête	Moyenne quadratique	de crête à crête	Moyenne quadratique
64	0,005	0,002	0,025	0,004	0,004	0,001
1 544	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
2 048	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
6 312	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
8 448	< 0,005	< 0,002	< 0,025	< 0,004	< 0,004	< 0,001
32 064	à l'étude					
34 368	< 0,025	< 0,01	< 0,055	< 0,015	< 0,02	< 0,01
44 736	à l'étude					
139 264	< 0,03	< 0,015	< 0,085	< 0,02	< 0,025	< 0,015

[a] Voir le § 2.3.1.

TABLEAU 6/O.171

Erreur imputable à la réponse en fréquence

Débit binaire (kbit/s)	Largeur de bande de mesure		Erreur additionnelle, par rapport à l'erreur à 1 kHz
	f_1 (Hz)	f_4 (kHz)	
64	20	10	± 2% de 20 Hz à 600 Hz ± 3% de 600 Hz à 10 kHz
1 544	10	40	± 4% de f_1 à 1 kHz; ± 2% jusqu'à f_4
2 048	20	100	± 2% de f_1 à f_4
6 312	10	160	± 4% de f_1 à 1 kHz; ± 2% jusqu'à f_4
8 448	20	400	± 2% de f_1 à 300 kHz ± 3% de 300 Hz à f_4
32 064	60	800	± 2% de 60 Hz à 300 kHz
34 368	100	800	± 3% de 300 kHz à f_4
44 736	10	4500	± 4% de 10 Hz à 200 Hz ± 2% de 200 Hz à 300 kHz ± 3% de 300 kHz à 1 MHz ± 5% de 1 MHz à 3 MHz ± 10% au-dessus de 3 MHz
139 264	200	3500	

3.5 *Facilités supplémentaires*

3.5.1 *Sortie analogique*

Le circuit mesureur de gigue doit fournir un signal de sortie analogique permettant de faire des mesures à l'extérieur de ce circuit.

3.5.2 *Signal de rythme de référence*

Il faut prévoir un signal de rythme de référence pour le détecteur de phase. Pour les mesures de bout en bout, ce signal peut être fourni, dans le circuit mesureur de gigue, à partir de n'importe quelle séquence d'entrée. Pour les mesures en boucle, il peut être fourni par une horloge appropriée.

4 Conditions de fonctionnement

Les performances électriques exigées devront être observées en cas de fonctionnement dans les conditions climatiques spécifiées dans le § 2.1 de la Recommandation O.3.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des jonctions*, tome III, Rec. G.703.

[2] Recommandation du CCITT *Régulation de la gigue et du dérapage dans les réseaux numériques fondés sur la hiérarchie de 2048 kbit/s*, tome III, Rec. G.823.

PARTIE II

SUPPLÉMENTS AUX RECOMMANDATIONS DE LA SÉRIE O

(Section 3 des suppléments aux Recommandations des séries M, N et O)

PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK

PAGE LAISSEE EN BLANC INTENTIONNELLEMENT

3 Spécifications des instruments de mesure

Supplément n° 3.1

SPÉCIFICATIONS À EXIGER POUR LES APPAREILS DE MESURE – GÉNÉRATEURS DE FRÉQUENCES SINUSOÏDALES ET INSTRUMENTS DE MESURE DU NIVEAU [1]

(Genève, 1972; modifié à Melbourne, 1988)

A. *Générateurs de fréquences sinusoïdales d'utilisation générale, à lecture directe et à variation continue (sans balayage de fréquence)*

Le tableau 1 indique les exigences relatives aux caractéristiques fondamentales d'une série de générateurs de fréquences sinusoïdales d'utilisation générale, à lecture directe et à variation continue.

Si l'on désire disposer de fréquences discrètes, on trouvera les valeurs nominales appropriées aux besoins internationaux dans la Recommandation M.580 pour les circuits du type téléphonique et dans la Recommandation N.21 pour les circuits radiophoniques.

B. *Appareils de mesure du niveau d'utilisation générale, à lecture directe, à large bande ou sélectifs (sans balayage de fréquence ni fréquence fixe)*

Le tableau 2 indique les exigences relatives aux caractéristiques fondamentales d'une série d'appareils de mesure du niveau d'utilisation générale, à lecture directe, à large bande ou sélectifs.

Remarque – Il est recommandé d'utiliser les spécifications données dans le § 8 de la Recommandation O.22 pour les générateurs de fréquence et les instruments de mesure du niveau à utiliser sur les circuits de type téléphonique.

[1] Pour rendre plus pratique la lecture de ce Livre, le présent Supplément n° 3.1 extrait du tome IV.2 du *Livre vert* du CCITT (UIT, Genève 1973) est publié ici à nouveau.

TABLEAU 1

Conditions relatives aux caractéristiques fondamentales des générateurs de fréquences sinusoïdales
(sans balayage de fréquence)

	Circuits du type téléphonique	Circuits radiophoniques	Groupes prim., groupes second. et syst. à 12, 60, 120 ou 300 voies	Groupes tert., groupes quatern., et syst. de 900 à 2700 voies
1	2	3	4	5
Fréquence				
a) gamme	de 200 Hz à 4 kHz	de 30 Hz à 20 kHz	de 4 à 1400 kHz	de 60 kHz à 17 MHz
b) précision du réglage initial, sans compteur de fréquences à 20 °C et tensions d'alimentation nominales	± 1% ± 1 Hz	± 1% ± 1 Hz	au-dessous de 120 kHz ± 0,2 % ± 100 Hz à 120 kHz et au-dessus: ± 0,2% ± 1 kHz	± 0,002% ± 300 Hz
c) stabilité				
– pendant une heure, à 20 °C et tensions d'alimentation nominales	± 1%	± 2%	± 0,01% ± 250 Hz	± 0,005% ± 250 Hz
– par paliers de 10 °C dans une gamme de températures spécifiée et avec tensions d'alimentation nominales (remarque)	± 0,1%	± 0,1%	± 0,1% ± 250 Hz	± 0,002% ± 10 Hz
– par variation de 10% de l'alimentation à 20 °C	± 0,5%	± 0,5%	± 0,05% ± 250 Hz	± 0,001% ± 10 Hz
Niveau de sortie				
a) gamme	de +10 à −40 dBm (de +12 à −45 dNm)	de +20 à −40 dBm (de +23 à −45 dNm)	de +10 à −60 dBm (de +12 à −70 dNm)	de +10 à −60 dBm (de +12 à −70 dNm)
b) précision à 0 dBm (0 dNm) et à la fréquence de référence, à 20 °C et avec tensions d'alimentation nominales	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,2 dB (± 0,2 dNp)	± 0,2 dB (± 0,2 dNp)
c) précision à un niveau ou à une fréquence quelconque de la gamme	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)
d) stabilité				
– pendant une heure, à 20 °C et avec tensions d'alimentation nominales	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
– par paliers de 10 °C dans une gamme de températures spécifiée et avec tensions d'alimentation nominales (remarque)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
– par variation de 10% de l'alimentation à 20 °C	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
Pureté à la sortie				
Rapport de la puissance totale de sortie à la puissance des signaux parasites (bruit, fréquences harmoniques et non harmoniques)	au moins 40 dB (46 dNp)	au moins 50 dB (57 dNp)	au moins 46 dB (53 dNp)	au moins 46 dB (53 dNp)
Impédance de sortie				
a) valeur nominale (d'autres valeurs peuvent être spécifiées si besoin est)	600 ohms (symétrique)	600 ohms (symétrique) ou au plus 6 ohms (symétrique) pour les méthodes à tension constante	75 ohms (dissymétrique) ou 150 ohms (symétrique) ou 600 ohms (symétrique)	50 ou 75 ohms (dissymétrique)
b) affaiblissement d'adaptation par rapport à la valeur nominale	au moins 30 dB (35 dNp)	au moins 30 dB (35 dNp)	au moins 30 dB (35 dNp)	au moins 30 dB (35 dNp)
c) symétrie par rapport à la terre (le cas échéant)	au moins 40 dB (46 dNp)	au moins 60 dB (70 dNp)	au moins 40 dB (46 dNp)	

Remarque – Il convient de spécifier la gamme de températures dans laquelle les appareils doivent fonctionner de façon satisfaisante. Cette gamme dépend dans une large mesure de l'emplacement géographique.

TABLEAU 2

Conditions relatives aux caractéristiques fondamentales des appareils de mesure du niveau à large bande ou sélectifs
(sans balayage de fréquence ni fréquence fixe)

	Circuits du type téléphonique	Circuits radiophoniques	Groupes prim., groupes second. et syst. à 12, 60, 120 ou 300 voies	Groupes tert., groupes quatern., et syst. de 900 à 2700 voies
1	2	3	4	5
Fréquence				
a) gamme	de 200 Hz à 4 kHz	de 30 Hz à 20 kHz	de 4 à 1400 kHz	de 60 kHz à 17 MHz
b) largeur de bande nominale pour les mesures sélectives (remarque 1)	40 Hz	40 Hz	600 Hz et 4 kHz	600 Hz et 4 kHz
Gamme de niveau d'entrée				
a) appareils à large bande	de +20 à −50 dBm (de +23 à −58 dNm) jusqu'à −70 dBm (−80 dNm) avec précision réduite	de +20 à −50 dBm (de +23 à −58 dNm) jusqu'à −70 dBm (−80 dNm) avec précision réduite	de +20 à −50 dBm (de +23 à −58 dNm)	de +20 à −50 dBm (de +23 à −58 dNm)
b) appareils sélectifs	de +20 à −80 dBm (de +23 à −92 dNm)	de +20 à −80 dBm (de +23 à −92 dNm)	de +20 à −90 dBm (de +23 à −100 dBm) jusqu'à −110 dBm (−127 dNm) avec précision réduite	de +20 à −90 dBm (de +23 à −100 dBm) jusqu'à −110 dBm (−127 dNm) avec précision réduite
Précision de mesure				
a) à 0 dBm (0 dNm) et à la fréquence de référence, à 20 °C et avec tensions d'alimentation nominales, si l'appareil est muni d'un dispositif interne d'étalonnage	± 0,2 dB (± 0,2 dNp) ± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,2 dB (± 0,2 dNp) ± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,2 dB (± 0,2 dNp) ± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,2 dB (± 0,2 dNp) ± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
b) à un niveau et à une fréquence quelconques des gammes (remarque 2)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)
Stabilité du niveau indiqué (remarque 3)				
a) pendant une heure à 20 °C et avec tensions d'alimentation nominales	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
b) pendant 48 heures à 20 °C et avec tensions d'alimentation nominales	± 0,3 dB (± 0,4 dNp)	± 0,3 dB (± 0,4 dNp)	± 0,3 dB (± 0,4 dNp)	± 0,3 dB (± 0,4 dNp)
c) par paliers de 10 °C dans une gamme de températures spécifiée et avec tensions d'alimentation nominales (remarque 4)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,5 dB (± 0,6 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
d) pour une variation de 10% de la tension d'alimentation à 20 °C	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)	± 0,1 dB (± 0,1 dNp)
Niveau des signaux parasites				
Engendrés par l'appareil lui-même et apparaissant aux bornes d'entrée, par rapport au niveau minimal d'entrée admissible mesuré aux bornes d'entrée	−20 dB (−23 dNp) ou au-dessous	−20 dB (−23 dNp) ou au-dessous	−20 dB (−23 dNp) ou au-dessous	−20 dB (−23 dNp) ou au-dessous

TABLEAU 2 *(suite)*

	Circuits du type téléphonique	Circuits radiophoniques	Groupes prim., groupes second. et syst. à 12, 60, 120 ou 300 voies	Groupes tert., groupes quatern., et syst. de 900 à 2700 voies
1	2	3	4	5
Impédance d'entrée				
a) valeur nominale pour des mesures sur terminaison. D'autres valeurs nominales peuvent être spécifiées si besoin est	600 ohms (symétrique)	600 ohms (symétrique) ou au moins 20×10^3 ohms (symétrique) pour les méthodes à tension constante	75 ohms (dissymétrique) ou 150 ou 600 ohms (symétrique ou dissymétrique)	50 ou 75 ohms (dissymétrique)
b) valeur pour des mesures de niveau absolu	au moins 25×10^3 ohms (symétrique)	au moins 20×10^3 ohms	il n'est pas recommandé de procéder à des mesures de niveau absolu	il n'est pas recommandé de procéder à des mesures de niveau absolu
c) affaiblissement d'adaptation par rapport à la valeur nominale (pour les mesures sur terminaison)	au moins 30 dB (35 dNp)	au moins 30 dB (35 dNp)	au moins 30 dB (35 dNp)	au moins 30 dB (35 dNp)
d) symétrie par rapport à la terre, le cas échéant, niveau absolu ou mesures sur terminaison	au moins 40 dB (46 dNp)	au moins 60 dB (70 dNp)	au moins 40 dB (46 dNp)	
Affaiblissement de la fréquence-image	au moins 50 dB (58 dNp)	au moins 50 dB (58 dNp)	au moins 60 dB (70 dNp)	au moins 60 dB (70 dNp)

Remarque 1 – Il faut spécifier de façon assez détaillée les caractéristiques de la bande nominale pour les mesures sélectives.

Remarque 2 – Bien qu'il soit spécifié que l'affaiblissement d'adaptation effectif de l'impédance d'entrée ne doit pas dépasser 30 dB (35 dNp), l'appareil doit être réglé (lorsqu'il est relié à un générateur ayant exactement la valeur nominale appropriée) de façon à indiquer le niveau que l'on observerait aux bornes d'une impédance, avec un affaiblissement d'adaptation d'au moins 40 dB (46 dNp) par rapport à la valeur nominale.

Remarque 3 – Les limites de stabilité tiennent compte des effets de la variation de fréquence de tout oscillateur faisant partie d'un appareil de mesure sélectif.

Remarque 4 – Il convient de spécifier la gamme de températures dans laquelle les appareils doivent fonctionner de façon satisfaisante. Cette gamme dépend dans une large mesure de l'emplacement géographique.

Supplément n° 3.2

APPAREILS POUR LA MESURE DES BRUITS SUR LES CIRCUITS DE TÉLÉCOMMUNICATIONS

(Pour ce supplément, voir la page 534 du tome IV.2 du *Livre vert*)

Supplément n° 3.3

CARACTÉRISTIQUES PRINCIPALES DES INDICATEURS DE VOLUME

(Pour ce supplément, voir la page 548 du tome IV.2 du *Livre vert*;
des informations supplémentaires concernant ce sujet sont données dans la Recommandation O.51)

Supplément n° 3.4

CRITÈRES D'INTERFONCTIONNEMENT ENTRE DES APPAREILS DE MESURE DE LA DISTORSION DE QUANTIFICATION DE MODÈLES DIFFÉRENTS

(Pour ce supplément, voir la page 85 du tome IV.2 du *Livre orange*)

Supplément n° 3.5

(Supprimé. Remplacé par la Recommandation O.6)

Supplément n° 3.6

APPAREIL DE MESURE DE LA DIAPHONIE POUR LES SYSTÈMES DE TRANSMISSION À COURANTS PORTEURS SUR PAIRES COAXIALES

(Melbourne, 1988)

(Renseignements fournis par l'Administration des télécommunications de l'URSS)

1 Introduction

On trouvera dans ce supplément la description d'une méthode ainsi que les caractéristiques techniques de base d'un appareil pour la mesure de l'écart diaphonique. Cet appareil est conçu pour localiser à distance les répéteurs ayant un faible écart paradiaphonique intelligible dans des systèmes de transmission à courants porteurs sur paires coaxiales.

2 Mode opératoire

L'appareil mesure le temps de propagation de signaux paradiaphoniques provenant de plusieurs répéteurs. En mesurant le temps de propagation du signal d'essai pour déterminer la distance d'un répéteur et l'amplitude du signal reçu, on peut déterminer quel est le répéteur mis en cause et l'écart paradiaphonique de celui-ci.

Un filtrage temporel (traitement de corrélation) permet d'extraire le signal de mesure du bruit et de l'ensemble des signaux provenant d'autres répéteurs. Il est préférable d'utiliser comme signal de mesure un signal spécial ayant une fonction de corrélation suffisamment étroite. On se sert dans l'appareil d'un signal de mesure sinusoïdal modulé en phase par une séquence pseudo-aléatoire (SPA) (signal modulé en phase).

Un schéma de principe simplifié et un diagramme de fréquence de cet appareil sont donnés dans les figures 1 et 2.

La modulation de phase d'un signal sinusoïdal f_1 provenant d'un oscillateur (G1) par un signal provenant d'un oscillateur SPA (G2) s'effectue dans un modulateur (M1); le spectre du signal ainsi formé n'a pas de composante f_1 (affaiblie de plus de 54 dB). Les signaux de modulation et de mesure sont représentés dans la figure 3, et le spectre du signal de modulation dans la figure 4. Un signal de mesure modulé en phase, dans la bande de f_{2m} à f_{km}, est formé dans un modulateur (M3). On utilise comme porteuse un signal fourni par un oscillateur à quartz, sur une des fréquences de la bande f_2 à f_k, choisies dans le spectre des systèmes de transmission qui font l'objet de la mesure. Un signal de mesure de fréquence $f_{km} = f_k \pm f_{1m}$ et f_{1m} ne contient pas de composante spectrale centrale. Le signal f_{km} est appliqué à l'entrée d'une liaison perturbatrice.

Un signal diaphonique provenant de la sortie du trajet de retour (trajet soumis à la perturbation) est appliqué à l'entrée de l'appareil, puis reconverti dans un modulateur M4. Le signal f_{1m} est ensuite appliqué à une entrée d'un détecteur de phase M2. Le signal SPA en provenance de G2, décalé d'un intervalle de temps Δt par rapport au signal de modulation dans un circuit à retard D1, est appliqué à l'autre entrée du détecteur de phase M2. Si l'intervalle de temps préréglé coïncide avec le temps de propagation du signal diaphonique dans une ligne soumise à la mesure, par rapport au signal de mesure à la sortie de l'appareil, on obtient à la sortie de M2 un signal sinusoïdal à une seule fréquence, f_1, le niveau de ce signal étant mesuré par un appareil de mesure de niveau sélectif (AMNS). Si la valeur préréglée de Δt ne coïncide pas avec le temps de propagation du signal diaphonique en provenance de la ligne, on obtient à l'entrée et à la sortie du détecteur de phase M2 un signal dont le spectre ne contient pas la fréquence f_1. En faisant varier la valeur du retard dans D1, c'est-à-dire en effectuant l'accord sur un signal diaphonique provenant de répéteurs différents sur la section soumise à la mesure, on mesure à distance la diaphonie de tous les répéteurs.

Il est préférable de choisir les paramètres du signal de mesure à l'aide de la fonction de corrélation $R(t)$ du signal choisi (voir la figure 5). A cette fin, on fait l'estimation de $R(t)$ à deux niveaux: $R(t) \leqslant 0{,}1$ qui correspond à la zone de faible corrélation et $R(t) = 0{,}607$ qui limite la zone de forte corrélation.

La résolution entre deux signaux adjacents est pratiquement possible si le décalage temporel entre eux est extérieur à la zone de forte corrélation. Pour cette raison, le choix de la durée τ d'une impulsion SPA élémentaire dépend du décalage minimal Δt_{min} d'un signal diaphonique par rapport aux répéteurs adjacents, soit:

$$\tau \leqslant \Delta t_{min} = \frac{2\, l_{RS}}{V}$$

où

l_{RS} est la distance minimale entre les répéteurs adjacents

V est la vitesse de propagation de l'onde électrique dans le câble.

La durée de l'impulsion, τ, dans l'appareil dépend de la fréquence de l'oscillateur étalonné et peut être réglée pour plusieurs types de câble ayant des vitesses de propagation différentes. Pour faire ce réglage, on modifie la fréquence de cet oscillateur.

Grâce à la période de répétition d'une séquence pseudo-aléatoire, il n'y a pas d'ambiguïté dans les mesures: le temps s'écoulant entre deux maximums consécutifs de la fonction d'autocorrélation doit être supérieur au temps de propagation du signal sur la section l_{ST} soumise à la mesure dans les deux sens de transmission:

$$T \geqslant \frac{2\, l_{ST}}{V}$$

Pour déterminer le pas minimal du circuit à retard D1, on tient compte de l'erreur admissible de réglage sur le maximum de la fonction d'autocorrélation; ce pas peut être égal à 0,1 τ (erreur au plus égale à 5%). La valeur maximale du retard dans D1 dépend de la longueur de la section de ligne l_{ST} soumise à la mesure, c'est-à-dire du temps de propagation du signal sur la ligne dans les deux sens de transmission:

$$t_{D1} \geqslant \frac{2\, l_{ST}}{V}$$

Pour pouvoir mesurer les niveaux des signaux diaphoniques correspondant non seulement à un petit affaiblissement diaphonique des répéteurs mais aussi à un affaiblissement normal, il faut que la bande passante de l'appareil de mesure de niveau soit suffisamment étroite (0,1 à 0,3 Hz) pour qu'un signal de mesure puisse être extrait du bruit. On peut réaliser une telle bande passante au moyen d'un filtre de phase synchrone.

3 Paramètres techniques de base d'un appareil destiné aux systèmes de transmission fonctionnant sur des fréquences inférieures à 18 MHz

3.1 *Caractéristiques de base*

3.1.1	Longueur maximale d'une section soumise à la mesure	400 km
3.1.2	Distance minimale entre des répéteurs soumis à la mesure	1,0 km
3.1.3	Pas minimal de réglage de la distance du répéteur soumis à la mesure	0,1 km
3.1.4	Fréquences porteuses nominales d'un signal de mesure	0,37; 1,1; 4,4; 7,9; 17,25 MHz
3.1.5	Niveau de mesure minimal	−120 dB
3.1.6	Durée pour la localisation d'un répéteur défectueux (avec un maximum de 70 répéteurs sur la section soumise à la mesure)	20 mn

3.2 *Autres caractéristiques techniques*

3.2.1	Nombre d'impulsions élémentaires dans une séquence pseudo-aléatoire (SPA) pour la modulation de phase du signal de mesure	$2^9 - 1 = 511$
3.2.2	Période de répétition des SPA	4,2 ms
3.2.3	Gamme de niveaux du signal de mesure	−59 dB à 0 dB
3.2.4	Fréquence de l'oscillateur étalonné	2,4 à 2,5 MHz
3.2.5	Intervalle de mesure des niveaux	−120 à −50 dB
3.2.6	Bande passante du récepteur (à 3 dB)	0,3; 3 Hz
3.2.7	Pas de réglage du retard	83,3 µs (10 km) 8,3 µs (1 km) 0,8 µs (0,1 km)
3.2.8	Diminution de la valeur lue sur l'indicateur du récepteur par rapport à une valeur correspondant au maximum quand la SPA est décalée de 24,9 µs (3 km)	plus de 40 dB
3.2.9	Erreur de mesure dans la gamme «−100 dB» pour la lecture 0 dB	moins de ± 1 dB

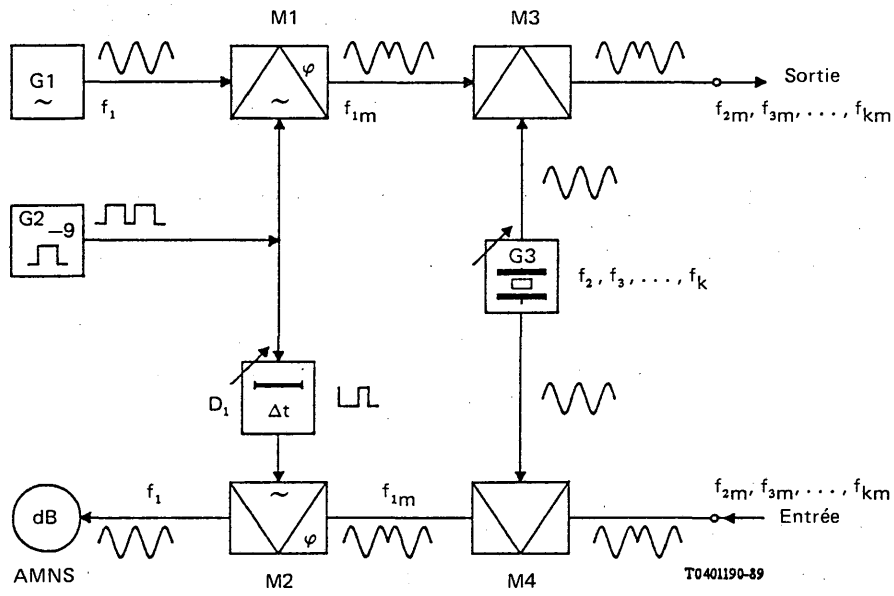


FIGURE 1

Schéma de principe simplifié de l'appareil de mesure de la diaphonie

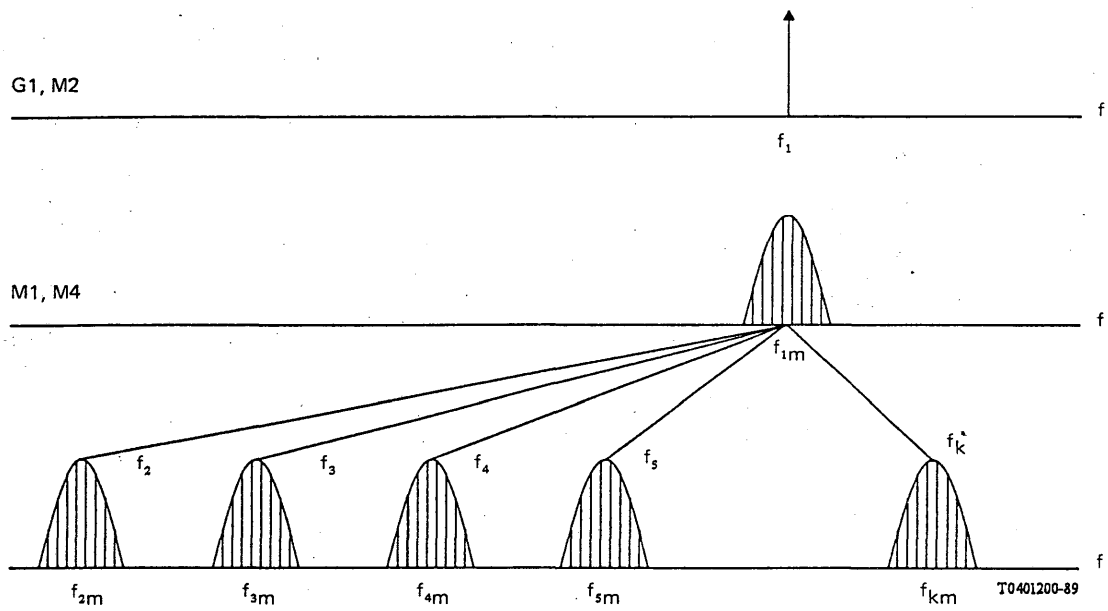


FIGURE 2

Diagramme de fréquences de l'appareil de mesure de la diaphonie

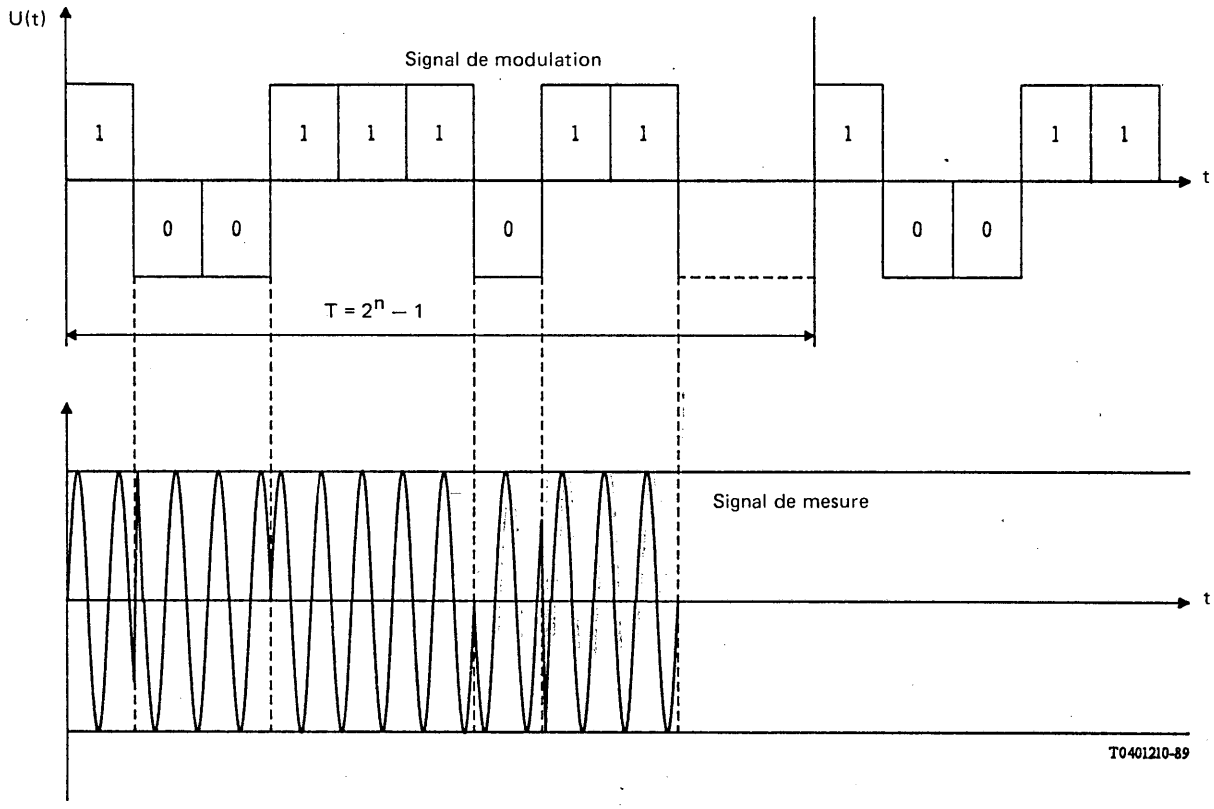


FIGURE 3

Signaux de modulation et de mesure

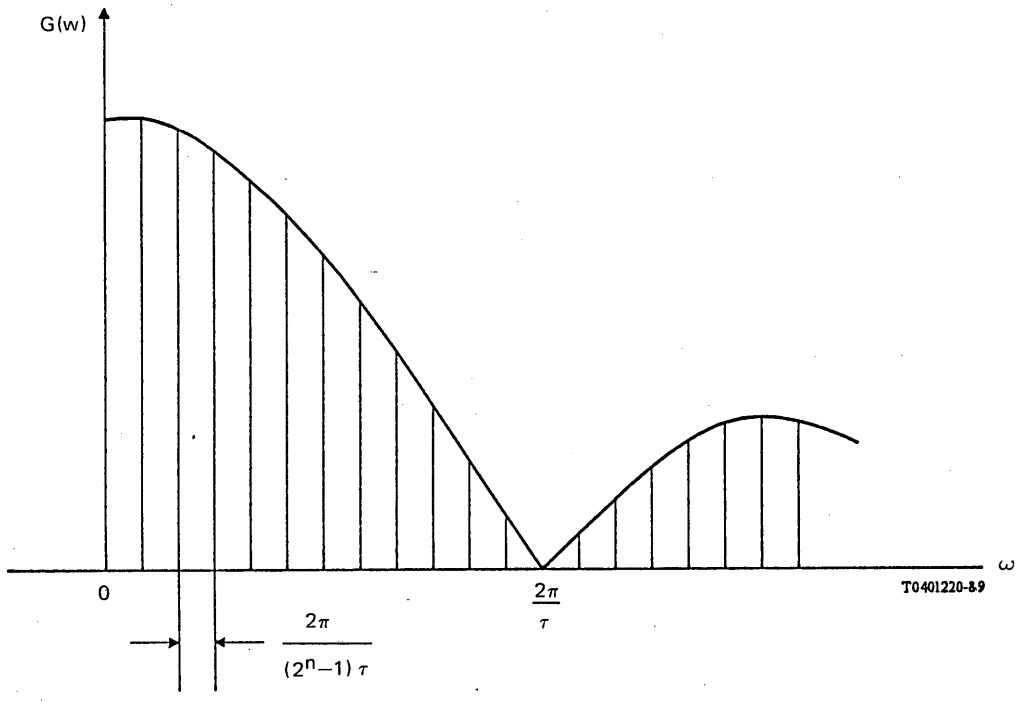


FIGURE 4

Spectre du signal de modulation

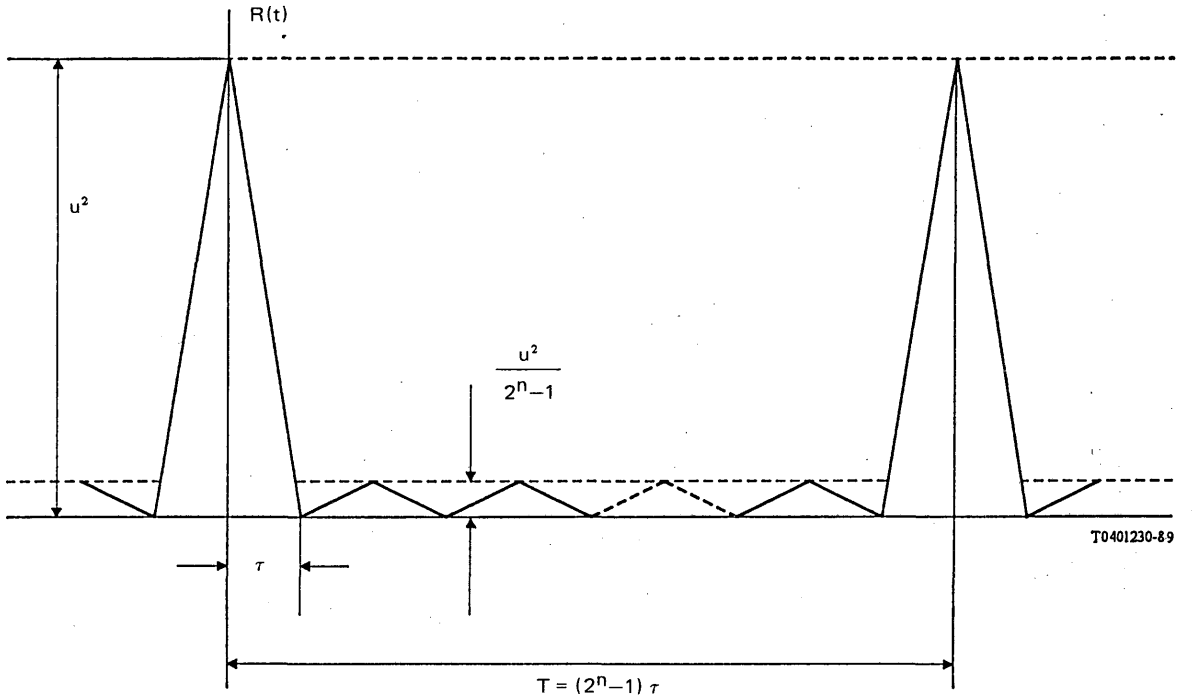


FIGURE 5

Fonction de corrélation du signal de mesure

Supplément n° 3.7

SIGNAL DE MESURE (SIGNAL D'ESSAI À TONALITÉS MULTIPLES) PERMETTANT DE MESURER RAPIDEMENT L'AMPLITUDE ET LA PHASE SUR LES CIRCUITS DE TYPE TÉLÉPHONIQUE

(Melbourne, 1988)

(Renseignements fournis par la République fédérale d'Allemagne, la France et l'URSS)

Les paragraphes qui suivent contiennent une brève description d'un signal d'essai et indiquent les avantages particuliers de ce signal qui permet de mesurer simultanément l'amplitude et la phase.

1 Le signal d'essai à tonalités multiples

1.1 *Description générale*

Le signal d'essai à tonalités multiples (SETM) comprend un spectre de N signaux discrets espacés de 100 Hz dans la gamme des fréquences inférieures.

Les raies spectrales sont toutes d'égale amplitude; la relation de phase entre chacune d'elles est choisie à partir de considérations mathématiques, de sorte que l'énergie du signal d'essai est répartie presque uniformément sur la totalité de la période du signal d'essai.

Les caractéristiques de transmission, c'est-à-dire l'amplitude et la distorsion de phase d'une ligne téléphonique, entraînent des modifications du signal d'essai qui sont mesurées et évaluées, par exemple, à l'aide d'une analyse de Fourier, du côté réception. Il est possible d'afficher les résultats sur un écran, sous la forme d'un graphique représentant l'amplitude et/ou la phase, ce qui permet aussi, par exemple, de déduire le temps de propagation de groupe.

1.2 *Principe de mesure*

Le signal d'émission composé de N ondes cosinusoïdales est produit dans les circuits numériques; un nombre suffisant de valeurs instantanées du SETM est extrait d'une mémoire morte (ROM) au moyen d'une fréquence d'horloge. Une fois qu'il est passé dans un convertisseur N/A et dans un filtre qui supprime la fréquence d'horloge, on obtient le signal composite:

$$u(t) = \sum^{N} A_n \cdot \cos(2\pi nft - \varphi_n)$$

où

A est l'amplitude d'une forme d'onde unique

f est 100 Hz (voir la remarque 2)

φ est la phase des formes d'onde uniques

n est le numéro de série des formes d'onde uniques

t est le temps

N est le nombre total d'ondes.

Pour $f = 100$ Hz, la durée d'une période du SETM est 10 ms.

Le SETM est introduit dans l'objet à mettre à l'essai qui modifie les propriétés du SETM, c'est-à-dire l'amplitude et la phase de chaque onde.

Du côté réception, le signal modifié est introduit dans un circuit d'évaluation, où le signal est échantillonné en fonction de la fréquence d'horloge. Les valeurs analogiques échantillonnées sont numérisées et mises en mémoire. Les valeurs mémorisées de la fonction temps sont alors transférées à l'aide de la transformée discrète de Fourier dans le domaine fréquentiel. Tous les calculs nécessaires sont faits dans un micro-ordinateur.

Lorsque les mesures des objets à mettre à l'essai portent sur des systèmes à fréquences porteuses, il peut se produire un déplacement de fréquence du signal de mesure. En pareils cas, il est recommandé d'utiliser les fonctions de fenêtre dans la section de traitement du signal du récepteur.

Les caractéristiques de l'objet à mettre à l'essai sont déduites de l'écart entre les valeurs reçues et les valeurs émises.

1.3 *Données concernant le signal d'essai à tonalités multiples*

Emetteur

Fréquences d'émission

- 35 signaux (cosinus) émis simultanément
- $n \times 100$ Hz; $n = 2$ à 36 par échelons de 100 Hz de 200 à 3600 Hz ou voir les remarques 1 et 2
- Précision: 1×10^{-4}

Niveau d'émission (signal d'essai à tonalités multiples) +10 à −40 dBm

Ce niveau correspond au niveau d'un signal sinusoïdal unique qui a la même valeur de crête que le signal d'essai.

– Précision à 1000 Hz	0,2 dB
– Réponse en fréquence	0,1 dB
– Distorsion des harmoniques	40 dB
– Distorsion des signaux parasites à +10 dBm	50 dB
– Constellation de phase	

0	2π/7	4π/7	6π/7	8π/7	10π/7	12π/7
n: 2, 3, 4, 5, 6, 8, 15, 22, 29, 36	9, 12, 20, 24, 35	10, 16, 18, 26, 28, 34 37 (remarque 1)	11, 13, 31, 33	21, 23, 27, 32 1 (remarque 1)	14, 19, 25, 30	7, 17 38 (remarque 1)

Remarque 1 – Les numéros de série de 1, 37 et 38 sont des valeurs facultatives.

Remarque 2 – L'Administration française utilise des échelons de fréquence de 101,56 Hz conformément à $[26 \times (n-1)] \times f$, où $f = 8000/2048$. Cette utilisation est conforme au principe de décalage de fréquence donné dans la Recommandation O.6 concernant les équipements MIC.

Récepteur

Le récepteur tient compte du niveau et de la constellation de phase du signal émis.

2 Avantages du signal d'essai à tonalités multiples

Grâce aux moyens techniques disponibles de nos jours, le signal d'essai à tonalités multiples peut être produit à un coût modique et offrir à la fois une excellente stabilité de la fréquence, de l'amplitude et de la phase. Le nombre de 35 signaux discrets et, par conséquent, de points de mesure dans la gamme de fréquences comprise entre 200 et 3600 Hz est tout à fait approprié pour les besoins des essais qui existent dans la pratique. A titre facultatif, on peut élargir la bande de fréquences, conformément à la remarque 1.

Lorsqu'on évalue le signal reçu, par exemple, à l'aide d'une analyse de Fourier pour déterminer la réponse amplitude/fréquence et/ou le temps de propagation de phase ou de groupe, il suffit que le temps du cycle d'essai qui tient compte d'un temps de traitement et d'un temps d'affichage sur écran, soit inférieur à une seconde. Ce cycle d'essai de courte durée est très utile, surtout lorsqu'un travail d'égalisation doit être effectué.

Le SETM étant, en général, un signal continu, il ne se pose aucun problème de temps d'établissement lorsqu'on utilise un signal en mode de balayage.

Le SETM est un «signal de bruit» idéal à largeur de bande limitée qui permet de déterminer la valeur efficace de la largeur de bande des filtres, par exemple, dans le cas du filtre (pondération psophométrique) de la Recommandation O.41 ou dans celui des instruments d'étalonnage MIC mesurant la distorsion de quantification.

Il suffit de considérer l'ondulation présente dans la courbe de réponse en fréquence pour constater qu'il existe, de toute évidence, des composantes de fréquence causées par une non-linéarité quelconque de l'objet soumis aux essais.

En utilisant l'analyse de Fourier pour évaluer le SETM reçu, on peut reconnaître à la fois l'amplitude et la fréquence des signaux brouilleurs; autrement dit, la procédure fonctionne comme un récepteur sélectif à balayage.

La période de ce SETM est 10 ms (ce qui correspond à une période d'une fréquence fondamentale de 100 Hz). Etant donné que, pour l'analyse de Fourier, il suffit d'échantillonner une seule période du signal d'essai, c'est-à-dire 10 ms du côté réception et encore 10 ms du côté émission, on pourrait faire des mesures pendant les brèves pauses présentes dans le signal vocal ou de transmission de données. Ces pauses existent, en tout état de cause, dans ces signaux ou peuvent être créées par des moyens techniques.

L'utilisation du SETM combinée à l'analyse de Fourier permet de fournir des mesures de paramètres qui exigent normalement l'emploi de filtres; par exemple, bruit pondéré, distorsion de quantification, diaphonie sélective, etc. En pareils cas, le filtrage est assuré par des calculs appropriés effectués dans le micro-ordinateur pour le domaine fréquentiel du signal d'entrée.

Pour les mesures portant notamment sur les sections MIC, il n'est pas nécessaire de décaler les fréquences afin d'éviter les sous-multiples de 8 kHz; dans le cas d'un SETM sans décalage de fréquence, la courbe de réponse en fréquence d'un cycle de mesure présente une ondulation pouvant atteindre ± 0,1 dB. Grâce à une procédure d'établissement de moyenne (par exemple, 4 ou 16 cycles de mesure), on peut réduire l'ondulation à une valeur négligeable.

Pour réduire l'ondulation, il est en outre possible d'utiliser des fréquences décalées de $n \times 101{,}56$ Hz, conformément à la remarque 2.

Dans ce cas, l'ondulation est inférieure à $\pm$ 0,05 dB, après un cycle de mesure; et même cette relativement petite erreur peut être réduite par une procédure d'établissement de moyenne.

3 Expérience pratique

Depuis 1981, des instruments utilisant des signaux d'essai à tonalités multiples sont en service dans diverses Administrations et exploitations privées reconnues du monde entier.

Les résultats de mesure sont obtenus rapidement et sans ambiguïté; de plus, ils sont compatibles avec ceux que l'on obtient avec des méthodes classiques.

L'Administration des télécommunications de l'URSS se livre à des travaux théoriques et pratiques sur le SETM afin de déterminer l'utilisation optimale pour de nouvelles applications.

Supplément n° 3.8

DIRECTIVES CONCERNANT LA MESURE DE LA GIGUE

(Melbourne, 1988)

(Informations rassemblées par les Commissions d'études IV et XVIII)

1 Définitions et causes de la gigue

Dans la Recommandation G.701 du CCITT [1], la gigue est définie comme suit: «Variations à court terme non cumulatives des instants significatifs d'un signal numérique par rapport aux positions qu'ils devraient occuper dans le temps». Autrement dit, la gigue est une modulation de phase (non désirée) du signal numérique. La fréquence des variations de phase est appelée fréquence de gigue. Un second paramètre, étroitement lié à la gigue, est le dérapage, qui se définit comme suit: «Variations à long terme non cumulatives des instants significatifs d'un signal numérique par rapport aux positions qu'ils devraient occuper dans le temps». Jusqu'ici, il n'existe pas de définition précise de la ligne de démarcation entre la gigue et le dérapage. Les composantes de la variation de phase dont les fréquences se situent au-dessous de la gamme de 1 à 10 Hz sont normalement désignées par le terme de «dérapage».

La gigue peut détériorer la qualité de transmission d'un circuit numérique. Par suite d'un déplacement du signal par rapport à la position qu'il devrait occuper dans le temps, des erreurs peuvent être introduites dans le train de bits numériques aux points de régénération du signal. Des glissements risquent de se produire dans les signaux numériques en raison du débordement ou de la raréfaction des données dans l'équipement numérique qui comprend des mémoires tampons et des comparateurs de phase. En outre, la modulation de phase des échantillons reconstitués dans les dispositifs de conversion numériques/analogiques peut entraîner une dégradation des signaux analogiques décodés. Il y a de fortes chances que ce problème se pose lors de l'émission des signaux codés à large bande.

Il convient d'établir une distinction entre la gigue systématique et la gigue aléatoire. La gigue systématique est due à un défaut d'alignement du rythme des circuits de reconstitution dans les dispositifs de régénération des signaux ou à un brouillage entre symboles et à une conversion d'amplitude/phase causée par une égalisation imparfaite du câble. Ce type de gigue dépend de la séquence émise.

La gigue aléatoire provient des signaux brouilleurs internes ou externes tels que le bruit du répéteur, la diaphonie ou les réflexions. Ce type de gigue ne dépend pas de la séquence émise.

La gigue basse fréquence produite dans les démultiplexeurs de justification des impulsions est imputable à une synchronisation de justification des impulsions, mécanisme par l'intermédiaire duquel les signaux plésiochrones à faible débit sont synchronisés avec un générateur de rythme local. Cette gigue, qui apparaît à la sortie à faible débit du démultiplexeur, est appelée «gigue de justification» ou «gigue de temps d'attente».

Etant donné qu'il existe une corrélation entre la gigue systématique et la séquence d'impulsions émise dans différents régénérateurs, on obtient une accumulation cohérente, ce qui n'est pas le cas avec la gigue aléatoire pour laquelle on n'observe pas de corrélation dans les différents régénérateurs. Dans la plupart des systèmes numériques actuels qui ont un débit binaire faible, la gigue systématique est la plus répandue. Dans certains systèmes contemporains à débit élevé, la composante aléatoire peut devenir importante ou même jouer un rôle prépondérant.

A la différence de quelques autres dégradations, la gigue perturbatrice peut être éliminée à l'aide de régénérateurs ou d'équipements de «suppression de la gigue» qui contiennent un séparateur de signal avec un circuit de lissage de phase à bande étroite. Les régénérateurs peuvent uniquement réduire les composantes de la fréquence de gigue au-dessus de la fréquence de coupure des circuits de restitution du rythme. Aux fréquences inférieures de gigue, le signal de sortie d'un régénérateur suit la gigue d'entrée. Dans ce cas, la gigue est «transférée», ce qui signifie qu'un régénérateur fonctionne comme un filtre passe-bas. Ce comportement caractéristique est illustré par les gabarits types de tolérance de gigue à la figure 1.

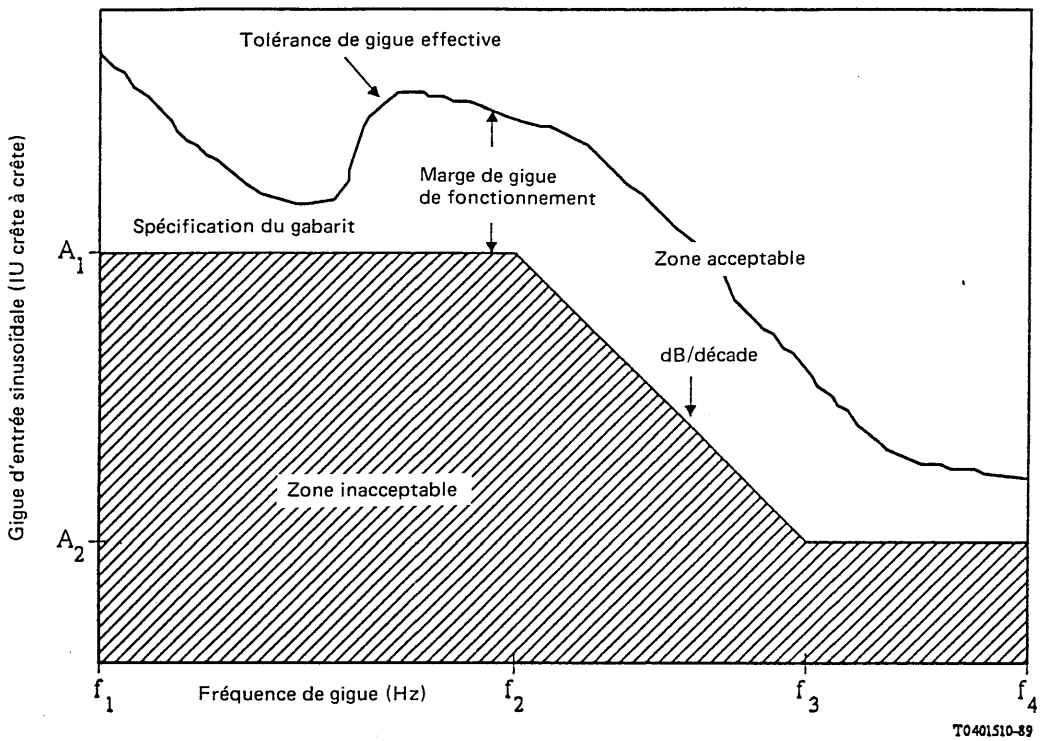


FIGURE 1

Mesure de la tolérance effective et relation avec le gabarit de tolérance

D'après ce qui vient d'être dit, on voit que la gigue peut dégrader sérieusement la qualité des systèmes de transmission numérique mais il est impossible de l'éviter totalement. Pour déterminer si la gigue reste dans les limites autorisées, on a recours aux mesures de la gigue.

2 Conditions générales des essais

Afin de faciliter la reproductibilité et l'exactitude des mesures et de permettre des comparaisons entre des mesures faites à des moments différents, il est nécessaire de réduire le plus possible les variations des conditions dans lesquelles s'effectuent les essais. Plusieurs paramètres correspondants sont susceptibles de varier largement à l'intérieur des intervalles qui leur sont alloués et peuvent influencer notablement les résultats de mesure de la gigue (suivant le type d'équipement utilisé): ce sont notamment la séquence de données, le débit de données, la forme d'impulsion et les caractéristiques des câbles. Il y a lieu de réguler comme il convient les caractéristiques de ces paramètres. De plus, il existe des paramètres secondaires des conditions d'essai qui peuvent avoir également une influence sur les caractéristiques de la gigue et qui devraient être maintenus à leurs niveaux nominaux pour faciliter la reproductibilité des mesures.

Pour contrôler la qualité de l'équipement dans le cas le plus défavorable, il peut être nécessaire de contraindre l'équipement à subir des essais en présence de nombreux changements des conditions expérimentales. Cependant, ce type d'essai ne fournit pas forcément des données significatives sur les caractéristiques de la gigue, car il n'est pas possible alors d'agir sur le ou les paramètres particuliers qui peuvent être des sources d'erreurs, ni sur la manière dont ces paramètres influencent d'autres mécanismes de défaillances de l'équipement indépendants de la gigue. C'est pourquoi on ne doit pas se fonder sur des changements multiples des conditions d'essai pour caractériser la qualité de l'équipement à l'essai du point de vue de la gigue.

2.1 *Séquences de données commandées*

Certaines méthodes de mesure nécessitent l'application de séquences de données commandées. Lorsque la séquence de données commandée est censée donner une bonne approximation du trafic réel rencontré dans le réseau, il est recommandé d'employer une séquence binaire pseudo-aléatoire (SBPA). Quatre séquences pseudo-aléatoires sont spécifiées dans les Recommandations O.151 et O.152 dont les longueurs sont: $2^{11} - 1$, $2^{15} - 1$, $2^{20} - 1$ et $2^{23} - 1$. Si l'on veut être sûr qu'une SBPA particulière générera une gigue ayant une densité de raies spectrales appropriée, à l'intérieur de la largeur de bande à mi-puissance de la gigue sur un circuit type de restitution de rythme, il faut que la longueur du mot SBPA soit beaucoup plus grande que le débit de données divisé par la largeur de bande à mi-puissance de la gigue. Le CCITT recommande que la longueur du mot SBPA soit au moins 100 fois plus grande que le débit binaire divisé par cette largeur de bande [2] (voir la remarque). La SBPA de longueur $2^{15} - 1$ spécifiée dans la Recommandation O.151 pour les mesures d'erreur sur les bits peut engendrer une densité de raies spectrales qui ne convient pas pour les mesures de la gigue à des vitesses supérieures au débit primaire. En outre, cette séquence présente des propriétés médiocres de transfert binaire. Par conséquent, pour les débits binaires égaux et supérieurs au débit primaire, la longueur des séquences ne devrait pas être inférieure à $2^{20} - 1$ et avoir une caractéristique de transfert binaire bien équilibrée [3].

Remarque – Il serait souhaitable d'effectuer des études complémentaires pour voir si la densité de raies spectrales de la gigue est suffisante.

2.2 *Débit binaire*

Le débit binaire doit être maintenu dans les limites spécifiées pour les interfaces numériques indiquées dans la Recommandation G.703 [4]. Pour mémoire, ces débits binaires sont reproduits ci-après:

– débit de base:	64 kbit/s
– débit primaire:	1 544 kbit/s ± 50 ppm
	2 048 kbit/s ± 50 ppm
– débit secondaire:	6 312 kbit/s ± 30 ppm
	8 448 kbit/s ± 30 ppm
– débit tertiaire:	32 064 kbit/s ± 10 ppm
	34 368 kbit/s ± 20 ppm
	44 736 kbit/s ± 20 ppm
– débit quaternaire:	139 264 kbit/s ± 15 ppm

2.3 *Forme d'impulsion et caractéristiques des câbles*

La forme d'impulsion agit sur les caractéristiques de la gigue en raison de son influence sur la précision du processus de prise de décision dans un circuit de restitution de rythme. La forme d'impulsion est généralement spécifiée par un gabarit d'impulsion à une interface de sortie ou en un point de sous-répartition [5] et peut varier à l'entrée de l'équipement en raison des effets produits par les câbles, les causes étant les conditions de fonctionnement dans la gamme spécifiée de longueurs de câble et le ou les type(s) de câble spécifié(s). Il est recommandé que la forme d'impulsion à utiliser dans les essais de gigue soit centrée par rapport aux limites du gabarit d'impulsion spécifié au point de sous-répartition, plutôt que de coïncider avec les valeurs extrêmes admises (voir la remarque).

Remarque – Il pourrait être nécessaire de spécifier plus en détail un gabarit d'impulsion pour les essais de gigue.

2.4 *Paramètres secondaires des conditions générales d'essai*

Les autres paramètres qui peuvent influer sur les caractéristiques de la gigue sont la température, la diaphonie et le bruit. La température agit en faisant varier la fréquence de résonance des circuits de restitution de rythme, des oscillateurs et des circuits de lissage de phase, et en modifiant les propriétés des filtres des circuits

analogiques. La diaphonie peut avoir une influence sur les caractéristiques de la gigue lorsque dans un câble, un fond de panier ou une plaque de circuits, les signaux agissent les uns sur les autres de façon notable. Le bruit a une influence sur le processus de prise de décision dans un circuit de restitution de rythme, par décroissance de la marge de l'œil de décision.

En vue d'obtenir des mesures de gigue précises et reproductibles, et de faire en sorte que les effets de la gigue appliquée à l'équipement prédominent dans les résultats de mesure, il est recommandé que ces paramètres secondaires soient maintenus à leur niveau nominal.

3 Glossaire des éléments des blocs fonctionnels des configurations d'essai

Ce glossaire définit les éléments de blocs fonctionnels employés dans les configurations d'essai décrites dans les paragraphes qui suivent. Il convient de noter que ces blocs fonctionnels peuvent être incorporés dans diverses combinaisons à l'intérieur de différents dispositifs de mesure.

- *Affaiblisseur:* Dispositif qui réduit l'amplitude d'un signal numérique afin de diminuer le rapport signal/bruit.

- *Générateur de signaux numériques:* Source de signaux qui fournit un signal hiérarchique de réseau numérique avec les caractéristiques voulues d'impédance de sortie, de forme d'impulsion, de codage en ligne et de format de trame. Cet élément de bloc fonctionnel est apte à fournir plusieurs séquences de données; il doit avoir une sortie de données et une sortie de rythme et peut accepter une entrée de rythme externe.

- *Récepteur de signaux de données:* Dispositif qui met fin à un signal hiérarchique d'un réseau numérique et contrôle les erreurs sur les bits, les secondes erronées ou le taux d'erreur sur les bits (TEB).

- *Equipement en essai (EUT:* «Equipment under test»): Circuit ou système qui est en cours d'essai avec une séquence de données commandée.

- *Synthétiseur de fréquence:* Source de fréquence extrêmement stable et de haute précision. Certains synthétiseurs de fréquence sont capables d'ajouter une modulation de phase ou de fréquence (MP ou MF) à leur sortie principale tout en donnant une sortie secondaire sans modulation.

- *Générateur de gigue:* Dispositif qui produit une impulsion d'horloge à débit hiérarchisé, modulée par une gigue sinusoïdale de fréquence et d'amplitude réglables. Une entrée de modulation assure une régulation de gigue externe et une entrée de rythme d'horloge facultative assure une régulation de fréquence de débit de données externe.

- *Récepteur de gigue:* Dispositif qui démodule et mesure la gigue présente dans un signal de rythme hiérarchique ou un signal de données. Une sortie fournit une tension proportionnelle à la gigue démodulée.

- *Filtre passe-bas:* Circuit qui affaiblit les composantes spectrales indésirables au-dessus d'une fréquence donnée.

- *Filtre de mesure de gigue:* Circuit qui affaiblit les composantes spectrales de gigue en dehors d'une bande passante spécifiée ou désirée.

- *Réseau en essai:* Circuit, système ou réseau qui est en cours d'essai avec utilisation de trafic réel.

- *Source de bruit:* Dispositif qui produit un signal ayant une répartition d'amplitude quasi gaussienne avec un spectre de puissance plat (~ trois fois la largeur de bande à mi-puissance du circuit de réajustement de rythme).

- *Générateur d'onde sinusoïdale:* Générateur de signaux qui produit une onde sinusoïdale à faible distorsion, dont la fréquence et l'amplitude sont régulées.

- *Analyseur de spectre:* Dispositif qui mesure et qui affiche la puissance des signaux en fonction de la fréquence dans une gamme de fréquences choisie. Une sortie d'oscillateur de poursuite fournit une sinusoïde à fréquence de balayage et d'amplitude réglable qui poursuit la fréquence de mesure instantanée de l'analyseur de spectre.

- *Voltmètre:* Dispositif qui mesure la tension continue, la tension efficace vraie ou la tension crête à crête vraie, à la demande. La tension crête à crête vraie est définie ici comme la différence entre la tension instantanée la plus positive et la tension instantanée la plus négative enregistrée au cours de l'intervalle complet de mesure.

4 Mesure de la tolérance de gigue

La tolérance de gigue (également désignée par le terme acceptation de la gigue) est définie en fonction de l'amplitude de la gigue sinusoïdale qui, lorsqu'elle est appliquée à une entrée d'équipement, provoque une dégradation donnée de la performance d'erreur. La tolérance de gigue est fonction de l'amplitude et de la fréquence de la gigue appliquée.

Les spécifications de tolérance de gigue sont stipulées sous la forme de gabarits de gigue qui recouvrent une zone spécifiée, définie par des amplitudes sinusoïdales et des fréquences. Les gabarits de gigue représentent la valeur minimale de gigue qu'un équipement *doit* accepter sans provoquer la dégradation spécifiée de performance d'erreur (voir la remarque).

La relation nominale entre la tolérance effective d'un équipement à la gigue d'entrée et le gabarit de tolérance de gigue associé est représentée à la figure 1.

Remarque – Dans la terminologie du CCITT, le gabarit de la tolérance de gigue représente la «limite inférieure de la gigue maximale admissible à l'entrée».

4.1 *Tolérance actuelle*

Les amplitudes de gigue sinusoïdale tolérées actuellement par un équipement à une fréquence donnée sont définies comme étant toutes les amplitudes allant jusqu'à (mais non compris) celle qui provoque la dégradation spécifiée de la performance d'erreur.

La dégradation spécifiée de la performance d'erreur peut s'exprimer selon deux critères: l'aggravation du taux d'erreur sur les bits (TEB) ou le moment d'apparition des erreurs. Il faut envisager deux critères parce que la tolérance de gigue d'entrée d'un équipement numérique donné est déterminée essentiellement par les deux facteurs suivants:

- l'aptitude du circuit de restitution de rythme à l'entrée à restituer exactement le rythme à partir d'un signal de données affecté par la gigue, éventuellement en présence d'autres dégradations (distorsion d'impulsion, diaphonie, bruit, etc.);
- l'aptitude des autres éléments à admettre des débits binaires d'entrée variant dynamiquement (par exemple, capacité de justification d'impulsions et taille de la mémoire tampon d'un synchroniseur et d'un désynchroniseur dans un équipement multiplex numérique asynchrone).

Le critère d'aggravation du TEB permet de déterminer, indépendamment de l'environnement, l'attribution de la gigue d'alignement au circuit de décision, ce qui est de la plus haute importance pour évaluer le premier facteur. On trouvera dans les références [6], [7] un exposé détaillé du critère d'aggravation du TEB. Le critère d'apparition des erreurs est recommandé pour l'évaluation du second facteur.

4.1.1 *Méthode de l'aggravation du TEB*

L'aggravation du TEB pour les mesures de la tolérance de gigue est définie comme l'amplitude de la gigue, à une fréquence de gigue déterminée, qui reproduit la dégradation du TEB provoquée par une diminution spécifiée du rapport signal/bruit (S/B).

Cette méthode se divise en deux parties. Dans la première partie, on détermine deux TEB en fonction de points de référence du rapport S/B pour l'équipement en essai. On applique une gigue nulle et on ajoute un bruit au signal, ou bien on affaiblit le signal jusqu'à ce qu'un TEB initial convenable soit obtenu. Ensuite le bruit, ou l'affaiblissement du signal, est diminué jusqu'à ce que le S/B, dans le circuit de décision, augmente du nombre spécifié de dB (c'est-à-dire que le circuit de décision fonctionne avec un TEB amélioré). Dans la seconde partie, on utilise le TEB en fonction des points de référence de S/B; à une fréquence déterminée, la gigue est ajoutée au signal d'essai jusqu'à ce que le TEB retrouve la valeur initialement choisie. Puisqu'une marge connue de la largeur de l'œil du circuit de décision a été établie par les deux TEB en fonction des points de S/B, la gigue équivalente ajoutée est une mesure fidèle et reproductible de la tolérance de gigue du circuit de décision. La seconde partie de la méthode est répétée avec un nombre suffisant de fréquences, de façon que la mesure rende compte exactement de la tolérance continue de l'EUT à la gigue d'entrée sinusoïdale pour la gamme de fréquences applicable. Le dispositif de mesure doit être capable de produire un signal de gigue commandé, un rapport signal/bruit (S/B) commandé sur le train de données, et de mesurer le TEB résultant fourni par l'EUT.

La figure 2 représente le dispositif de mesure utilisé dans la méthode d'aggravation du TEB. L'équipement représenté par des lignes tiretées est facultatif. Le synthétiseur de fréquence facultatif permet d'obtenir une détermination plus exacte des fréquences utilisées dans la mesure. Cela peut être particulièrement important pour la reproductibilité des mesures sur certains types d'équipements: à savoir les équipements multiplex numériques asynchrones. Le récepteur de gigue facultatif est utilisé pour contrôler l'amplitude de la gigue produite.

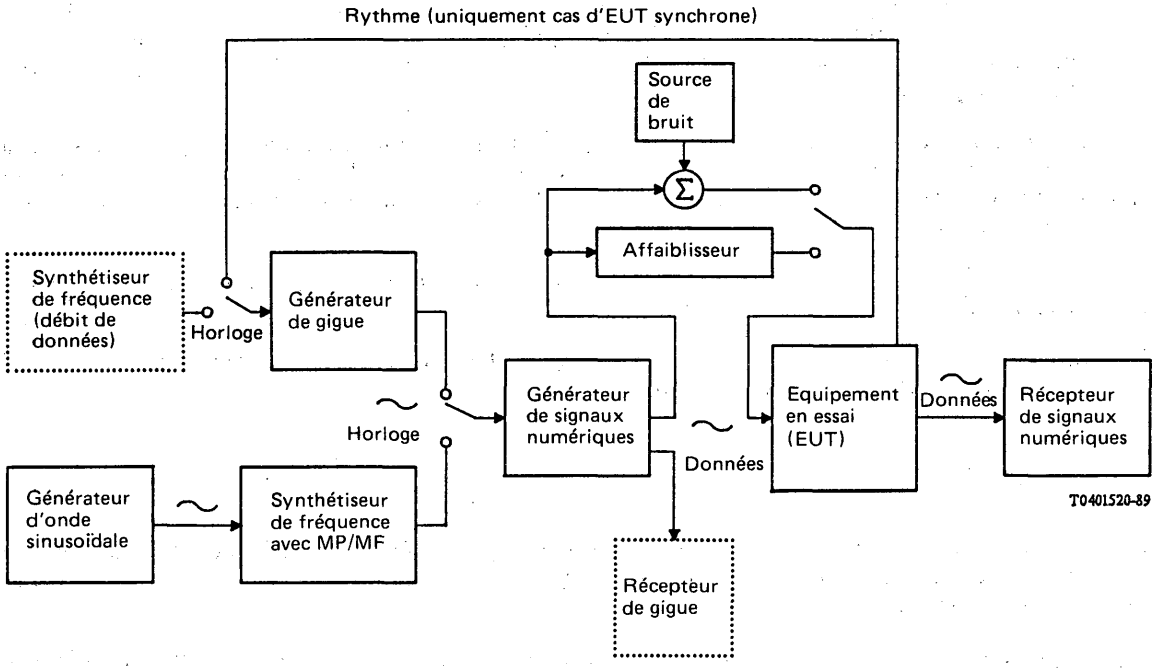


FIGURE 2

Dispositif de mesure de la tolérance de gigue
Méthode de l'aggravation du TEB

Mode opératoire

i) Etablir les connexions comme indiqué à la figure 2. Contrôler la continuité et vérifier l'absence d'erreurs dans le fonctionnement.

ii) En l'absence de gigue, augmenter le bruit (ou affaiblir le signal) jusqu'à ce qu'on observe au moins 100 erreurs par seconde sur les bits.

iii) Enregistrer le TEB correspondant et le rapport S/B associé.

iv) Augmenter le S/B de la valeur spécifiée.

v) Régler la fréquence de la gigue d'entrée à la valeur désirée.

vi) Régler l'amplitude de la gigue jusqu'à ce que le TEB retrouve sa valeur enregistrée en iii).

vii) Enregistrer l'amplitude et la fréquence de la gigue d'entrée appliquée et répéter les opérations v) à vii) avec un nombre suffisant de fréquences pour caractériser la courbe de tolérance de gigue.

4.1.2 *Méthode de l'apparition des erreurs*

Le critère d'apparition des erreurs pour les mesures de tolérance de gigue est défini comme la plus grande amplitude de gigue, à une fréquence spécifiée, qui donne un total cumulé de deux secondes erronées au plus, ces secondes erronées ayant été sommées sur des intervalles de mesure successifs de 30 secondes pendant lesquels l'amplitude de la gigue augmentait.

Cette méthode consiste à régler une fréquence de gigue et à déterminer l'amplitude de gigue d'un signal d'essai qui permet de satisfaire au critère d'apparition des erreurs. Spécifiquement, cette technique suppose les opérations suivantes:

1) isoler «la zone de transition» de l'amplitude de gigue (dans laquelle cesse le fonctionnement sans erreur),

2) mesurer les secondes erronées isolées, pendant une durée de 30 secondes, pour chaque accroissement de l'amplitude de la gigue à partir du début de la zone repérée en 1), et

3) déterminer l'amplitude de gigue la plus grande pour laquelle le compte cumulé de secondes erronées ne dépasse pas 2 secondes erronées.

Le processus est répété avec un nombre suffisant de fréquences pour que la mesure rende compte exactement de la tolérance de l'EUT à la gigue d'entrée sinusoïdale pour la gamme de fréquences de gigue applicable. Le dispositif de mesure doit être capable de produire un signal perturbé par la gigue commandée et de mesurer les secondes erronées qui en résultent, provoquées par la gigue sur le signal entrant.

La figure 3 représente le dispositif de mesure utilisé dans la méthode de l'apparition des erreurs. Le synthétiseur de fréquence facultatif permet d'obtenir une détermination plus exacte des fréquences utilisées dans la mesure. Le récepteur de gigue facultatif sert à contrôler l'amplitude de la gigue produite.

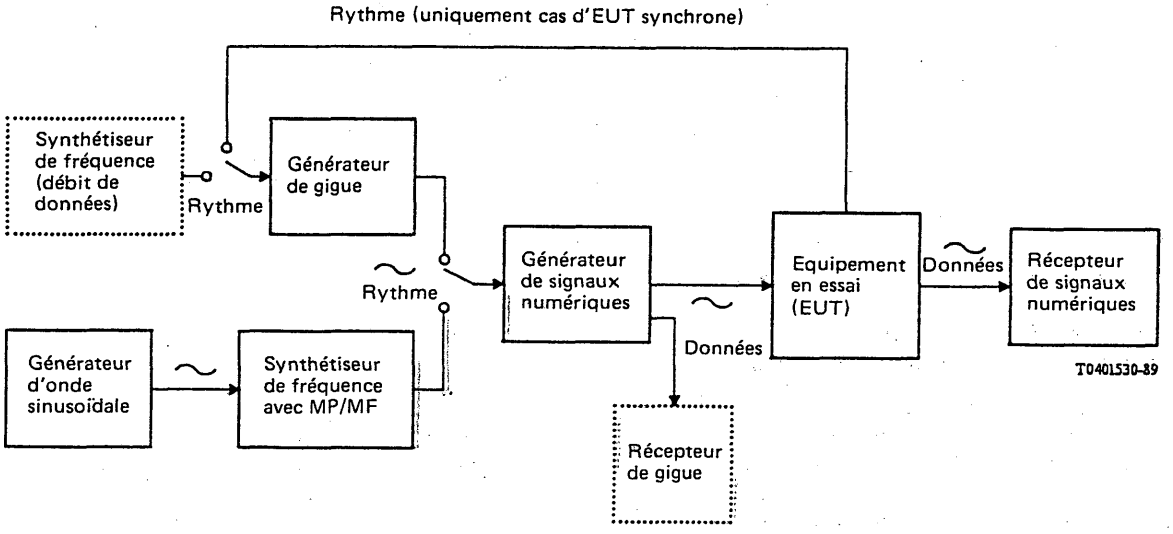


FIGURE 3

Dispositif de mesure de la tolérance de gigue
Méthode de l'apparition des erreurs

Mode opératoire

i) Etablir les connexions comme indiqué à la figure 3. Contrôler la continuité et vérifier l'absence d'erreurs dans le fonctionnement.

ii) Régler la fréquence de la gigue d'entrée à la valeur désirée et initialiser l'amplitude de gigue à 0 IU crête à crête.

iii) Augmenter l'amplitude de la gigue par accroissements effectués avec un réglage approximatif, pour déterminer la zone d'amplitude dans laquelle cesse le fonctionnement sans erreur. Diminuer l'amplitude de la gigue au niveau qu'elle avait au seuil de cette zone.

iv) Enregistrer le nombre de secondes erronées qui apparaissent au cours d'un intervalle de mesure de 30 secondes. A noter que la mesure initiale doit être de 0 seconde erronée.

v) Augmenter l'amplitude de la gigue par accroissements effectués avec un réglage fin, en répétant l'opération iv) pour chaque accroissement, jusqu'à ce que le critère d'apparition des erreurs soit satisfait.

vi) Enregistrer l'amplitude indiquée et la fréquence de la gigue appliquée à l'entrée, et répéter les opérations ii) à vi) avec un nombre suffisant de fréquences pour caractériser la courbe de tolérance de gigue.

4.2 *Conformité au gabarit de tolérance de gigue*

La tolérance de gigue de l'équipement est spécifiée au moyen de gabarits de tolérance de gigue. Chaque gabarit définit la zone dans laquelle l'équipement doit fonctionner sans subir la dégradation spécifiée de la performance d'erreur. La différence entre le gabarit et la courbe de tolérance effective de l'équipement représente la marge de gigue pour le fonctionnement, illustrée par la figure 1.

La mesure de conformité au gabarit s'effectue en réglant la fréquence et l'amplitude de la gigue à la valeur du gabarit et en vérifiant que la dégradation spécifiée de la performance d'erreur n'apparaît pas. On fait la mesure pour un nombre suffisant de points du gabarit, afin d'assurer la conformité sur toute la gamme de fréquences du gabarit.

La figure 2 ou la figure 3, suivant le cas, représente le dispositif de mesure pour la méthode de conformité au gabarit de tolérance de gigue.

Mode opératoire

i) Etablir les connexions de l'équipement comme indiqué au § 4.1.1 ou 4.1.2, suivant le cas. Contrôler la continuité et vérifier l'absence d'erreurs dans le fonctionnement.

ii) Régler l'amplitude et la fréquence de la gigue sur un point du gabarit.

iii) Lorsqu'on emploie la méthode de l'apparition des erreurs, confirmer l'existence de 0 seconde erronée. Lorsqu'on emploie la méthode de l'aggravation du TEB, confirmer que la dégradation spécifiée de la performance d'erreur n'est pas atteinte.

iv) Répéter les opérations ii) et iii) pour un nombre suffisant de points du gabarit, afin de vérifier la conformité avec le gabarit de tolérance de gigue.

5 Mesure de la caractéristique de transfert de gigue

La caractéristique de transfert de gigue d'un équipement numérique est définie comme le rapport: gigue de sortie/gigue appliquée à l'entrée, en fonction de la fréquence.

Si, dans un équipement numérique, on peut décrire la relation entre la gigue à l'accès d'entrée et la gigue à l'accès de sortie au moyen d'un processus linéaire (processus à la fois additif et homogène), on peut utiliser le terme «fonction de transfert de gigue». Cette relation, pour certains types d'équipements numériques, ne peut s'exprimer sous la forme d'une fonction de transfert de gigue. Dans des cas semblables, il peut être nécessaire d'utiliser des méthodes de mesure différentes pour obtenir des résultats significatifs.

5.1 *Processus linéaires*

Les mesures de transfert de gigue sont souvent nécessaires pour les circuits de restitution de rythme et les circuits de lissage de phase des désynchroniseurs. La mesure de la fonction de transfert de gigue d'un circuit linéaire de restitution de rythme s'effectue généralement sans difficulté. En revanche, il faut faire appel à des techniques spécialisées pour effectuer la même mesure sur un désynchroniseur, car le circuit de lissage linéaire fait alors partie d'un système multiplex numérique asynchrone non linéaire.

5.1.1 *Circuit de restitution de rythme*

Les circuits de restitution de rythme constituent un élément essentiel des accès d'entrée de certains équipements numériques. On accorde un intérêt particulier à la fonction de transfert de gigue des circuits de restitution de rythme, qui prédominent dans le transfert de la gigue de l'accès d'entrée à l'accès de sortie. On ne traitera pas ici de la caractérisation des circuits de restitution linéaires faisant partie d'un équipement non linéaire (systèmes multiplex numériques asynchrones), étant donné que ces circuits n'ont pas un effet prédominant sur la caractéristique globale de transfert de gigue de l'équipement.

5.1.1.1 *Technique de base*

Cette technique consiste à appliquer à l'EUT une gigue sinusoïdale à balayage ayant une amplitude fixe admissible dans la gamme de fréquences choisie, et à observer l'amplitude de la gigue de sortie dans cette gamme de fréquences. Le processus est répété avec un nombre suffisant de gammes de fréquences pour caractériser la fonction de transfert de gigue de l'EUT.

Spécifiquement, cette technique met en œuvre un analyseur de spectre pour fixer une gamme de fréquences de gigue ainsi que la valeur correspondante de l'amplitude de gigue admissible. Initialement, l'EUT est mis hors circuit pour établir une trace de référence d'amplitude (0 dB) du dispositif de mesure. L'EUT est ensuite remis en circuit et la trace de référence d'amplitude 0 dB est soustraite de la mesure globale du transfert de gigue afin d'obtenir la fonction de transfert de gigue de l'EUT. L'emploi d'un analyseur de spectre avec oscillateur de poursuite à la sortie est nécessaire pour déterminer la fréquence et l'amplitude de la gigue d'entrée pendant qu'on procède à la mesure de la gigue de sortie dans une bande étroite. Pour atteindre un degré de précision élevé, la largeur de bande de l'analyseur de spectre doit être suffisamment petite pour donner la résolution d'amplitude et la dynamique souhaitées, dans toutes les gammes de fréquences choisies pour les mesures. Par exemple, pour obtenir des pointes inférieures à 0,1 dB et une décroissance de 20 dB par décade, de 350 Hz à 20 kHz, il peut être nécessaire d'utiliser un analyseur de spectre ayant une résolution égale à 0,1 dB, une largeur de bande 3 Hz et une dynamique de 40 dB.

La figure 4 représente un dispositif de mesure de la fonction de transfert de gigue. Le synthétiseur de fréquence facultatif peut servir à déterminer avec plus de précision les fréquences utilisées dans cette mesure.

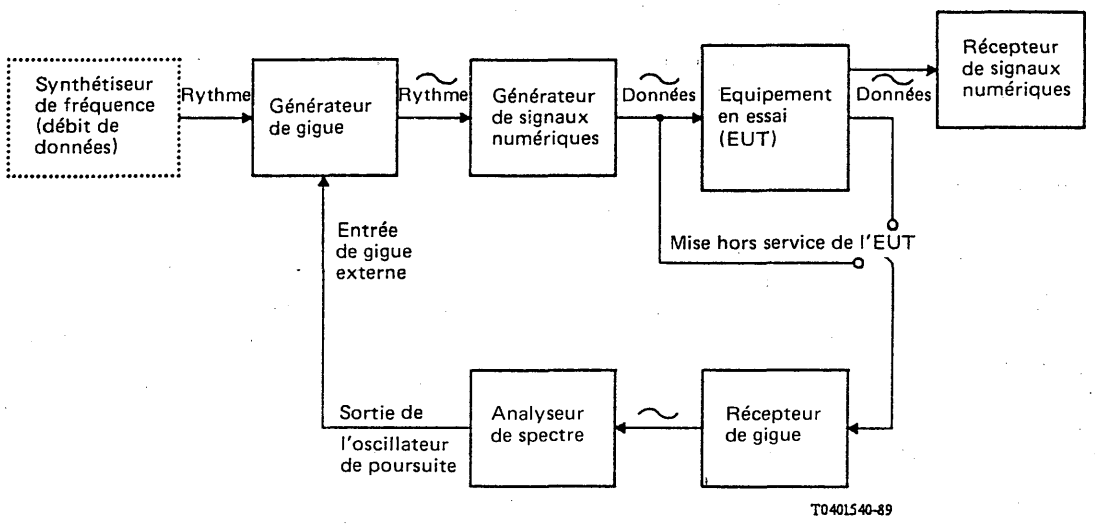


FIGURE 4

Dispositif de mesure de la fonction de transfert de gigue
Méthode de base

Mode opératoire

i) Effectuer une mesure de la tolérance de gigue de l'EUT dans la gamme de fréquences désirée, comme décrit au § 4.

ii) Etablir les connexions comme indiqué à la figure 4, en mettant l'EUT hors circuit. Vérifier la continuité, la linéarité et l'absence d'erreurs dans le fonctionnement.

iii) Régler la gamme de fréquences désirée sur l'analyseur de spectre. Régler le niveau de sortie de l'oscillateur de poursuite sur l'analyseur de spectre, pour obtenir une amplitude de gigue admissible dans la gamme de fréquences choisie, qui est assez large pour garantir une bonne précision de mesure, et en même temps suffisamment étroite pour conserver un fonctionnement linéaire.

iv) Régler la largeur de bande de l'analyseur de spectre à une valeur aussi petite que possible, balayer la gamme de fréquences désirée et enregistrer la trace de l'amplitude de référence 0 dB du dispositif de mesure. (Le réglage d'une petite largeur de bande de l'analyseur de spectre peut permettre de réduire l'amplitude de la gigue appliquée sans diminution de la précision des mesures.)

v) Reconnecter l'EUT comme indiqué à la figure 4. Vérifier la continuité, la linéarité et l'absence d'erreurs dans le fonctionnement.

vi) Utiliser l'analyseur de spectre pour balayer la gamme de fréquences choisie et enregistrer l'amplitude de la fonction de transfert de la gigue de l'ensemble (dispositif de mesure et EUT).

vii) Pour obtenir la fonction de transfert de gigue de l'EUT, soustraire la trace de référence d'amplitude 0 dB de la fonction de transfert de gigue de l'ensemble, enregistrée en vi).

viii) Répéter les opérations i) à vii) avec un nombre suffisant de gammes de fréquences pour caractériser la gamme de fréquences totale qui présente de l'intérêt.

5.1.2 *Circuit de lissage de phase d'un désynchroniseur*

En général, un processus non linéaire caractérise la relation qui existe entre les gigues présentes respectivement aux accès d'entrée et de sortie d'un équipement multiplex numérique asynchrone. Toutefois, la plupart des circuits de lissage de phase sont prévus pour fonctionner linéairement et peuvent donc avoir une fonction de transfert associée. Deux techniques ont été mises au point pour déterminer la fonction de transfert de gigue d'un circuit linéaire de lissage de phase d'un désynchroniseur, avec utilisation d'interfaces multiplex normalisées. Dans la première technique, on emploie les interfaces à l'entrée à faible vitesse du multiplexeur et à la sortie à faible vitesse du démultiplexeur. Dans la seconde technique, les interfaces sont mises en œuvre à l'entrée à vitesse élevée et à la sortie à faible vitesse du démultiplexeur.

5.1.2.1 *Technique multiplex*

Avec cette technique, on tente de «linéariser» le processus de multiplexage en imposant des contraintes appropriées à la fréquence et à l'amplitude de la gigue appliquée à l'entrée. La gigue sinusoïdale, dont on choisit la fréquence et l'amplitude, doit être appliquée à l'entrée à faible vitesse du multiplexeur, et l'amplitude de la gigue à la sortie à faible vitesse du démultiplexeur est observée pour la fréquence appliquée. Le processus est répété avec un nombre suffisant de fréquences pour caractériser la fonction de transfert de gigue du désynchroniseur. En l'occurrence, lorsque la gigue sinusoïdale module la phase du signal d'entrée présent à l'une des entrées à faible vitesse du multiplexeur, le spectre de la gigue apparaissant à la sortie tributaire correpondante contient non seulement des composantes de gigue de temps d'attente en des emplacements discrets du spectre, mais également une composante discrète à la fréquence de la gigue d'entrée. Dans cette technique, on augmente suffisamment l'amplitude de la gigue d'entrée pour faire en sorte que cette composante discrète du spectre de la gigue de sortie à la fréquence appliquée l'emporte sur les autres composantes de la gigue de temps d'attente dans la largeur de bande utilisée pour la mesure. Cependant, cette amplitude ne doit pas être trop grande, de façon à ne pas saturer le mécanisme de justification du multiplexeur (apparition de la saturation). Le plus petit écart de fréquence, $f(t)$, qui provoque l'apparition de la saturation, est déterminé par la plus petite valeur des deux expressions suivantes:

$$f(t) = f_{sc} - f_{nom}$$

$$f(t) = -f_m + f_{sc} - f_{nom}$$

où

f_{sc} représente le rythme de lecture moyen des bits de données synchrones du multiplexeur,

f_m la fréquence maximale à laquelle les impulsions peuvent être justifiées dans le train d'impulsions entrant, et

f_{nom} le débit en ligne nominal à l'entrée.

Pour atteindre un degré de précision élevé, la largeur de bande de l'analyseur de spectre doit être suffisamment petite pour donner la résolution d'amplitude et la dynamique désirées dans chaque bande de fréquences utilisée pour la mesure (voir le § 5.1.1.1). On suppose, par ailleurs, que la fonction de transfert du circuit de restitution de rythme à l'entrée à faible vitesse du démultiplexeur ne modifie pas la gigue appliquée dans la gamme de fréquences qui présente de l'intérêt.

La figure 4 illustre le dispositif utilisé pour mesurer la fonction de transfert de gigue. Le synthétiseur de fréquence facultatif assure une détermination plus exacte des fréquences utilisées dans la mesure.

Mode opératoire

i) Effectuer une mesure de tolérance de gigue dans la gamme de fréquences désirée.

ii) Etablir les connexions comme indiqué à la figure 4 en mettant l'EUT hors circuit. Vérifier la continuité, la linéarité et l'absence d'erreurs dans le fonctionnement.

iii) Régler manuellement la fréquence d'essai sur l'analyseur de spectre.

iv) Régler le niveau de sortie de l'oscillateur de poursuite sur l'analyseur de spectre, pour produire la plus grande amplitude de gigue admissible qui ne provoque pas l'apparition de la saturation (comme défini dans le présent paragraphe) à la fréquence choisie.

v) Régler la largeur de bande de l'analyseur de spectre à une valeur aussi petite que possible, et enregistrer le niveau de référence de transfert d'amplitude 0 dB du dispositif de mesure.

vi) Reconnecter l'EUT comme indiqué à la figure 4. Vérifier la continuité et l'absence d'erreurs dans le fonctionnement.

vii) Enregistrer l'amplitude de la fonction de transfert de gigue de l'ensemble (dispositif de mesure et EUT). La prise de moyennes est généralement nécessaire pour faire disparaître les effets de la gigue de temps d'attente sur les mesures.

viii) Pour obtenir la valeur de la fonction de transfert de gigue de l'EUT, soustraire le niveau de référence de transfert d'amplitude 0 dB de l'amplitude de l'ensemble, obtenue en vii).

ix) Répéter les opérations iii) à viii) avec un nombre suffisant de fréquences pour caractériser la fonction de transfert de gigue de l'EUT.

5.1.2.2 *Technique du démultiplexeur*

Cette technique consiste à appliquer une gigue sinusoïdale, dont on choisit l'amplitude et la fréquence, à l'entrée à vitesse élevée du démultiplexeur, et à observer l'amplitude de la gigue à la sortie à faible vitesse du démultiplexeur, à la fréquence appliquée. Le processus est répété avec un nombre suffisant de fréquences pour caractériser la fonction de transfert de gigue du désynchroniseur. En l'occurrence, lorsque la gigue sinusoïdale module la phase du signal d'entrée du démultiplexeur, le spectre de gigue à la sortie contient une composante discrète à la fréquence de la gigue d'entrée, en plus des composantes de gigue de temps d'attente intrinsèques déjà présentes. Dans cette technique, on augmente suffisamment l'amplitude de la gigue appliquée à l'entrée pour faire en sorte que sa contribution au spectre de la gigue de sortie à la fréquence appliquée l'emporte sur celle de la gigue de temps d'attente, sans dépasser la tolérance de gigue d'entrée du démultiplexeur. On suppose, par ailleurs, que la fonction de transfert du circuit de restitution du rythme à l'entrée à vitesse élevée du démultiplexeur ne modifie pas la gigue appliquée dans la gamme de fréquences qui présente de l'intérêt.

La figure 4 représente le dispositif utilisé pour mesurer la fonction de transfert de gigue. Il convient de souligner que le mode opératoire décrit ci-dessous *ne permet pas d'éliminer par étalonnage les effets des circuits de réception à faible vitesse contenus dans le bloc fonctionnel «récepteur de gigue».* Il faut par conséquent que ces circuits aient une réponse uniforme.

Il y a lieu de noter que le signal numérique appliqué à l'entrée à vitesse élevée du démultiplexeur doit contenir des informations de verrouillage pour permettre à l'équipement soumis aux essais de fonctionner correctement. Les signaux «verrouillés» peuvent être extraits d'un générateur de signaux numériques approprié ou provenir du multiplexeur numérique correspondant. Dans ce dernier cas, il faut insérer un modulateur de gigue transparent entre la sortie à vitesse élevée du multiplexeur et l'entrée du démultiplexeur. Le modulateur de gigue superpose la gigue au signal exempt de gigue provenant du multiplexeur.

Mode opératoire

i) Suivre le mode opératoire indiqué au § 5.1.1.1 en utilisant la figure 4 et en graduant la gigue appliquée en intervalles unitaires (IU), sur la base du rapport: débit de données à l'entrée à vitesse élevée du démultiplexeur/débit de données à la sortie à faible vitesse du démultiplexeur.

5.2 *Processus non linéaires*

Ce sujet nécessite un complément d'étude.

6 Mesure de la gigue de sortie

Les mesures de la gigue de sortie entrent dans deux catégories:

1) gigue de sortie du réseau aux interfaces hiérarchiques et
2) gigue intrinsèque produite par un équipement numérique individuel.

Les résultats de mesure de la gigue de sortie peuvent s'exprimer par des amplitudes crête à crête et efficaces dans des gammes de fréquences spécifiées et peuvent nécessiter une caractérisation statistique.

Les mesures de la gigue de sortie se font soit avec le trafic réel, soit avec des séquences de données commandées.

6.1 *Trafic réel*

Les mesures de la gigue de sortie aux interfaces hiérarchiques du réseau font généralement appel à des signaux de trafic réel. Pour les essais avant mise en service, dans lesquels on utilise des séquences de données commandées, voir le § 6.2. Cette technique consiste à démoduler la gigue du trafic réel à la sortie d'une interface de réseau, à filtrer sélectivement la gigue et à mesurer la valeur efficace vraie ou la valeur crête à crête vraie de l'amplitude de la gigue dans l'intervalle de temps spécifié.

La figure 5 représente le dispositif de mesure utilisé dans la technique du trafic réel. L'analyseur de spectre facultatif permet d'observer le spectre de fréquence de la gigue de sortie.

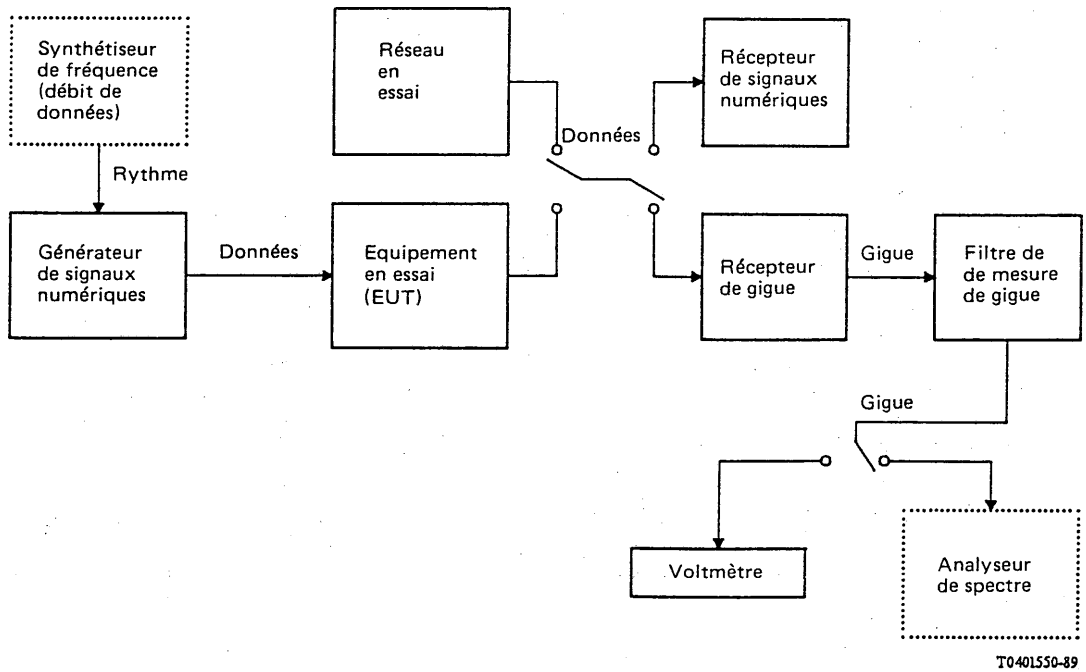


FIGURE 5

Dispositif de mesure de la gigue de sortie
Méthode de base

Mode opératoire

i) Etablir les connexions de l'équipement comme indiqué à la figure 5. Vérifier la continuité et l'absence d'erreurs dans le fonctionnement.

ii) Choisir le filtre de mesure de gigue voulu et mesurer la gigue filtrée à la sortie en enregistrant l'amplitude crête à crête vraie qui apparaît au cours de l'intervalle de temps de mesure spécifié.

iii) Répéter l'opération ii) pour tous les filtres de mesure de gigue voulus.

6.2 *Séquences de données commandées*

La mesure de la gigue intrinsèque d'un équipement numérique individuel nécessite l'utilisation de séquences de données commandées. Ces séquences de données sont généralement utilisables en laboratoire, en usine et en dehors du service. La technique de base, décrite ci-dessous, donne des détails sur la façon dont ces mesures peuvent être effectuées.

Dans le cas où l'on cherche à obtenir des informations plus détaillées sur la puissance de la gigue de sortie (plus précisément, gigue produite dans les régénérateurs numériques), la gigue peut être divisée en composantes aléatoires et systématiques. Si l'on fait une distinction entre la gigue aléatoire et la gigue systématique, c'est principalement pour permettre la comparaison des résultats de mesure avec les calculs théoriques et pour affiner la conception du régénérateur. La technique améliorée [8] décrit la manière dont on peut mesurer la gigue aléatoire et la gigue systématique.

6.2.1 *Technique de base*

Cette technique est identique à celle qui est décrite au § 6.1, à ceci près qu'on applique à l'EUT une séquence de données commandée non perturbée par la gigue. Le synthétiseur de fréquence facultatif de la figure 5 sert à déterminer de façon plus précise les fréquences utilisées dans la mesure.

Mode opératoire

i) Etablir les connexions de l'équipement comme indiqué à la figure 5 en utilisant le générateur de signaux numériques pour appliquer à l'EUT une séquence de données commandée, non perturbée par la gigue. Vérifier la continuité et l'absence d'erreurs dans le fonctionnement.

ii) Choisir le filtre de mesure de gigue voulu et mesurer la gigue filtrée à la sortie en enregistrant l'amplitude crête à crête vraie qui apparaît au cours d'un intervalle de temps de mesure spécifié.

iii) Répéter l'opération ii) pour tous les filtres de mesure de gigue voulus.

Références

[1] Recommandation du CCITT *Vocabulaire relatif à la modulation par impulsions et codage (MIC), au multiplexage et à la transmission numériques*, tome III, Rec. G.701.

[2] Recommandation du CCITT *Sections de ligne numérique fonctionnant à 1544 kbit/s (Séquences d'essai pour la mesure de la gigue sur les sections de ligne numérique)*, Livre rouge, tome III, Rec. G.911, annexe A, UIT, Genève, 1984.

[3] HUCKETT (P.): Performance Evaluation in an ISDN – Digital Transmission Impairments, *Radio and Electronic Engineer*, vol. 54, n° 2, pp. 97-106, février 1984.

[4] Recommandation du CCITT *Caractéristiques physiques et électriques des interfaces numériques hiérarchiques*, tome III, Rec. G.703.

[5] T1X1.4/85-031: *Proposed draft american national standard for DS1, DS1C, DS2 and DS3 levels of the digital hierarchy.*

[6] TRISCHITTA (P. R.): Jitter accumulation in fiber optic systems, *Rutgers*, The State University of New Jersey, mai 1986.

[7] TRISCHITTA (P. R.), SANNUTI, (P.): The jitter tolerance of fiber optic regenerators, *IEEE Transactions on Communications*, vol. 35, n° 12, pp. 1303-1308, décembre 1987.

ISBN 92-61-03432-2