



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.

(ITU) نتاج تصوير بالمسح الضوئي أجراه قسم المكتبة والمحفوظات في الاتحاد الدولي للاتصالات (PDF) هذه النسخة الإلكترونية نقلًا 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.

**Conferencia Administrativa Mundial  
de Radiocomunicaciones sobre la utilización  
de la órbita de los satélites geoestacionarios  
y la planificación de los servicios espaciales  
que la utilizan  
Primera reunión, Ginebra, 1985**

**INFORME ESTABLECIDO PARA  
LA SEGUNDA REUNIÓN DE LA CONFERENCIA**

(Véase Resolución 1)



Secretaría General  
de la  
Unión Internacional de Telecomunicaciones  
Ginebra, 1986

PRIMERA REUNION DE LA CONFERENCIA  
ADMINISTRATIVA MUNDIAL DE RADIOCOMUNICACIONES  
SOBRE LA UTILIZACION DE LA ORBITA DE LOS  
SATELITES GEOESTACIONARIOS Y LA PLANIFICACION  
DE LOS SERVICIOS QUE LA UTILIZAN

GINEBRA, 1985

Ginebra, 15 de septiembre de 1985

Señor Presidente de la Segunda Reunión  
de la Conferencia Administrativa  
Mundial de Radiocomunicaciones sobre  
la utilización de la órbita de los  
satélites geoestacionarios y la  
planificación de los servicios  
espaciales que la utilizan

Señor Presidente,

De conformidad con los números 226 y 228 del Convenio Internacional de Telecomunicaciones, Nairobi, 1982, y de las disposiciones de la Resolución 1 adoptada en la Primera Reunión de la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones sobre la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios y la planificación de los servicios espaciales que la utilizan, Ginebra, 1985, tengo el honor de enviarle, en anexo, el Informe de la Primera Reunión, destinado a la Segunda Reunión de la Conferencia.

El Presidente de la Primera Reunión



Dr. I. STOJANOVIĆ

Anexo

INDICE

		<u>Página</u>
<u>CAPITULO 1</u>	Introducción .....	1
<u>CAPITULO 2</u>	Características de redes típicas del servicio fijo por satélite en servicio .....	3
2.1	Introducción .....	3
2.2	Redes del SFS en funcionamiento .....	5
2.3	Sistemas de usuarios comunes .....	11
2.4	Tecnología actual y características operacionales de los sistemas del SFS .....	13
<u>Anexo</u>	Intensidad de uso de la OSG por el SFS .....	23
<u>CAPITULO 3</u>	Planificación .....	29
3.1	Bandas de frecuencias y servicios espaciales identificados para planificación .....	29
3.2	Principios de planificación .....	29
3.3	Método de planificación .....	31
3.4	Parámetros y criterios técnicos .....	35
<u>Anexo 1</u>	Directrices para los procedimientos reglamentarios asociados con el método de planificación .....	72
<u>Anexo 2</u>	Posible enfoque de los procedimientos mejorados .....	75
<u>CAPITULO 4</u>	Directrices para los procedimientos reglamentarios aplicados a los servicios espaciales y las bandas de frecuencias no identificados para la planificación ...	80
4.1	<u>Parte I</u> - Directrices relacionadas con las secciones I y II del artículo 11 .....	81
4.2	<u>Parte II</u> - Directrices relacionadas con el artículo 13	83
4.3	<u>Parte III</u> - Directrices relacionadas con el artículo 14	84
4.4	<u>Parte IV</u> - Directrices relacionadas con la Resolución 4 de la CAMR-79 y con otras Resoluciones relativas a los servicios espaciales .....	86

	<u>Página</u>
4.5	<u>Parte V</u> - Manuales simplificados ..... 86
4.6	<u>Parte VI</u> - Normas Técnicas y Reglas de Procedimiento de la IFRB ..... 86
4.7	<u>Parte VII</u> - Parámetros y criterios técnicos ..... 86
<u>CAPITULO 5</u>	Consideraciones relativas a la compartición entre servicios ..... 88
5.1	Introducción ..... 88
5.2	Principios y conclusiones ..... 88
<u>CAPITULO 6</u>	Enlaces de conexión para el servicio de radiodifusión por satélite en 12 GHz en las Regiones 1 y 3 ..... 93
6.1	Bandas en las que se debería establecer el Plan de frecuencias para los enlaces de conexión ..... 93
6.2	Método, parámetros técnicos y criterios de planificación 95
6.3	Criterios de compartición entre los enlaces de conexión y otros servicios (espaciales y terrenales) que habrá que elaborar durante el periodo entre reuniones ..... 120
<u>CAPITULO 7</u>	Sistemas de radiodifusión sonoras por satélite para recepción individual por receptores portátiles o instalados en automóviles ..... 124
7.1	Introducción ..... 124
7.2	Resultados de los estudios y análisis ..... 125
7.3	Recomendaciones ..... 129
<u>Anexo</u>	Información técnica y operacional relativa a los sistemas de radiodifusión sonora por satélite para recepción individual con receptores portátiles o instalados en automóviles ..... 131
1.	Introducción ..... 131
2.	Descripción de los sistemas ..... 131
3.	Necesidades de anchura de banda ..... 137
4.	Consideraciones relativas a la compartición de frecuencias ..... 138

	<u>Página</u>
<u>CAPITULO 8</u> Medidas preparatorias para la Segunda Reunión .....	140
8.1                    Actividades entre reuniones relativas a la planificación de los enlaces de conexión para el servicio de radiodifusión por satélite (SRS) en las Regiones 1 y 3 .....	140
8.2                    Otras actividades entre reuniones .....	148
<u>Anexo</u> Métodos para calcular los márgenes de protección .....	150
1.                      Margen de protección equivalente para el enlace de conexión .....	150
2.                      Margen de protección equivalente global .....	150
 <u>RESOLUCIONES</u>	
Resolución N.º 1    : Informe de la Primera Reunión .....	151
Resolución N.º 2    : Mejoramiento de la exactitud del Registro, de la Lista Internacional de Frecuencias, de la Lista VIIIA y de la información proporcionada a las administraciones .....	152
 <u>RECOMENDACIONES</u>	
Recomendación N.º 1: Proyecto de orden del día de la Segunda Reunión de la Conferencia .....	153
Recomendación N.º 2: Sistemas de radiodifusión sonora por satélite para recepción individual por receptores portátiles y por receptores instalados en automóviles .....	156
Recomendación N.º 3: Televisión de alta definición (HDTV) en el servicio de radiodifusión por satélite .....	158
 LISTA DE LOS PAISES MIEMBROS DE LA UIT QUE HAN PARTICIPADO EN LA PRIMERA REUNION .....	 160

---

## CAPITULO I

### Introducción

1.1 La Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones (Ginebra, 1979) invitó en su Resolución 3 al Consejo de Administración a que tomara todas las medidas necesarias para convocar una Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones Espaciales con el objeto de garantizar en la práctica a todos los países un acceso equitativo a la órbita de los satélites geoestacionarios y a las bandas de frecuencias atribuidas a los servicios espaciales. Resolvió asimismo que esa Conferencia se celebrara en dos reuniones.

1.2 La Conferencia de Plenipotenciarios (Nairobi, 1982) resolvió en su Resolución 1 que el orden del día de la Primera Reunión había de prever igualmente la adopción en debida forma para su inclusión en el Reglamento de Radiocomunicaciones, de las decisiones pertinentes de la Conferencia Administrativa Regional de 1983 encargada de la planificación del servicio de radiodifusión por satélite en la Región 2.

1.3 En su Resolución 8, la Conferencia de Plenipotenciarios (Nairobi, 1982) encargó al Consejo de Administración que examinara la cuestión de los enlaces de conexión para que se incluya en el orden del día de la Primera Reunión de la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones Espaciales, prevista para 1985, la planificación de las bandas atribuidas al servicio fijo por satélite y reservadas exclusivamente a los enlaces de conexión para el servicio de radiodifusión por satélite, y dio a la IFRB las directrices apropiadas al respecto.

1.4 De conformidad con la Resolución 1 de la Conferencia de Plenipotenciarios (Nairobi, 1982), el Consejo de Administración, en su 38.<sup>a</sup> reunión (1983) y tras consultas con los Miembros de la Unión, adoptó la Resolución 895. Esta Resolución, aprobada por una mayoría de los Miembros, determinaba que la Primera Reunión de esta Conferencia se iniciaría en Ginebra el 8 de agosto de 1985 y tendría una duración de cinco semanas y media; establecía también el orden del día de esta Primera Reunión.

1.5 Así pues, la Primera Reunión de la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones sobre la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios y la planificación de los servicios espaciales que la utilizan tuvo lugar en Ginebra del 8 de agosto al 15 de septiembre de 1985.

1.6 De conformidad con el mandato contenido en su orden del día, esta Primera Reunión resolvió:

- a) adoptar el presente Informe para su presentación a la Segunda Reunión de la Conferencia;
- b) establecer las directrices aplicables a los trabajos que debe realizar la IFRB y a los estudios que debe emprender el CCIR como preparación de la Segunda Reunión de la Conferencia que figuran en los Capítulos 3, 5, 6 y 8 del presente Informe;

- c) invitar al Consejo de Administración a que examine los recursos y facilidades necesarias para este trabajo entre las reuniones, teniendo en cuenta el proyecto de orden del día recomendado para la Segunda Reunión de la Conferencia, contenido en la Recomendación 1 anexa al presente Informe;
- d) aprobar también las Resoluciones 1 y 2 y las Recomendaciones 1, 2 y 3 anexas al presente Informe; y
- e) pedir al Secretario General que señale el presente Informe a la atención de las administraciones de todos los Miembros de la Unión.

Además, la Primera Reunión decidió incluir como corresponde, en el Reglamento de Radiocomunicaciones, las decisiones relativas a la Conferencia Administrativa Regional de 1983 para la planificación del servicio de radiodifusión por satélite en la Región 2.

## CAPITULO 2

### **Características de redes típicas del servicio fijo por satélite en servicio**

#### **2.1 Introducción**

El SFS ha evolucionado mucho en los últimos veinte años y el tráfico que encamina es muy diverso. Es el más utilizado de todos los servicios espaciales y probablemente el más desarrollado. Este análisis de las características de redes típicas del SFS en servicio se basa en el anexo 3 al Informe de la RPC con nuevos elementos añadidos en la CAMR-ORB-85.

Las redes del SFS actualmente explotadas presentan características muy diversas en cuanto a los parámetros técnicos, las técnicas de explotación y los servicios prestados. Por ejemplo, la capacidad de las portadoras radioeléctricas puede variar desde un solo canal telefónico (SCPC) hasta varios miles de canales, la anchura de banda correspondiente de las portadoras oscila entre unos 20 kHz y 70 MHz y la modulación puede ser analógica o digital. Estos sistemas proporcionan servicios de telefonía, televisión, teleconferencia, transmisión de datos, servicios entre empresas, comunicaciones entre computadores, servicios de telecomunicación para regiones aisladas y servicios de previsiones meteorológicas. Con el progreso técnico, los servicios y sus características seguirán evolucionando en el futuro.

Hoy día los servicios de satélite se prestan de diferentes maneras: por medio de redes espaciales independientes, por consorcios o por arrendamiento del segmento espacial a organizaciones de explotación. La elección depende de la necesidad o de la viabilidad económica, si bien las características técnicas pueden ser similares. Los sistemas actuales utilizan principalmente las bandas 3 700 - 4 200 MHz; 5 925 - 6 425 MHz; 10,95 - 11,20 GHz; 11,45 - 11,70 GHz; 11,7 - 12,2 GHz y 14,0 - 14,5 GHz, aunque se están utilizando también en alguna medida las bandas de 3 400 - 3 700 MHz; 5 725 - 5 925 MHz; 7 250 - 7 750 MHz y 7 900 - 8 400 MHz, así como otras bandas comprendidas entre 12,2 y 12,75 GHz. Se han empezado a utilizar también algunas atribuciones del SFS por encima de 15 GHz. Para el SFS se han utilizado muy poco las bandas que atribuyó la CAMR-79 a dicho servicio, a saber, las denominadas bandas de expansión 4 500 - 4 800 MHz, 10,70 - 10,95 GHz y 11,20 - 11,45 GHz (para los enlaces descendentes) y 6 425 - 7 075 MHz y 12,75 - 13,25 GHz (para los enlaces ascendentes).

Algunas redes del SFS utilizan estaciones espaciales que llevan cargas útiles multiservicio y/o multifrecuencia. Parece presentarse una tendencia creciente a utilizar tales satélites dada la disponibilidad de vehículos espaciales mayores. Esta situación puede introducir dificultades adicionales en el proceso de armonización, especialmente si la posición orbital del satélite viene determinada por un plan precedente (por ejemplo, en el caso del SRS).

Otra característica fundamental del SFS es la amplia gama de zonas de servicio. En general, cabe distinguir tres categorías de cobertura: global, regional y nacional.

Inicialmente el SFS se utilizó sobre todo en las comunicaciones transoceánicas, que continúan siendo una parte importante y creciente de la utilización de la OSG.

Los sistemas internacionales proporcionan una gran variedad de servicios de telecomunicación. INTELSAT e INTERSPUTNIK son ejemplos de utilización de las bandas de frecuencias de 6/4 GHz y 14/11 GHz.

Los sistemas regionales del SFS son explotados por grupos específicos de países para la prestación de servicios comunes de telecomunicación. Los sistemas actuales utilizan las bandas de frecuencias de 6/4 GHz y 14/11 GHz. La red regional EUTELSAT comenzará a explotarse próximamente en las bandas de 14/11-12 GHz para el tráfico internacional europeo, y ha entrado ya en servicio para satisfacer ciertas necesidades nacionales e internacionales, con arriendo de la capacidad de reserva. La red regional ARABSAT ya está en funcionamiento en las bandas de 6/4 GHz.

Varios países utilizan redes nacionales por satélite para satisfacer sus necesidades nacionales en materia de telecomunicaciones. La demanda de esta clase de redes va en aumento en todas las regiones. Estos sistemas utilizan principalmente las bandas de frecuencias de 6/4 GHz y 14/11-12 GHz. Sin embargo, existe al menos un sistema en funcionamiento que utiliza las bandas de 30/20 GHz.

Aparte de las diferencias técnicas, una distinción importante entre las redes internacionales y nacionales consiste en que los emplazamientos orbitales más adecuados no son generalmente los mismos, lo que reduce al mínimo los conflictos correspondientes. Por otro lado, las diferencias técnicas conducen a menudo a problemas de coordinación aun siendo factibles las separaciones orbitales.

Otra diferencia importante entre las redes internacionales y nacionales se refiere a la cobertura. Las primeras pueden exigir coberturas extensas, mientras que para las segundas pueden hallarse limitadas al propio país. Ello conduce a ciertas disparidades técnicas entre los dos tipos de redes lo que no obstante, en el caso de los sistemas nacionales, permite a los satélites que funcionen en una gran proximidad cuando las zonas de cobertura están suficientemente separadas.

Pueden asignarse frecuencias en bandas atribuidas al SFS a los enlaces de conexión con satélites de diversos servicios, tales como los servicios móviles por satélite y el servicio de radiodifusión por satélite.

El número cada vez mayor de satélites en servicio plantea dificultades crecientes a las administraciones que tratan de utilizar posiciones orbitales dentro de segmentos de la órbita y bandas de frecuencias preferidas y que son utilizados de manera intensiva por otros países. De hecho, hay algunos segmentos orbitales y bandas de frecuencias que ya están congestionados, lo que puede requerir procesos de coordinación complejos y costosos. En el anexo 1 al presente capítulo figura un análisis de información que la IFRB ha facilitado a la RPC sobre el número de satélites en órbita y en las diversas fases de coordinación.

## 2.2 Redes del SFS en funcionamiento

### 2.2.1 Redes del SFS que funcionan en 6/4 GHz

Las bandas de frecuencias 5 925 - 6 425 MHz y 3 700 - 4 200 MHz, hasta ahora las de más desarrollo en cuanto a tecnología y utilización, se emplean en casi todas las redes comerciales del SFS en servicio o en fase de planificación.

Esto ha conducido a las empresas de explotación de los sistemas existentes a emplear técnicas y diseños avanzados (por ejemplo, antenas de lóbulos laterales menores, aislamiento por polarización y haces conformados) para proporcionar a un mayor número de satélites acceso a la órbita en estas bandas.

Algunas de las demás bandas de frecuencias atribuidas al SFS tienen su utilización limitada por significativas consideraciones de compartición entre servicios. No obstante, existe una anchura de banda considerable en las bandas de expansión, en 6 y 4 GHz, en la cual no se presentan problemas significativos de compartición en muchas partes del mundo y el SFS no utiliza básicamente estas bandas. Además, debido a la proximidad de las bandas 6/4 GHz convencionales, se podría trasladar la tecnología de esta banda a las bandas de expansión de 6 y 4 GHz sin grandes gastos para los sistemas que operan sólo en estas bandas.

#### 2.2.1.1 Estaciones espaciales en 6/4 GHz

Las primeras estaciones espaciales del SFS estaban dedicadas al servicio internacional y proporcionaban una capacidad de cobertura global. En el curso de 10 años se pusieron en servicio satélites de cobertura nacional, mientras que los sistemas de cobertura regional constituyen un progreso más reciente y se deben al mayor número de países que empiezan a utilizar la tecnología de satélites para los servicios nacionales o como complemento de sus sistemas terrenales regionales.

Junto al aumento del número de satélites, la capacidad de un solo satélite se ha aumentado mediante la reutilización de frecuencias, lograda merced a la polarización ortogonal en la misma zona de cobertura y/o el aislamiento espacial entre haces estrechos en el mismo satélite para dar servicio a diferentes zonas de cobertura, o merced a una combinación de ambas técnicas, lo que constituye en general una característica de las redes internacionales. En algunas de estas redes se ha obtenido así una séxtuple reutilización de frecuencias. Por otra parte, los sistemas nacionales del SFS han utilizado la polarización ortogonal para lograr un doble empleo de la frecuencia.

La anchura de banda del transpondedor predominante en los satélites del SFS en 6/4 GHz es de 36 MHz, con una separación de 40 MHz entre frecuencias centrales de los transpondedores, resultando un total de 12 transpondedores para una sola polarización en un solo haz de antena. El empleo de la polarización ortogonal puede aumentar este número hasta 24 transpondedores. Se utilizan anchuras de banda de hasta 80 MHz en algunas redes del SFS en las bandas de 6/4 GHz para dar transmisiones digitales de elevada velocidad binaria.

Los transpondedores que operan actualmente en las bandas de 6/4 GHz utilizan por lo general amplificadores de tubo de ondas progresivas (ATOP) de 5 a 8 W. Algunos satélites previstos llevarán transpondedores ATOP con potencias de hasta 30 W y amplificadores de estado sólido con potencias de 8,5 W. En el Cuadro 2-1 se muestran algunas características típicas de estaciones espaciales del SFS.

CUADRO 2-1

Características típicas de estaciones espaciales del SFS en 6/4 GHz

Características	Tipo de cobertura		
	Global	Regional	Nacional
Ganancia de la antena del satélite (dBi)			
Transmisión	17-19	21-25	28-32
Recepción	17-19	21-24	30-34
p.i.r.e. (dBW)	22-24	26-31	30-39
Temperatura de ruido del receptor (K)	800-2 000	800-2 000	800-2 000
G/T(dB(K <sup>-1</sup> ))	-17 a -14	-12 a -5	-3 a +5

En la actualidad, es normal que las estaciones espaciales del SFS tengan capacidad para un mantenimiento en posición dentro de tolerancias de  $\pm 0,1^{\circ}$  en latitud y en longitud. En algunos casos la desviación Norte-Sur puede exceder ligeramente de este valor sin detrimento de la utilización de la órbita. Tales tolerancias se cumplen frecuentemente en la explotación real, sobre todo en el caso de las redes nacionales con gran número de estaciones terrenas, para las que no son atractivas, desde el punto de vista económico, las antenas orientables.

La vida útil prevista de los satélites ha aumentado considerablemente en los últimos veinte años; los satélites que han de lanzarse a mediados del decenio 1980 tienen muy corrientemente una vida útil prevista de diez años. Debe señalarse, empero, que la vida útil nominal de una estación espacial puede no ser igual a la vida útil en una posición de órbita dada. Esto puede suceder en determinada red de satélites en la que el tráfico aumente rápidamente si se introduce un satélite de mayor capacidad antes de finalizar la vida útil nominal del primer satélite. En tales casos el satélite lanzado anteriormente puede transferirse a otra posición para atender otras necesidades de tráfico.

2.2.1.2 Estaciones terrenas en 6/4 GHz

A medida que la p.i.r.e. de las estaciones espaciales del SFS ha aumentado con el tiempo, ha resultado operacionalmente posible utilizar antenas de estación terrena más económicas y de menor diámetro. El Cuadro 2-2 contiene características típicas de estaciones terrenas que operan actualmente en redes del SFS de 6/4 GHz.

CUADRO 2-2

Características típicas de estaciones terrenas del SFS en 6/4 GHz

Características	Tipo de cobertura		
	Global	Regional	Nacional
Diámetro de la antena (m)	4,5-32	4,5-25	3-30
Ganancia (dBi) Transmisión Recepción	47-64 43-61	47-62 43-59	43-63 40-59
Temperatura de ruido del receptor (K)	50-150	50-150	50-200
G/T(dB(K <sup>-1</sup> ))	23-41	23-38	17-41
Potencia de salida típica (kW)	1-12	0,3-3	0,005-1
p.i.r.e. (dBW)	46-95	46-74	45-84

Las estaciones terrenas costeras que establecen los enlaces de conexión con los satélites del servicio móvil marítimo por satélite tienen características que están dentro de las gamas indicadas para las redes regionales que figuran en el Cuadro 2-2.

Las mayores antenas se utilizan sobre todo en sistemas de cobertura global, aunque también pueden aplicarse en redes nacionales para enlaces de gran capacidad. Las antenas con diámetros comprendidos entre 10 y 15 m son comunes en rutas de capacidad media o en aplicaciones de servicios especiales en sistemas de cobertura global. Las antenas más pequeñas, entre 3 y 7 m, son particularmente apropiadas para los servicios en los sistemas de cobertura regional y nacional, así como para aplicaciones de recepción solamente.

### 2.2.2 Redes del SFS que funcionan en 8/7 GHz

En la actualidad funcionan varias redes del SFS en las bandas 8/7 GHz y se espera que cierto número de nuevas redes entren en explotación en un próximo futuro. Conviene destacar que muchos de esos sistemas funcionan también en el SMS. Igualmente debe señalarse que esas redes están destinadas fundamentalmente a la correspondencia oficial dentro de ciertas administraciones y entre algunas de ellas.

Algunos factores básicos comunes a algunos de los sistemas por satélite que utilizan la banda de 8/7 GHz son:

- grandes zonas de servicio; es decir, casi tan extensas como las zonas visibles;
- cobertura mundial, cobertura hemisférica y antenas de satélite reorientables de haz estrecho;
- posibilidad de cambiar las configuraciones antena/transpondedor del satélite;
- polarizaciones circulares; sin reutilización de frecuencias dentro de una red;
- grandes diferencias de tamaño entre las antenas de las estaciones terrenas, siendo la menor del orden de 1 a 3 m;
- ganancias máximas de transmisión relativamente elevadas (véase el Apéndice 29 del RR) que, junto con las elevadas ganancias de las antenas del satélite para el enlace ascendente, dan lugar a una sensibilidad relativamente alta en este trayecto.

Estos factores están en consonancia con las redes por satélite que pueden funcionar en el SFS o en el SMS, o en ambos.

A la inversa, no hay uniformidad en las disposiciones de los transpondedores, las traslaciones de frecuencia, las configuraciones de la antena del satélite, o en los tipos de modulación, portadoras y accesos al satélite.

Hay que señalar también que los servicios de meteorología por satélite y de exploración de la Tierra por satélite tienen también atribuciones de frecuencia a título primario en estas bandas; estos servicios podrían tener características muy distintas de las del SFS y del SMS.

### 2.2.3 Redes del SFS que funcionan en 14/11-12 GHz

Los sistemas del SFS que funcionan en las bandas 14/11-12 GHz han entrado en explotación únicamente en los últimos 6-7 años. Durante este tiempo, se han producido mejoras significativas en la eficacia de utilización y en la capacidad del recurso órbita/espectro como resultado del progreso de las tecnologías asociadas a estos sistemas.

Un atractivo particular de estas bandas en comparación con las de 6/4 GHz es la posibilidad de conseguir una gran p.i.r.e. del satélite que permite utilizar antenas de estación terrena más pequeñas para muchos servicios de telecomunicación. Esto se debe parcialmente a la facilidad con que pueden realizarse antenas transmisoras de satélite de ganancia más alta y, en parte, a que algunas de las atribuciones de frecuencia cercanas a 12 GHz para el enlace espacio-Tierra no están compartidas normalmente con servicios terrenales que tienen atribuciones de frecuencias de carácter primario. Un análisis, a título de ejemplo, de la información acerca de los satélites que utilizan estas bandas que figura en el Anexo 1 al presente capítulo indica que el valor mediano de las ganancias de los haces de satélite es de unos 38 dB, con valores de los decilos superior e inferior de 49 dB y 29 dB, respectivamente. La disponibilidad de sistemas de lanzamiento perfeccionados y las mejoras en las tecnologías de alimentación de energía del satélite han facilitado esta evolución. De ahí que se realicen muchos nuevos servicios de comunicación por satélite basados en antenas de estación terrena de pequeña abertura.

Como el tamaño físico de la antena necesario para una D/ dada es mucho más reducido que a 6/4 GHz, aumenta considerablemente el potencial de reutilización de frecuencias empleando en el satélite antenas con haces puntuales o conformados, y algunos sistemas en fabricación utilizarán esta técnica para reutilizar 8 veces la frecuencia en un solo satélite.

El principal inconveniente de la utilización de frecuencias por encima de 10 GHz es la mayor atenuación de la señal de radiofrecuencia y los efectos de despolarización en las zonas sometidas a precipitaciones intensas. Existen técnicas para mitigar estos problemas, entre las que se cuentan el control de potencia del enlace ascendente y los compensadores adaptativos de despolarización.

En 14/11 GHz y en bandas de frecuencia más altas, las restricciones del arco de servicio son severas para redes con zonas de servicio muy grandes y aquellas que tienen zonas de servicio en latitudes elevadas, puesto que las estaciones terrenas en estas bandas normalmente tienen que funcionar con ángulos de elevación mayores que en 6/4 GHz a fin de reducir a niveles aceptables la atenuación debida a la lluvia y a los efectos de la despolarización.

Las atribuciones actuales de las bandas de 12 GHz para el trayecto espacio-Tierra varían en las Regiones de la UIT de la siguiente manera:

Región 1: 12,5 a 12,75 GHz

Región 2: 11,7 a 12,2 GHz

Región 3: 12,2 a 12,5 GHz y 12,5 a 12,75 GHz. (Obsérvese que la utilización de la banda 12,2 a 12,5 GHz para el SFS se rige por el número 845 del Reglamento de Radiocomunicaciones.)

En cada Región hay atribuciones primarias a los servicios terrenales en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencia o en las notas a éste, aunque los límites de la densidad de flujo de potencia en el enlace descendente que impone el número 2574 del Reglamento de Radiocomunicaciones no se aplican en un gran número de países, y la existencia de antenas de satélite de alta ganancia permite evitar niveles de densidad de flujo de potencia superiores a los límites del número 2574 del Reglamento de Radiocomunicaciones en los países en que se aplica éste. Se utilizan estas bandas por los sistemas nacionales e internacionales.

La banda de 11 GHz (10,7 - 11,7 GHz) para el trayecto espacio-Tierra está atribuida con carácter mundial y los segmentos 10,95 - 11,2 GHz y 11,45 - 11,7 GHz son utilizados por sistemas nacionales e internacionales. Los segmentos restantes, 10,7 - 10,95 GHz y 11,2 - 11,45 GHz representan bandas de expansión que no se utilizan actualmente.

Todas las bandas mencionadas actualmente en uso emplean la banda Tierra-espacio de 14 -14,5 GHz para la transmisión al satélite. Se dispone de una banda adicional de 500 MHz entre 12,75 y 13,25 GHz, aunque no se ha utilizado hasta la fecha.

Respecto a los parámetros típicos de los sistemas en las bandas 14/11 - 12 GHz, el factor de calidad de los sistemas receptores de estación espacial oscila entre aproximadamente -3 dB/K y 9 dB/K, mientras que la p.i.r.e. del transpondedor del satélite varía entre 35 y 50 dBW en el borde de la zona de cobertura, utilizando haces puntuales o conformados. Los diámetros de las antenas de las estaciones terrenas van desde 1 m aproximadamente hasta 32 metros.

#### 2.2.4 Frecuencias superiores a 15 GHz

Se están realizando estudios para definir los parámetros de las estaciones espaciales que hayan de funcionar en las bandas 30/20 GHz, y dos administraciones han lanzado estaciones espaciales experimentales que funcionan en esas bandas. En general, la utilización de bandas de frecuencias alrededor de 20 y 30 GHz, donde se dispone de una anchura de banda de 3,5 GHz, permitiría disponer de sistemas de gran capacidad que utilicen antenas de haces estrechos y transmisiones digitales de gran velocidad.

En numerosos países se ha fomentado la investigación y el desarrollo de sistemas del SFS en las bandas 30/20 GHz; pueden citarse como ejemplos el sistema experimental CS-1 del Japón, el sistema perfeccionado de 30/20 GHz de la NASA, el proyecto OLYMPUS (antes L-SAT) de la Agencia Espacial Europea (ESA), el sistema ITALSAT, el proyecto de satélite experimental ATHOS, el DFS de la República Federal de Alemania y otros proyectos de satélites experimentales.

En el Japón el primer sistema nacional en explotación del SFS, utilizando los satélites CS-2a y CS-2b, comenzó a funcionar a fines de mayo de 1983. La banda de 30/20 GHz se utiliza en telefonía para transmitir señales AMDT y de televisión MF entre centros regionales con antenas Cassegrain excéntricas de un diámetro de 11,5 metros. Se emplean pequeñas estaciones terrenas transportables en las bandas de 30/20 GHz, con antenas de un diámetro de 3 metros, para las comunicaciones telefónicas urgentes y la transmisión de señales de televisión.

Pueden necesitarse estaciones terrenas con diversidad (en las zonas de abundantes precipitaciones), a fin de garantizar una elevada disponibilidad del servicio. También se espera utilizar en esas frecuencias transpondedores de anchura de banda muy grande.

### 2.3 Sistemas de usuarios comunes

Varias redes del SFS son utilizadas en común por más de una administración para satisfacer sus servicios de comunicaciones nacionales y/o internacionales.

Un ejemplo particular de estos sistemas de usuarios es el sistema INTELSAT. Otros ejemplos de sistemas de usuarios comunes son INTERSPUTNIK, ARABSAT, PALAPA y EUTELSAT.

INTELSAT proporciona servicios de comunicación por satélite a todos los países sobre una base no discriminatoria. A finales de 1984, el segmento espacial constaba de 15 satélites, y el segmento terreno comprendía un total de 850 antenas de estación terrena aproximadamente, de las cuales unas 300 internacionales y casi 550 antenas nacionales en más de 160 países, territorios y dependencias. El servicio internacional proporcionó más de 36.000 circuitos telefónicos y de datos permanentes y más de 49.000 horas de transmisión de televisión semicanal. Asignaciones que representaban unos 40 transpondedores se arrendaron a 27 países para comunicaciones nacionales.

Los satélites INTELSAT más modernos utilizan aproximadamente 500 MHz de espectro para el enlace ascendente y el enlace descendente en las bandas 6/4 GHz y 14/11 GHz del SFS. Modernas antenas de haces con aislamiento espacial y por polarización permiten lograr una reutilización cuádruple del espectro 6/4 GHz en los satélites INTELSAT V y una reutilización séxtuple en los satélites INTELSAT VI (véase el Cuadro 2-3). En el sector terreno, algunos usuarios de INTELSAT han introducido la técnica MIC con interpolación digital de la palabra y AMDT (MIC-IDF-AMDT) con la que se consigue una eficacia de utilización de la anchura de banda de unos 35 canales/MHz comparada con 15 canales/MHz en el modo de transmisión MDF/MF.

CUADRO 2-3

Características de los satélites INTELSAT

Satélite	N.º de transpondedores	Espectro de frecuencias (MHz)	Anchura de banda total (MHz)	Reutilización de frecuencias	Capacidad potencial de canales
INTELSAT-IVA	20	5 925-6 425 3 700-4 200	800	2 x 6/4	6 000 canales de voz bidireccionales + 2 de TV
INTELSAT-V <sup>1</sup>	27	5 925-6 425 14 000-14 500 3 700-4 200 10 950-11 200 11 450-11 700	2 137	4 x 6/4 2 x 14/11	12 000 canales de voz bidireccionales + 2 de TV
INTELSAT-VA <sup>2</sup>	32	5 925-6 425 14 000-14 500 3 700-4 200 10 950-11 200 11 450-11 700	2 252	4 x 6/4 2 x 14/11	15 000 canales de voz bidireccionales + 2 de TV
Intelsat-VI	50	5 850-6 425 3 625-4 200 14 000-14 500 10 950-11 200 11 450-11 700	3 200	6 x 6/4 2 x 14/11	35 000 canales de voz bidireccionales <sup>3</sup> + 2 de TV

1 Los INTELSAT-V F-5 a F-9 pueden suministrar comunicaciones marítimas en las siguientes bandas de frecuencias:

1 636,5 - 1 644,5 MHz; 1 535,0 - 1 542,5 MHz  
6 417,5 - 6 425,0 MHz; 4 192,5 - 4 200,5 MHz

2 Los INTELSAT-VA F-13 a F-15 pueden suministrar comunicaciones para empresas en las siguientes bandas de frecuencias:

14 000 - 14 500 MHz; 12 500 - 12 750 MHz (Europa),  
11 700 - 11 950 MHz (América del Norte)

3 Supone mayor número de enlaces digitales que utilizan AMDT con conmutación en el satélite.

Además, la serie de satélites INTELSAT-VA que se está construyendo utilizará la banda 14/12 GHz para la prestación de servicios comerciales internacionales directamente a los centros urbanos en muchos países, mientras que los satélites de la serie INTELSAT-VI estarán equipados para utilizar 75 MHz de espectro en las porciones de las bandas 6/4 GHz recientemente atribuidas en la CAMR-79.

### 2.3.1 Aspectos especiales de importancia para los sistemas de usuarios comunes

#### 2.3.1.1 Consideraciones relativas al arco de servicio

La elección de posiciones orbitales para un sistema de usuarios comunes puede estar más limitada por la situación geográfica de los diversos usuarios del sistema que en el caso de algunos sistemas nacionales. La elección de las posiciones orbitales para un sistema de satélites que debe tener la capacidad de conectar a todos los usuarios de una región dada está limitada por la necesidad de proporcionar visibilidad, con ángulos de elevación satisfactorios, a las estaciones terrenas situadas en el límite de la zona de cobertura.

En la región del Atlántico, por ejemplo, para INTELSAT la ubicación del satélite de trayecto primario no puede variarse en más de 1,5° sin reducir el ángulo de elevación de las estaciones terrenas situadas en el límite a menos de 5°, es decir, el mínimo para el funcionamiento satisfactorio en las bandas de 6/4 GHz. En las regiones de los Océanos Índico y Pacífico, el arco de servicio del satélite de trayecto primario sólo tiene una anchura de 3°.

#### 2.3.1.2 Consideraciones relativas a la cobertura de las estaciones espaciales

El tamaño de la cobertura del haz de la antena del satélite puede ser afectado también por la extensión geográfica de las administraciones usuarias. El haz máximo se dará en sistemas que proporcionan servicio mundial. En este caso, un haz que cubra a todas las administraciones servidas por el sistema de usuarios comunes, sea mundial o regional, es particularmente útil para servicios de distribución de televisión, en los que es preciso difundir simultáneamente un programa a varias estaciones terrenas muy separadas que no se hallan situadas en otros haces de cobertura. Estos haces pueden facilitar la conexión de estaciones terrenas dispersas y situadas en rutas de poco tráfico por toda la zona de servicio y se tiende a limitar al mínimo la anchura de banda requerida para estos haces.

### 2.4 Tecnología actual y características operacionales de los sistemas del SFS

#### 2.4.1 Tecnología relacionada con las estaciones terrenas

La tecnología de las estaciones terrenas más importantes es la asociada a las características de las antenas, y las técnicas del transmisor y del receptor. Estos factores influyen en las características de la red de satélite, y algunos de ellos están muy relacionados con la eficacia de utilización de la OSG y del espectro.

#### 2.4.1.1 Características de la antena

El elemento más importante de la estación terrena, entre los mencionados anteriormente, es el subsistema de antenas. Hay dos parámetros importantes de calidad de funcionamiento de las antenas de estación terrena que tienen un efecto directo sobre la utilización de la órbita: las características de los lóbulos laterales y la polarización.

Las antenas utilizadas en la mayoría de las estaciones terrenas son del tipo Cassegrain de simetría axial. Sabido es que en estas antenas el efecto de bloqueo y de difracción debido al reflector secundario y a sus soportes produce mayores niveles de lóbulos laterales. No obstante, muchas de las antenas utilizadas actualmente tienen una característica mejorada de lóbulos laterales, particularmente las de  $D/\lambda$  superior a 150. Hay también nuevas antenas pequeñas de tipo asimétrico con lóbulos laterales mejorados que están siendo instaladas.

#### 2.4.1.2 Características de polarización

La discriminación por polarización depende de las características del polarizador, de la precisión de la superficie de los reflectores principales y secundarios, siendo el primero el factor principal. Un valor típico de la discriminación por polarización requerida para las actuales antenas de estaciones terrenas es 30 dB (relación axial de unos 0,5 dB para polarización circular), pero actualmente pueden construirse antenas de estación terrena con una discriminación por polarización superior a 30 dB. Por otra parte, aunque es posible mejorar la discriminación por polarización más allá de un umbral determinado (aproximadamente 30 dB), el resultado no es un aumento considerable de la capacidad. Este es el caso, por ejemplo, de las estaciones terrenas de pequeño tamaño con pocas necesidades de tráfico, que suelen tener una característica reducida de aislamiento por polarización.

#### 2.4.1.3 Amplificadores de alta potencia

En cuando al amplificador de alta potencia de las estaciones terrenas, actualmente se utilizan klistrones y tubos de ondas progresivas (TOP). Si bien la anchura de banda instantánea de un klistrón es del orden de 40 a 80 MHz, la anchura de banda de 500 MHz puede cubrirse sintonizando la cavidad en las bandas de frecuencias de 6, 14 ó 30 GHz. En cuanto a la potencia de salida máxima de saturación, se han desarrollado klistrones de 14 kW en la banda de 6 GHz, de 3 kW en la banda de 14 GHz y de 500 W en la banda de 30 GHz. Un TOP tiene anchuras de banda instantáneas de 500 MHz en las bandas de frecuencias de 6, 14 ó 30 GHz, respectivamente, y no requiere sintonización. En cuanto a la máxima potencia de salida de saturación, se han desarrollado TOP de 14 kW en la banda de 6 GHz, de 3 kW en la banda de 14 GHz y de 700 W en la banda de 30 GHz.

Para reducir el nivel de productos de intermodulación producidos en el amplificador de alta potencia cuando funciona con múltiples portadoras, se ha desarrollado y utilizado en algunas estaciones terrenas un linealizador del tipo de predistorsión. Utilizando tal linealizador se reducirá el nivel de productos de intermodulación en más de 10 dB, en la gama de reducción de potencia a la salida con respecto a saturación igual o superior a unos 6 dB.

#### 2.4.1.4 Técnicas relativas al receptor

La utilización de una cadena de recepción con una baja temperatura de ruido del sistema en la estación terrena es un requisito esencial de un sistema de telecomunicaciones por satélite. La temperatura de ruido en el sistema receptor viene determinada principalmente por la contribución de ruido de la antena y del amplificador de la primera etapa. Actualmente se emplean amplificadores paramétricos (AP) refrigerados por helio gaseoso o por un dispositivo termoeléctrico, o bien a la temperatura ambiente. Se ha desarrollado un amplificador de bajo ruido que utiliza un transistor de efecto de campo (FET) de AsGa. La temperatura de ruido lograda en la banda de frecuencias de 4 GHz mediante estas cuatro clases de amplificadores de bajo ruido es inferior a 20 K, 45 K, 80 K y 80 K, respectivamente. La anchura de banda del amplificador de bajo ruido empleado actualmente en la banda de frecuencias de 4 GHz es de 500 MHz. En la banda de frecuencias de 11 GHz se ha desarrollado un amplificador paramétrico con una anchura de banda de 750 MHz y una temperatura de ruido de unos 90 K, y un amplificador FET con temperatura de ruido de unos 120 K. En la banda de frecuencias de 20 GHz se ha desarrollado un amplificador paramétrico con una anchura de banda de 2,5 GHz y una temperatura de ruido de unos 80 K (refrigerado por helio gaseoso), 200 K (refrigerado por un dispositivo termoeléctrico) y un amplificador FET con temperatura de ruido de unos 220 K (refrigerado por un dispositivo termoeléctrico) ó 300 K (temperatura ambiente).

#### 2.4.2 Tecnología relativa a las estaciones espaciales

Las tecnologías de estación espacial más importante son las relacionadas con las características de las antenas y los componentes del transpondedor. Estos factores influyen en las características de las redes de satélite y contribuyen al mismo tiempo a aumentar la eficacia de utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios y del espectro. La tecnología de antenas de satélite proporciona en particular la técnica más importante para efectuar una mayor reutilización de frecuencias a partir de un solo emplazamiento orbital, bien sea en el mismo satélite o en diferentes satélites.

##### 2.4.2.1 Tecnología de las antenas

Si bien las antenas de haces puntuales aumentan la reutilización de las frecuencias, en una anchura de banda determinada, éstas se hallan limitadas por la necesidad de cobertura y por la separación de las zonas cubiertas. La tecnología de los haces conformados ofrece ciertas posibilidades de mejorar la aplicación de la tecnología de los haces puntuales a una amplia variedad de necesidades.

Las antenas de haces conformados ofrecen la posibilidad de aumentar el control de los lóbulos laterales, en particular cuando la zona de cobertura propiamente dicha es bastante amplia, mejorando así la posibilidad de la reutilización de las frecuencias entre zonas de cobertura que están cercanas entre sí. Sin embargo, conviene señalar que la discriminación más allá del límite de la zona de cobertura es una función de las dimensiones de la antena del satélite; en este caso pueden influir las limitaciones del vehículo de lanzamiento. Algunos vehículos de lanzamiento actuales pueden admitir una antena rígida con dimensiones de 3,8 metros aproximadamente.

Tal vez haya que modificar las posiciones orbitales de los satélites existentes para poder acomodar nuevos sistemas de satélite. Para afrontar esa situación, las antenas de las estaciones espaciales tendrían que diseñarse de modo que se tome en cuenta ese factor. La dirección de los diagramas de radiación tendrá probablemente que ser modificable mediante telecontrol desde Tierra. En algunos casos tal vez sea conveniente reconformar los haces en servicio a fin de permitir un amplio cambio de ubicación. Sin embargo, aún no se han estudiado suficientemente las repercusiones que tendría sobre los costos y la explotación la introducción de esas posibilidades.

#### 2.4.2.2 Componentes del transpondedor

Desde la introducción de los satélites de telecomunicación se ha producido un continuado aumento de la p.i.r.e. Cuanto más altos son los niveles de la p.i.r.e. mayor es la relación portadora/ruido (C/N) en el enlace descendente y, en consecuencia, más alta es la capacidad de canales para un tamaño determinado de estación terrena. Un satélite nacional concentra su potencia radiada en un solo país y alcanza generalmente una p.i.r.e. superior a la de un sistema internacional con una zona de cobertura global o muy extensa para un amplificador TOP de igual tamaño. Además, estos niveles más altos de la p.i.r.e. se deben a la utilización de un amplificador de mayor potencia en el satélite.

Los dispositivos de estado sólido como los transistores de efecto de campo (FET) son generalmente menos eficaces que los TOP como amplificadores de potencia, pero proporcionan una mejor linealidad que éstos. Así, puede lograrse una capacidad superior para sistemas de acceso múltiple porque son mejores las relaciones portadora/intermodulación.

#### 2.4.3 Técnicas de acceso múltiple y de modulación

Las técnicas de acceso múltiple y las de modulación están interrelacionadas. Estas técnicas influyen en la eficacia del uso de la anchura de banda de los sistemas.

##### 2.4.3.1 Acceso múltiple

El acceso múltiple es la técnica que permite interconectar, a través del mismo satélite, los respectivos enlaces de transmisión de un gran número de estaciones terrenas. Esta técnica es esencial para explotar las propiedades geométricas únicas de visibilidad de toda una zona y las múltiples posibilidades de conexión que caracterizan a los sistemas de telecomunicación por satélite.

Las técnicas de acceso múltiple pueden dividirse, por lo que se refiere a la utilización de circuitos, en los dos modos siguientes:

- a) acceso múltiple con asignación previa;
- b) acceso múltiple con asignación por demanda.

En el caso a), los canales necesarios entre estaciones terrenas se asignan permanentemente. En el caso b), los canales se asignan a las estaciones sólo cuando se solicitan, pudiendo los canales del satélite, compartirse con otros usuarios en el tiempo.

Además, el acceso múltiple puede clasificarse en los tres sistemas siguientes:

- AMDF: Acceso múltiple por distribución de frecuencia
- AMDT: Acceso múltiple por distribución en el tiempo
- AMDC: Acceso múltiple por diferenciación de código.

En el AMDF, la práctica habitual es el acceso múltiple preasignado y por ello las frecuencias portadoras se asignan exclusivamente a cada estación terrena, y varias portadoras de distintas frecuencias comparten un repetidor de satélite común. Esta explotación de portadoras múltiples entraña siempre una menor capacidad disponible que en el modo de explotación con acceso único, debido a la reducción de potencia respecto a saturación a la salida requerida para atenuar el nivel de productos de intermodulación. Las técnicas de modulación asociadas a la AMDF pueden ser la modulación de amplitud de banda lateral única (MA-BLU), la modulación de frecuencia o varias modulaciones digitales como MDP-2 o MDP-4.

En el AMDT, varias estaciones comparten en el tiempo una portadora de la misma frecuencia sobre la base de transmisión de ráfagas no superpuestas en el tiempo a través de un transpondedor del satélite. Desde el punto de vista del tráfico, el sistema AMDT tiene mayor flexibilidad que el sistema AMDF.

El sistema AMDC es aquel en que las señales coinciden, tanto en el dominio de la frecuencia como en el del tiempo, pero pueden distinguirse entre sí mediante el tratamiento adecuado de las señales. El acceso múltiple por ensanchamiento del espectro (AMEE) es un ejemplo del AMDC. El AMEE utiliza una estructura de señal con características de ruido determinística para difundir la información de banda estrecha por una banda de frecuencias relativamente ancha. El ensanchamiento del espectro se logra modulando cada señal merced a un código determinado, de manera que la demodulación de la señal deseada pueda hacerse mediante una detección de correlación, en la cual las señales con códigos distintos no se correlacionan.

#### 2.4.3.2 Técnicas de modulación

Desde el punto de vista de la utilización eficaz de la OSG y del espectro, conviene adoptar métodos de modulación eficaces respecto a la anchura de banda. Los métodos de modulación generalmente utilizados en los actuales sistemas de telecomunicación por satélite son el método de modulación de frecuencia (MF) y el método de modulación por desplazamiento de fase (MDP). Entre los progresos recientes figura el empleo de modulación de amplitud con banda lateral única (MA-BLU) en asociación con la compresión-expansión. La MA-BLU proporciona una modulación analógica de alta densidad que puede servir de alternativa a los sistemas digitales. La realización de amplificadores lineales de estado sólido, muy estables, para los transpondedores de satélite ha renovado el interés de esta técnica.

La modulación de frecuencia es actualmente la forma predominante de modulación en las redes del SFS. La anchura de banda típica de las distintas portadoras RF utilizadas varía de 25 kHz a 36 MHz aproximadamente; véase el Cuadro 2-4.

CUADRO 2-4

Anchura de banda de portadoras típicas MF-RF

Anchura de banda	Aplicación
25 - 45 kHz	SCPC
100 - 250 kHz	Distribución de programas audio con calidad de radiodifusión
1,25 - 36 MHz	12 a 1.800 canales telefónicos MDF-MF
17 - 36 MHz	Televisión posiblemente con múltiples subportadoras de anchura de banda de audio

La modulación MDP utiliza señales digitales que, en el caso de la telefonía requieren la conversión analógica a digital. La señal digital resultante se procesa y codifica habitualmente a 64 kbit/s por canal. La modulación MDP puede realizarse utilizando cualquier número de pares de fase para diferenciar el estado binario. Teóricamente, la MDP-4 necesita en comparación con la MDP-2, la misma potencia por bit, pero la mitad de la anchura de banda para determinado rendimiento del enlace. Los sistemas MDP de orden superior (más de 4 fases) son más susceptibles al ruido y, por ende, requieren más potencia que los sistemas bivalentes o cuadrivalentes para lograr el mismo nivel de rendimiento. La reducción del número de fases permite una menor separación entre satélites. Sin embargo, en tal caso, la utilización de la OSG tiende a optimizarse cuando el número de fases se sitúa en la gama de 4 a 8, y la eficacia de utilización de la órbita tiende a disminuir cuando se emplea un número de fases mayor o menor.

Las anchuras de banda y las aplicaciones típicas de la modulación digital (MDP-2 y MDP-4) son las que se indican en el Cuadro 2-5.

CUADRO 2-5

Anchura de banda de portadoras típicas RF con modulación digital

Anchura de banda	Aplicación
30 - 60 kHz	Un solo canal por portadora (SCPC) para aplicaciones telefónicas de poco tráfico, y datos entre 48 y 64 kbit/s, con o sin control de errores por canal de retorno ("FEC")
100 - 8 000 kHz	Datos y/o canales telefónicos digitales MDT (canales digitales de gran velocidad) AMDT para "poco tráfico"
30 - 72 MHz	Sistemas AMDT o de gran capacidad, acceso único, con o sin interpolación digital de la palabra

También se han estudiado otras técnicas de modulación digital: la manipulación por desplazamiento de amplitud (MDA), la manipulación por desplazamiento de frecuencia (MDF) y técnicas de modulación compuestas que entrañan tanto la manipulación por desplazamiento de amplitud como por desplazamiento de fase. De esas técnicas, la MDA y las técnicas híbridas en que interviene la MDA no son apropiadas para la AMDT, porque la falta de linealidad del transpondedor y las dificultades de rendimiento de potencia imponen normalmente al formato de modulación una envolvente constante. En el caso de la AMDF, el empleo de técnicas MDA e híbridas en que interviene la MDA también es limitado, debido a la mayor sensibilidad de estas técnicas a la interferencia cocanal.

Recientemente se han estudiado nuevas técnicas de modulación, como la manipulación por desplazamiento mínimo (MDM) y la modulación de frecuencia moderada (MFM), en que las envolventes de las portadoras moduladas son constantes. Debido a las buenas perspectivas que ofrecen estas técnicas de modulación para los futuros sistemas, es necesario seguir estudiándolas.

Las anteriores son técnicas de modulación utilizadas en el sector de RF. También son importantes las técnicas de modulación de canal y de banda de base. En los sistemas digitales puede utilizarse la modulación a 32 kbit/s y la reducción a 16 kbit/s parece prometedora. Recientemente se aprobó una Recomendación de la Comisión de Estudio XVIII del CCITT sobre el MICD adaptable a 32 kbit/s. Estas técnicas pueden aumentar hasta 4 veces la capacidad en relación con una MIC a 64 kbit/s.

También puede duplicarse o triplicarse la capacidad utilizando la interpolación digital de conversaciones (DSI) combinada con cualquiera de las anteriores técnicas de modulación.

Otra técnica común en los sistemas de comunicaciones por satélite es el empleo de un solo canal por portadora (SCPS) en transpondedores asociados a estaciones terrenas de pequeña capacidad. Normalmente se utilizan equipos MIC (digitales) o MF con compresión-expansión (analógicos) para modular una sola transmisión en telefonía, pero también hay en servicio unidades MDP-2 o MDP-4 con modulación delta. También se utilizan sistemas SCPC para datos a mediana velocidad (56 kbit/s) y distribución de audio.

En las transmisiones video se utiliza normalmente MF con dispersión de energía a la frecuencia de trama. La banda de base puede comprender subportadoras múltiples audio/datos. Se están elaborando técnicas para la transmisión doble de señales de televisión mediante intercalado entre tramas de señales video independientes. Esas técnicas permitirán transmitir por un solo transpondedor de satélite dos programas de televisión independientes con una calidad comparable a la que proporciona actualmente la transmisión de un solo programa de televisión por transpondedor.

#### 2.4.4 Algunas tendencias de las características de los sistemas

Hay otros varios factores que repercutirán considerablemente en la evolución probable de las características del SFS que influyen en la utilización de la órbita.

##### 2.4.4.1 Crecimiento del tráfico

Probablemente las características del sistema SFS se vean afectadas en una medida muy grande por el crecimiento del volumen de tráfico cursado por el sistema, la variable configuración de este tráfico y la introducción de nuevos servicios. La carga inicial puede consistir en enlaces de gran densidad, relativamente escasos, entre importantes centros de tráfico. Oportunamente puede que se establezcan otros enlaces con centros de menor densidad de tráfico y para proporcionar servicios de poco tráfico a lugares remotos. Además, la demanda de servicios pudiera verse sumamente estimulada por la disponibilidad de instalaciones de telecomunicación de gran calidad en determinado lugar. Una vez instaladas estaciones terrenas para proporcionar servicios básicos a una comunidad, también resulta relativamente fácil y económico ampliar la gama de servicios. Esos servicios adicionales pueden comprender la distribución de programas de radiodifusión sonora y televisión y servicios de datos. Igualmente, para un país es muchas veces más económico arrendar inicialmente una parte de la capacidad de un satélite existente; el tráfico puede crecer finalmente hasta tal punto que se justifique económicamente un satélite exclusivo. Cuando varios países próximos hayan arrendado capacidad de un sistema global por satélite, ese sistema exclusivo puede revestir inicialmente la forma de un sistema regional, en vez de establecerse sistemas nacionales individuales, para reducir los costos del segmento espacial. Es de esperar que cada sistema seguirá su propia pauta de desarrollo con el transcurso del tiempo.

#### 2.4.4.2 Redes digitales de servicios integrados

Dado el rápido crecimiento de los servicios digitales nacionales e internacionales, se espera que los sistemas por satélite desempeñen un papel cada vez más importante. El CCIR está elaborando una Recomendación en la que analiza las características necesarias de funcionamiento de los satélites para cumplir los objetivos del CCITT en cuanto a la RDSI. Los sistemas de satélite que han de proporcionar canales para una RDSI deben tener en cuenta estos objetivos de calidad de funcionamiento.

#### 2.4.4.3 Tipo de modulación y parámetros de transmisión

Es de esperar que los variables volúmenes y configuraciones del tráfico, así como la introducción de nuevos servicios y tipos de estaciones terrenas, influyan en los tipos de modulación y en los parámetros de transmisión de las portadoras asociados al sistema del SFS. Tales cambios pueden dar lugar a transmisiones más o menos susceptibles de sufrir o causar interferencia. Por ejemplo, a medida que aumenta el tráfico en enlaces de gran densidad de tráfico es en general más económico incrementar la capacidad de las portadoras RF empleando técnicas de modulación más eficaces en cuanto a anchura de banda que atribuir más transpondedores. Además, las configuraciones de transpondedores AMDF-SCPC se van generalizando al agregarse a la red de SFS nuevos centros de menor densidad o de poco tráfico. También se están desarrollando sistemas AMDT de poca capacidad, con la posibilidad de que varios de estos sistemas tengan acceso a un transpondedor en el modo AMDF.

#### 2.4.4.4 Tendencia a una cobertura limitada y empleo de haces conformados

Los haces puntuales de las estaciones espaciales en el SFS aumentan la relación G/T y la p.i.r.e. del satélite y permiten la reutilización de frecuencias. El uso de antenas de haces puntuales, que concentran la ganancia en la zona de cobertura ayuda a reducir el costo del segmento terreno y a aumentar la capacidad del satélite.

Esos haces ya son casi universales en los sistemas del SFS de cobertura nacional. Cuando a éstos se añade una caída rápida de los lóbulos laterales, puede lograrse un considerable aumento de la utilización de la órbita. Esto se debe a que la separación orbital entre satélites de haces estrechos que dan servicio a zonas de cobertura no superpuestas puede reducirse como consecuencia de la discriminación de la antena del satélite. En el caso de zonas de cobertura suficientemente distantes y/o de una función de decremento suficientemente rápida, esos satélites podrían ocupar las mismas posiciones orbitales nominales; el riesgo de colisiones es muy pequeño.

El uso de haces puntuales para cubrir diferentes partes de una zona de servicio del satélite también puede entrañar una mayor utilización de la órbita. El aislamiento espacial entre haces estrechos permite la reutilización de frecuencias en una misma posición orbital.

Además, el avance de la tecnología en el campo del diseño de antenas de satélite permite ajustar la forma del haz de estas antenas. Tal conformación puede utilizarse para adaptar los contornos de la iluminación de la antena para que correspondan mejor a la zona de cobertura requerida.

#### 2.4.4.5 Aumento de la p.i.r.e. y sensibilidad

Hay una marcada tendencia a aumentar la p.i.r.e. del satélite y a reducir las temperaturas de ruido del receptor en la estación espacial y en la estación terrena. Esta tendencia fomenta el aumento de la capacidad de los transpondedores y las estaciones terrenas de menor coste.

Además, la mayor utilización de satélites con una p.i.r.e. más elevada también puede aprovecharse para mejorar la utilización de la órbita, al hacer posible un aumento, en todos los sistemas del SFS, de la parte del balance de ruido correspondiente a la interferencia causada por otros sistemas de satélite.

#### 2.4.4.6 Tendencia a la explotación con anchura de banda e interferencia limitadas

En muchos sistemas, un satélite puede tener que dar servicio a un número creciente de estaciones terrenas. La capacidad de un solo satélite para atender esas crecientes necesidades puede verse limitada por la anchura de banda de que se dispone. En el caso de satélites que emplean haces puntuales múltiples para la reutilización de frecuencias, la capacidad disponible puede estar limitada también por los niveles de interferencia entre los diversos haces puntuales.

#### 2.4.4.7 Bandas de expansión

Aunque se han utilizado poco las nuevas bandas atribuidas por la CAMR-79 en 6/4 y 14/11 GHz, puede esperarse que tendrán un valor creciente en el futuro a medida que continúen aumentando las necesidades.

Las condiciones de propagación que se producirán en las nuevas bandas de 6 y 4 GHz darán las mismas condiciones de transmisión que el de las bandas convencionales de 6 y 4 GHz. Ello permitirá a los nuevos sistemas que utilicen estas bandas utilizar diseños para los vehículos espaciales y para las estaciones terrenas fundamentalmente idénticos a los de los actuales sistemas.

Los sistemas que utilicen las nuevas bandas en las proximidades de 14/11 GHz serán fundamentalmente idénticos a los que están actualmente utilizándose en las bandas de 14/11 GHz convencionales. Los 500 MHz adicionales disponibles para los enlaces ascendente y descendente proporcionarán las mismas capacidades que las logradas con los sistemas actuales, al ser las mismas las condiciones de transmisión. No se prevé un coste adicional significativo para los nuevos sistemas.

#### 2.4.4.8 Bandas de frecuencias más altas

Los sistemas SFS utilizarán cada vez en mayor grado bandas de frecuencias más altas y ello por diversas razones. En primer lugar, la adición de bandas de frecuencias más altas a un sistema del SFS puede ser más atractiva, desde el punto de vista económico y técnico, que las técnicas de reutilización más intensiva de frecuencias. Además, el aumento de la congestión de la órbita en las bandas de frecuencias inferiores llevará asimismo a emplear bandas más altas. En particular, las mayores directividades de antena de que se dispone en las frecuencias más altas permitirá una menor separación de los satélites, y por ende, la existencia de un mayor número de ellos. La consideración de la interferencia terrenal puede conducir igualmente a un mayor uso de bandas de frecuencias más altas sobre todo si los sistemas terrenales no están muy desarrollados en las bandas más altas. Por último, las bandas de frecuencias más altas suelen permitir mayores anchuras de banda. Por ejemplo entre 17 y 31 GHz, se dispone de 3 500 MHz de anchura de banda.

### ANEXO AL CAPITULO 2

#### **Intensidad de uso de la OSG por el SFS**

La figura 2-1 ilustra un ejemplo de utilización de las redes del SFS en 6/4 GHz, que procede de la información (diciembre de 1983) comunicada por las administraciones a la IFRB en lo que respecta a los emplazamientos orbitales. Algunos de esos satélites no están ahora en órbita, ni tampoco todos los satélites utilizan la totalidad de la banda; por ejemplo, algunos están destinados exclusivamente a enlaces de conexión del servicio móvil marítimo por satélite. Estos factores vienen ilustrados por las estadísticas que acompañan a la figura. Además, la figura 2-2 presenta la utilización relativa de las bandas de frecuencias 6/4 GHz con otras bandas actualmente atribuidas al SFS. Asimismo aparecen múltiples inscripciones en algunos emplazamientos orbitales, lo que permite hacer frente a contingencias o sustituir una serie de satélites por otra y reducir el número real de satélites en explotación que encaminan tráfico. La capacidad total de transmisión de esos satélites depende de un amplio número de factores, entre los que figuran el tamaño de la antena de la estación terrena y las características de la carga útil de comunicaciones del satélite.

En la figura 2-3 se presentan redes que funcionan a 7 y 8 GHz, publicadas en Circulares de la IFRB. La densidad de satélites es evidentemente mucho menor que en las bandas de 6 y 4 GHz.

De igual modo, las figuras 2-4 y 2-5 presentan la situación en las bandas de 14/11 - 12 GHz y por encima de 15 GHz.

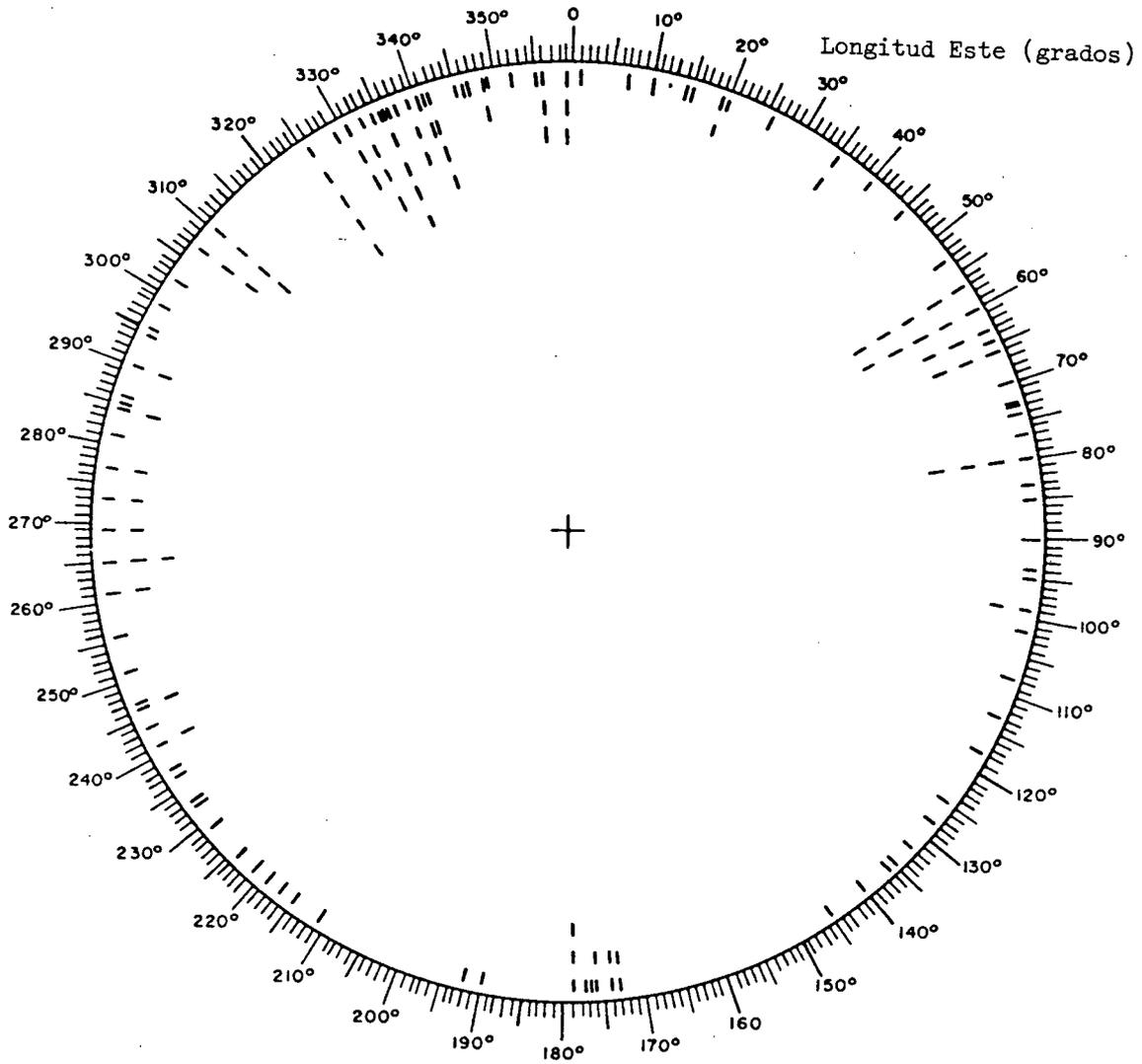


FIGURA 2-1

Posiciones orbitales de las inscripciones del SFS en 6/4 GHz  
 (datos de la IFRB hasta diciembre de 1983)

Distribución aproximada de las redes

<u>SFS solamente</u> <u>una banda</u>	<u>SFS solamente</u> <u>≥ 2 bandas</u>	<u>Total SFS</u> <u>solamente</u>	<u>SFS + otros</u> <u>servicios</u>
55%	30%	85%	15%

Cada guión (-) en sentido radial representa una red de satélites en una posición orbital determinada.

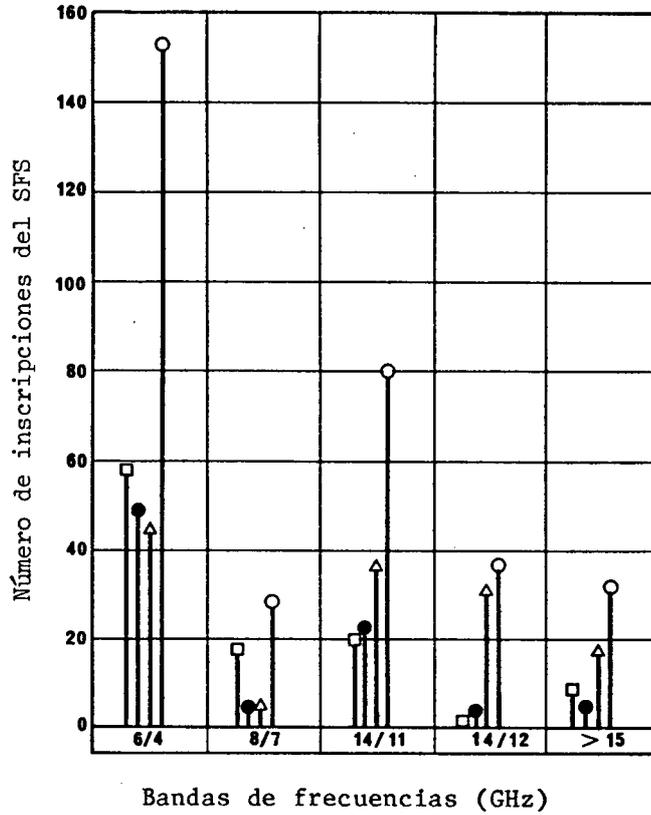


FIGURA 2-2

Representación gráfica de las inscripciones del SFS por banda de frecuencias  
(datos de la IFRB hasta diciembre de 1983)

- Inscritas
- Actualmente en coordinación
- ▲ Sólo la publicación anticipada
- Total

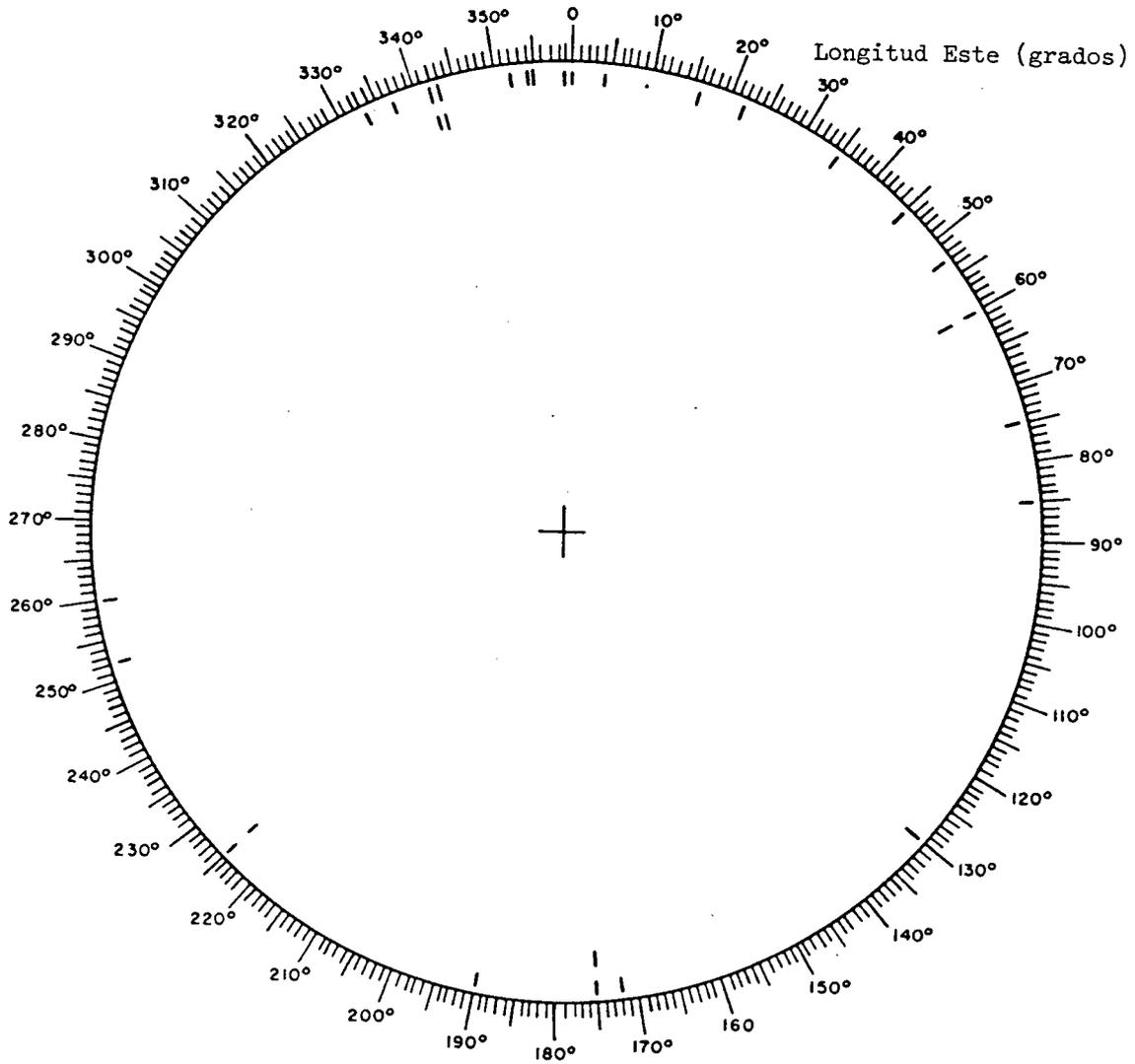


FIGURA 2-3

Posiciones orbitales de las inscripciones del SFS en 8/7 GHz

Distribución aproximada de las redes

<u>SFS solamente</u> <u>una banda</u>	<u>SFS solamente</u> <u>≥ 2 bandas</u>	<u>Total SFS</u> <u>solamente</u>	<u>SFS + otros</u> <u>servicios</u>
40%	-	40%	60%

Cada guión (-) en sentido radial representa una red de satélites en una posición orbital determinada.

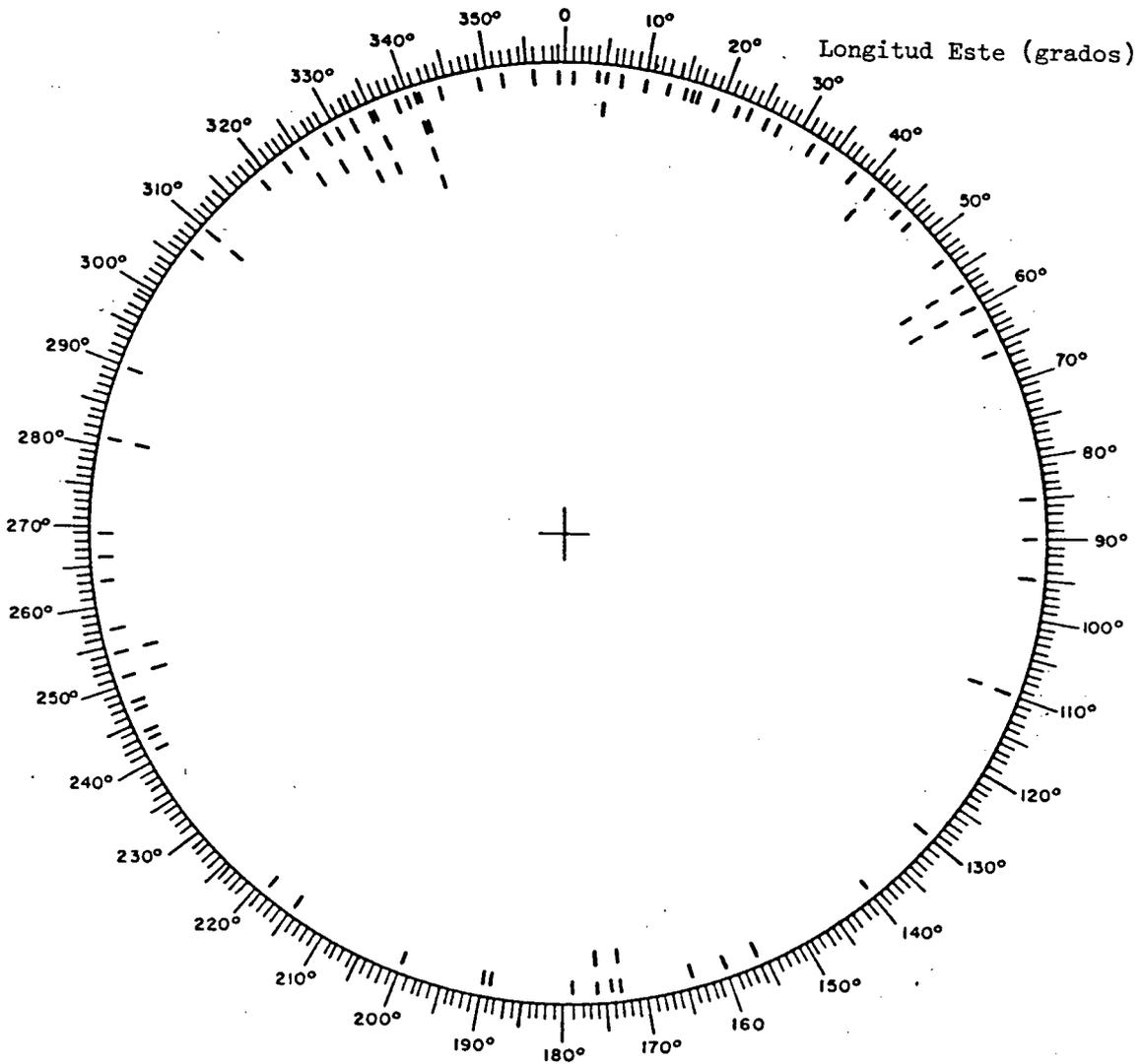


FIGURA 2-4

Posiciones orbitales de las inscripciones de SFS en 14/11 - 12 GHz

Distribución aproximada de las redes

<u>SFS solamente</u> <u>una banda</u>	<u>SFS solamente</u> <u>≥ 2 bandas</u>	<u>Total SFS</u> <u>solamente</u>	<u>SFS + otros</u> <u>servicios</u>
35%	50%	85%	15%

Cada guión (-) en sentido radial representa una red de satélites en una posición orbital determinada.

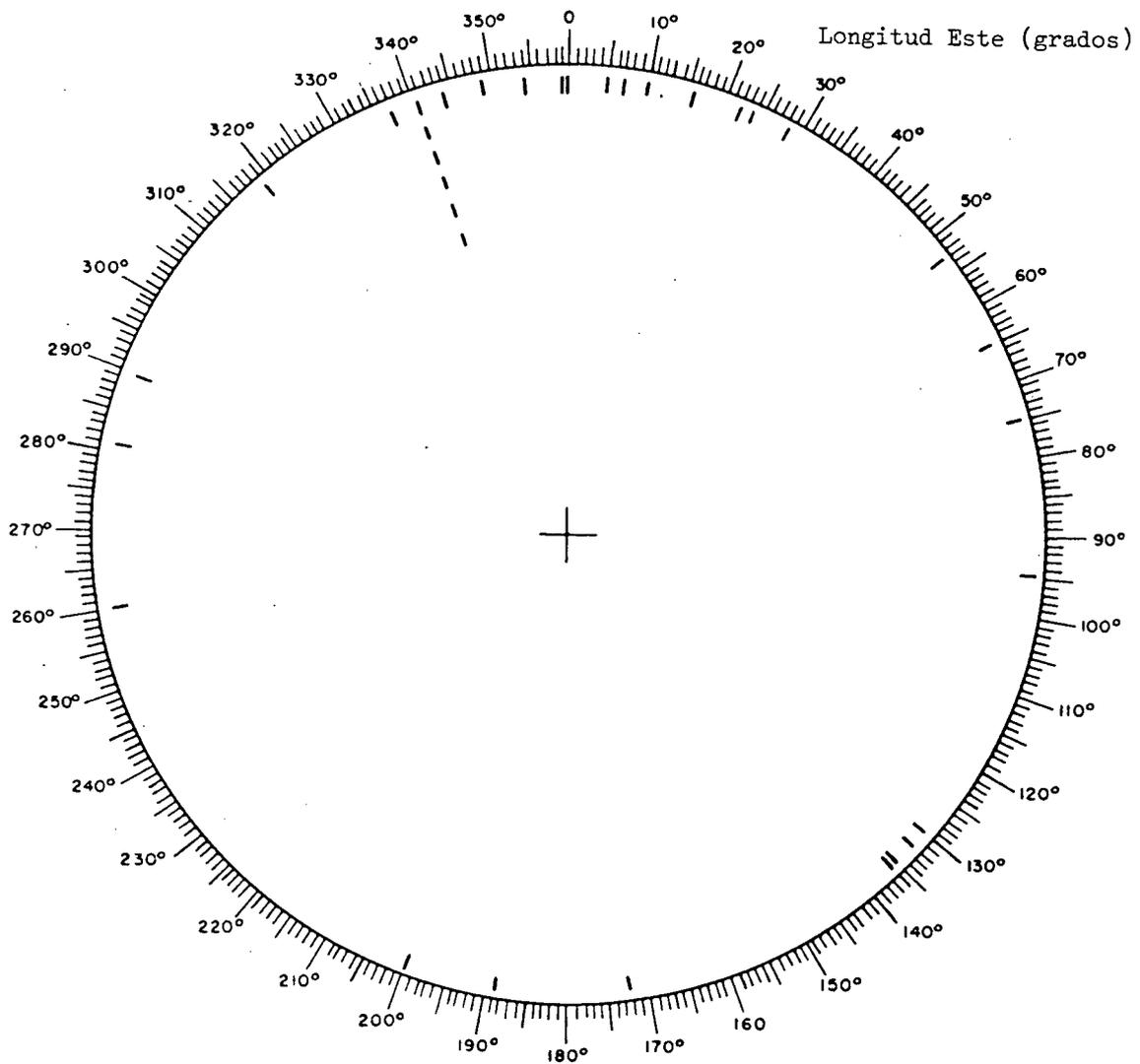


FIGURA 2-5

Posiciones orbitales de las inscripciones del SFS a > 15 GHz

Cada guión (-) en sentido radial representa una red de satélites en una posición orbital determinada.

En la posición 341° representan los enlaces de conexión en la banda 17,3 - 18,1 GHz del SRS.

### CAPITULO 3

#### **Planificación**

##### 3.1 Bandas de frecuencias y servicios espaciales identificados para planificación

Sólo se planificará el SFS en las bandas 6/4 GHz, 14/11-12 GHz y 20/30 GHz\*.

##### 3.2 Principios de planificación

###### 3.2.1 Garantía de acceso e igualdad

Los métodos de planificación garantizarán en la práctica a todos los países acceso equitativo a la órbita de los satélites geoestacionarios y a las bandas de frecuencias atribuidas a los servicios espaciales que la utilizan, teniendo en cuenta las necesidades especiales de los países en desarrollo y la situación geográfica de determinados países.

###### 3.2.2 Compartición con otros servicios

En caso de que las bandas de frecuencias atribuidas a un servicio espacial que utiliza la órbita de los satélites geoestacionarios estén también atribuidas a otros servicios espaciales y/o a servicios terrenales a título igualmente primario, los métodos de planificación deberán respetar íntegramente la igualdad de derechos a la utilización de esas bandas. Por tanto, los métodos de planificación y las normas conexas no deberán imponer restricciones adicionales a los servicios terrenales y/o espaciales que comparten la banda con igualdad de derechos.

###### 3.2.3 Reserva del recurso

a) El método de planificación debe considerar la totalidad del recurso órbita/espectro. Una vez satisfechas las necesidades, deberá considerarse la posibilidad de reservar porciones del recurso para acomodar necesidades imprevistas y las necesidades de futuros Miembros de la Unión.

b) El método de planificación ha de ser conforme al principio universalmente aceptado de que las administraciones o grupos de administraciones no tienen un derecho de prioridad permanente respecto al uso de determinadas frecuencias y posiciones de la OSG que impida el acceso de otras administraciones a la OSG y a las bandas de frecuencias atribuidas a los servicios espaciales.

---

\* Nota de la Secretaría General - Véase 3.3.1b) con su nota de pie de página\*\*.

#### 3.2.4 Aspectos técnicos de las situaciones geográficas especiales

El método de planificación debe tener en cuenta los aspectos técnicos pertinentes de la situación geográfica especial de determinados países.

#### 3.2.5 Consideración de los sistemas existentes

El método de planificación tendrá en cuenta los sistemas existentes. En caso necesario, estos sistemas pueden estar sujetos a reajustes para poder acomodar los nuevos sistemas. El grado de reajuste de un sistema dependerá de la fase de desarrollo del mismo.

#### 3.2.6 Disposiciones relativas a sistemas comunes a varias administraciones

a) El método de planificación deberá tener en cuenta las necesidades de las administraciones que utilizan sistemas de telecomunicaciones con satélites comunes a varias administraciones, creados por acuerdo entre los gobiernos y utilizados colectivamente sin afectar a los derechos de las administraciones con respecto a sistemas nacionales.

b) El método deberá tener en cuenta las características específicas de los sistemas comunes a varias administraciones, a fin de que puedan seguir el ritmo de la evolución de las necesidades de las administraciones en materia de servicios internacionales así como, en numerosos casos, en materia de servicios nacionales.

c) Queda entendido que los sistemas comunes a varias administraciones incluyen los que tienen aspectos relacionados con la seguridad de la vida humana\* y enlaces de conexión en el SFS.

#### 3.2.7 Flexibilidad

El método de planificación debería proporcionar los medios para acomodar las necesidades imprevistas y la modificación de las necesidades de las administraciones. También debería ser capaz de acomodar los progresos de la tecnología y de no impedir la utilización de tecnologías contrastadas y ampliamente disponibles.

#### 3.2.8 Diferentes soluciones de planificación en circunstancias diferentes

Lo más conveniente sería una solución de planificación a escala mundial, pero no se debe excluir la posibilidad de contar con métodos de planificación diferentes para las distintas regiones, bandas de frecuencias o arcos orbitales. En este caso, la planificación se efectuaría en la misma Conferencia Mundial.

#### 3.2.9 Eficacia

El método de planificación debe garantizar la utilización eficaz y económica de la órbita de los satélites geoestacionarios y las bandas de frecuencias atribuidas a los servicios espaciales.

---

\* Algunos sistemas nacionales tienen la misma finalidad.

3.2.10 Disposiciones para las redes de servicios múltiples y de bandas múltiples

El método de planificación debe ser capaz de acomodar redes de satélite de servicios múltiples y/o de bandas múltiples, sin imponer limitaciones indebidas a la planificación.

3.2.11 Otros

El costo administrativo del desarrollo y aplicación del método de planificación debe ser lo más reducido posible.

3.3 Método de planificación

3.3.1 El método de planificación constará de dos partes:

a) Un plan de adjudicaciones que permitirá a cada administración satisfacer las necesidades de servicios nacionales desde por lo menos, una posición orbital, con un arco predeterminado y una banda o unas bandas predeterminadas. El plan de adjudicaciones se establecerá en las bandas:

- 4 500 - 4 800 MHz y 300 MHz de elección en la banda 6 425 - 7 075 MHz; y
- 10,70 - 10,95 GHz, 11,20 - 11,45 GHz y 12,75 - 13,25 GHz.

b) Unos procedimientos mejorados que satisfarán necesidades adicionales a las que figuren en el plan de adjudicaciones. Estos procedimientos se aplicarán en las bandas:

- 3 700 - 4 200 MHz
- 5 850 - 6 425 MHz y
- 10,95 - 11,20 GHz,  
11,45 - 11,70 GHz,  
11,70 - 12,20 GHz en la Región 2\*,  
12,50 - 12,75 GHz en las Regiones 1 y 3\*,  
14,00 - 14,50 GHz,  
18,10 - 18,30 GHz\*, \*\*,  
18,30 - 20,20 GHz\*\*,  
27,00 - 30,00 GHz\*\*.

3.3.2 Ambas partes del método de planificación tendrán que ajustarse a los principios de planificación contenidos en el punto 3.2.

---

\* En estas bandas los procedimientos mejorados se aplicarán solamente entre redes del SFS.

\*\* Se pide al CCIR que estudie el carácter técnico del SFS en estas bandas de frecuencias y que informe a la Segunda Reunión de la Conferencia a fin de tomar una decisión sobre la futura planificación de estas bandas por una futura conferencia competente.

3.3.3 El método del plan ha de preservar los derechos de otros servicios que tienen también categoría primaria en las bandas a que se aplique este método. Ello exigirá la adopción y aplicación de criterios de compartición adecuados.

### 3.3.4 El plan de adjudicaciones

#### 3.3.4.1 Zona de servicio

El plan de adjudicaciones se limitará a los sistemas nacionales que proporcionan servicios nacionales. Los procedimientos asociados a este plan contendrán disposiciones que permitan a las administraciones con territorios adyacentes combinar todas o parte de sus adjudicaciones para asegurar un servicio subregional.

#### 3.3.4.2 Parámetros generalizados

El plan se establecerá basándose en los parámetros generalizados y normalizados aplicables a todas las adjudicaciones.

#### \*3.3.4.3 Garantía de acceso

Todos los países Miembros de la UIT tendrán como mínimo una adjudicación en el plan. Cada adjudicación se compone de:

- una posición orbital sobre un arco predeterminado;
  - una anchura de banda mínima en la(s) banda(s) definida(s) en el punto 3.3.1 a)
- una zona de servicio (véase el punto 3.3.4.1).

Los procedimientos asociados al plan permitirán la modificación de una posición orbital dentro de los límites del arco predeterminado y la definición de las condiciones de esta modificación.

#### 3.3.4.4 Anchura de banda

La anchura de banda asociada a cada adjudicación será de 800 MHz.

#### 3.3.4.5 Arco predeterminado

Este plan de adjudicaciones se refiere a un "arco predeterminado" concebido como un medio de aumentar la flexibilidad del plan. Para determinar la anchura y la posición de este arco será necesario realizar estudios entre las dos reuniones.

#### 3.3.4.6 Duración del plan

El plan de adjudicaciones se establece para un periodo mínimo de diez años. La Segunda Reunión de la Conferencia fijará la duración exacta del plan. Se incluirá como parte integrante del Reglamento de Radiocomunicaciones y, en tal carácter, podrá revisarse, si fuera necesario, de acuerdo con las disposiciones pertinentes del Convenio.

---

\* Nota - En las últimas lecturas de este punto, en la decimoséptima sesión plenaria, la participación no era suficiente para proceder a una votación válida (Número 500 del Convenio de Nairobi). Dos administraciones mantuvieron una proposición alternativa.

La CAMR-ORB(2) debe adoptar las disposiciones pertinentes para garantizar que no se suprimirá ninguna adjudicación que atienda a necesidades nacionales, sin el acuerdo de la(s) administración(es) en cuestión.

3.3.4.7. Procedimientos asociados al plan (véase el anexo 1 al presente Capítulo)

Los procedimientos asociados al plan comprenderán:

- los procedimientos que han de aplicar las administraciones que desean modificar sus adjudicaciones que figuran en el plan;
- los procedimientos que han de aplicarse para convertir una adjudicación en una asignación; y
- los procedimientos que han de aplicarse para asegurar la obtención de una adjudicación en el plan a los nuevos Miembros de la UIT.

3.3.4.8 Necesidades adicionales

En las bandas de frecuencias abarcadas por el plan de adjudicaciones se podrán acomodar necesidades adicionales en la medida en que ello no imponga limitaciones a la puesta en servicio de una adjudicación contenida en el plan, salvo si las administraciones interesadas están de acuerdo. No causarán interferencias inadmisibles a las asignaciones en servicio conformes al plan.

\*3.3.4.9 Sistemas existentes

Al considerar el establecimiento del plan de adjudicaciones, los sistemas existentes son:

- a) los que figuran inscritos en el Registro Internacional de Frecuencias;
- b) aquéllos para los que se ha iniciado el procedimiento de coordinación; o
- c) aquéllos sobre los que la Junta recibió antes del 8 de agosto de 1985 la información relativa a la publicación anticipada.

Los sistemas existentes en las bandas mencionadas en el punto 3.3.1 a) se incluirán en el plan sobre una base de igualdad con las adjudicaciones proyectadas y podrán reajustarse. El grado de reajuste a que estará sometido un sistema dependerá de la fase de desarrollo del mismo. Los criterios de ajuste se determinarán en la Segunda Reunión de la Conferencia.

\* Nota - En las últimas lecturas de este punto, en la decimoséptima sesión plenaria, la participación no era suficiente para proceder a una votación válida (Número 500 del Convenio de Nairobi). Dos administraciones mantuvieron una proposición alternativa.

### 3.3.5 Planificación mediante procedimientos mejorados

#### 3.3.5.1 Consideraciones generales

La característica principal de este método es la convocación de Reuniones Multilaterales de Planificación (RMP) periódicas.

La Reunión Multilateral de Planificación será el proceso que permite acceder al recurso OSG/espectro.

Además, en la hipótesis de necesidades urgentes entre RMP, los asuntos sencillos de acceso o modificaciones podrán tratarse entre las administraciones interesadas. Estos casos se formalizarán en la próxima RMP.

El método de convocación de RMP debe ser un procedimiento nuevo y distinto que ha de incluirse en el Reglamento de Radiocomunicaciones.

La naturaleza de estas reuniones y la categoría de sus decisiones o conclusiones deberán ser consideradas por la Segunda Reunión de la Conferencia. Las reuniones podrían convocarse a intervalos fijos o cuando sea necesario, y podrían estar o no cubiertas por nuevas disposiciones en el marco del Convenio.

#### 3.3.5.2 Garantía de acceso

La finalidad general de estos procedimientos será garantizar en la práctica para todos los países un acceso equitativo al recurso órbita/espectro en las bandas correspondientes, protegiendo al mismo tiempo los sistemas existentes.

#### 3.3.5.3 Directrices

Estas directrices para los procedimientos combinarán las mejores características de las propuestas hechas por las administraciones y las opiniones expresadas por éstas. Algunas de las características posibles de estos procedimientos comprenden las siguientes:

- a) simplificación del procedimiento de publicación anticipada del artículo 11;
- b) consideración de reuniones multilaterales de planificación periódicas;
- c) "distribución de carga", incluida la distribución de carga proporcional, cuando proceda, como posible medio para ayudar a garantizar el acceso al recurso órbita/espectro;
- d) utilización de otras medidas técnicas para resolver problemas de coordinación de estaciones espaciales;
- e) consideración de sistemas existentes en esas bandas;
- f) previsión de consultas bilaterales entre administraciones y disponibilidad de asistencia de la IFRB.

#### 3.3.5.4 Estudios necesarios

Debe instarse a las administraciones a que consideren las repercusiones y las posibilidades de este método en el periodo de estudios entre las reuniones y que sometan proposiciones a la Segunda Reunión. Entre los factores pertinentes que deberán considerarse en estas reuniones cabe citar:

- su tiempo de celebración;
- la categoría de las decisiones adoptadas;
- las repercusiones financieras;
- el alcance y la forma de las necesidades y la fase en la cual deben presentarse;
- los participantes en la reunión;
- la salvaguarda de los intereses de los que no participan;
- la autoridad que las convoca;
- si los acuerdos bilaterales alcanzados en el periodo entre reuniones están sujetos a ratificación en la próxima reunión.

#### 3.3.5.5 Posible enfoque

En el anexo 2 al presente capítulo se presenta un esbozo de descripción que representa una síntesis de las proposiciones recibidas de las administraciones.

### 3.4 Parámetros y criterios técnicos

#### 3.4.1 Introducción

En este punto se exponen algunos criterios técnicos relativos a la planificación del servicio fijo por satélite. Estos elementos constituyen la base de los métodos de planificación que figuran en el punto 3.3. Se han determinado diversos temas para estudiar en el periodo entre reuniones y los resultados de dichos estudios deben ofrecer los detalles técnicos necesarios.

En este punto se especifican también principios técnicos específicos para la utilización eficaz de la órbita y el espectro, la optimización de las disposiciones de satélites y las consideraciones de compartición entre servicios relativos a la planificación.

3.4.2 Principios de utilización eficaz de la órbita y del espectro por el servicio fijo por satélite

3.4.2.1 Eficacia y costo de la utilización de la órbita y del espectro

3.4.2.1.1 La demanda mundial de servicios fijos por satélite aumenta rápidamente, y es probable que siga creciendo en un futuro previsible. La capacidad total de la órbita de los satélites geoestacionarios y de las bandas de frecuencias atribuidas al servicio fijo por satélite (SFS) puede aumentarse enormemente, para atender esa demanda futura, por procedimientos técnicos y administrativos. Son muchos los factores que pueden contribuir a ese crecimiento de la capacidad disponible; tal vez los más importantes sean:

- la utilización de procedimientos de planificación eficaces para reglamentar el acceso al espectro radioeléctrico utilizado por los servicios espaciales;
- la eficaz armonización de las características de las redes que utilizan ubicaciones orbitales adyacentes, como una de las primeras fases de cualquier método de planificación que se adopte;
- la adopción de principios aplicables al empleo de diferentes bandas de frecuencias, con objeto de reducir la inhomogeneidad de las redes que se interfieren mutuamente;
- la limitación de la cobertura de la antena de los satélites a la zona de servicio necesaria, así como una rápida reducción de la ganancia de la antena fuera de la zona de cobertura;
- la mejora de la supresión de los lóbulos laterales de la antena de las estaciones terrenas;
- la limitación de la densidad espectral de radiación fuera del haz principal de las antenas de estación terrena;
- un mantenimiento en posición del satélite y una puntería del haz de la antena del satélite satisfactorios;
- la utilización de técnicas que permitan transmitir gran cantidad de información por unidad de anchura de banda, que sean relativamente insensibles a la interferencia y que produzcan un espectro de potencia con la dispersión adecuada;
- un nivel relativamente alto, dentro de límites aceptables, del ruido de interferencia en el circuito causado por otras redes del servicio dentro del presupuesto global de ruido;
- el empleo de la discriminación por polarización dentro de las redes o entre redes.

3.4.2.1.2 En términos generales, esos factores sólo serán beneficiosos si se ajustan a ellos todas las redes de satélites, o la mayoría de ellas, que funcionen en la misma banda de frecuencias; los inconvenientes deben repartirse. Ahora bien, es sumamente importante que los procedimientos reglamentarios que se adopten a tal efecto no sean tan rígidos que impidan desarrollar, desde el punto de vista económico, la amplia gama de aplicaciones que el servicio fijo por satélite está en condiciones de prestar al usuario.

3.4.2.1.3 Los avances tecnológicos que se consideren para el establecimiento de sistemas de telecomunicaciones por satélite deben buscar no solamente la utilización más eficaz de la órbita y el espectro, sino una economía aceptable, especialmente en el segmento terreno. Una estricta aplicación de esos factores hará que el costo de los sistemas tienda a aumentar, reduciendo, por tanto, la disponibilidad de los beneficios de los servicios espaciales de radiocomunicación, particularmente en aquellos países que presentan situaciones geográficas especiales. Esas situaciones se examinan con cierto detalle en el Informe de la RPC, anexo 4, punto 4.5, e incluyen las siguientes:

- latitud especial;
- territorio disperso;
- obstrucción por el terreno;
- precipitaciones y tormentas de arena;
- países geográficamente pequeños;
- países que dan servicio a grandes zonas geográficas;
- países alargados;
- centros de población dispersos.

Se han podido tomar en cuenta la mayoría de esos factores en las consideraciones técnicas del Informe.

3.4.2.1.4 Por ello, es preciso tener muy en cuenta los factores económicos al decidir la forma y medida en que la UIT ha de aplicar los factores que pueden aumentar la capacidad de la órbita/espectro. Entre los posibles criterios para optimizar el equilibrio entre el costo de las redes individuales y la capacidad total de la órbita/espectro, se han indicado los siguientes:

- a) Con el tiempo necesario, el costo de una armonización eficaz de las redes de satélite en el ámbito de la planificación, según se indica en el Informe de la RPC, sería probablemente reducido en comparación con el de construcción y mantenimiento de las propias redes, al tiempo que los beneficios serán grandes.
- b) No será necesario ser demasiado estricto en cuanto a la calidad de funcionamiento técnico del equipo si la regulación del acceso al espectro radioeléctrico en la órbita de los satélites geostacionarios se fundase en predicciones razonablemente exactas de las necesidades.

- c) La demanda de redes de satélite variará según los diferentes pares de bandas de frecuencias, y dentro de un par dado, en diferentes arcos de la órbita de los satélites geoestacionarios. Por ello, cuando haya que imponer limitaciones a las características de las redes de satélite tal vez puedan fijarse limitaciones menos rigurosas en algunas bandas de frecuencias y arcos orbitales en los que la demanda sea reducida y, en los casos en que ésta sea elevada, aplicar limitaciones más rigurosas. Se necesitan estudios entre reuniones para determinar cómo puede lograrse esa solución, para aliviar en particular a las redes de capacidad y complejidad escasas.
- d) En el artículo 29 del Reglamento de Radiocomunicaciones se imponen limitaciones a ciertas características de las redes, tales como la precisión del mantenimiento en posición de las estaciones espaciales; por su parte, el CCIR ha formulado Recomendaciones sobre las características esenciales de las redes, tales como el rendimiento de las antenas y la dispersión de la energía de la portadora, que han contribuido mucho a mejorar la eficacia con que se utiliza la órbita de los satélites geoestacionarios. No cabe duda de que, en lo futuro, se lograrán progresos mucho mayores empleando tales medios. Ahora bien, en el caso de que resulte necesario imponer nuevas limitaciones de carácter obligatorio a las redes de satélite, deberá considerarse la conveniencia de limitar, no determinadas características individuales, sino el comportamiento combinado de determinados grupos de características. De ese modo, se podría alcanzar el objetivo de limitar la interferencia mutua entre redes sin que el diseñador de una red deje de acatar la limitación impuesta utilizando la combinación de esas características que más económica resulte en las circunstancias particulares de la red de que se trate.
- e) Cuando pueda preverse la necesidad de recomendar una calidad de funcionamiento más rigurosa para una de las principales características de las redes o limitaciones obligatorias más estrictas, deberá hacerse saber con antelación suficiente para que pueda diseñarse y fabricarse el equipo necesario. Si fuese necesario introducir una mejora importante en las características técnicas durante un periodo de tiempo largo, podría ser conveniente introducir esa mejora en dos o más etapas. Sería también conveniente que esas modificaciones se determinasen a intervalos regulares, posiblemente en las asambleas plenarias del CCIR o en conferencias administrativas de radiocomunicaciones periódicas, que se celebrarían después de las asambleas plenarias del CCIR.
- f) Es esencial que la introducción de limitaciones obligatorias más rigurosas en las redes prevea el uso continuado del equipo ya en servicio que no haya terminado su vida útil, aun cuando no puedan cumplirse con él las nuevas normas. Tal vez fuera necesario adoptar una disposición similar respecto del equipo que se encuentre en una fase avanzada de fabricación en el momento en que se acuerde la introducción de las nuevas limitaciones.

### 3.4.2.2 Factores multibanda y multiservicio

3.4.2.2.1 En algunas redes de satélite, puede ser técnicamente necesario que el satélite utilice dos pares de bandas de frecuencias. La utilización por satélites del servicio móvil marítimo de bandas de frecuencias del SFS para enlaces de conexión es un buen ejemplo de esta necesidad. En el caso similar de satélites de radiodifusión, es necesario utilizar una banda de frecuencias del SFS también para enlaces de conexión.

3.4.2.2.2 En otras situaciones puede ser económicamente ventajoso u operacionalmente conveniente utilizar para uno o más servicios, dos o más pares de bandas de frecuencias en un satélite, por ejemplo:

- la anchura de banda de trabajo de una red de satélite puede aumentarse de este modo. La conectividad de los circuitos y de los radiocanales aumentaría también si se previese la interconexión entre bandas de frecuencias;
- la interconexión de bandas de frecuencias proporciona flexibilidad adicional en la configuración de la red;
- la tecnología y la práctica de combinar varios servicios espaciales en un solo satélite es interesante en algunos casos y comienza a aplicarse. Es particularmente conveniente para los países que necesitan varios servicios espaciales pero que requieren una capacidad media para cada servicio. Las estaciones espaciales destinadas a dos o más fines pueden necesitar separadamente sólo parte de la masa de carga útil mínima y del suministro de energía que es económicamente viable en un satélite. Disponiendo ambas estaciones espaciales en un solo vehículo espacial, el costo total del segmento espacial puede reducirse considerablemente, dado que los satélites más pesados suelen costar menos por unidad de masa de carga útil y de potencia en su construcción, puesta en órbita y control.

3.4.2.2.3 La utilización de varias bandas de frecuencias en un satélite de esta manera tendrá naturalmente que tenerse en cuenta en la coordinación o en la planificación. Ello puede tener poca influencia en la eficacia de utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios. Esto puede ser así sólo si uno de los pares de bandas de frecuencias en un satélite multibanda está muy cargado y

- a) si las otras bandas de ese satélite no están muy cargadas en las proximidades de esa posición, y
- b) si el satélite no está limitado a esa posición orbital por necesidades de explotación o por un plan de frecuencias/posiciones orbitales.

3.4.2.2.4 Sin embargo, esta práctica puede reducir la eficacia de utilización de la órbita en otras situaciones. Las mínimas separaciones angulares necesarias en las diferentes bandas de frecuencia para evitar que la interferencia entre redes exceda del valor admisible serán probablemente distintas, por lo que puede suceder que la órbita sólo se aproveche plenamente en una o dos bandas de frecuencias. Si se utilizan satélites diferentes para cada par de bandas o para cada servicio, podrían utilizarse las posiciones orbitales óptimas para cada uno de esos satélites, previa coordinación o planificación. Cuando se utiliza un solo satélite para todos estos servicios hay que emplear una posición orbital de compromiso, lo que probablemente no permitirá una coordinación o planificación óptima con todas las demás redes.

3.4.2.2.5 Se han propuesto dos métodos par reducir las consecuencias de este problema cuando ello pudiera conducir a una utilización ineficaz:

- en ciertas configuraciones multibanda, es posible ajustar los parámetros del sistema para minimizar las pérdidas de capacidad global del recurso órbita/espectro. Ello equivale, en general, a igualar los ángulos de separación necesarios en las distintas bandas;
- quizá sea posible dejar espacio entre dos satélites multibanda para otro satélite que trabaje solamente en un par de las bandas de frecuencias utilizadas en los satélites multibanda. Ello, sin embargo, puede suponer el reajuste de las características y de los parámetros de las redes de satélite.

Se recomienda que se tomen en cuenta estos dos posibles métodos para determinar las características y los parámetros de las redes de satélite que utilizan más de un par de bandas de frecuencias. Además, debe señalarse que pueden emplearse las técnicas del método de armonización M3 para optimizar la utilización de la órbita en las proximidades de un satélite complejo.

3.4.2.2.6 No obstante, estos métodos pueden no ser generalmente aplicables, por lo que se recomienda que las administraciones examinen detenidamente sus ventajas e inconvenientes para las aplicaciones en las que sean técnicamente evitables.

### 3.4.2.3 Utilización sistemática de las bandas de frecuencias

#### 3.4.2.3.1 Agrupación por pares de las bandas de frecuencias

3.4.2.3.1.1 El enlace de comunicación típico del servicio fijo por satélite entraña la transmisión desde una estación terrena hasta una estación espacial y la retransmisión desde la estación espacial hasta otra estación terrena. De ahí que en el Cuadro de atribución de bandas de frecuencias se atribuyan al servicio fijo por satélite varias bandas de frecuencias para los trayectos Tierra-espacio o espacio-Tierra. Aunque esas bandas de frecuencias se utilizan por pares, en el Reglamento de Radiocomunicaciones no se exige que un satélite utilice una banda concreta Tierra-espacio con una banda concreta espacio-Tierra. Se reconoce, sin embargo, que la utilización de la OSG y del espectro de frecuencias sería más eficaz y que se facilitaría la coordinación de las redes si se designasen pares de bandas concretas para los trayectos Tierra-espacio y espacio-Tierra. Puede preverse que al aplicar el principio de agrupación por pares de las bandas de frecuencias surgirán dificultades. Teniendo en cuenta estas dificultades, cabe preguntarse si ha de exigirse a los futuros sistemas que se ajusten de forma estricta a una lista específica de agrupación por pares de las bandas de frecuencias.

3.4.2.3.1.2 En los actuales sistemas del SFS se observa un alto grado de uniformidad en la agrupación por pares de las bandas de frecuencias, sobre la base principalmente de las atribuciones de frecuencias que existían antes de la CAMR-79, de las dificultades de coordinación con los servicios terrenales y de las necesidades del propio SFS. Es evidentemente necesario respetar la situación reinante en la medida de lo posible y tener debidamente en cuenta las necesidades de las redes de satélite para cuyo funcionamiento son esenciales otras agrupaciones por pares.

3.4.2.3.1.3 Las bandas de frecuencias adicionales que la CAMR-79 atribuyó al SFS se examinan actualmente con miras a la realización de futuros sistemas de satélite. Toda disposición que se tome para la agrupación de bandas por pares en estas bandas de frecuencias adicionales habrá de tener en cuenta las necesidades operacionales de los futuros sistemas de satélite del servicio fijo, las diferentes atribuciones de frecuencias en las diferentes Regiones y las limitaciones de compartición que existen en las bandas correspondientes. Por lo tanto, si se consigue elaborar una lista concreta de pares de frecuencias, deberá utilizarse como guía que se seguirá siempre que sea posible, y no como exigencia normativa.

3.4.2.3.1.4 El punto 3.4 contiene varias consideraciones técnicas relativas a la elección de bandas para la agrupación por pares.

#### 3.4.2.3.2 Frecuencias de conversión para satélites de banda estrecha

Algunos satélites, por ejemplo los satélites del servicio móvil por satélite con enlaces de conexión en bandas del SFS, sólo necesitan una parte de la anchura de la banda atribuida al SFS. En estos casos, la coordinación de varios satélites de banda estrecha que ocupen la misma parte de la OSG sería más fácil si todos los satélites utilizaran la misma frecuencia efectiva de conversión entre los enlaces ascendente y descendente. Además, es aconsejable mantener al mínimo el número de frecuencias de conversión.

#### 3.4.2.3.3 Utilización de varios pares de bandas de frecuencias en satélites

En algunas redes de satélite, puede tener ventajas económicas y operacionales la utilización de más de un par de bandas de frecuencias, de manera que por ejemplo, aumente la anchura de banda de trabajo de la red, sea posible el cumplimiento de varias funciones diferentes por un solo satélite o mejore la posibilidad de interconexión de la red al permitir el establecimiento de comunicaciones entre usuarios con diferentes segmentos terrenos. La posibilidad de interconexión de transpondedores es fundamental para ciertas aplicaciones, y ningún plan oficial de agrupación de bandas por pares debe impedirlo.

#### 3.4.2.3.4 Conclusiones y recomendaciones

3.4.2.3.4.1 Se deberán emprender estudios suplementarios en el periodo entre las dos reuniones cuyos resultados serán presentados a la CAMR-ORB(2) encaminados a:

- 1) determinar la posible utilidad para los trabajos de la Conferencia de la agrupación por pares de las bandas de frecuencias;
- 2) elaborar, si es posible y necesario, una lista de pares de bandas de frecuencias del SFS que las administraciones puedan utilizar como guía y seguir en la medida de lo posible en el diseño y realización de los futuros sistemas de satélite.

3.4.2.3.4.2 Las siguientes consideraciones técnicas deben tenerse en cuenta cuando se elabore una lista de pares de bandas de frecuencias, en el estudio de las bandas de frecuencias que han de planificarse:

- la relación entre las frecuencias centrales de las bandas del enlace ascendente y del enlace descendente no debería ser tan grande que el diseño de la antena resulte difícil, ni tan pequeña que resulte difícil el diseño del duplexor;

- las bandas agrupadas por pares que no tienen por qué incluir necesariamente toda la anchura de banda de las atribuciones de frecuencias, deben tener una anchura de banda igual en la mayoría de los casos y se debe mantener mínimo el número de frecuencias de conversión para los pares de bandas;
- cuando sea posible evitarlo, ninguna frecuencia de una banda debe ser un múltiplo sencillo de otra frecuencia de su banda par;
- los pares ya bien establecidos en la práctica deben mantenerse;
- en cuanto sea viable y necesario, debe tomarse en consideración la utilización de las atribuciones del SFS para los enlaces de conexión, teniendo debidamente en cuenta la actual utilización por el SFS;
- es necesario seguir previendo la práctica establecida de interconexión de un par de bandas a otro en un satélite multibanda;
- las atribuciones al SFS para los trayectos Tierra-espacio y espacio-Tierra varían en las diferentes Regiones de la UIT.

#### 3.4.2.4 Homogeneidad de utilización de la órbita

3.4.2.4.1 La utilización más eficaz de la OSG se conseguiría si todos los satélites situados en ella, en particular los que cubran la misma zona geográfica y emplean las mismas bandas de frecuencias, tuviesen las mismas características, es decir, si formasen un conjunto homogéneo. En la práctica, sin embargo, los sistemas de satélites presentan diferencias.

3.4.2.4.2 El grado en que esta inhomogeneidad puede representar una utilización ineficaz de la OSG depende de muchos factores del diseño de los sistemas de satélite. Es posible utilizar la OSG con mayor eficacia si al proyectar el sistema de satélite se tiene en cuenta la falta de homogeneidad durante el diseño de dicho sistema. Deben tenerse en cuenta particularmente los siguientes parámetros del sistema: las p.i.r.e. del satélite y de la estación terrena, la zona de servicio, la ganancia del transpondedor, el factor de calidad de la estación terrena (G/T), la relativa inmunidad del método de modulación contra la interferencia, etc. Incluso cuando esos parámetros básicos siguen siendo no homogéneos, puede mitigarse su efecto sobre las necesidades de separación orbital de los satélites mediante cuidadosas soluciones de transacción entre las p.i.r.e. y las sensibilidades de los receptores de las redes que utilizan satélites adyacentes. Así, la falta de homogeneidad ha de reducirse en lo posible. Sin embargo, la eliminación completa de la falta de homogeneidad no es compatible con la utilización económica del SFS por la amplia diversidad de aplicaciones para las que es necesario.

3.4.2.4.3 Los estudios han mostrado que, en principio, el efecto de la falta de homogeneidad puede reducirse separando emisiones muy incompatibles mediante la sectorización de la órbita o la segmentación del espectro.

3.4.2.4.4 La sectorización de la órbita permitiría probablemente reducir la falta de homogeneidad sin aplicar características restrictivas al sistema. Sin embargo, es probable que imponga limitaciones en la elección de las posiciones orbitales para los satélites. Estas limitaciones tal vez no sean importantes en las zonas de la órbita en donde la demanda de acceso es escasa, pero pueden plantear graves problemas a las redes con amplias zonas de servicio o a las redes que sirven latitudes altas, en donde sus zonas de servicio son estrechas. La sectorización de la órbita puede reducir considerablemente las ventajas que se obtendrían de otro modo mediante el empleo de la geometría de haces cruzados, que aumenta la capacidad de la órbita para satélites de haces puntiformes. Además, para evitar una intensa falta de homogeneidad en los interfaces entre sectores, podría ser necesario utilizar arcos de guarda que reducirían significativamente las ventajas derivadas de la reducción de la falta de homogeneidad dentro de los sectores.

3.4.2.4.5 Por otra parte, la sectorización de la órbita puede producir otras ventajas, en particular en donde los servicios requeridos dentro de una zona geográfica concreta están armonizados o en donde hay diferencias regionales en las atribuciones de frecuencias. Se necesitan estudios adicionales sobre las ventajas y los inconvenientes que podría suscitar la sectorización de la órbita. Esos estudios deberían emprenderse en el periodo entre reuniones, con objeto de que los resultados estén disponibles en la Segunda Reunión de esta Conferencia.

3.4.2.4.6 También es probable que la segmentación del espectro permita una reducción significativa de la inhomogeneidad, tema que se examina más a fondo en el punto 3.4.3.4.4.

3.4.2.4.7 Otro método posible consiste en aplicar limitaciones a ciertas características de sistema en algunas de las bandas de frecuencias atribuidas al SFS, mediante el empleo de parámetros y criterios técnicos unificados en la medida de lo posible. El efecto económico de este método en los sistemas podría reducirse combinando la sectorización de la órbita y/o la segmentación del espectro.

### 3.4.2.5 Cobertura global y arcos de servicios cortos

#### 3.4.2.5.1 Introducción

Se necesitan algunos sistemas de telecomunicaciones por satélites para cubrir gran parte o la totalidad de la porción visible de la Tierra. A estas aplicaciones se destinan los principales sistemas internacionales y regionales, y quizá algunos sistemas nacionales con territorios dispersos o amplios o centros de población dispersos.

#### 3.4.2.5.2 Haces de satélite que abarcan zonas muy amplias

3.4.2.5.2.1 El empleo de haces globales por los satélites es actualmente un medio común de proporcionar esta cobertura. Sin embargo, desde el punto de vista de la utilización eficaz de la órbita y el espectro, los haces globales no constituyen normalmente la solución más satisfactoria porque disminuyen la posibilidad de utilizar la separación de zonas de servicio para reducir el espaciamiento entre satélites e introducir las no homogeneidades con relación a los sistemas que utilizan haces puntuales.

3.4.2.5.2.2 Además, el "arco de visibilidad mutua", reducido por otras limitaciones en un sistema SFS al "arco de servicio", es una limitación absoluta para la elección de una posición orbital si el servicio debe prestarse entre dos estaciones terrenas cualesquiera situadas en los extremos de la zona (o zonas) de servicio y con un ángulo de elevación mínimo nominal de 3° en la superficie de la Tierra (véase el N.º 2550 del Reglamento de Radiocomunicaciones).

### 3.4.2.5.3 Aplicación de los enlaces entre satélites (EES)

3.4.2.5.3.1 Debido a limitaciones de compartición, puede no disponerse de algunas porciones de la OSG para satélites utilizados para obtener redes del servicio fijo por satélite en cobertura global o sistemas con zonas de cobertura muy amplias. Una posible solución es utilizar enlaces directos de satélite a satélite. De esta forma, un satélite que dé servicio a estaciones terrenas muy dispersas en longitud, y que tenga, por tanto, un arco de servicio inevitablemente corto, puede sustituirse por dos satélites con interconexiones directas, cada uno de los cuales tenga un arco de servicio largo, lo que introduce mucha mayor flexibilidad en la elección de una posición orbital. El uso de enlaces entre satélites (EES), entre otras técnicas, puede facilitar la coordinación entre los sistemas de cobertura global o de grandes zonas de cobertura y los sistemas de cobertura nacional o de pequeñas zonas de cobertura hasta el extremo de reducir la inhomogeneidad mediante coberturas reducidas y p.i.r.e. mayores.

3.4.2.5.3.2 La introducción de EES, sin embargo, depende de consideraciones técnicas y económicas, y de la disponibilidad de un nivel de tecnología suficientemente desarrollada.

3.4.2.5.3.3 La viabilidad técnica de la utilización de EES ya se ha demostrado experimentalmente. Sin embargo, de corto a medio plazo, la utilización de EES para proporcionar cobertura de grandes zonas es probable que presente grandes inconvenientes de realización y de tipo económico. En consecuencia, la utilización de EES para reducir la necesidad de haces globales no se considera actualmente una opción práctica, por lo que no se justifica su estudio concreto en el periodo entre reuniones. A largo plazo, los EES pueden resultar económicamente atractivos para algunas aplicaciones. Por tanto, está justificado el estudio por el CCIR de sus características, ventajas e inconvenientes.

### 3.4.2.5.4 Conclusiones

3.4.2.5.4.1 Es muy conveniente que se utilicen haces globales sólo cuando sea estrictamente necesario, y que se limite su utilización, en la medida de lo posible, a una porción determinada de la banda atribuida, facilitando así la armonización del espectro. Deben realizarse estudios y experimentos con miras a desarrollar un sistema más eficaz que sustituya a este tipo de haz a medio o largo plazo.

3.4.2.5.4.2 Debe prestarse la debida consideración a los requisitos de los sistemas de satélites de cobertura global o destinados a cubrir grandes zonas, pero diferentes de aquellos sistemas de satélites que deban cubrir sólo zonas limitadas.

3.4.2.5.4.3 En resumen, la conclusión es que los sistemas entre satélites no ofrecerán una alternativa viable a la utilización de haces globales al menos durante los próximos diez a quince años en la mayor parte de las aplicaciones. En consecuencia, está justificado que continúe la utilización de haces globales, que se cree proseguirá durante un tiempo considerable, pero que debe limitarse al mínimo necesario.

### 3.4.2.6 Explotación en banda inversa

3.4.2.6.1 Es factible utilizar la misma banda de frecuencias para los enlaces ascendentes dirigidos a un satélite y para los enlaces descendentes procedentes de otro satélite, siempre que sean adecuadas las características de ganancia de la antena fuera del eje en ambos satélites, que haya una mínima separación orbital entre los satélites y que sea suficiente la separación entre las estaciones terrenas de las dos redes. Combinada con la explotación en banda directa, la explotación en banda inversa podrá permitir una mejora importante de la utilización del recurso espectro/órbita para el SFS. En un estudio se confirma que podría obtenerse esa mejora si se encontraran los medios para tratar la interferencia recibida y producida por los servicios terrenales.

3.4.2.6.2 Es una técnica bien asentada dentro de la tecnología actual, aunque su aplicación añade algunas limitaciones a la coordinación con los sistemas existentes que comparten las mismas bandas de frecuencias.

3.4.2.6.3 La explotación de una banda de frecuencias en las dos direcciones produce trayectos de interferencia adicionales que no surgen cuando las bandas funcionan en el modo unidireccional. En estudios recientes, una administración ha examinado estas nuevas situaciones de interferencia y ha llegado a la conclusión de que:

- a) no habrá problemas de interferencia insuperables con los servicios terrenales con un ángulo de elevación mínimo de unos  $40^{\circ}$  para las estaciones terrenas, en el borde de cobertura del satélite, con un buen control de las características de lóbulos laterales de la antena en las estaciones terrenas y en las espaciales;
- b) las separaciones necesarias entre estaciones terrenas que utilizan un par de bandas de frecuencias en sentidos opuestos no serán superiores a las que se requieren generalmente entre estaciones terrenas y estaciones de relevadores radioeléctricos;
- c) las dificultades asociadas al trayecto de interferencia antipodal pueden reducirse considerablemente ordenando las zonas de haz y/o la posición de los satélites EBI de forma tal que los haces que apuntan al ecuador estén desplazados al menos en la mitad de la abertura a 3 dB con relación al limbo ecuatorial de la Tierra (para un haz de  $2^{\circ}$  basado en las características de las antenas de satélite dadas en el Informe 558-2 del CCIR).

3.4.2.6.4 Estas restricciones se conseguirían naturalmente en el caso de utilidades regionales/nacionales, particularmente en países de baja latitud en los que un índice de precipitación relativamente elevado y la geometría del sistema impondrían la necesidad de ángulos de elevación altos. De hecho, en las situaciones consideradas en los estudios a que se hace referencia, con los ángulos de elevación relativamente altos de la estación terrena se superarían las dificultades asociadas a la interferencia producida por satélites situados en las antipodas.

3.4.2.6.5 De las consideraciones precedentes se desprende que la explotación en banda inversa para el SFS si se aplica con cuidado podría mejorar considerablemente la utilización del espectro. Los problemas de esta aplicación deberían ser objeto de estudios entre reuniones. Estos estudios se centrarían, sobre todo, en sistemas nacionales o regionales. Deben considerarse:

- los problemas que pueden plantear las diferencias entre Regiones de atribuciones de frecuencias;
- la posible necesidad de modos de coordinación no tratados en el apéndice 28 y el apéndice 29;
- la medida en que la introducción de la explotación en banda inversa aumentará el recurso órbita/espectro disponible para el SFS;
- las repercusiones de la introducción de la explotación en banda inversa sobre la libertad de emplazamiento de las estaciones terrenas en una zona de servicio y la posibilidad de modificar la posición de satélites;
- la subdivisión de los presupuestos de interferencia admisible entre interferencia de las redes del SFS que operan en el mismo modo en lo que se refiere a las bandas de frecuencias y la interferencia debida a las redes del SFS que operan en el modo opuesto;
- los medios más apropiados para facilitar la compartición entre redes de satélite explotadas en banda inversa y los servicios terrenales;
- la manera más ventajosa desde el punto de vista económico de aplicar la explotación en banda inversa;
- la elaboración de medios para tratar de la interferencia causada a los servicios terrenales y recibida por éstos.

3.4.2.6.6 Sería útil confirmar experimentalmente las conclusiones de estos estudios. Las repercusiones de la explotación en banda inversa sobre la compartición entre el SFS y los servicios terrestres se consideran en el punto 5.2.6.

#### 3.4.2.7 Discriminación por polarización

3.4.2.7.1 La utilización de polarizaciones ortogonales, lineales o circulares permite obtener la discriminación entre dos emisiones, en la misma banda de frecuencias, dirigidas al (procedentes del) mismo satélite o a diferentes satélites en igual emplazamiento orbital nominal.

3.4.2.7.2 La manera más eficaz de utilizar la discriminación por polarización es la reutilización de frecuencias en el mismo satélite, teniendo en cuenta que el máximo control de la ortogonalidad está cerca del eje del haz. De esta manera, puede obtenerse una mejora de la capacidad por anchura de banda unitaria próxima al doble. La ortogonalidad de polarización entre distintos satélites que ocupan el mismo lugar en la órbita puede ser también beneficiosa.

3.4.2.7.3 Si las polarizaciones de los satélites adyacentes son ortogonales, será posible utilizar la discriminación por polarización en los lóbulos laterales de las antenas de la estación terrena para reducir la interferencia entre las redes de satélite y permitir la reducción de la separación necesaria entre satélites. La discriminación por polarización de los lóbulos laterales que puede obtenerse de este modo será pequeña, pero incluso algunos decibelios de discriminación permitirán una reducción considerable de la separación entre satélites. Sin embargo, no será posible obtener esta ventaja de manera sistemática, hasta que se hayan identificado las características de polarización preferidas. Esto supone la elección entre la polarización lineal y la polarización circular y, si se adopta la polarización lineal, la elección de los planos preferidos de polarización. En la actualidad, no se dispone de suficiente información para hacer esas elecciones.

3.4.2.7.4 En general, no es posible beneficiarse de la discriminación de polarización entre satélites que estén situados en la misma posición o adyacentes, si uno de ellos, o ambos, utilizan la polarización doble del mismo tipo en su propia red. Sin embargo, en circunstancias específicas y combinado con el entrelazado de portadoras, puede obtenerse algún beneficio.

3.4.2.7.5 Deben realizarse estudios entre las reuniones para comprobar los beneficios que pueden obtenerse:

- a) de la discriminación por polarización entre satélites situados en la misma posición nominal que utilizan una sola polarización y dan servicio a zonas de cobertura distintas,
- b) entre satélites adyacentes que tal vez den servicio a la misma zona de cobertura, pero que tienen también una sola polarización.

#### 3.4.2.8. Clima y propagación radioeléctrica

3.4.2.8.1 Los efectos de propagación tienen gran importancia en la planificación del empleo de satélites geoestacionarios para diversos servicios radioeléctricos. Se ha reconocido que la atenuación de la propagación en zonas de intensa precipitación pluvial impone exigencias adicionales en el diseño de sistemas por satélite en las bandas de frecuencias por encima de 10 GHz. Por otra parte, la lluvia afecta también a las características de polarización del sistema.

3.4.2.8.2 Ordinariamente, la atenuación debida a la lluvia puede ignorarse para frecuencias inferiores a unos 5 GHz, pero constituye un factor muy importante en los sistemas de más de 10 GHz. Las zonas P y N de precipitación pluvial corresponden principalmente a los países situados en las latitudes bajas y medias y especialmente a los de las zonas tropicales y ecuatoriales. Las estaciones situadas en tales zonas han de diseñarse teniendo en cuenta los efectos de la atenuación debida a la lluvia en las bandas de frecuencias más elevadas. Además las estaciones que funcionen en tales frecuencias en territorios de latitudes superiores también podrán verse afectadas adversamente por la precipitación pluvial especialmente cuando vean el satélite con bajos ángulos de elevación. Las tormentas de arena pueden ser también un factor importante en algunas zonas, tales como desiertos, en bandas de frecuencias superiores a 10 GHz.

3.4.2.8.3 La nieve, en especial la nieve seca, causa menos dificultades que la lluvia intensa, pero la nieve en fusión puede causar una atenuación considerable. Además, la nieve en la antena y en el sistema de alimentación puede provocar más problemas que la lluvia intensa.

### 3.4.2.9 Previsión de satélites de reserva en órbita

La colocación en órbita de satélites en reserva reduce considerablemente el riesgo de pérdida importante de la disponibilidad del satélite debido a fallos de los vehículos espaciales en servicio. Suelen plantearse tres situaciones.

- a) Con un diseño apropiado de telemando y teledida, el satélite de reserva puede colocarse en la misma posición que el satélite operacional. En este caso, el satélite de reserva no aumenta el recurso órbita-espectro que necesita el sistema.
- b) Cuando se utiliza un satélite de reserva común para proteger servicios proporcionados por dos o más satélites operacionales que están juntos en la órbita, la colocación del satélite de reserva en la misma posición de cualquiera de los satélites operacionales no sería una solución satisfactoria. Por ejemplo, con esta disposición, no sería factible transferir servicios de uno de los satélites operacionales al satélite de reserva que normalmente no estará colocado en la misma posición, sin desplazar primero al satélite de reserva de su posición nominal, a ser posible hasta la posición del satélite averiado. Esto entrañaría un largo periodo de pérdida de servicio, un gasto considerable de combustible y la posibilidad de interferencia con otros satélites durante el periodo de desplazamiento. Un satélite de reserva común tendría que ocupar su propia posición orbital planificada o coordinada, lo que haría posible la transferencia rápida de servicios del satélite averiado al satélite de reserva. Esta solución aumenta evidentemente la ocupación total del recurso órbita/espectro por parte del sistema, sin un aumento correspondiente del tráfico cursado.
- c) Sin embargo, es ahora práctica habitual que un satélite de reserva transmita tráfico no prioritario cuando no está transmitiendo tráfico transferido de un satélite averiado. Utilizado de esta manera, un satélite de reserva necesita su propia asignación orbital, lo que aumenta la ocupación total del recurso órbita/espectro por parte del sistema, pero aumenta también el tráfico total cursado.

### 3.4.2.10 Las funciones de operaciones espaciales del SFS

3.4.2.10.1 El servicio de operaciones espaciales, con sus funciones de teledida, telemando y seguimiento, cumple tanto tareas esenciales como tareas de rutina para las misiones espaciales. En muchos casos, los servicios proporcionados en las bandas de operaciones espaciales son de corta duración (por ejemplo, para las operaciones de lanzamiento y posicionamiento); seguidamente, esas funciones se cumplen en bandas distintas de las atribuidas al servicio de operaciones espaciales (por ejemplo, las bandas empleadas por la misión del satélite).

3.4.2.10.2 Las fases de colocación en posición y de cambio de posición de los satélites geoestacionarios van a multiplicarse en los próximos años y su duración individual podría aumentar. Dada la importancia de las operaciones espaciales en estas fases, es necesario examinar las necesidades de frecuencias tan cuidadosamente como se hace para las fases de utilización normal.

3.4.2.10.3 Para disminuir los riesgos de interferencia recíproca entre los satélites que están ya en posición y los satélites en fase de maniobra, son posibles dos soluciones. Una consiste en emplear frecuencias de las bandas atribuidas al propio servicio de operaciones espaciales para efectuar las maniobras del satélite.

3.4.2.10.4 La otra solución que podría ser más ventajosa en el plan económico y de utilización óptima del espectro, consiste en utilizar frecuencias de cada una de las bandas atribuidas al SFS. Las administraciones interesadas determinarán qué bandas deben utilizarse para las funciones de operaciones espaciales de cada sistema.

3.4.2.10.5 La posibilidad de reservar una sub-banda para las funciones operacionales en las fases de lanzamiento y maniobras deberá ser objeto de nuevos estudios por parte del CCIR, junto con otras posibles soluciones. Esos estudios habrán de tener en cuenta las prácticas actuales y las necesidades de las redes de seguimiento a escala mundial.

#### 3.4.2.11 Fuentes de interferencia física

3.4.2.11.1 En la órbita de los satélites geoestacionarios existe el riesgo de colisión con vehículos espaciales activos y de bloqueo de los haces de los satélites operacionales debido a la presencia de objetos artificiales incontrolados. Actualmente, la probabilidad de esta interferencia física es muy baja, aunque el número de satélites ha de aumentar con el tiempo. Por tanto, conviene que el CCIR profundice, en el periodo entre reuniones, en el conocimiento de este proceso de interferencia física, con vistas a:

- identificar los factores pertinentes de lo que actualmente se considera un problema teórico;
- evaluar los riesgos que este fenómeno podría plantear en el futuro, y
- recomendar soluciones para el problema, si el resultado de los estudios justificase ulteriores actuaciones.

3.4.2.11.2 Se invita a la Segunda Reunión de la CAMR-ORB a que pase revista a estos estudios del CCIR.

#### 3.4.3 Optimización de la disposición de satélites y emisiones del servicio fijo por satélite

##### 3.4.3.1 Arco visible y arco de servicio

3.4.3.1.1 El arco de la órbita de los satélites geoestacionarios en el que debe ubicarse un satélite para que realice su misión satisfactoriamente está determinado por el "arco visible" y el "arco de servicio" de la red. El concepto de estos términos se explica en los apéndices 3 y 4 al Reglamento de Radiocomunicaciones.

3.4.3.1.2 Un satélite emplazado en cualquier parte dentro del arco visible debería ser visible desde cualquiera de las estaciones terrenas de la red con un ángulo de elevación no inferior a  $10^{\circ}$  (debe señalarse que el Informe 204 del CCIR contiene una definición de "arco visible" que no coincide exactamente con la que se da en el Reglamento de Radiocomunicaciones). Este arco visible será corto en ciertas situaciones geográficas, y particularmente si la zona de servicio es muy larga en el sentido Este a Oeste, o si incluye territorios en latitudes altas. En el caso de zonas de servicio pequeñas y no en latitudes altas, el arco visible será muy largo.

3.4.3.1.3 El arco de servicio es el arco de la órbita dentro del cual la estación espacial podría proporcionar el servicio requerido. Idealmente, el arco de servicio puede ser tan largo como el arco visible en las etapas iniciales de el diseño de una red de satélite. En realidad, puede ser mayor que el arco visible si un ángulo de elevación inferior a  $10^{\circ}$  es aceptable en las estaciones terrenas. Si el clima de la zona de servicio se caracteriza por la presencia de lluvias tan fuertes que la calidad se vería seriamente degradada con ángulos bajos de elevación, la administración responsable de la red puede determinar el arco de servicio inicial de manera que el ángulo mínimo de elevación de las estaciones terrenas sea superior a  $10^{\circ}$ , particularmente cuando haya que utilizar bandas de frecuencias por encima de 10 GHz. Quizás una limitación semejante sea también adecuada cuando se producen tormentas de arena o polvo en la zona de servicio; sin embargo, poco se sabe actualmente acerca del efecto de la arena o del polvo de la atmósfera en la propagación por trayectos oblicuos.

3.4.3.1.4 En situaciones de obstrucción por el terreno, cuando los trayectos de propagación entre las estaciones terrenas y el satélite con ángulos de elevación bajos pueden verse bloqueados por montañas, podrá determinarse el arco visible teniendo en cuenta el ángulo de elevación del horizonte real, visto desde todas las estaciones terrenas de la red. No obstante, quizás esto no sea siempre posible, dado que el emplazamiento de algunas estaciones terrenas puede desconocerse en el momento en que se determinan inicialmente las características de la red. En tal caso, quizás sea conveniente no tener en cuenta las obstrucciones del terreno al determinar el arco visible, y determinar el arco de servicio inicial de manera que el ángulo de elevación en todas las estaciones terrenas, no limite indebidamente la ubicación posible de dichas estaciones. En un país muy montañoso, un valor adecuado del ángulo de elevación mínimo podría ser  $30^{\circ}$ , a menos que la latitud del país sea demasiado alta para permitir dicho valor.

#### 3.4.3.2 Interferencia admisible

3.4.3.2.1 Para reglamentar la interferencia debida a la compartición entre redes del SFS, sin degradar la calidad de funcionamiento de los circuitos por debajo de los objetivos recomendados, se procede de la siguiente manera:

- se define un circuito ficticio de referencia (CFR) o su equivalente;
- se determina un nivel máximo de degradación total procedente de todas las fuentes para ese circuito;
- se atribuye cierta fracción de ese nivel de degradación a la interferencia procedente de todas las demás redes del SFS: ésta se denomina "interferencia admisible total";
- se recomienda que cierta fracción de esta interferencia admisible total se considere como el nivel de interferencia que una red debe aceptar de cualquier otra. Se obtiene así el valor de interferencia "procedente de una sola fuente";
- se utiliza la coordinación de frecuencias para asegurar que no se rebasa el límite de la interferencia procedente de una sola fuente, habiéndose elegido la relación entre el valor de la interferencia procedente de una sola fuente y la interferencia total admisible, de modo que el total de interferencia procedente de una sola fuente no rebasa la interferencia admisible total.

3.4.3.2.2 En las Recomendaciones pertinentes del CCIR se define el circuito ficticio de referencia (CFR) para diversos tipos de circuitos (analógico, digital, telefónico, de televisión). Para estos CFR se han establecido márgenes específicos de los niveles de interferencia admisibles. Por citar sólo un ejemplo, la Recomendación 353-4 (MOD I) establece que la potencia de ruido en cualquier canal telefónico en un sistema MDF-MF que se ajuste al CFR definido en la Recomendación 352-4 no deberá exceder de 10 000 pWOp durante más del 20% de cualquier mes. En la Recomendación 466-3 (MOD I) se indica que el nivel de ruido en dicho circuito debido a la interferencia procedente de otras redes del SFS no deberá exceder de 2 000 pWOp en las mismas condiciones y el máximo nivel de interferencia procedente de una sola red (el valor de "una sola fuente") no excederá de 600 pWOp. Excepcionalmente, el nivel máximo de interferencia admisible se mantendría 1 000 pWOp para aquellas redes para las que se efectuó una publicación anticipada de información antes de 1978 y se reduciría el límite correspondiente para una sola fuente a 400 pWOp.

3.4.3.2.3 Se continúa dando gran importancia a la cuestión de la definición del nivel de interferencia admisible. La ganancia de las antenas de estaciones terrenas y espaciales disminuye al aumentar el ángulo con respecto a la dirección de ganancia máxima. Estas características de la antena pueden ser la única fuente de aislamiento entre redes, en cuyo caso hay una relación inversa entre el nivel de interferencia y los ángulos de separación. De este modo, cuanto mayor sea la interferencia admisible entre dos redes que sirven a la misma zona o a zonas adyacentes en la superficie de la Tierra, menor puede ser la separación orbital entre las estaciones espaciales de las dos redes. En forma análoga, cuanto mayor es la interferencia admisible entre dos redes cuyas estaciones espaciales están aproximadamente en la misma posición orbital y sirven a zonas diferentes en la superficie de la Tierra con antenas de haz puntual, más próximas pueden hallarse estas zonas de servicio entre sí, y mayor será el número de veces que la banda de frecuencias podrá reutilizarse en diferentes partes del mundo.

3.4.3.2.4 La interferencia total de una red del SFS o de otros servicios que utilizan numerosos satélites se debe a contribuciones de muchas otras redes. Se plantea la cuestión de cómo determinar todas las contribuciones de modo que su valor acumulado total no exceda materialmente del nivel que la red puede aceptar de acuerdo con su diseño. La respuesta depende del método utilizado para coordinar o planificar la utilización del recurso órbita/espectro.

3.4.3.2.5 El artículo 13 del Reglamento de Radiocomunicaciones establece que las características de todas las redes de satélite nuevas o modificadas se coordinen bilateralmente con todas las otras redes si la prueba de la necesidad de coordinación descrita en el apéndice 29 da un resultado afirmativo. Este proceso de coordinación bilateral permite limitar a un valor predeterminado el nivel de interferencia procedente de una sola fuente (caso más desfavorable) entre la red sujeta y cada una de las otras redes. La relación entre el nivel de interferencia admisible total y el valor máximo de interferencia procedente de una sola fuente debe elegirse de modo que este último sea el máximo permitido sin que el total de todas las interferencias procedentes de una sola fuente excedan del primero en las condiciones del caso más desfavorable.

3.4.3.2.6 Como los valores recomendados por el CCIR influyen en el número de satélites que pueden acomodarse, el CCIR realiza estudios en este sentido. Por ejemplo, se estima que un aumento del nivel de interferencia admisible en las redes MDF-MF de 2 000 pWOp a 2 500 pWOp permitiría reducir útilmente la separación entre los satélites utilizados exclusivamente en este modo.

3.4.3.2.7 No obstante, también hay inconvenientes:

- el operador del sistema controla mucho peor la calidad de funcionamiento de su sistema;
- la interferencia adopta diversas formas y puede conducir a degradaciones de tipos que no pueden restringirse sencillamente mediante un límite de la potencia de ruido de canal; por ejemplo, pudiera desarrollarse la interferencia por impulsos;
- se reduce la capacidad de los satélites, si no se modifican sus características;
- la presencia de una interferencia externa tan elevada reduce en gran medida la viabilidad de la reutilización de frecuencias dentro de una red de satélite, lo que puede ser en sí mismo un método muy activo para aumentar la eficacia de la utilización del recurso órbita/espectro.

3.4.3.2.8 Para aumentar el número de satélites que pueden compartir la OSG, la potencia total admisible de ruido de interferencia en cualquier canal de un circuito ficticio de referencia (CFR) de satélite en MDF/MF debe aumentarse de 2 000 pWOp a 2 500 pWOp<sup>1</sup>. También puede aumentarse el nivel admisible de ruido de interferencia debido a una sola fuente, que actualmente es de 600 pWOp. No obstante, es necesario realizar estudios para definir mejor el papel que desempeñará en el futuro el límite de la interferencia debida a una sola fuente cuando las redes de satélite empiecen a verse limitadas por la interferencia, y para determinar el valor óptimo de este límite de interferencia debida a una sola fuente, que corresponda a un nivel de interferencia total de 2 500 pWOp. Debe estudiarse también la posibilidad de revisar el valor umbral de  $\Delta T/T$  que figura en el apéndice 29 al Reglamento de Radiocomunicaciones, como consecuencia de cualquier aumento propuesto del límite de la interferencia debida a una sola fuente. Será necesario adoptar disposiciones que liberen a las actuales redes de los efectos de unos niveles de interferencia mayores. Finalmente, debe considerarse la posible necesidad de revisar los niveles de interferencia admisibles en sistemas digitales, así como la compatibilidad entre estos nuevos niveles de interferencia admisible en la telefonía MDF-MF y los niveles correspondientes para la televisión analógica MF que figuran en la Recomendación 483 del CCIR. Estos estudios deben realizarse en el periodo entre reuniones.

#### 3.4.3.3 Estimación de la interferencia potencial en la fase de publicación anticipada

3.4.3.3.1 Los cálculos de interferencia en la "fase de publicación anticipada" siguen el apéndice 29 y se basan en los datos sobre la red de satélite publicada que figuran en el apéndice 4. Dado el carácter general de estos datos, los resultados calculados no son muy específicos, aunque los cálculos en sí tienden a ser laboriosos si deben realizarse para muchas redes.

---

<sup>1</sup> Esta cifra puede requerir aclaración adicional conforme a los resultados de los trabajos entre reuniones.

3.4.3.3.2 El cálculo da el aumento relativo de la temperatura de ruido equivalente  $\Delta T/T$  de la red de satélite interferida. Si la relación  $\Delta T/T$  excede el valor umbral del 4%, se supone, según el actual Reglamento de Radiocomunicaciones, que puede excederse la interferencia admitida; y se establece la necesidad de coordinación.

3.4.3.3.3 En algunos casos, la administración puede evaluar en esta fase la situación real de interferencia intercambiando datos adicionales. Sin embargo, esta evaluación se efectuará normalmente en la "fase de coordinación", cuando se disponga de datos más detallados del apéndice 3. Además de los valores de la relación  $\Delta T/T$ , pueden calcularse entonces los niveles reales de interferencia causada por las portadoras de las dos redes.

3.4.3.3.4 Es evidente que los valores adecuados del umbral  $\Delta T/T$  y los valores de interferencia admisible debida a una sola fuente en relación con los valores de interferencia global, junto con los propios métodos de cálculo, tienen una importancia crucial para el actual proceso de coordinación. La experiencia ha demostrado que, en muchos casos, el actual valor umbral del 4% del criterio  $\Delta T/T$  era demasiado bajo, lo que ha dado lugar a algunas peticiones innecesarias de que se inicie coordinación que han supuesto una carga de trabajo adicional para las administraciones y la IFRB. Además es cierto que los cálculos llevan mucho tiempo. Asimismo, algunos datos del apéndice 4 no son probablemente muy pertinentes para determinar si es necesaria una petición de coordinación. Finalmente, como ya se ha mencionado, en otras partes, puede haber margen para la aceptación de niveles de interferencia superiores.

3.4.3.3.5 Es necesario realizar estudios sobre los aspectos técnicos de los procedimientos de coordinación.

- a) Si se mantienen los actuales procedimientos en lo que respecta a sus principios básicos, serían entonces convenientes los siguientes estudios desde un punto de vista técnico:
  - Posibilidad de un valor umbral superior de  $\Delta T/T$ , teniendo en cuenta también que en el futuro pueden tener que aceptarse valores de interferencia superiores.
  - Elaboración de métodos de cálculo de interferencia más sencillos, pero no por ello menos precisos.
- b) Reconociendo que la interferencia potencial depende del tipo de las respectivas portadoras interferentes, sería concebible definir, para el cálculo de la coordinación, tipos de portadoras identificadas mediante una clasificación normalizada. Según las combinaciones de esas portadoras estándar, podría establecerse más de un valor umbral  $\Delta T/T$ , lo que tal vez permitiera identificar con más precisión las redes afectadas.

Sin embargo, es evidente que para este procedimiento se necesitarían más datos que los especificados en el apéndice 4. La observancia estricta de un enfoque  $\Delta T/T$  variable puede originar dificultades al introducir posteriormente cambios en el plan de transpondedores.

Para un método de este tipo, convendría estudiar, desde un punto de vista técnico, cuál sería el beneficio de varios umbrales  $\Delta T/T$ , y cuáles debieran ser esos valores.

#### 3.4.3.4 Medidas técnicas para armonizar la disposición de satélites vecinos específicos

##### 3.4.3.4.1 Introducción

3.4.3.4.1.1 El objeto de la armonización es identificar y resolver las interacciones de los sistemas de acuerdo con los criterios técnicos y de explotación convenidos. Esta fase es particularmente importante cuando se aprecian contradicciones en la fase de identificación. Durante la fase de armonización, se aplica el umbral convenido para identificar la interferencia potencial entre sistemas, seguido por un proceso de armonización de las eventuales incompatibilidades.

3.4.3.4.1.2 A continuación figura una descripción de las medidas técnicas que permiten una armonización efectiva de las redes interferentes que utilizan posiciones orbitales adyacentes o próximas. En el punto 3.4.3.5 se considera la manera de combinar estas diversas medidas, que tal vez convenga incorporar también en los procedimientos de planificación, en forma adecuada.

3.4.3.4.1.3 Se enuncian a continuación, en los puntos 3.4.3.4.2 a 3.4.3.4.5, cuatro medidas técnicas, pero la lista no es exhaustiva. El método preferido en cada caso concreto dependerá sobremanera de las circunstancias.

##### 3.4.3.4.2 Flexibilidad en el posicionamiento de los satélites

3.4.3.4.2.1 Los cambios de la posición de los satélites existentes y de las posiciones propuestas de nuevos satélites pueden ser una forma importante de armonizar distintas redes de satélite, porque un pequeño cambio en la separación angular de los satélites deseado y no deseado puede producir una modificación relativamente grande de la ganancia fuera del eje de una antena de estación terrena en dirección de un satélite no deseado.

3.4.3.4.2.2 El arco de servicio de una zona de servicio que no sea demasiado grande podría ser inicialmente largo. No obstante, a medida que avanzan el diseño y la fabricación del equipo de la red paralelamente con la determinación de la ubicación nominal del satélite, el arco de servicio se acorta. Por último, después del lanzamiento del satélite, y cuando la red está en servicio, el arco de servicio puede reducirse bastante y tener quizás unos pocos grados.

3.4.3.4.2.3 Habrá algunos casos en que las necesidades de cobertura de un satélite sean tan críticas que incluso un pequeño cambio de la posición del satélite produzca graves consecuencias. Por otra parte, serán mucho más numerosos los casos en que el diseño del satélite y de las estaciones terrenas asociadas sea tal que la necesidad de modificar ligeramente la posición del satélite no presente dificultad alguna ni perjuicio, siempre que esa modificación se haga una o dos veces durante la vida útil de un satélite. Esta flexibilidad es muy útil para minimizar la interferencia entre sistemas en las partes congestionadas de la órbita, y para realizar los cambios que se consideren convenientes como resultado de la coordinación de un nuevo satélite planificado.

3.4.3.4.2.4 Se ha demostrado también que la longitud del arco orbital necesario para varios satélites que den servicio a diferentes zonas depende de la posición relativa de los satélites. Se ha comprobado que la longitud mínima de arco orbital aceptable para condiciones de interferencia determinadas varía considerablemente en función de la configuración de los satélites en la órbita. De este modo, podrían obtenerse considerables economías en la ocupación del arco orbital. Se debe también advertir que no es posible establecer con certeza las zonas geográficas a las que será preciso dar servicio en el futuro desde una parte determinada de la órbita, por lo que sólo se podría aprovechar este medio de optimizar la utilización de la órbita si se diseñaran las redes de forma tal que se pudiera variar la colocación de sus satélites en caso necesario dentro del arco de servicio después de haber sido puestos en servicio.

3.4.3.4.2.5 No obstante, la previsión de una cierta flexibilidad en la posición orbital puede también plantear problemas importantes, que aún no se han evaluado completamente. Por ejemplo:

- a) el diseño de antenas que permitan cierta flexibilidad en la posición del satélite sin causar pérdidas de cobertura de partes de la zona de servicio puede incrementar el costo de las antenas. Dicho diseño puede también implicar una reducción pequeña de la ganancia de antena, con algunas repercusiones importantes en la capacidad de comunicaciones de la red y, posiblemente, un efecto en la separación entre satélites requerida; también puede conducir a una cierta expansión de las zonas de cobertura;
- b) los cambios de posición del satélite implicarían el gasto de una cantidad considerable de combustible si fueran rápidos o frecuentes;
- c) pueden surgir importantes problemas operacionales cuando se traslada un satélite en funcionamiento, particularmente si en su tránsito ha de pasar cerca de otro satélite en funcionamiento. Con frecuencia, se interrumpirá el servicio durante periodos considerables. Será preciso volver a apuntar las antenas sin seguimiento de las estaciones terrenas quizás varias veces, según que el arco de tránsito sea largo o la velocidad de reubicación lenta, lo cual resultaría costoso;

- d) pueden existir razones que hagan escasa o nula la flexibilidad posible en la posición nominal de algunos satélites específicos. El arco visible puede ser muy pequeño, entre otras razones, porque la zona de servicio sea muy amplia o se encuentre a una latitud elevada o porque abarque terreno montañoso. Por otro lado, la flexibilidad puede verse limitada por las necesidades de otro servicio en un satélite multiservicios, o por la utilización de más de un par de bandas de frecuencias en el SFS.

3.4.3.4.2.6 A este respecto, podría ser ventajoso estimular a las administraciones a que adopten, para sus nuevas estaciones espaciales, ubicaciones orbitales que reduzcan la probabilidad de tener que proceder a una reubicación. Esto puede requerir el estudio atento de la ocupación futura probable de un arco orbital cuando se haga la selección inicial de las ubicaciones.

3.4.3.4.2.7 Se están estudiando estas cuestiones en el CCIR. Hacen falta estudios entre las reuniones para proporcionar una evaluación completa de los asuntos técnicos, operacionales y económicos, que permita a la CAMR-ORB(2) decidir qué acciones reglamentarias serían en su caso, adecuadas. Estos estudios deberían considerar dos situaciones: primero, cuando el orden relativo de los satélites en la órbita no varía pero cambia su separación angular relativa y, segundo, cuando se cambia el orden.

#### 3.4.3.4.3 Ajuste de los parámetros de las portadoras

Quando una proporción relativamente pequeña de portadoras de una red sufre interferencia excesiva, es factible reducir esta interferencia hasta el nivel recomendado, sin una pérdida inaceptable de la capacidad de los satélites, aumentando la potencia portadora o, en los sistemas digitales, utilizando la corrección de errores. Cuando es probable que la interferencia procedente de estaciones terrenales o de otras redes de satélite sea pequeña, puede aceptarse una contribución de interferencia superior al valor recomendado sin rebasar los límites de la interferencia total. Otra posibilidad consiste en reducir el ruido de circuito o los bits erróneos que se producen dentro de la red deseada por otras causas, mediante la corrección de errores o el aumento de la desviación de frecuencia en MF y de la potencia de la portadora de modo que una sola fuente de interferencia importante no impida lograr las normas de calidad de funcionamiento de los circuitos. Puede reducirse considerablemente la interferencia introducida en una red por el receptor de una estación terrena, por medio de un supresor de interferencia; no obstante, esta última técnica requiere estudios adicionales, especialmente en cuanto a su aplicabilidad a la interferencia producida por las transmisiones múltiples o en banda ancha.

#### 3.4.3.4.4 Segmentación del espectro para reducir la superposición y las inhomogeneidades

3.4.3.4.4.1 Puede observarse a veces que, en el curso de la coordinación de dos redes, no pueden cumplirse los criterios de interferencia en toda la banda de frecuencias. Si es así, puede ser entonces necesario estudiar la segmentación de la banda de frecuencias y facilitar con ello la coordinación de segmentos de anchura de banda más homogéneos. Ha de concederse primero atención particular a la interferencia producida por emisiones de elevada densidad espectral de potencia, como la televisión MF.

3.4.3.4.4.2 Un medio de facilitar la coordinación consiste en intercalar las frecuencias portadoras. Hasta qué punto pueda reducirse la separación entre satélites y mejorarse la utilización de la órbita y el espectro intercalando las frecuencias portadoras de un satélite con las de un satélite vecino, depende decisivamente del tipo de modulación (por ejemplo, MF o MDP) y de la técnica de acceso múltiple (por ejemplo, portadora única o AMDF) aplicada a las portadoras deseada e interferente. En el caso de la telefonía MDF con modulación de frecuencia se obtiene una mejora en la relación requerida portadora/interferencia cuando se utilizan frecuencias portadoras intercaladas. Se ha observado que la mejora llega hasta unos 12 dB conforme a los índices de modulación. El intercalado de las señales digitales reduce escasamente la separación necesaria entre los satélites. Con frecuencia se puede facilitar la compartición utilizando la dispersión de la energía de la portadora. No obstante, en el caso de la interferencia MF/TV a portadoras SCPC puede ser necesario compensar la anchura de banda de dispersión mediante posibles pérdidas de capacidad de transpondedor a fin de optimizar la separación entre satélites. A veces, la dispersión de la energía de la portadora puede aumentar la interferencia entre portadoras MF/MDF entrelazadas.

3.4.3.4.4.3 Otro método bastante prometedor se denomina "segmentación del espectro". La segmentación del espectro se basa en que las portadoras con una elevada densidad espectral, como las del tipo TV-MF y MDF-MF de alta capacidad, producen mayor interferencia a portadoras SCPC y MDF-MF de baja capacidad en comparación con otros tipos similares de portadoras. La utilización de la misma frecuencia por portadoras de elevada densidad y baja capacidad en dos redes potencialmente interferentes produce inhomogeneidad y exige una separación relativamente grande entre los satélites. La eficacia de utilización de la OSG podría mejorarse si pudieran separarse las asignaciones de portadoras de alta densidad y baja capacidad, en particular para portadoras TV-MF y SCPC. Deben buscarse métodos para aplicar esta técnica sin demasiada pérdida de flexibilidad en el uso de transpondedores.

3.4.3.4.4.4 La segmentación de las bandas de frecuencias puede hacerse de varias maneras. Una de ellas podría denominarse macrosegmentación, en la que las bandas de frecuencias se segmentan en grandes bloques, que corresponden normalmente a la anchura de banda de muchos transpondedores. En contraste con este procedimiento, la microsegmentación se basaría en pequeños bloques, que corresponderían normalmente a la anchura de banda de un transpondedor o inferior a ella. Otra manera de lograr la segmentación (flexible) sería definir primero los dos extremos de una banda de frecuencias y situar luego las portadoras TV a partir de un extremo de la banda, y las portadoras SCPC a partir del otro extremo.

3.4.3.4.4.5 A estas alturas, todavía no es posible prever la mejor manera de aplicar la segmentación del espectro.

3.4.3.4.4.6 Un elemento que ha de considerarse es el de las necesidades de los sistemas internacionales con sus esquemas específicos de tráfico. Antes de llegar a ninguna conclusión, también puede ser necesario formular hipótesis sobre el tamaño de la población de la futura red. En los futuros estudios sobre esta materia debe considerarse, pues, detenidamente la situación de cada banda, para determinar si las reglas deben ser obligatorias o revestir más bien la forma de Recomendaciones, directrices o preferencias.

3.4.3.4.4.7 En principio, la segmentación del espectro, si se aplica con flexibilidad, es evidentemente conveniente. Sin embargo, se recomiendan estudios entre reuniones para identificar los posibles beneficios de la segmentación del espectro y la mejor manera de conseguirlos.

#### 3.4.3.4.5 Mejoras de los diagramas de radiación de las antenas de los satélites y de las estaciones terrenas

Una forma posiblemente importante de mejorar la eficacia de la utilización de la OSG es mejorar los diagramas de radiación de las antenas. Por tanto, las recomendaciones respecto a sus características de calidad de funcionamiento deben ser, en principio, tan estrictas como sea necesario y realizable.

#### 3.4.3.5 Combinación de medidas técnicas para la armonización

##### 3.4.3.5.1 Programas de computador

3.4.3.5.1.1 La principal función de la optimización por computador es, en teoría, encontrar las mejores posiciones orbitales de satélites, formas de haces de satélite y asignaciones de frecuencias. Existen ya varios programas de computador (por ejemplo, Orbit II, CAP-N, G-SOAP y SOUP) ninguno de los cuales cumple todavía los requisitos globales. Además, es necesario definir los parámetros básicos que deben utilizarse en el proceso de optimización.

3.4.3.5.1.2 Las hipótesis formuladas sobre estas ayudas de cálculo dependen hasta cierto punto de los estudios que han de realizarse sobre las medidas técnicas descritas en los puntos anteriores, tales como diagramas de radiación, planes de frecuencias y segmentación del espectro.

3.4.3.5.1.3 Aunque se reconoce que la hipótesis de los haces elípticos puede simplificar los cálculos por computador, debe también tenerse presente que las características de los haces de antena con un diagrama de caída rápida dan lugar a una mejor utilización de la órbita.

##### 3.4.3.5.2 Armonización M3

Un ejemplo de cómo combinar algunas de las medidas técnicas mencionadas en el punto 4 del Informe de la RPC es la Armonización M3. Este método se basa en la "segmentación del espectro", la "reubicación de satélites" y el concepto de "interferencia equitativa" (véase el Informe de la RPC, punto 4.4.9.4).

##### 3.4.3.5.3 Distribución equitativa de las cargas para lograr la armonización

3.4.3.5.3.1 Como ya se ha dicho, los diversos elementos que se refieren a la armonización pueden presentar diferentes problemas técnicos y de explotación en la aplicación real. Estos elementos pueden concebirse como una "carga" que debe distribuirse entre las redes existentes y nuevas. El concepto de distribución de las cargas incluye los aspectos de "interferencia equitativa" y "reubicación" de la Armonización M3, así como otros factores técnicos y de explotación.

3.4.3.5.3.2 Las consecuencias derivadas de la distribución de las cargas dependen en gran medida de las fases de desarrollo de los satélites de comunicación. Las siguientes fases pueden considerarse más como punto de partida de ulterior discusión que para prejuzgar decisiones posteriores:

- a) Concepción inicial y diseño. En esta fase el sistema de satélite está ya lo bastante definido para disponer de información técnica que permita proporcionar los datos requeridos en el apéndice 4 al Reglamento de Radiocomunicaciones. Ello comprende la especificación de la posición orbital y de la frecuencia y, aunque el diseño teórico haya concluido, la realización no ha comenzado todavía.
- b) Realización. Típicamente, la realización de un sistema de satélite puede exigir varios años y comprende la construcción del satélite hasta el lanzamiento, pero con exclusión de éste. Además, durante ese tiempo se diseñan y construyen estaciones terrenas y el sistema habrá obtenido un reconocimiento normativo. Cabe que, según el progreso del programa de realización, haya ocasión de introducir modificaciones de diseño para dar cabida a la distribución de las cargas. Deberán conocerse ya los datos sobre el sistema exigidos en el apéndice 3.
- c) Explotación. En esta fase, el sistema de satélite ha sido construido, lanzado y está funcionando desde una posición orbital concreta con su segmento terreno asociado. Una gran parte de las características del sistema son fijas, aunque puede haber cierta flexibilidad inherente para, por ejemplo, la modificación de puntería, el ajuste de la ganancia de los transpondedores, la planificación de las frecuencias portadoras, etc.
- d) Sistema de satélite de segunda generación. Es probable que, al final del periodo de vida útil de un satélite de comunicaciones, típicamente diez años, se le sustituya porque para entonces habrá toda una serie de estaciones terrenas usuarias. Por lo tanto, hay diversos parámetros de transmisión que será preciso retener para preservar la continuidad del servicio. Por otra parte, existe la oportunidad de practicar modificaciones de diseño que puedan facilitar la distribución de las cargas. Un satélite de segunda generación tiene pues características de cada una de las tres fases anteriores.

3.4.3.5.3.3 Pueden definirse exigencias técnicas y de explotación, tales como reubicación de satélites, aumento de la interferencia, características de los lóbulos laterales de las antenas de la estación terrena y del satélite y planificación del tráfico.

3.4.3.5.3.4 Puede llegarse a la conclusión de que el valor potencial del proceso de armonización podría evaluarse mejor si se estudiase con más detalle este concepto de distribución de las cargas para determinar el alcance de los reajustes (cargas) de los parámetros realizables en un periodo de tiempo. Se recomienda, por tanto, incluir el concepto de distribución equitativa de las cargas en los estudios que se realicen durante el periodo entre reuniones.

### 3.4.4 Criterios y parámetros para la planificación del servicio fijo por satélite

#### 3.4.4.1 Parámetros generalizados

##### 3.4.4.1.1 Introducción

En varias proposiciones se habla de utilizar parámetros generalizados para la gestión del recurso órbita/espectro. Esto, al mismo tiempo que proporcionaría un máximo de flexibilidad a los usuarios para la satisfacción de sus necesidades, permitiría controlar la interacción entre redes. Se han formulado también proposiciones concretas sobre determinados juegos de tales parámetros para la consecución de ese objetivo.

Los parámetros generalizados pueden emplearse para diversos fines:

- a) proporcionar directrices para el diseño de redes que, además de contener los elementos necesarios para obtener cierto nivel de eficacia en la utilización de la órbita, conservan un margen de flexibilidad para el diseño de las redes;
- b) establecer condiciones de umbral para identificar la necesidad de coordinación;
- c) activar la resolución de algunos problemas sin necesidad de entrar en un examen detallado durante el proceso de coordinación.

En el pasado, se han utilizado determinados parámetros generalizados para aplicaciones muy específicas: por ejemplo,  $\Delta T/T$  para el umbral de coordinación. Otros han sido estudiados con miras a mejorar la eficacia de la utilización de la órbita mediante la imposición de limitaciones: por ejemplo, los parámetros ABCD. Se pueden elaborar -y se han elaborado- otros más para aplicaciones particulares, que comprenden entre otras, la separación orbital característica (SOC), el aislamiento y las variantes de los parámetros ABCD.

Aunque existen varias posibilidades, debe señalarse que todas derivan de las mismas relaciones básicas de interferencia entre las características de los sistemas. En su forma más sencilla, cada término de interferencia se compone de la relación entre las densidades de p.i.r.e. de la portadora interferente y de la portadora deseada, reducida por la discriminación de las antenas de la estación terrena y de la estación espacial, sin que los niveles absolutos de la p.i.r.e. influyan en el nivel de la interferencia. Para reducir la interferencia al mínimo, es preciso maximizar la discriminación total.

Existen ejemplos de la aplicación de parámetros generalizados, aunque no necesariamente para los fines aquí contemplados. Suelen estar contenidos en Recomendaciones del CCIR y en artículos del Reglamento de Radiocomunicaciones. Por lo general, los parámetros definen uno o más aspectos del medio de interferencia, resultante de la utilización simultánea de las mismas frecuencias por sistemas del mismo servicio o servicios diferentes. Entre los particulares, figuran la densidad de flujo de potencia (dfp), la densidad de la p.i.r.e. y términos que establecen la susceptibilidad a la interferencia de los sistemas.

Un aspecto importante que hay que tomar en cuenta al considerar el empleo de esos parámetros es el relacionado con los objetivos del apartado a) anterior. Es posible mejorar o reevaluar con el tiempo un juego dado de parámetros para lograr una mayor utilización de la órbita, y poder satisfacer así una demanda creciente. Esas mejoras pueden basarse en una tecnología específica que afecte sólo a un parámetro, o, de manera más general, pueden basarse en una necesidad de obtener una mejor utilización global de la órbita, condición que puede ser esencial para poder acomodar en el futuro nuevas redes. Es probable que esas mejoras entrañen limitaciones suplementarias.

#### 3.4.4.1.2 Características de los parámetros generalizados

##### 3.4.4.1.2.1 Parámetros A, B, C y D

El estudio de este juego de parámetros se inició en 1977 en el Grupo Interino de Trabajo 4/1 del CCIR.

Los parámetros, definidos en el Informe 453 del CCIR, son los siguientes:

- Parámetro A: Máxima p.i.r.e. del enlace descendente por unidad de anchura de banda en la dirección de la órbita de los satélites geoestacionarios radiada en una dirección que forma un ángulo con el eje del haz principal de la antena de estación terrena.
- Parámetro B: Sensibilidad de enlace ascendente, definida como la mínima densidad de flujo de potencia (dfp) espectral interferente en la órbita de los satélites geoestacionarios que corresponde al valor máximo recomendado de interferencia de una sola fuente en un canal.
- Parámetro C: Máxima dfp espectral producida en la superficie de la Tierra por las transmisiones de satélite.
- Parámetro D: Sensibilidad de enlace descendente, definida como la mínima dfp espectral interferente en la superficie de la Tierra que llega con un ángulo  $\theta$  con respecto a la dirección de la señal deseada, que corresponde al máximo valor recomendado de interferencia de una sola fuente en un canal.

Los intentos de definir valores prescritos no han resultado muy felices, principalmente a causa de las limitaciones que había que introducir en los sistemas, por lo que, en los últimos años, se ha abandonado prácticamente el estudio detallado de la cuestión.

Una observación general que se hace sobre los parámetros ABCD, como se definen en el Informe 453, es que no son lo suficientemente precisos para caracterizar la interferencia real, requiriendo ciertos supuestos en relación con cada una de las características de transmisión. En particular, A y C caracterizan la interferencia potencial de las transmisiones únicamente por la densidad espectral más alta en una anchura de banda relativamente estrecha, mientras que B y D reflejan sólo las características del sistema receptor, pero no las características específicas de cada portadora.

El parámetro A se limita actualmente en la banda de 6 GHz por la Recomendación 524 del CCIR, en tanto que el parámetro C está limitado en varias bandas de frecuencias por el artículo 28 del Reglamento de Radiocomunicaciones. Con estos condicionamientos, la combinación de los parámetros A y B dará un valor para la separación de los satélites, en tanto que la combinación de los parámetros C y D dará un valor diferente, a menos que se haya optado expresamente por obtener el mismo resultado. Ambos pares dependen del supuesto de un valor de  $\Delta T/T$  determinada para el enlace ascendente, en el caso de A y B y para el enlace descendente en el de C y D. Ello permite obtener un grado de perfeccionamiento imposible de conseguir con el concepto actual  $\Delta T/T$ , pero exige el conocimiento de las contribuciones del enlace ascendente y del descendente a la interferencia.

#### 3.4.4.1.2.2 Variaciones del método ABCD

Una variación determinada del método ABCD obliga a modificar los parámetros B y C, de suerte que reflejen su incidencia en el medio ambiente exterior a la cobertura deseada, pero manteniendo A y D en su forma habitual. Los parámetros se definen del siguiente modo:

- A( $\theta$ ) - potencia máxima admisible radiada por la estación terrena en la banda de frecuencias en cuestión, calculada en función del ángulo  $\theta$  con la dirección de radiación máxima;
- B( $\beta$ ) - densidad de flujo de potencia admisible que pueden crear en el emplazamiento del satélite útil las señales interferentes de otros sistemas de comunicación por satélite que llegan con el ángulo  $\beta$  respecto del eje de la antena de recepción del satélite útil, parámetro éste que caracteriza la sensibilidad a la interferencia del receptor a bordo;
- C( $\beta$ ) - densidad de flujo de potencia máxima admisible que crea en la superficie de la Tierra la radiación del satélite, calculada en función del ángulo  $\beta$  con la dirección de radiación máxima;
- D( $\theta$ ) - densidad de flujo de potencia admisible que pueden crear en la superficie de la Tierra las señales interferentes de otros sistemas de satélite que llegan con el ángulo  $\theta$  respecto de la dirección de la señal útil, parámetro éste que caracteriza la sensibilidad de la estación terrena de recepción a la interferencia.

Esta variante parece remediar, en parte, algunas de las deficiencias percibidas en la serie original ABCD, pero requiere estudio adicional. La capacidad para establecer valores realistas para B y C en esa variación depende también de la definición adecuada de las características de la antena del vehículo espacial.

Una segunda variación presentada es casi idéntica a la anterior, salvo que B\* y D\* no guardan relación con el criterio de una sola fuente de interferencia, sino con el nivel de interferencia global. Con ello se contempla una situación de congestión orbital, en la que todos los sistemas se encuentran ya, o casi, en el límite global, y en ese momento el criterio de una sola fuente tiene escasa significación. Este juego requeriría también la definición de la unidad de anchura de banda adecuada utilizable, unidad que, probablemente, diferiría de la utilizada con los parámetros ABCD originales. Los parámetros de esta serie se definen del siguiente modo:

$A_i^*(\theta)$  - p.i.r.e. máxima fuera del eje del trayecto ascendente (para una cierta anchura de banda) en la dirección de la órbita geostacionaria radiada en el ángulo  $\theta$  respecto al eje del haz principal. Las fórmulas pueden ser dadas por lo que sigue.

$$A_i^*(\theta) = P_{ei} G_{ti}(\theta)$$

$$\theta \geq 1^\circ$$

Será necesario añadir otro factor a esta fórmula para tomar en cuenta el tamaño de la zona de servicio. Este problema requiere estudio adicional.

$B_i^*$  - Máxima potencia admisible de interferencia total (medida en la anchura de banda definida) a la salida de la antena receptora  $i$  de satélite utilizando el diagrama de referencia de lóbulos laterales de referencia.

$C_i^*(\phi)$  - Máxima p.i.r.e. fuera del eje en el trayecto descendente (para una cierta anchura de banda) en la dirección de la superficie de la Tierra, radiada en un ángulo  $\phi$  con el eje del haz principal. La fórmula puede expresarse como sigue:

$$C_i^*(\phi) = P_{si} g_{ti}(\phi)$$

en donde  $\phi$  se mide radialmente hacia afuera desde el borde de la zona de servicio.

$D_i^*$  - Máxima potencia admisible de interferencia total (medida en la anchura de banda definida) a la salida de la antena  $i$  de estación terrena utilizando el diagrama de referencia de lóbulos laterales de referencia.

La aplicación en esta situación particular se basa en un cálculo simplificado de la C/I global que habría que emplear para apoyar un ejercicio de planificación mediante la especificación de límites que tengan en cuenta la cobertura y varios parámetros de referencia. Se sugiere también que, en un medio evolutivo, los valores de A\*, B\*, C\* y D\* serían los utilizados por los sistemas existentes y se utilizarían para optimizar las ubicaciones de los satélites.

Como en el caso general ABCD, hay cierto número de limitaciones, y, para cada una de las variantes, existen posibilidades de introducir determinadas restricciones. Para fines de planificación, puede prepararse otra serie de parámetros generalizados que tal vez resultara más satisfactoria, según el método de planificación elegido.

#### 3.4.4.1.2.3 Aislamiento

El aislamiento entre dos redes puede definirse como la C/I requerida para la protección normalizada con respecto a la relación necesaria de las densidades portadora/ruido ( $C/N_0$ ) de dos transmisiones. Deriva de los parámetros de red de una condición de referencia de redes con igual cobertura, que se utiliza con la intención de establecer un alto nivel de utilización eficaz de la órbita. Resulta un concepto de separación equivalente de satélites, que proporciona una red con igual protección frente a la interferencia para su separación real que si estuviera en plena conformidad con la condición de referencia de redes de igual cobertura. La eficacia esperada o necesaria puede identificarse con todos los parámetros de la red que producen este límite. La presentación se hace en una forma que separa los elementos que pueden normalizarse fácilmente de los que no pueden normalizarse.

A este respecto, se considera que el concepto de aislamiento constituye una medida precisa de la interferencia real entre pares de portadoras, y puede utilizarse cuando no se conozcan más que las principales características de diseño de la red. En consecuencia, su empleo general como criterio produciría sistemas suficientemente compatibles para lograr el éxito en la coordinación. En este sentido, el aislamiento constituye también un umbral realista para el establecimiento de necesidades de la coordinación propiamente dicha.

Existiría la necesidad de establecer la relación entre el aislamiento y la C/I a efectos de coordinación.

#### 3.4.4.1.2.4 Separación orbital característica

La "separación orbital característica (SOC)" de una red se define como la separación mínima requerida entre una serie hipotética de satélites idénticos que sirven a una zona de servicio dado, suponiendo que los satélites se hallan igualmente separados a través del arco visible.

El procedimiento consistiría en seleccionar un valor de SOC que, a su vez, reflejara las características técnicas del conjunto de los parámetros de interferencia. Por el contrario, podrían seleccionarse varios parámetros, como la C/I o los diagramas de antena, y la SOC utilizable así definida.

En la práctica, la separación verdadera sería la SOC reducida por la discriminación de la antena de satélite que pudiera obtenerse. El factor de reducción es muy fácil de derivar cuando las densidades de la p.i.r.e. fuera del eje de la estación terrena y la estación espacial (parámetros A y C de ABCD) son de tipo normalizado o están limitadas a una distancia corta.

Otro aspecto consiste en comprobar la interferencia global añadiendo solamente dos ángulos de separación en los casos nominales.

En esencia, la SOC es una propiedad de una red dada. Es aplicable existan o no en una práctica más de un satélite que sirva a determinada zona de servicio, y puede cuantificarse fácilmente, sin necesidad de un examen detallado de los parámetros técnicos de los tipos de tráfico utilizados, de las normas de interferencia, etc. Por su naturaleza cuantificable, puede normalizarse fácilmente, y utilizarse como base para definir equitativamente cualquier sistema de compartición del recurso espectro/órbita.

#### 3.4.4.1.3 Observaciones

Se han examinado cierto número de posibilidades interesantes, y a continuación se formulan algunas observaciones sobre las mismas:

- a) los parámetros generalizados pueden ser útiles para la gestión técnica de la OSG, independientemente de los criterios específicos de planificación que se adopten, y proporcionar cierto grado de posibilidad;
- b) también pueden ser útiles para establecer umbrales de coordinación y para resolver algunos problemas de coordinación. Cuando se considera la utilización con tal fin, debe prestarse especial atención al evaluar el ruido del enlace del satélite en su conjunto;
- c) todos los criterios examinados parecen producir restricciones, aunque éstas se aplican a los parámetros generales, constituidos por parámetros específicos. Por consiguiente, puede lograrse cierto grado de variación para cada uno de los parámetros que constituyen los parámetros generales;
- d) un aspecto particularmente preocupante fue el de los parámetros que pueden depender de la práctica corriente en los sistemas operacionales, pues es probable que se traduzcan en una amplia gama de valores que hayan de acomodarse;
- e) no es posible, de momento, determinar hasta qué punto los distintos criterios identificados permitirían alcanzar los objetivos enunciados, por lo que será preciso estudiar cada uno de ellos en el periodo entre reuniones.

#### 3.4.4.2 Antenas de estación terrena

El diagrama de radiación de los lóbulos laterales de la antena de estación terrena, en especial en los primeros  $10^\circ$  a partir del eje principal y en dirección de la OSG, es uno de los factores más importantes para determinar la interferencia entre sistemas que utilizan satélites geoestacionarios. Una disminución de los niveles de la ganancia de los lóbulos laterales reducirá la separación orbital mínima requerida entre satélites y aumentará significativamente la eficacia de la utilización de la órbita.

Se están efectuando mejoras técnicas del diseño de esas antenas, que reducen los niveles de la ganancia de lóbulos laterales. La definición por el CCIR de objetivos de calidad de funcionamiento recomendados para las nuevas antenas conducirá a perfeccionamientos adicionales. Con el tiempo descenderá el costo de las antenas de alto rendimiento y su uso llegará a ser más general. Sin embargo, el costo de las antenas de estación terrena es un elemento principal de los aspectos económicos de redes que utilizan gran número de antenas de pequeño diámetro, con baja densidad de tráfico, sobre todo en territorios dispersos y en presencia de centros de población también dispersos. Esas situaciones son típicas de las redes de países en desarrollo e importa que quede disponible la oportunidad de utilizar en tales redes, antenas de tecnología madura y probada y de bajo coste unitario.

Debe partirse del siguiente diagrama de radiación de la antena de estación terrena, para determinar los criterios generalizados de calidad de funcionamiento que han de cumplirse durante el primer periodo de planificación.

- a) en las bandas de frecuencias y los arcos orbitales en los que se reconocen las necesidades especiales de los países en desarrollo, la ganancia de las crestas de lóbulos laterales, en un ángulo  $\varphi$  respecto a la dirección del eje de puntería no pasará de:

$$32 - 25 \log \varphi \text{ (dBi)} \quad \text{si } 1^\circ < \varphi \leq 48^\circ$$

y

$$-10 \text{ (dBi)} \quad \text{si } \varphi > 48^\circ$$

si el diámetro del reflector principal es superior a 100 veces la longitud de onda. En el caso de las antenas más pequeñas, la calidad de funcionamiento debe vincularse a la relación diámetro/longitud de onda,  $D/\lambda$ , de modo que la ganancia de las crestas de los lóbulos laterales no exceda de:

$$52 - 10 \log D/\lambda - 25 \log \varphi \text{ (dBi)} \quad \text{si } \frac{100 \lambda^\circ}{D} < \varphi \leq 48^\circ$$

y

$$10 - 10 \log D/\lambda \text{ (dBi)} \quad \text{si } \varphi > 48^\circ$$

- b) en otras bandas de frecuencias y arcos orbitales, se aplicará una norma más estricta dentro del ángulo sólido cuando la radiación no deseada ejerce el efecto más intenso sobre otras redes. Para antenas cuya  $D/\lambda$  excede de 150, deberá suponerse que la ganancia del 90% de las crestas de los lóbulos laterales dentro de  $3^\circ$  de la órbita geoestacionaria y para la cual  $1^\circ < \varphi < 20^\circ$ , no excederá de:

$$29 - 25 \log \varphi \quad \text{dBi}$$

Deben aplicarse las notas sobre la interpretación del "90% de las crestas de lóbulo lateral" de la Recomendación 580 del CCIR. En otras direcciones, se adoptarán también las hipótesis indicadas en a). En los estudios que se realicen en el periodo entre reuniones habrá que determinar la calidad de funcionamiento que ha de suponerse para antenas cuya  $\lambda$  es inferior a 150.

Es de esperar que muchas antenas existentes de estación terrena no alcanzarán la norma señalada en el anterior párrafo b). Sin embargo, es de prever que los criterios de calidad de funcionamiento generalizados que han de elaborarse para la planificación permitirán una considerable flexibilidad en la forma de satisfacerlos, permitiendo que tales antenas permanezcan en servicio. Este elemento ha de verificarse cuando los criterios estén en estudio.

De vez en cuando, en momentos que pueden relacionarse con las asambleas plenarias del CCIR, los supuestos de la ganancia de lóbulos laterales utilizados para la determinación de los criterios de planificación deberán revisarse teniendo en cuenta las Recomendaciones del CCIR que entonces estén vigentes y el costo del equipo. Los procedimientos para aplicar estas revisiones deberán incluirse en la estructura del método de planificación aceptado.

#### 3.4.4.3 Características de radiación de la antena de satélite y precisión de puntería de los haces de satélite

Una antena ideal de satélite debería tener las siguientes características de radiación:

- la ganancia es uniforme (o sigue en forma controlada alguna otra característica elegida) hacia todas las partes de la zona de servicio, con una extensión más allá de los límites de la zona de servicio que permite errores de puntería del haz situados dentro de las restricciones impuestas por el artículo 29 del Reglamento de Radiocomunicaciones;
- esa ganancia en el haz se mantiene más allá de la zona de servicio y del margen requerido para los errores de puntería del haz en la cuantía necesaria para proporcionar un arco de servicio suficientemente amplio en aquellos servicios en los que sea aplicable el concepto de arco de servicio;
- más allá de esos límites, la ganancia disminuye rápidamente con el aumento del ángulo fuera del eje hasta alcanzar un valor bajo fuera del haz principal, que permanece bajo en todas las demás direcciones que interceptan la Tierra.

Las antenas de satélite con haces especialmente conformados facilitan la supresión del desbordamiento (transmisión) fuera de la zona a la que se trata que sirva el haz, y la sensibilidad (recepción) a las transmisiones procedentes del exterior de la zona a la que se trata que sirva el haz, permitiendo al mismo tiempo la cobertura eficaz de la zona deseada.

Las técnicas de conformación de haces proporcionan también el medio de controlar la distribución de la ganancia dentro del haz. Esa característica puede ser útil en los territorios dispersos, en donde tal vez sea conveniente distribuir más ganancia a las partes más pobladas de la zona de servicio y menos ganancia a las otras partes de esa zona, en donde la amplitud del uso será pequeña.

Los haces conformados pueden generarse controlando la distribución de fase y amplitud sobre la apertura, con arreglo a la forma de la zona de cobertura. Para ello, se han desarrollado los dos métodos siguientes:

- conformación de la superficie de reflectores con arreglo a los contornos de la cobertura del haz;
- control de la amplitud y la fase de los diagramas de iluminación a través de la apertura, alimentados por bocinas múltiples, a fin de adaptarse a los contornos de la cobertura del haz.

El primer método es más sencillo debido a la composición del conjunto de alimentación. Sin embargo, la forma del diagrama no puede modificarse cuando el satélite está en la órbita. El segundo método, que es una aplicación del de antenas de haces múltiples, tiene la ventaja de disponer de una capacidad de conformación del haz mayor y de permitir la reconformación del haz mediante control desde tierra.

Las antenas de haces conformados ofrecen la posibilidad de mejorar el control de los lóbulos laterales, en particular cuando la zona de cobertura es bastante amplia, mejorando así la posibilidad de la reutilización de las frecuencias entre zonas de cobertura que están cercanas entre sí.

Ahora bien, conviene señalar que la discriminación más allá del límite de la zona de cobertura es una función de las dimensiones de la antena del satélite; en este caso, pueden influir las limitaciones del vehículo de lanzamiento. Mediciones efectuadas en antenas disponibles de haz conformado muestran que se obtiene una discriminación razonable en aquellas direcciones consideradas específicamente en la fase de diseño. Los diagramas de radiación de las antenas de haz conformado y también de las antenas de haz elíptico se hallan actualmente en estudio en el CCIR, con objeto de recomendar diagramas de radiación de referencia.

No podrán obtenerse plenamente las ventajas de reutilización de las frecuencias si el control de la posición del haz de los satélites es inadecuado. En el artículo 29 del Reglamento de Radiocomunicaciones se requiere que la puntería del haz se mantenga dentro del 10% de la abertura del haz para potencia mitad, dentro de  $0,3^\circ$  de la dirección nominal, debiendo tomarse el valor que resulte mayor.

Tal vez sea necesario limitar la ganancia de las antenas de los satélites geoestacionarios en la dirección de otros satélites geoestacionarios cuando esas antenas se utilicen en bandas de frecuencias atribuidas a la explotación de ambos enlaces ascendentes y descendentes.

En el caso de redes cuyos haces elípticos están estrechamente adaptados a la zona de servicio, a reserva de un tamaño de haz mínimo relacionado con la capacidad de los vehículos propulsores para lanzar reflectores de antena sólida, puede lograrse una eficacia aceptable de la utilización del recurso órbita/espectro con estas antenas a un costo menor que con los haces conformados. En estos casos deberá suponerse que se utilizarán haces elípticos en un futuro previsible. Sin embargo, los haces conformados con buena supresión de lóbulos laterales fuera de la zona de cobertura serán ventajosos en ciertas circunstancias, en particular cuando la zona de servicio es extensa, y debe fomentarse su uso.

Se necesitan estudios entre reuniones para determinar los criterios necesarios para los haces de satélite, incluidos:

- a) los diagramas de radiación de referencia para haces elípticos y conformados,
- b) un tamaño de haz requerido mínimo adecuado, en función de la frecuencia,

y estudiar si

- c) son deseables limitaciones de puntería del haz más estrictas que las fijadas en el artículo 29 del Reglamento de Radiocomunicaciones,
- d) deben aplicarse límites a la ganancia de lóbulos laterales de la antena de satélite en dirección de los satélites vecinos en las bandas de frecuencias utilizadas en las dos direcciones de transmisión.

#### 3.4.4.4 Mantenimiento en posición de los satélites

Las fuerzas naturales originan tres perturbaciones principales de la órbita de los satélites geoestacionarios. Con relación a una estación terrena, los efectos aparentes de tales perturbaciones son los siguientes:

- a) se produce un movimiento este-oeste de larga duración debido a errores en el periodo orbital;
- b) se produce un movimiento diario norte-sur, que tiene también un pequeño componente este-oeste, debido a la inclinación de la órbita;
- c) se producen movimientos diarios con un componente este-oeste y otro componente que implica un movimiento de acercamiento y alejamiento de la Tierra debido a la elipticidad de la órbita.

El artículo 29 del Reglamento de Radiocomunicaciones establece límites para los movimientos este-oeste con el fin de mantener la utilización eficaz de la órbita. En el futuro, la mayoría de los satélites SFS deberán mantenerse en posición dentro de  $\pm 0,1^\circ$  con relación a su posición nominal en el plano este-oeste. Algunos satélites en servicio se controlan ya dentro de  $\pm 0,05^\circ$ . El mantenimiento en posición preciso resultará beneficioso para el sistema.

Actualmente no existe ninguna limitación reglamentaria del movimiento de los satélites en dirección norte-sur pero muchos de los satélites en explotación están en la práctica controlados en dirección norte-sur dentro de límites similares a las tolerancias este-oeste. Sin embargo, el costo que una limitación reglamentaria supondría para los sistemas, en términos de combustible para motores, podría ser importante y en algunos casos podría llevar a la necesidad de retirar un satélite del servicio antes del término de su vida útil prevista. No es evidente por el momento la necesidad de reglamentar esta cuestión que, sin embargo, convendría continuar estudiándola.

Tampoco existe una disposición reglamentaria que limite la elipticidad de las órbitas, salvo la limitación del componente este-oeste del movimiento diario prevista en el artículo 29 del Reglamento de Radiocomunicaciones. No obstante es posible que el movimiento relativo, debido a la elipticidad orbital, de los satélites adyacentes en la órbita impida la explotación en banda inversa. El CCIR no ha estudiado esta cuestión hasta la fecha. Sería conveniente estudiar entre las reuniones la posible necesidad de aplicar limitaciones reglamentarias a la elipticidad orbital en las bandas de frecuencias en que se aplica la explotación en banda inversa.

#### 3.4.5 Criterios de compartición entre servicios para las bandas del SFS que deben planificarse

En vista de la decisión de esta reunión de seleccionar sólo las bandas del SFS identificadas en el punto 3.1 del presente Informe a efectos de planificación en la Segunda Reunión, se proporciona la siguiente información, tanto para orientar los estudios que deben realizarse en el periodo entre reuniones, como para facilitar los trabajos de la Segunda Reunión.

##### 3.4.5.1 Principios aplicables a la compartición entre servicios

Tal como se indica en el punto 5.2 del presente Informe, se han elaborado los siguientes principios para la compartición entre servicios

- a) Los servicios, espaciales o terrenales, con atribuciones a título primario en una banda concreta tienen igual derecho a la utilización del espectro. Se han de tener en cuenta las necesidades de ambos servicios cuando se planifique un servicio espacial, sin modificar su régimen de compartición, independientemente del método o criterio de planificación utilizado, teniendo en cuenta el artículo 8 del Reglamento de Radiocomunicaciones en lo que se refiere a bandas específicas.
- b) Para que prosiga el desarrollo de los servicios terrenales en las bandas compartidas, como corolario o consecuencia del principio enunciado en el punto anterior, no se deben incluir estaciones terrenas en la planificación de las bandas compartidas a título primario con los servicios terrenales.

##### 3.4.5.2 Compartición en las bandas de 6/4 GHz

Los criterios de compartición existentes para el SFS en las bandas 4 y 6 GHz incluyen los límites de la dfp establecidos en los números 2565 - 2568 del Reglamento de Radiocomunicaciones, las limitaciones relativas a la puntería de las antenas en el servicio fijo en la órbita o sus proximidades que figuran en los números 2502 - 2547, y algunas otras disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones.

Estos criterios, que han permitido una amplia compartición entre los servicios fijo, móvil (excepto móvil aeronáutico) y fijo por satélite durante muchos años, se estiman adecuados para permitir que prosiga la compartición en las bandas de 4 y 6 GHz tal y como se indica en las disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones mencionadas anteriormente. Estas conclusiones son válidas independientemente del método de planificación que se emplee, a menos que el método de planificación viole el principio descrito en el punto 3.4.5.1 especificando ubicaciones nominales de las estaciones terrenas.

### 3.4.5.3 Compartición en la banda 14/11-12 GHz

Los criterios de compartición para las bandas 11 - 12 y 14 GHz incluyen los límites de dfp establecidos en los números 2572 - 2576 del Reglamento de Radiocomunicaciones, y las limitaciones relativas a la puntería de las antenas en el servicio fijo en la órbita o sus proximidades que figuran en los números 2502 - 2547, y algunas otras disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones.

Estos criterios, que han permitido el desarrollo de la compartición entre los servicios fijo, móvil (excepto móvil aeronáutico) y fijo por satélite en los años recientes, se estiman adecuados para permitir que prosiga la compartición en estas bandas. Esta conclusión es válida, independientemente del método que se emplee, a menos que el método de planificación viole el principio del punto 3.4.5.1 al especificar ubicaciones nominales de estaciones terrenas.

### 3.4.5.4 Compartición con los sistemas digitales terrenales

Debe señalarse que los criterios de compartición relativos a las bandas por debajo de 15 GHz se establecen generalmente para los sistemas terrenales con modulación analógica y que será preciso elaborar parámetros para los sistemas digitales.

### 3.4.5.5 Consideraciones de compartición relativas a la planificación con funcionamiento en banda inversa

La planificación de bandas compartidas por servicios espaciales que funcionan en direcciones de transmisión diferentes (es decir, explotación en banda inversa) es muy posible que imponga limitaciones adicionales a ambos servicios, sobre todo cuando un servicio fijo terrenal sea también servicio primario en esas bandas.

Quizá sea posible, en algunos entornos operacionales, aumentar la utilización global de algunas bandas compartidas SFS/SF gracias a la explotación en banda inversa (EBI) sin que ello influya demasiado en los servicios terrenales o reduzca considerablemente la capacidad en la explotación sin inversión de bandas, si se pueden confirmar las indicaciones iniciales de que la geometría favorable asociada a grandes ángulos de elevación (por encima de 40° propuesta por una administración) reduce considerablemente las limitaciones esbozadas anteriormente. Se recomienda que se realicen esos estudios durante el periodo entre las dos reuniones. Sin embargo, convendría, en particular al considerar la EBI en 4 y 6 GHz, limitar la densidad de flujo de potencia del satélite y exigir una discriminación adecuada de la antena de satélite hacia el limbo de la Tierra teniendo en cuenta las estaciones terrenales existentes (tanto si se emplean técnicas analógicas como digitales). Los límites de la densidad de flujo de potencia y la discriminación de la antena de satélite necesaria deberán determinarse también durante el periodo entre las dos reuniones.

ANEXO 1 AL CAPITULO 3

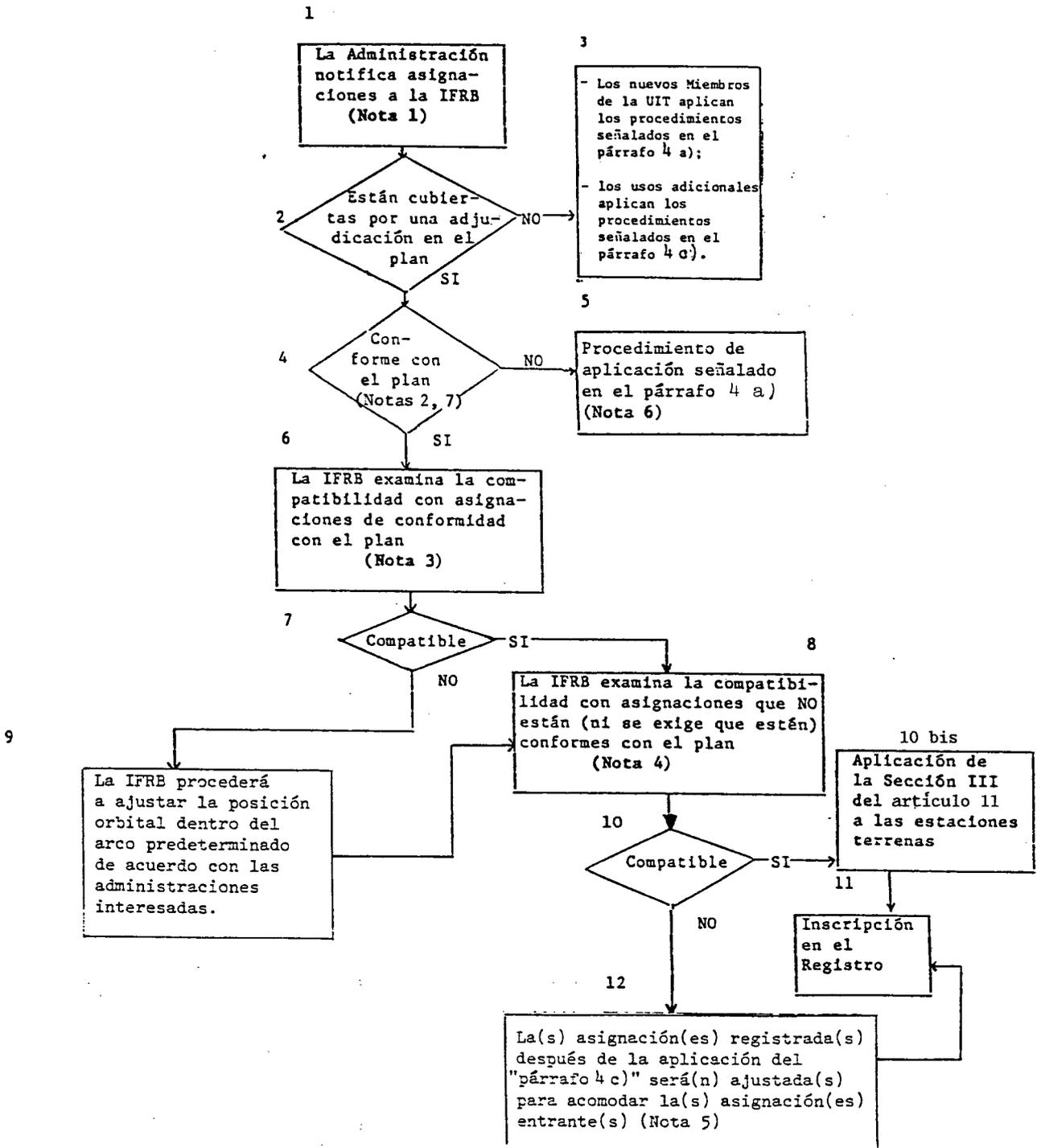
**Directrices para los procedimientos reglamentarios asociados  
con el método de planificación**

1. En este texto se identifican los procedimientos que deben aplicarse al método de señalización.
2. Debe examinarse durante el periodo entre reuniones y en la Segunda Reunión la posibilidad de reducir el número de procedimientos y simplificarlos a fin de reducir la carga de trabajo de las administraciones y de la IFRB.
3. Los procedimientos deberán prever la posibilidad de que las administraciones soliciten ayuda a la IFRB en las diferentes etapas de los procedimientos arriba señalados.
4. Directrices para los procedimientos reglamentarios correspondientes al Plan de adjudicación
  - a) Un procedimiento para las modificaciones del Plan de adjudicaciones que deben aplicar las administraciones que tengan la intención de modificar sus adjudicaciones en el Plan o los nuevos Miembros de la UIT, candidatos a una adjudicación en el Plan;
  - b) un procedimiento para la ejecución del Plan que deben aplicar las administraciones que tengan la intención de utilizar asignaciones conformes con una adjudicación en el Plan, es decir convertir una adjudicación en asignaciones. Este procedimiento se examinó durante la Primera Reunión y se describe en el organigrama incluido en el adjunto apéndice;
  - c) un procedimiento aplicable a otros usuarios del servicio fijo por satélite en las bandas cubiertas por el Plan de adjudicaciones.
5. Directrices para mejorar los procedimientos aplicables a las partes de las bandas planificadas no incluidas en el Plan de adjudicación

En el punto 3.3.5 y en el apéndice al presente anexo se describen un enfoque posible y algunos procedimientos reglamentarios.

APENDICE AL ANEXO 1 DEL CAPITULO 3

Posible procedimiento para convertir una adjudicación en una asignación



Notas al ordinograma

Nota 1 - Esta información se presentará (en un periodo que se determinará en la Segunda Reunión) antes de la fecha en la que la asignación ha de ponerse en servicio, de forma que pueda completarse el procedimiento de coordinación.

Nota 2 - Debe señalarse que el plan se atenderá probablemente a los límites de densidad de flujo de potencia prescritos en el Reglamento de Radiocomunicaciones y, por tanto, ofrecerá a los servicios terrenales protección adecuada frente a las transmisiones de estaciones espaciales. La relación entre estaciones terrenales y estaciones terrenales es asunto que puede tratarse por los actuales procedimientos de coordinación contenidos en las Secciones III y IV del artículo 11 cuando deba ponerse en práctica una adjudicación.

Nota 3 - Este examen se hace con respecto a cualesquiera asignaciones cuyas características estén conformes con el Plan y se hayan notificado a la IFRB.

Nota 4 - Este examen se hace con respecto a asignaciones denominadas "usos adicionales".

Nota 5 - Esto significa que las asignaciones notificadas de conformidad con el Plan tendrán protección preferente con respecto a las "asignaciones adicionales". La protección de las "asignaciones adicionales" entre sí será determinada por sus respectivas fechas de recepción o, en su caso, por la fecha de su inscripción en el Registro.

Nota 6 - Si un grupo de administraciones decide combinar todas o parte de sus adjudicaciones con el fin de proporcionar un servicio subregional, aplicará al efecto el procedimiento de modificación del Plan señalado en el párrafo 4 a) de manera que la utilización subregional forme parte del Plan y se proteja como tal.

Nota 7 - La Segunda Reunión deberá examinar la forma en que deben tratarse los siguientes casos:

- asignaciones que sobrepasan la anchura de banda inscrita en la adjudicación
- asignaciones con una zona de servicio superior a la del Plan.

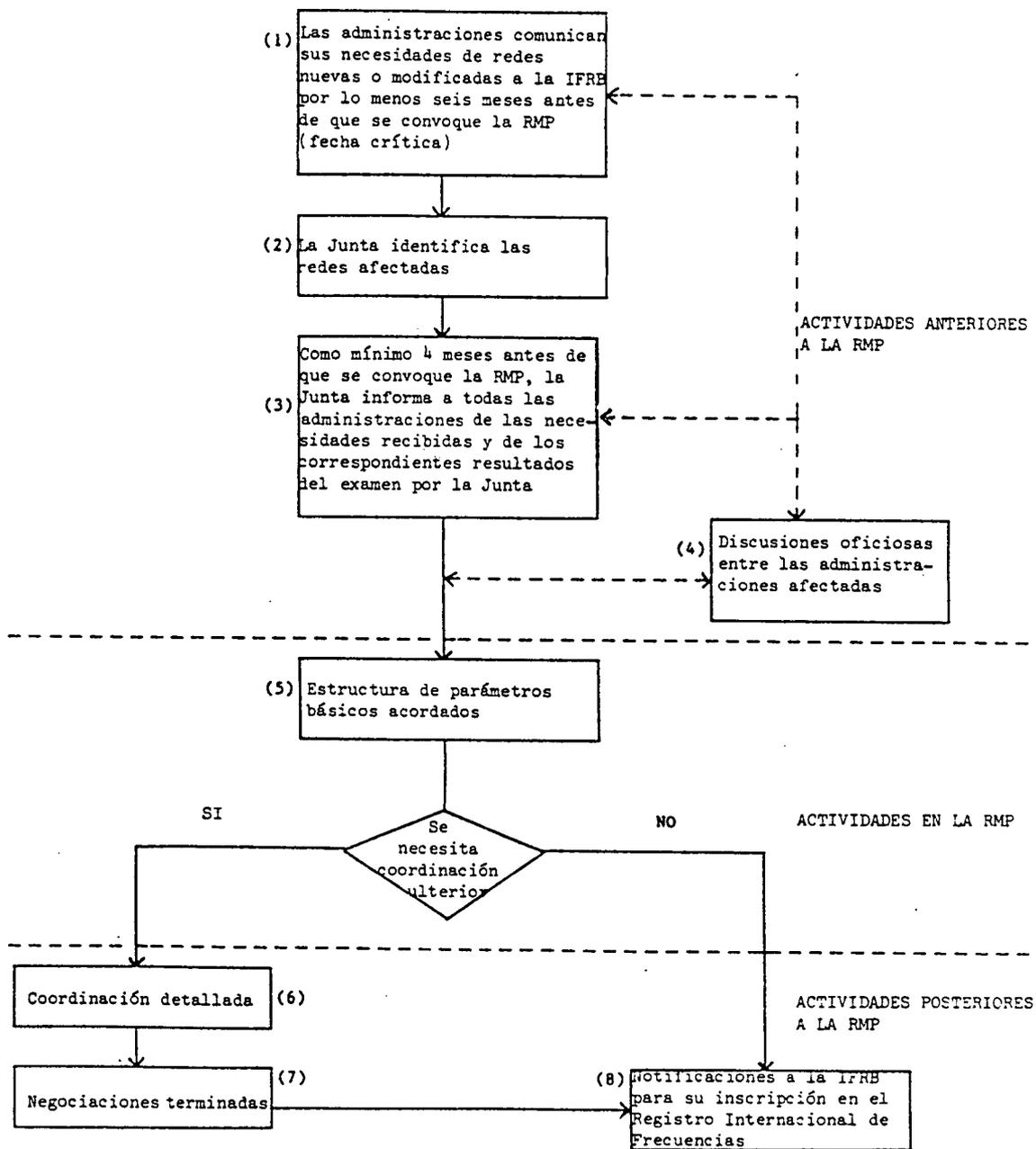
ANEXO 2 AL CAPITULO 3

**Posible enfoque de los procedimientos mejorados**

En este anexo se describe en forma de ordinograma un método que puede aplicarse a las bandas planificadas del SFS que no están sujetas a un plan de adjudicaciones. Este método es el método de las Reuniones Multilaterales de Planificación (RMP).

ORDINOGRAMA

(Véanse las notas explicativas en las páginas siguientes)



## Notas explicativas

### Casilla 1

1. Los datos que han de enviarse a la IFRB permitirán la identificación de las redes afectadas. Además, los datos deben ser al menos suficientes para que la RMP pueda establecer una lista de elementos básicos que garanticen el acceso. Estos elementos básicos deben decidirse en la Segunda Reunión. En todo caso, la lista debe incluir la posición orbital, las bandas de frecuencias y las zonas de cobertura y de servicio.
2. Las necesidades de redes nuevas o modificadas que se comuniquen 6 meses antes de la RMP serán examinadas en la RMP de que se trate. La RMP decidirá cómo tratar las necesidades que se reciban en fecha posterior.
3. En la RMP sólo se considerarán las necesidades relativas a redes cuya entrada en servicio está prevista dentro de los 5 años siguientes a partir de la "fecha de su primera acomodación". Sin embargo, las administraciones podrán presentar sus necesidades en una fecha anterior.

### Casilla 2

La Junta deberá identificar las redes afectadas utilizando el apéndice 29, posiblemente mejorado.

### Casilla 3

Al preparar la RMP, las administraciones estudiarán los datos publicados por la Junta con miras a determinar posibles soluciones para acomodar nuevas redes.

### Casilla 4

1. En esta etapa, las administraciones pueden iniciar discusiones officiosas con miras a acelerar el trabajo en la RMP.
2. Las administraciones podrán informar de los resultados de sus discusiones a la RMP.
3. Debe considerarse la posibilidad de que la IFRB proporcione asistencia a las administraciones.

### Actividades en la RMP

1. La RMP realizará sus actividades sobre la base de las disposiciones acordadas en la Segunda Reunión. A continuación se indican algunos rasgos generales de estas disposiciones.
2. La RMP debe convocarse a intervalos regulares, no inferiores a 2 años ni superiores a 4 años.
3. Otra posibilidad podría ser que la RMP se convocara normalmente cada dos años. En ciertas circunstancias puede preverse la prolongación de este periodo, pero el intervalo máximo entre dos RMP será de 4 años.

4. Todas las administraciones podrán participar en las RMP. La UIT deberá proporcionar la asistencia apropiada de Secretaría.
5. Estarán presentes las administraciones que hayan presentado necesidades. De no estar presentes, no se considerarán sus necesidades.
6. Estarán presentes todas las administraciones titulares de sistemas existentes y, en particular, las que la IFRB ha identificado como afectadas.
7. Las administraciones notificantes de redes de varias administraciones cuidarán de que se adopten decisiones con respecto a dichas redes.
8. Deberá elaborarse un mecanismo para que la RMP pueda adoptar decisiones en el caso de que no esté presente en ella una administración notificante que tenga un sistema que pueda resultar afectado.
9. Las bases técnicas de las actividades de la RMP deberán estar en conformidad con los principios de planificación acordados y posibilitarán la aplicación de los criterios acordados más recientes de calidad de funcionamiento y de interferencia.
10. Los gastos de la RMP deberán sufragarse igualmente con cargo al presupuesto de conferencias.
11. Cuando no sea posible acomodar un nuevo sistema sin afectar a las redes que ya gozan de protección, la RMP aplicará un mecanismo para establecer criterios de distribución de cargas y, por tanto, este mecanismo deberá adoptarse en la Segunda Reunión.

#### Casilla 5

Los resultados de la RMP serán publicados por la IFRB tan pronto como sea posible después de celebrada. Este Informe contendrá una lista de las redes nuevas o modificadas, aprobadas en la RMP. Para cada red deberá contener, por lo menos:

- una estructura de elementos básicos, tales como posición orbital, bandas de frecuencias y zonas de cobertura;
- información general sobre las condiciones de interferencia;
- cualesquiera acuerdos especiales alcanzados.

Se protegerá la estructura resultante de elementos básicos.

Casilla 6

En algunos casos, las negociaciones con respecto a la coordinación detallada podrán realizarse durante una RMP.

Casilla 7

En esta parte del procedimiento hay dos posibilidades. La situación normal se da cuando las negociaciones se llevan a cabo sin modificaciones de los elementos básicos aprobados. En este caso, la administración puede efectuar la notificación a la IFRB. En algunos casos especiales, las negociaciones pueden conducir a modificaciones de los elementos básicos acordados. Cuando estas modificaciones no afecten a otras redes por encima de los límites aprobados en la RMP, las administraciones pueden efectuar la notificación. La estructura de los elementos básicos acordados se actualiza consiguientemente. Si otras redes resultan afectadas más allá de los límites acordados en la RMP, las necesidades modificadas se someterán a la siguiente RMP.

Casilla 8

En el caso en que una red notificada no se ponga en servicio dentro de los seis meses siguientes a partir de la fecha proyectada de puesta en servicio, la IFRB cancelará la inscripción del Registro y no la tendrá ya en consideración al identificar las redes afectadas (véase casilla 2). La prórroga de este periodo está limitada a casos de fuerza mayor. En tales casos, la próxima RMP decidirá sobre la prórroga que ha de concederse.

CAPÍTULO 4

**Directrices para los procedimientos reglamentarios  
aplicados a los servicios espaciales y las bandas de  
frecuencias no identificados para la planificación**

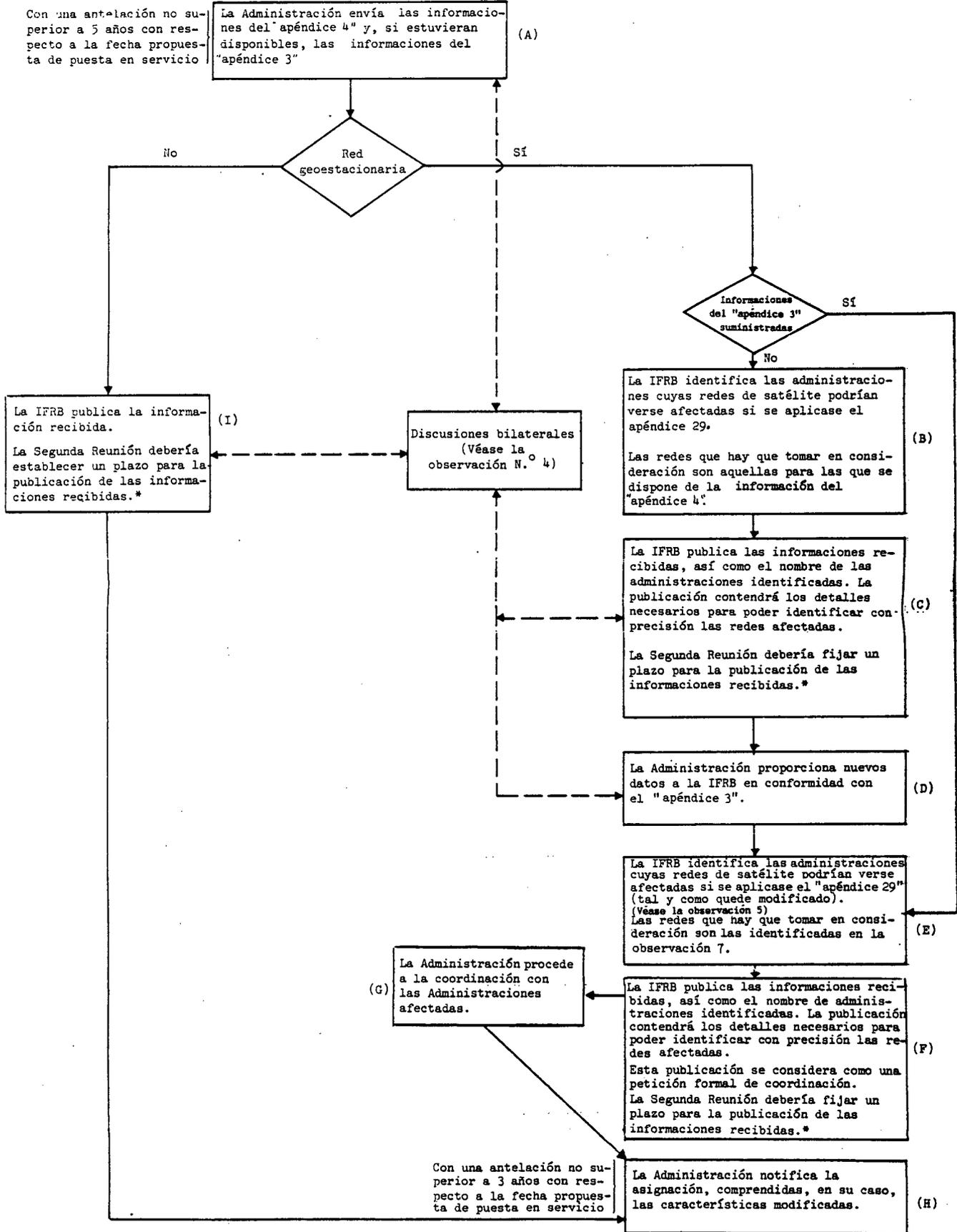
Introducción

En las siete partes siguientes se presentan las directrices referentes a los procedimientos reglamentarios aplicables a los servicios espaciales y las bandas de frecuencias que no han sido identificadas por esta Conferencia para la planificación.

- Parte I : Directrices relacionadas con las secciones I y II del artículo 11
- Parte II : Directrices relacionadas con el artículo 13
- Parte III: Directrices relacionadas con el artículo 14
- Parte IV : Directrices relacionadas con la Resolución 4 de la CAMR-79 y con otras Resoluciones relativas a los servicios espaciales
- Parte V : Manuales simplificados
- Parte VI : Normas Técnicas y Reglas de Procedimiento de la IFRB
- Parte VII: Parámetros y criterios técnicos.

4.1 Parte I: Directrices relacionadas con las Secciones I y II del artículo 11

4.1.1 La Primera Reunión de la Conferencia recomienda a la Segunda que revise las Secciones I y II del artículo 11 del RR de acuerdo con el siguiente flujoograma y sus observaciones asociadas.



\* Se propuso un plazo de seis semanas.

Observaciones relativas al flujograma

1. Se refunden los apéndices 3 y 4 para evitar duplicaciones de información. La primera parte del apéndice refundido contiene la información requerida para publicación anticipada (llamada información del "apéndice 4"). La segunda parte contiene la información requerida para efectuar los cálculos precisos y detallados (llamada información del "apéndice 3"). Se debe examinar también la utilización del apéndice refundido en aplicación del artículo 14.

2. El procedimiento de coordinación entre redes de satélite debería llevarse a cabo sobre la base de una red de satélite y no asignación por asignación.

La coordinación de una estación terrena con una estación espacial sólo se exigirá cuando sus características excedan las tomadas en cuenta en el procedimiento de coordinación (es decir, cuando la aplicación del "apéndice 29" revele la necesidad de coordinación).

3. Se publica una sola sección especial por red de satélite que se actualizará, en caso necesario, cuando la definición de las características sea más precisa.

4. Las discusiones bilaterales en la etapa de publicación anticipada se tratan actualmente en RR 1047 a RR 1053. Estas disposiciones no especifican qué asignaciones existentes y en proyecto se deben tener en cuenta; la Segunda Reunión examinará estas disposiciones y las modificará si así se decide. Se solicita también a la Segunda Reunión que prevea la ayuda que puede proporcionar la IFRB dentro del marco de la publicación anticipada (RR 1054).

5. Un "apéndice 29 mejorado" (que se utiliza en la casilla E) permitiría identificar con más precisión las redes afectadas, y reducir así el número de casos en que se requiere la coordinación.

6. Cuando una administración comunique la información del "apéndice 4" y del "apéndice 3" al mismo tiempo, se podrán publicar al mismo tiempo: la información del "apéndice 4" se considerará como la publicación anticipada, la del "apéndice 3" se considerará como la petición de coordinación.

7. Las redes de satélite que hay que tomar en consideración en la casilla 5 son:

- toda red de satélite para la que se haya inscrito al menos una asignación en el Registro;
- toda red de satélite cuyas características detalladas (informaciones del "apéndice 3") hayan sido recibidas por la IFRB. No obstante, cuando la Junta reciba esta información al mismo tiempo que la del "apéndice 4", o menos de seis meses después de la fecha de la publicación anticipada, la red de satélite se tomará en consideración sólo al expirar ese periodo de seis meses.

8. La Segunda Reunión de la Conferencia, al examinar el artículo 11, debe considerar el mantenimiento del principio contenido en RR 1080.

Nota - La Segunda Reunión de la Conferencia debe considerar el procedimiento de tramitación de cualquier modificación de las características comunicadas en virtud de los procedimientos de publicación anticipada o de coordinación.

4.1.2 La Primera Reunión de la Conferencia observó que una modificación de la posición orbital puede conducir a una situación en la que un satélite determinado reciba protección en más de una posición orbital, lo que causará dificultades a otras administraciones cuando planifiquen, coordinen y notifiquen sus sistemas espaciales. Se recomienda pues que la Segunda Reunión de la Conferencia examine el problema y tome la oportuna decisión al respecto, decisión que puede afectar también al artículo 13.

4.1.3 La Primera Reunión de la Conferencia observó que en algunos casos, la misma administración puede notificar diferentes redes con periodos de funcionamiento parcialmente coincidentes en una sola posición orbital. Esta situación podría conducir a excesivas dificultades de coordinación y a la utilización ineficaz del recurso órbita/espectro. Por tanto, la Segunda Reunión deberá considerar este problema y adoptar una decisión adecuada.

#### 4.2 Parte II: Directrices relacionadas con el Artículo 13

4.2.1 En los debates celebrados en la Primera Reunión de la Conferencia se expresó inquietud ante la opinión de la Junta acerca de la dificultad de la notificación e inscripción de datos a nivel de la red, según proponía una administración, y no a nivel de la asignación, como sucede actualmente.

La Primera Reunión ha acordado pedir a la Junta que prepare, con vistas a la Segunda reunión, un Informe que complete el que la Junta le presentó sobre la notificación de asignaciones de frecuencia a las estaciones de los servicios de radiocomunicación espacial y que distribuya este nuevo Informe por lo menos seis meses antes de la Segunda Reunión a todas las administraciones. En la Segunda Reunión se deberá examinar más a fondo este asunto.

4.2.2 Se recomienda que se aclaren las disposiciones del RR 1503, de modo que se diga expresamente que el examen de una notificación comprenderá la verificación de que la fecha notificada de entrada en servicio de la asignación está dentro del periodo permitido después de la fecha de recepción por la IFRB de la información para la publicación anticipada.

4.2.3 Se ha adoptado la Resolución 2 sobre la aplicación de la sección VI del artículo 13 en relación con el mejoramiento de la exactitud de los registros de la IFRB y de la información proporcionada a las administraciones.

4.2.4 La Primera Reunión de la Conferencia advirtió las dificultades con que algunas administraciones tropiezan para aplicar el RR 1550 y recomienda que se modifique esta disposición, de modo que se pueda autorizar una prórroga de hasta 18 meses (en vez de los cuatro meses actuales) y que la IFRB, en circunstancias excepcionales, pueda conceder otra prórroga adicional, teniendo en cuenta la Resolución 2 de la CAMR-79, la justificación que presente la administración y el límite que la Segunda Reunión de la Conferencia pueda imponer a la prórroga.

#### 4.3 Parte III: Directrices relacionadas con el artículo 14\*

##### 4.3.1 Factores que han de tenerse en cuenta

4.3.1.1 El procedimiento del artículo 14 debe aplicarse a las asignaciones de los servicios de radiocomunicaciones cuando una nota al Cuadro de atribución de bandas de frecuencias disponga que se aplicará dicho artículo.

4.3.1.2 Se ha observado que la interpretación de ciertas notas referentes al artículo 14 es ambigua o poco clara. Se examinó el Informe de la IFRB anexo a la carta circular N.º 600 de la IFRB de 10 de diciembre de 1984 y, de acuerdo con la explicación dada por la Junta, se tomó nota de que, en los casos de aplicación satisfactoria del artículo 14 a las notas y cuando la única condición sea la aplicación de ese Artículo, las asignaciones correspondientes a ese servicio tendrán categoría primaria. A este respecto, las asignaciones a estaciones de un servicio espacial conformes a RR 747 y RR 750 se considerarán primarias cuando se haya completado satisfactoriamente el procedimiento, pero con la salvedad de que las asignaciones espacio-espacio funcionen a reserva de no causar interferencia perjudicial (RR 435) solamente en relación con otros servicios espaciales.

4.3.1.3 Se tomó nota de que, al igual que para otras asignaciones, la Junta acepta las notificaciones conformes a RR 342 de las asignaciones sujetas a la aplicación del procedimiento del Artículo 14, en cualquier fase de la aplicación de este procedimiento.

4.3.1.4 Se tomó nota de que, en sus relaciones bilaterales, las administraciones pueden conceder una categoría distinta de la prescrita en una nota en virtud de la cual se requiera la aplicación del Artículo 14, a condición de que no resulten afectados los servicios de otras administraciones.

4.3.1.5 Al elaborarse las directrices que aparecen en el siguiente punto 4.3.2 no se abordó la cuestión de la aplicación del procedimiento del artículo 14 al servicio de radiodifusión por satélite.

##### 4.3.2 Directrices

Se recomienda la consideración por la Segunda Reunión, así como en los trabajos entre reuniones que puedan programarse, de las siguientes directrices:

---

\* Se tomó nota de que las decisiones de la Segunda Reunión de la Conferencia acerca del artículo 14 pueden tener consecuencias en los artículos 11 y 13.

4.3.2.1 Las disposiciones del artículo 14 relativas a las asignaciones a estaciones de servicios espaciales deben revisarse y modificarse de manera tal que sean aplicables a una red de satélite, en lugar de aplicarse a asignaciones individuales, por lo que los datos requeridos deberán revisarse y especificarse en consecuencia.

4.3.2.2 Debe examinarse y aclararse la aplicabilidad del artículo 14 a las asignaciones destinadas a la recepción.

4.3.2.3 El procedimiento debe incluir una manera de identificar a las "administraciones afectadas". Durante el periodo entre las reuniones, las administraciones deben examinar las normas técnicas adoptadas por la IFRB y, de ser necesario, proponer normas alternativas para que sean examinadas.

4.3.2.4 Debe incluirse en el Reglamento de Radiocomunicaciones el procedimiento que ha de aplicarse en los casos de desacuerdo no resueltos. Las objeciones a los acuerdos alcanzados en el marco del artículo 14 deben basarse en argumentos técnicos válidos que demuestren la no compatibilidad. Se señala que, en la aplicación del procedimiento del artículo 14, la Junta ha aplicado este principio (véase el punto 4.3.2.4 del Informe de la IFRB mencionado en el punto 4.3.1). En la Segunda Reunión se debe considerar el asunto de la información técnica que ha de facilitarse en tales casos.

4.3.2.5 Debe considerarse el significado de la expresión "asignación prevista" (RR 1617 y RR 1618). Se sugiere que se considere normalmente que las asignaciones en las que se base una objeción se pondrían normalmente en servicio en un periodo razonable (quizás 5 años). Se concluyó que dichas asignaciones deberían notificarse a la IFRB de conformidad con RR 1214 o RR 1488, según proceda, para tener la seguridad de que la objeción formulada en base a dichas asignaciones sigue siendo válida. De adoptarse un periodo específico para la puesta en servicio de las "asignaciones previstas" a que se hace referencia en el RR 1617, la Segunda Reunión de la Conferencia debería considerar la adopción de un plazo correspondiente para la iniciación del procedimiento de coordinación previsto en el artículo 14 para los servicios espaciales, con objeto de incorporarlo al RR 1610.

4.3.2.6 Debe considerarse la cuestión de la modificación de una red para la que se haya llevado a efecto con resultado satisfactorio el procedimiento del artículo 14. La Segunda Reunión podría decidir que si en el caso de una estación transmisora la modificación da lugar a una reducción de la interferencia potencial, y si la administración acepta la probabilidad de una mayor interferencia a su asignación, en el caso de una estación receptora no es necesario volver a aplicar el procedimiento del artículo 14 con respecto a la red modificada.

4.3.2.7 La Segunda Reunión debe considerar el asunto de la prioridad de fechas (véase el punto 4.3.2.3.1 del Informe de la IFRB mencionado en el punto 4.3.1.2). El Reglamento de Radiocomunicaciones debe especificar que una asignación para la cual se ha llevado a efecto con resultado satisfactorio el procedimiento del artículo 14 debe ser tenida en cuenta por una administración que aplique el procedimiento en fecha ulterior para una asignación que adquiriría la misma categoría una vez completado con resultado satisfactorio dicho procedimiento.

4.4 Parte IV: Directrices relacionadas con la Resolución 4 de la CAMR-79 y con otras Resoluciones relativas a los servicios espaciales

4.4.1 Observando que el punto 3.9 del Informe de la IFRB mencionado en el punto 4.3.1.2 de la anterior Parte III indica que la experiencia obtenida hasta la fecha no es suficiente para poder evaluar la utilidad de la Resolución 4 y advirtiendo además que la notificación de asignaciones con un periodo de validez largo puede colocar en una situación desventajosa a las asignaciones notificadas con un periodo más corto, se concluyó que esta cuestión merece un examen más detenido en la Segunda Reunión y que ésta debe tomar las disposiciones necesarias a este respecto.

4.4.2 En el punto 3.2 del Informe de la IFRB arriba mencionado se señalan a esta Reunión de la Conferencia otras Resoluciones relacionadas con los servicios espaciales. Se propone que la Segunda Reunión de la Conferencia considere estas Resoluciones según proceda.

4.5 Parte V: Manuales simplificados

La Primera Reunión de la Conferencia concluyó que sería preferible considerar el asunto de los Manuales simplificados en la CAMR-ORB(2), una vez que las administraciones hayan tenido tiempo para considerar la utilidad del Manual de la IFRB sobre los procedimientos reglamentarios de las radiocomunicaciones. También sería necesario actualizar el Manual a la vista de los cambios introducidos en el Reglamento de Radiocomunicaciones como resultado de las Actas Finales de la CAMR-ORB(2). Entre tanto, pueden distribuirse a las administraciones, como descripción simplificada de los procedimientos reglamentarios, documentos preparados por la Junta para sus seminarios.

4.6 Parte VI: Normas Técnicas y Reglas de Procedimiento de la IFRB

Se señaló que las Normas Técnicas y las Reglas de Procedimiento de la IFRB, elaboradas de acuerdo con el RR 1001 y distribuidas de acuerdo con el RR 1001.1, son importantes para las administraciones. La Primera Reunión de la Conferencia concluyó que convendría desarrollarlas a fondo y distribuirse ejemplares actualizados lo antes posible y particularmente las partes que pudieran interesar a las administraciones en proceso de conversaciones bilaterales o multilaterales. Mientras tanto, podría considerarse la distribución a todas las administraciones de las "Notas a los Jefes de Departamento" de la Junta.

4.7 Parte VII: Parámetros y criterios técnicos

4.7.1 Consideraciones técnicas generales

En el punto 3.4 se examinan diversos parámetros y criterios técnicos relacionados con la utilización eficaz de la órbita de los satélites geoestacionarios. Muchas de esas consideraciones son también de interés para las bandas y servicios no identificados para la planificación en el punto 3.1 del presente Informe; esa información no se ha reproducido en este Capítulo.

Además, el punto 3.4.3.3, por ejemplo, se ocupa de la posible modificación de los criterios y procedimientos del apéndice 29. Ese examen podría ser también provechoso para las bandas planificadas. Asimismo, los estudios referentes a los apéndices 3, 4 y 28, examinados en el Capítulo 3, pueden ser útiles para mejorar la coordinación entre servicios y los procedimientos de compartición en bandas de frecuencias no planificadas.

#### 4.7.2 Consideraciones de compartición en las bandas no planificadas

Esta reunión no consideró necesario examinar los problemas de compartición entre servicios en bandas no planificadas, salvo en lo referente a los criterios técnicos que se utilizarán en la aplicación de los procedimientos del artículo 14. De esto último se informa en el Capítulo 5 del presente Informe.

## CAPITULO 5

### **Consideraciones relativas a la compartición entre servicios**

#### **5.1 Introducción**

En el Informe de la RPC, los Capítulos 8 y 10, así como la totalidad del anexo 5 y del punto 6.1.3.4 del anexo 6, tratan de los principios de compartición, requisitos de calidad, criterios de interferencia y criterios disponibles para la compartición entre servicios.

Esta documentación y las conclusiones pertinentes que se formulan en los puntos indicados del Informe de la RPC se han aceptado por la información y orientación que ofrecen particularmente en lo que respecta a las bandas y los servicios que hay que planificar y a los principios y criterios de planificación. Se han considerado las situaciones de compartición de enlaces descendentes y enlaces de conexión.

#### **5.2 Principios y conclusiones**

5.2.1 Entre los principios y las conclusiones de particular importancia contenidos en el Informe de la RPC, figuran los que se examinan a continuación. Se han incluido también puntos de vista suplementarios sobre situaciones de compartición entre servicios, basados en la información contenida en el Informe de la IFRB a la presente reunión y en contribuciones de las administraciones.

5.2.2 Los criterios de interferencia y compartición son necesarios para la compartición equitativa de una banda por servicios que tienen atribuciones primarias en ella. Tales criterios se han elaborado para muchas bandas y servicios, y a ellos hay que atribuir la utilización satisfactoria e intensa que se hace actualmente de las bandas compartidas.

5.2.3 Los servicios, espaciales o terrenales, con atribuciones a título primario en una banda concreta tienen igual derecho a la utilización del espectro. Se han de tener en cuenta las necesidades de ambos servicios cuando se planifique un servicio espacial, sin modificar su régimen de compartición, independientemente del método o criterio de planificación utilizado, teniendo en cuenta el artículo 8 del Reglamento de Radiocomunicaciones en lo que se refiere a bandas específicas.

5.2.4 Para que prosiga el desarrollo de los servicios terrenales en las bandas compartidas, como corolario o consecuencia del principio enunciado en el punto anterior, no se deben incluir estaciones terrenas en la planificación de las bandas compartidas a título primario con los servicios terrenales.

5.2.5 Las técnicas que pueden ser necesarias o aconsejables para facilitar la compartición permiten también la utilización más eficaz del espectro por todos los servicios.

5.2.6 La planificación de bandas compartidas por servicios espaciales que funcionan en direcciones de transmisión diferentes (es decir, explotación en banda inversa) es muy posible que imponga limitaciones adicionales a ambos servicios, sobre todo cuando un servicio fijo terrenal sea también servicio primario en esas bandas.

Quizá sea posible, en algunos entornos operacionales, aumentar la utilización global de algunas bandas compartidas SFS/SF gracias a la explotación en banda inversa (EBI) sin que ello influya demasiado en los servicios terrenales o reduzca considerablemente la capacidad en la explotación sin inversión de bandas, si se pueden confirmar las indicaciones iniciales de que la geometría favorable asociada a grandes ángulos de elevación (por encima de 40° propuesta por una administración) reduce considerablemente las limitaciones esbozadas anteriormente. Se recomienda que se realicen esos estudios durante el periodo entre las dos reuniones. Sin embargo, convendría, en particular al considerar la EBI en 4 y 6 GHz, limitar la densidad de flujo de potencia del satélite y exigir una discriminación adecuada de la antena de satélite hacia el limbo de la Tierra teniendo en cuenta las estaciones terrenales existentes (tanto si se emplean técnicas analógicas como digitales). Los límites de la densidad de flujo de potencia y la discriminación de la antena de satélite necesaria deberán determinarse también durante el periodo entre las dos reuniones.

5.2.7 Es posible que haya que seguir estudiando varias combinaciones de servicios (enumeradas a continuación) que pueden compartir una o varias bandas. Algunas de esas situaciones de compartición presentan mayores probabilidades de producirse y son más problemáticas que otras. En vista de lo limitado del tiempo y de los recursos de que se dispondrá durante el periodo entre reuniones, convendría centrar la atención en las situaciones identificadas en el Capítulo 8 para los fines de la Segunda Reunión.

- a) SRS/SFS en 2,5 GHz;
- b) SRS/SFS en 12 GHz, Inter-regional;
- c) SFS/SETS (pasivo) en 18,6 - 18,8 GHz;
- d) SFS/SMtS en unos 7/8 GHz y a 18 GHz;
- e) Servicio entre satélites/SRS en 22,5 - 23 GHz;
- f) SFS/SF en bandas bidireccionales;
- g) SMS/SF en 1,6/1,5 GHz;
- h) SRS/SF en 22,5 - 23 GHz;
- i) SFS/SETS en 8 GHz.

5.2.8 Los límites de interferencia y los criterios de compartición deben permitir la continuación de un grado de compartición por lo menos igual entre servicios en una banda concreta. Sin embargo, ciertos métodos de planificación pueden influir adversamente en las posibilidades que esos criterios de compartición tienen de garantizar el mismo grado de compartición.

5.2.9 En su Recomendación 66 la CAMR-79 instó al CCIR a estudiar (con carácter urgente) la cuestión de las emisiones no esenciales procedentes de estaciones espaciales. Es importante que los estudios entre reuniones proporcionen a la Segunda Reunión de la Conferencia la información necesaria para tomar las disposiciones adecuadas en ese momento.

5.2.10 El CCIR puede constituir un foro documentado y eficiente para la elaboración de nuevos criterios y el examen de los existentes; no obstante, quizás hagan falta arreglos especiales para que el CCIR proporcione la información necesaria dentro del limitado plazo disponible.

5.2.11 En los casos en que los criterios de interferencia y compartición no figuraban en el Reglamento de Radiocomunicaciones, la IFRB, de conformidad con el mismo, elaboró y aplicó con carácter provisional tales criterios a los procedimientos del artículo 14 para los servicios espaciales. Estos criterios de compartición deberán revisarse en el periodo entre reuniones, y deberán formularse recomendaciones apropiadas a la Segunda Reunión de la CAMR-ORB.

No se incluyen en el Cuadro I del apéndice 28 varios servicios y bandas en los que podría realizarse la compartición según las adjudicaciones actuales de las notas, mediante la aplicación de las disposiciones del artículo 14. Estas cuestiones se resumen en el Cuadro 5-1 adjunto que proporciona también el número de casos que ha recibido la IFRB durante el periodo comprendido entre el 1 de enero de 1982 y el 31 de julio de 1985.

Además, las tres primeras columnas del Cuadro II del apéndice 28 no contienen los valores de algunos parámetros y criterios de interferencia ( $p_0\%$ ,  $n$ ,  $J(\text{dB})$ ,  $M_0(p_0)$ ,  $W$ ,  $B$  o  $P_r(p)$ ). Deberían añadirse otras columnas al Cuadro II del apéndice 28 para las bandas y servicios indicados en el Cuadro 5-2 con un signo positivo (+).

5.2.12 En cuanto al apéndice 29, se observará que el valor umbral de 4% para la temperatura de ruido equivalente del enlace del satélite que provoca la necesidad de coordinación entre los sistemas espaciales, se adoptó hace algunos años para el SFS teniendo en cuenta las situaciones de compartición que podrían producirse entonces y suponiendo las características técnicas del SFS que se preveían entonces.

Cabe que este umbral del 4% no sea conveniente para los otros servicios espaciales que no sean el SFS y que incluso deba revisarse para la aplicación al SFS (muchos, o incluso la mayoría de los sistemas SFS cuya temperatura de ruido equivalente del enlace del satélite se aumente en un 4% quizás no registren aún una interferencia inadmisibles). El CCIR deberá emprender un estudio de esta cuestión durante el periodo entre las reuniones y poner los resultados a la disposición de la Segunda Reunión.

5.2.13 Las situaciones de compartición que son objeto de muchas de estas comunicaciones a la IFRB, según se aprecia en los Cuadros 5-1 y 5-2, parecen ser las que más necesitan un estudio del CCIR sobre los criterios de compartición, que se realizaría durante el periodo entre reuniones para ser examinado en la Segunda Reunión. Sin embargo, otras bandas pueden tener una necesidad igual o mayor dado que la anchura de banda disponible es menor o dadas las características técnicas de los sistemas que se utilizarán probablemente.

Se invita a la IFRB a identificar al principio del periodo entre reuniones aquellos servicios que en su opinión son los que más necesitan la adopción oficial de criterios de compartición o el examen y revisión de los criterios existentes.

5.2.14 Debe tenerse en cuenta durante el periodo entre reuniones al examinar las modificaciones de las disposiciones técnicas de coordinación (tales como las que se señalan en el apéndice 28), que la Resolución 703 ofrece medios posibles a las administraciones que desean modificar estas disposiciones en sus zonas geográficas particulares sin imponer estas modificaciones a las demás administraciones y sin causar interferencias inadmisibles a ninguna administración.

CUADRO 5-1

Servicios de bandas de frecuencias sometidos al procedimiento del artículo 14 que no figuran en el Cuadro I del apéndice 28 (entre 1 y 40 GHz)

Bandas de frecuencias	N.º de la Nota del RR	Servicios interesados	Categoría de los servicios (contenidos en la nota de pie de página)	Sentido de los enlaces	Número de casos recibidos por la IFRB entre el 1.1.82 y el 31.7.85
1 610 - 1 626,5 MHz	732	Radionavegación por satélite	no mencionado	no mencionado	
1 610 - 1 626,5 MHz	733	Móvil aeronáutico por satélite (R)	primario	no mencionado	3
1 750 - 1 850 MHz	745	Operaciones espaciales	no mencionado	ascendente	5
1 750 - 1 850 MHz	745	Investigación espacial	no mencionado	ascendente	
1 770 - 1 790 MHz	746	Meteorología por satélite	primario	no mencionado	
2 025 - 2 110 MHz***	747	Investigación espacial	no mencionado	ascendente	54
2 025 - 2 110 MHz***	747	Operaciones espaciales	no mencionado	ascendente	
2 025 - 2 110 MHz***	747	Exploración de la Tierra por satélite	no mencionado	ascendente	
2 110 - 2 120 MHz	748/749	Investigación espacial	no mencionado	ascendente	5
2 110 - 2 120 MHz	749	Operaciones espaciales	no mencionado	ascendente	
2 655 - 2 690 MHz**	761	Fijo por satélite	primario	ascendente, descendente	2
5 000 - 5 250 MHz	797	Fijo por satélite	no mencionado	no mencionado	
5 000 - 5 250 MHz	797	Entre satélites	no mencionado	entre satélites	
7 125 - 7 155 MHz	810	Operaciones espaciales	no mencionado	ascendente	
7 145 - 7 235 MHz**	811	Investigación espacial	no mencionado	ascendente	
7 900 - 8 025 MHz**	812	Móvil por satélite	no mencionado	ascendente	8
13,25 - 13,4 GHz	852	Investigación espacial	secundario*	ascendente	
15,4 - 15,7 GHz	797	Fijo por satélite	no mencionado	no mencionado	
15,4 - 15,7 GHz	797	Entre satélites	no mencionado	entre satélites	
37 - 39 GHz	899	Fijo por satélite	no mencionado	ascendente	

\* Por su categoría secundaria, la presente Reunión no propone que se incluya en el Cuadro I del apéndice 28 el servicio de investigación espacial en esta banda.

\*\* Estas bandas de frecuencias figuran ya en el Cuadro I del apéndice 28 aunque se incluyen en el artículo 14.

\*\*\* Estas tres bandas de frecuencias para los enlaces entre satélites figuran en el Cuadro 5-2.

CUADRO 5-2

Servicios y bandas de frecuencias sometidos al procedimiento del artículo 14 que no figuran en el punto IV del artículo 28 (entre 1 y 40 GHz)

Bandas de frecuencias	N.º de la Nota del RR	Servicios interesados	Categoría de los servicios (contenidos en la nota de pie de página)	Sentido de los enlaces	Número de casos recibidos por la IFRB entre el 1.1.82 y el 31.7.85
1 610 - 1 626,5 MHz <sup>+</sup>	732	Radionavegación por satélite	no mencionado	no mencionado	3
1 610 - 1 626,5 MHz <sup>+</sup>	733	Móvil aeronáutico por satélite (R)	no mencionado	no mencionado	
1 770 - 1 790 MHz	746	Meteorología por satélite	primario	no mencionado	
2 025 - 2 110 MHz* <sup>3</sup>	747	Investigación espacial	no mencionado	entre satélites	62
2 025 - 2 110 MHz* <sup>3</sup>	747	Operaciones espaciales	no mencionado	entre satélites	
2 025 - 2 110 MHz* <sup>3</sup>	747	Exploración de la Tierra por satélite	no mencionado	entre satélites	
2 200 - 2 290 MHz* <sup>+</sup>	750	Investigación espacial	no mencionado	descendente y entre satélites	
2 200 - 2 290 MHz* <sup>+</sup>	750	Operaciones espaciales	no mencionado	descendente y entre satélites	
2 200 - 2 290 MHz* <sup>+</sup>	750	Exploración de la Tierra por satélite	no mencionado	descendente y entre satélites	
2 500 - 2 535 MHz <sup>+</sup>	754	Móvil por satélite	no mencionado	descendente	4
5 000 - 5 250 MHz <sup>+</sup>	797	Fijo por satélite	no mencionado	no mencionado	
5 000 - 5 250 MHz <sup>+</sup>	797	Entre satélites	no mencionado	entre satélites	
8 025 - 8 400 MHz*	815	Exploración de la Tierra por satélite	primario	descendente	
11,7 - 12,7 GHz <sup>+</sup>	839	Radiodifusión por satélite	primario	descendente	34
11,7 - 12,7 GHz	839	Fijo por satélite	primario	descendente	
22,5 - 23 GHz <sup>+</sup>	877	Radiodifusión por satélite	primario	descendente	
31,8 - 33,8 GHz	892	Fijo por satélite	no mencionado	descendente	

Nota 1 - En las bandas señaladas con un asterisco (\*), las notas del cuadro precisan que el servicio interesado está sujeto a los límites de la densidad de flujo de potencia del artículo 28, punto IV.

Nota 2 - Las bandas y los servicios señalados con un signo más (+) tampoco figuran en el Cuadro II del apéndice 28.

Nota 3 - Estas tres bandas de frecuencia para los enlaces descendentes figuran en el Cuadro 5-1.

CAPITULO 6

**Enlaces de conexión para el Servicio de Radiodifusión por Satélite  
en 12 GHz en las Regiones 1 y 3**

6.1 Bandas en las que se debería establecer el Plan de frecuencias para los enlaces de conexión

6.1.1 Introducción

En el punto 3.1 del orden del día de la CAMR ORB-85 se pide a la Conferencia que determine en esta Reunión, entre las bandas de frecuencias cuya lista figura en el punto 1 de la parte dispositiva de la Resolución 101 de la CAMR-79, las bandas en las que hay que establecer Planes de frecuencias para los enlaces de conexión.

6.1.2 Bandas de frecuencias disponibles para la planificación

Las siguientes bandas de frecuencias están disponibles para planificar los enlaces de conexión a satélites de radiodifusión (véase la Resolución 101):

<u>Región 1</u>		<u>Región 3</u>
10,7 - 11,7 GHz		
14,5 - 14,8 GHz	limitada a los países fuera de Europa y a Malta	14,5 - 14,8 GHz
17,3 - 18,1 GHz		17,3 - 18,1 GHz

6.1.3 Conclusiones

6.1.3.1 Con referencia al punto 3.1 del orden del día se decide seleccionar las bandas de frecuencias 17,3 - 18,1 GHz y 14,5 - 14,8 GHz (para los países fuera de Europa y para Malta) para el Plan de asignaciones a los enlaces de conexión.

6.1.3.2 Se decide no utilizar la banda 10,7 - 11,7 GHz para el Plan de asignaciones a los enlaces de conexión.

6.1.3.3 Se acuerda también incluir recomendaciones en el Informe de la Primera reunión con vistas a:

- aconsejar a las administraciones, cuando éstas preparen sus necesidades;
- dar directrices a la Segunda reunión de la Conferencia para la elaboración del Plan.

6.1.3.4 Estas recomendaciones son:

6.1.3.4.1 Para el establecimiento de sus necesidades, se invita a las administraciones a que utilicen en la mayor medida posible la banda 17,3 - 18,1 GHz, después de tener en cuenta los siguientes factores:

6.1.3.4.1.1 La banda 14,5 - 14,8 GHz, cuya anchura es de 300 MHz, sería probablemente insuficiente para proporcionar enlaces de conexión a todos los canales del apéndice 30 (ORB-85).

6.1.3.4.1.2 Desde el punto de vista económico, sería desventajoso para un país determinado que sus enlaces de conexión estuviesen en parte en una banda y en parte en otra. Tal vez ello no se aplique si una administración sólo desea establecer una parte de sus enlaces de conexión.

6.1.3.4.1.3 La utilización exclusiva de la banda 17,3 - 18,1 GHz para los enlaces de conexión ofrece más posibilidades a los servicios fijo y móvil que comparten la banda 14,5 - 14,8 GHz a título primario con el SFS. Sería ventajoso concentrar la totalidad (o la mayor cantidad posible) de los enlaces de conexión en una banda, lo que sólo es posible en la banda 17,3 - 18,1 GHz, que ha sido también elegida por la Región 2 en el Plan de la CARR-SAT-R2.

6.1.3.4.1.4 Estimaciones recientes proporcionadas por una administración revelan que, por término medio, la relación señal/ruido de un enlace de conexión en la banda 14,5 - 14,8 GHz es superior en 1,5 dB a la de los sistemas que funcionan en la banda 17,3 - 18,1 GHz, debido a las condiciones de propagación en la atmósfera.

6.1.3.4.2 En la Segunda Reunión, la Conferencia debería seguir para la planificación, las directrices siguientes:

6.1.3.4.2.1 En el caso de los países que hayan solicitado la utilización de la banda 17,3 - 18,1 GHz y de los países que no hayan elegido expresamente ninguna frecuencia, la planificación debe comenzar con la utilización exclusiva de las bandas 17,3 - 18,1 GHz en la Región 1 y 17,3 - 17,8 GHz en la Región 3.

La banda 17,8 - 18,1 GHz se puede utilizar en la Región 3 si la banda 17,3 - 17,8 GHz se revela insuficiente y para proporcionar una flexibilidad suplementaria a la planificación.

6.1.3.4.2.2 Planificación de la banda 14,5 - 14,8 GHz en el caso de los países de la Región 3 y de los países de la Región 1 (para países fuera de Europa y para Malta) que hayan pedido concretamente utilizar esta banda.

6.1.3.4.2.3 En la banda 14,5 - 14,8 GHz, limitación del número de canales por haz a un número inferior al del Plan del enlace descendente, siempre que sea necesario a causa de la anchura limitada de la banda.

6.1.3.4.2.4 Hay que tener en cuenta la protección de los servicios fijo y móvil que comparten las bandas sobre todo en las regiones en que se utiliza más intensamente la banda 14,5 - 14,8 GHz.

6.2 Método, parámetros técnicos y criterios de planificación

6.2.1 Selección de frecuencias centrales para la planificación de los canales de enlaces de conexión de satélites de radiodifusión en las Regiones 1 y 3 y en las bandas de frecuencias 14,5 - 14,8 GHz y 17,3 - 18,1 GHz

La planificación para ambas bandas de enlaces de conexión utilizará las características generales del Plan SRS R1,3\* y, en lo posible, la conversión lineal y una frecuencia de conversión para un conjunto de transpondedores que sirven a los canales asignados al mismo haz y a la misma administración.

6.2.1.1 Características generales del Plan SRS R1,3

	<u>Región 1</u>	<u>Región 3</u>
Banda de frecuencias atribuida	11,7 - 12,5	11,7 - 12,2 GHz
Anchura de banda disponible	800	500 MHz
Anchura de banda necesaria de un canal	27	27 MHz
Separación de canales	19,18	19,18 MHz
Número de canales	40	24
Frecuencia central del canal más bajo	11 727,48	11 727,48 MHz
Frecuencia central del canal más alto	12 475,50	12 168,62 MHz
Banda de guarda inferior	13,98	13,98 MHz
Banda de guarda superior	11,00	17,88 MHz

6.2.1.2 Frecuencias centrales para la planificación de enlaces de conexión para satélites de radiodifusión en la banda 17,3 - 18,1 GHz

6.2.1.2.1 Dado que la anchura de banda máxima disponible de 800 MHz es la misma para el Plan SRS para la Región 1 que para la banda de enlaces de conexión 17,3 - 18,1 GHz, puede utilizarse una frecuencia de conversión de 5 600 MHz para la mezcla substractiva de una sola frecuencia. En la Región 3, la misma frecuencia de conversión de 5 600 MHz parece ser la óptima para la mezcla substractiva de una sola frecuencia incluso en el caso de la banda de enlace de conexión 17,3 - 17,8 GHz. De este modo, se obtendrá una conversión lineal de todos los canales y se reservarán las mismas bandas de guarda. Este tipo de conversión evitará que se produzcan productos no esenciales de mezcla en los canales de enlace descendente, debidos a la combinación de frecuencias armónicas de al menos hasta el décimo orden de cualquier línea espectral dentro de los canales del enlace de conexión y armónicos hasta el décimo orden de la frecuencia de conversión.

---

\* En lo sucesivo, donde quiera que aparezca la expresión SRS R1,3 se entenderá SRS de las Regiones 1 y 3.

6.2.1.2.2 Cuando se desee una frecuencia de conversión distinta de la de 5 600 MHz para una sola mezcla de conversión, la relación entre la frecuencia de conversión y cualquier otra frecuencia comprendida en la anchura de banda necesaria de un canal de enlace de conexión no deberá ser igual a 3/10 o a 1/3.

6.2.1.2.3 En el Cuadro 6-1 se indican los números de canal y las frecuencias correspondientes del Plan SRS R1,3 y los asignados a los enlaces de conexión que utilizan la frecuencia de conversión de 5 600 MHz.

6.2.1.3 Frecuencias centrales para la planificación de enlaces de conexión para satélites de radiodifusión en la banda 14,5 - 14,8 GHz

6.2.1.3.1 Dado que la anchura de banda máxima disponible para la banda de enlaces de conexión de 14,5 - 14,8 GHz es de tan sólo 300 MHz, en comparación con los 800 y los 500 MHz del Plan de enlaces descendentes de las Regiones 1 y 3, respectivamente, es preciso tomar en consideración varias frecuencias de conversión para poder utilizar cualquiera de los canales del Plan. Por consiguiente, habrá que asignar, simultáneamente, un determinado canal de enlaces de conexión a varios canales del Plan SRS.

6.2.1.3.2 Para la banda de enlaces de conexión 14,5 - 14,8 GHz se supondrán 14 canales y dos bandas de guarda adecuados.

6.2.1.3.3 La selección de frecuencias de conversión para este fin y esta banda es una tarea compleja, a causa de dos factores existentes en la posible gama de frecuencias de conversión que podrían crear productos de mezcla no esenciales en ciertos canales. Por lo tanto, es necesario optimizar las frecuencias de conversión. Las relaciones entre las frecuencias de conversión y cualquier otra frecuencia que se encuentre dentro de la anchura de banda necesaria de un canal de enlaces de conexión que han de evitarse son 1/6 y 2/11.

6.2.1.3.4 Se utilizarán los siguientes parámetros para la planificación de enlaces de conexión en la banda de frecuencias 14,5 -14,8 GHz:

Anchura de banda necesaria de un canal	27 MHz
Separación de canales	19,18 MHz
Número de canales	14
Frecuencia central del canal más bajo (1)	14 525,30 MHz
Frecuencia central del canal más alto (14)	14 774,64 MHz
Banda de guarda inferior	11,80 MHz
Banda de guarda superior	11,86 MHz

Frecuencias de conversión:

a)	para los canales SRS 1 a 14	2 797,82 MHz
b)	para los canales SRS 15 a 28	2 529,30 MHz
c)	para los canales SRS 29 a 40	2 260,78 MHz

6.2.1.3.5 En el Cuadro 6-2 se indican los números de canal y las frecuencias correspondientes asignadas a los enlaces de conexión y las que el Plan SRS R1,3 asigna para las tres frecuencias de conversión.

#### 6.2.1.4 Recomendaciones

- i) Reconociendo la reducida capacidad de canales de la banda 14,5 - 14,8 GHz, las administraciones deben tener presente que si se solicitan más de tres canales podrán surgir dificultades para la satisfacción de todas las necesidades. La asignación de más de tres canales en esta banda a un solo haz de una administración puede aumentar la complejidad del satélite.
- ii) Cuando ciertas familias de canales pertenecientes a un haz o a una administración dados se hallen divididas entre dos frecuencias de conversión, sería preferible la frecuencia de conversión que abarque el mayor número de canales.
- iii) La elección de canales puede complicarse más si existe una necesidad de combinar los enlaces de conexión de 14 GHz y 17 GHz con un solo satélite.

Dichos casos deberían tratarse uno por uno durante el desarrollo del Plan en la Segunda Reunión.

#### 6.2.2 Características técnicas para la planificación de los enlaces de conexión

##### 6.2.2.1 Calidad de funcionamiento global

Suponiendo que no hay reducción de potencia a la salida del transpondedor, una contribución de ruido de 0,5 dB del enlace de conexión al ruido del enlace total requiere que:

$$(C/N)_u = (C/N)_{(global)} + 10 \text{ dB}$$

Para los enlaces descendentes, la CAMR-RS-77 ha adoptado un valor de C/N igual a 14,5 dB para el 99% del mes más desfavorable en el borde de la zona de servicio. Por consiguiente, la relación C/N del enlace ascendente requerida es de 24 dB durante el 99% del mes más desfavorable, para obtener una C/N global de 14 dB.

Cuando surjan dificultades en la planificación de los enlaces de conexión, hay que tener en cuenta el margen de la relación de protección disponible para el enlace espacio-Tierra en el Plan de la CAMR-RS-77 de modo que se mantengan unos valores de relación de protección en el mismo canal de 30 dB y de 14 dB en el canal adyacente a la entrada del receptor de la estación terrena.

##### 6.2.2.2 Relación portadora/ruido

En conclusión, el valor mínimo de la relación  $(C/N)_u$  requerido para la planificación de los enlaces de conexión en las Regiones 1 y 3 es 24 dB. Puede ser aconsejable que algunas administraciones alcancen un valor de C/N considerablemente superior, pero la utilización de un valor cualquiera superior a 24 dB no debe impedir que se cumplan en el Plan las condiciones en relación con la interferencia.

CUADRO 6-1

Cuadro indicativo de la correspondencia entre los números de canal y las frecuencias asignadas en el Plan SRS R1,3 y los asignados a los enlaces de conexión asociados que utilizan la frecuencia de conversión 5 600 MHz

Número de canal	Asignación del Plan (MHz)	Asignación para enlace de conexión (MHz)	Número de canal	Asignación del Plan (MHz)	Asignación para enlace de conexión (MHz)
1	11 727,48	17 327,48	21	12 111,08	17 711,08
2	11 746,66	17 346,66	22	12 130,26	17 730,26
3	11 765,84	17 365,84	23	12 149,44	17 749,44
4	11 785,02	17 385,02	24	12 168,62	17 768,62
5	11 804,20	17 404,20	25	12 187,80	17 787,80
6	11 823,38	17 423,38	26	12 206,98	17 806,98
7	11 842,56	17 442,56	27	12 226,16	17 826,16
8	11 861,74	17 461,74	28	12 245,34	17 845,34
9	11 880,92	17 480,92	29	12 264,52	17 864,52
10	11 900,10	17 500,10	30	12 283,70	17 883,70
11	11 919,28	17 519,28	31	12 302,88	17 902,88
12	11 938,46	17 538,46	32	12 322,06	17 922,06
13	11 957,64	17 557,64	33	12 341,24	17 941,24
14	11 976,82	17 576,82	34	12 360,42	17 960,42
15	11 996,00	17 596,00	35	12 379,60	17 979,60
16	12 015,18	17 615,18	36	12 398,78	17 998,78
17	12 034,36	17 634,36	37	12 417,96	18 017,96
18	12 053,54	17 653,54	38	12 437,14	18 037,14
19	12 072,72	17 672,72	39	12 456,32	18 056,32
20	12 091,90	17 691,90	40	12 475,50	18 075,50

CUADRO 6-2

Cuadro indicativo de la correspondencia entre los números de canal y las frecuencias asignadas para los enlaces de conexión en la banda de frecuencias 14,5 - 14,8 GHz y su relación con las asignaciones del Plan SRS R1,3

ASIGNACIONES PARA ENLACES DE CONEXION		FRECUENCIAS DE CONVERSION (MHz)					
		2 797,82		2 529,30		2 260,78	
N.º canal	FRECUENCIA (MHz)	ASIGNACIONES DEL PLAN SRS R1,3					
		N.º canal	FRECUENCIA (MHz)	N.º canal	FRECUENCIA (MHz)	N.º canal	FRECUENCIA (MHz)
1	14 525,30	1	11 727,48	15	11 996,00	29	12 264,52
2	14 544,48	2	11 746,66	16	12 015,18	30	12 283,70
3	14 563,66	3	11 765,84	17	12 034,36	31	12 302,88
4	14 582,84	4	11 785,02	18	12 053,54	32	12 322,06
5	14 602,02	5	11 804,20	19	12 072,72	33	12 341,24
6	14 621,20	6	11 823,38	20	12 091,90	34	12 360,42
7	14 640,38	7	11 842,56	21	12 111,08	35	12 379,60
8	14 659,56	8	11 861,74	22	12 130,26	36	12 398,78
9	14 678,74	9	11 880,92	23	12 149,44	37	12 417,96
10	14 697,92	10	11 900,10	24	12 168,62	38	12 437,14
11	14 717,10	11	11 919,28	25	12 187,80	39	12 456,32
12	14 736,28	12	11 938,46	26	12 206,98	40	12 475,50
13	14 755,46	13	11 957,64	27	12 226,16	--	-----
14	14 774,64	14	11 976,82	28	12 245,34	--	-----

### 6.2.2.3 Relación de protección portadora /interferencia en el mismo canal

La relación de protección que ha de planificarse para la interferencia cocanal es de 40 dB.

### 6.2.2.4 Relación de protección portadora/interferencia en el canal adyacente

Las pruebas efectuadas recientemente por una administración han indicado que la relación de protección para los canales adyacentes de los enlaces de conexión, para una interferencia apenas perceptible, podría reducirse a 19 dB cuando se hacen pasar las señales a través de un amplificador TOP a 12 GHz que funciona en saturación, con un factor de conversión MA-MP de 2 grados/dB, y que a continuación se reciben a través de un filtro de onda acústica de superficie con una anchura de banda de 27 MHz antes del demodulador.

Estas pruebas se efectuaron utilizando un amplificador TOP con un valor reducido de conversión MA-MP. Se considera que los efectos de la interferencia de los canales adyacentes se verán intensificados por la conversión MA-MP por el mismo mecanismo que el indicado para la intensificación del ruido. Por lo tanto se recomienda un margen adicional de 2 dB superior a los 19 dB medidos en las pruebas de laboratorio. Se recomienda utilizar para la planificación de los enlaces de conexión un valor de 21 dB para la relación de protección del canal adyacente.

Algunas administraciones propusieron que en la planificación se utilice un valor de 24 dB, y que cuando no sea posible hacerlo así, se utilice un valor de 21 dB.

### 6.2.2.5 p.i.r.e. del enlace de conexión

En la planificación inicial debe utilizarse un valor uniforme de la p.i.r.e. para cada banda. Para la banda de 17,3 - 18,1 GHz, este valor debe ser de 84 dBW, y para la de 14,5 - 14,8 GHz, de 82 dBW.

Estos son valores iniciales que deben utilizarse al elaborar el Plan. Se ajustarán si es necesario, durante la elaboración del Plan caso por caso para asegurar que se cumplan los criterios mínimos de relación portadora/ruido y relación portadora/interferencia especificados en el Plan para los sistemas de enlaces de conexión de todas las administraciones. También se harán ajustes, si es necesario, para atender las necesidades de alguna administración en concreto.

Algunas administraciones consideran que los valores de planificación inicial pueden no satisfacer sus necesidades.

### 6.2.2.6 Antena transmisora

#### 6.2.2.6.1 Diámetro de la antena

Con un valor determinado de p.i.r.e. en el eje y un diagrama relativo determinado de antena, la p.i.r.e. fuera del eje depende del diámetro de la antena. Cuanto mayor sea el diámetro de la antena, menor será la p.i.r.e. fuera del eje, que es una posible fuente de interferencia entre posiciones orbitales adyacentes.

De ahí que para la planificación del enlace de conexión sea necesario determinar un diámetro de referencia de la antena. Para la banda 17,3 - 18,1 GHz, el valor adoptado es de 5 m, y para la banda 14,5 - 14,8 GHz, de 6 m.

También se pueden utilizar antenas más pequeñas, de 2,50 m de diámetro por ejemplo, siempre que no haya degradación de la situación de interferencia. Ello significa en la práctica que puede ser preciso reducir la p.i.r.e. o mejorar el diagrama de la antena, para que no haya un aumento de la potencia de radiación fuera del eje y, por ende, una interferencia inaceptable en la posición orbital adyacente y en otros servicios.

#### 6.2.2.6.2 Ganancia en el eje

La ganancia en el eje para la antena de 5 m en 17,3 - 18,1 GHz, y para la antena de 6 m en 14,5 - 14,8 GHz, se considera de 57 dBi.

#### 6.2.2.7 p.i.r.e. fuera del eje

Lo siguiente se basa en un diagrama de antena transmisora con respuesta de lóbulo lateral que sigue las características de  $32 - 25 \log \varphi$ .

##### 6.2.2.7.1 p.i.r.e. copolar fuera del eje

La p.i.r.e. copolar de la estación terrena para los ángulos del haz fuera del eje  $\varphi > 1^{\circ}$ \* no deben ser superiores a:

$$E - 25 - 25 \log \varphi \text{ (dBW) para } 1^{\circ} \leq \varphi \leq 48^{\circ}$$

$$E - 67 \text{ (dBW) para } \varphi > 48^{\circ}$$

donde

E (dBW) es la p.i.r.e. en el eje de la estación terrena.

---

\* El punto 6.2.2.21.9 trata de la potencia radiada copolar de la estación terrena para ángulos del haz fuera del eje  $0^{\circ} < \varphi < 1^{\circ}$  que podrían ser útiles para resolver incompatibilidades en la planificación de los enlaces de conexión.

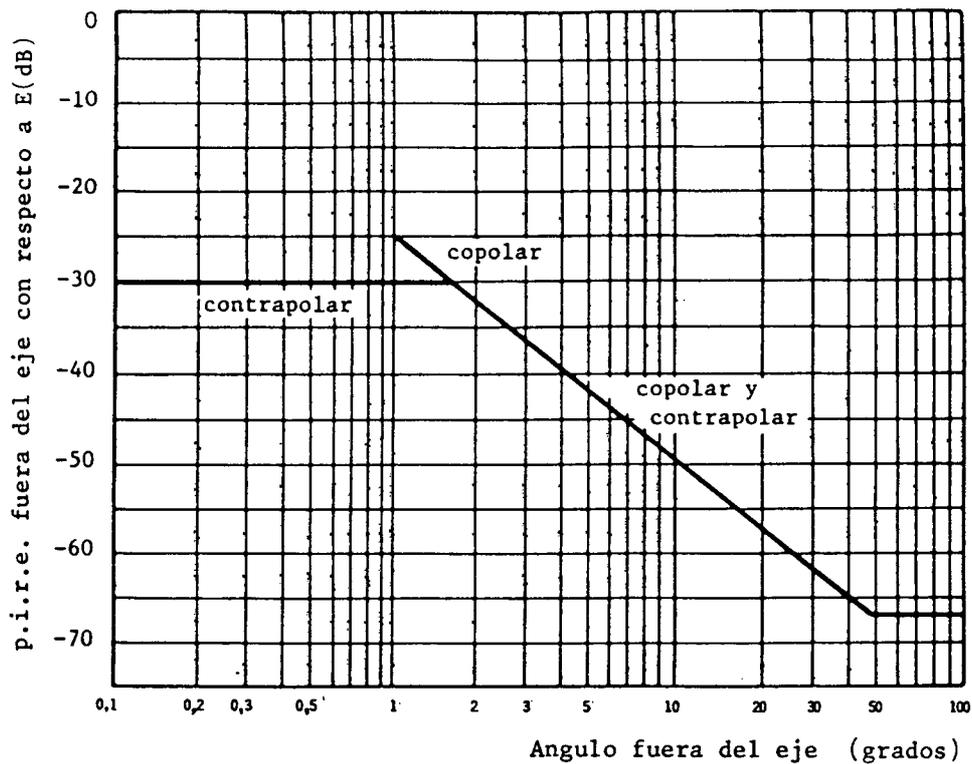


FIGURA 6-1

p.i.r.e. fuera del eje de la estación terrena

Nota - Para  $0^\circ < \varphi < 1^\circ$  véase el punto 6.2.2.21.9

Quando resulta afectada adversamente la planificación independiente de posiciones orbitales, la p.i.r.e. copolar fuera del eje de estación terrena deberá basarse en un diagrama de antena de  $29 - 25 \log \varphi$  (dBi), para valores de  $\varphi$ , ángulo fuera del eje, en las regiones de las posiciones orbitales adyacente y segunda adyacente en el plano de la órbita geoestacionaria.

6.2.2.7.2 p.i.r.e. contrapolar fuera del eje

La p.i.r.e. contrapolar de la estación terrena no debe ser superior a:

E - 30 (dBW) para  $0^\circ \leq \varphi \leq 1,6^\circ$

E - 25 - 25 log  $\varphi$  (dBW) para  $1,6^\circ < \varphi \leq 48^\circ$

E - 67 (dBW) para  $\varphi > 48^\circ$

donde

E(dBW) es la p.i.r.e. en el eje de la estación terrena.

En los casos en que se logra un aislamiento contrapolar insuficiente, la p.i.r.e. fuera del eje de la estación terrena deberá basarse en un diagrama de antena de  $24 - 25 \log \varphi$  (dBi) para  $0,76^\circ \leq \varphi \leq 22,9^\circ$  y  $-10$ (dBi) para  $\varphi > 22,9^\circ$ .

#### 6.2.2.8 Pérdida debida al error de puntería de la antena de la estación terrena

Para la pérdida de ganancia debida al error de puntería de la antena de la estación terrena debe preverse un margen de 1 dB.

#### 6.2.2.9 Antena receptora del satélite

Si se utiliza una antena común para transmisión y recepción, la ganancia contrapolar, la anchura del haz, la precisión de puntería y el diagrama de radiación dependen de las características de la antena del enlace descendente.

Si se utilizan antenas separadas para la transmisión y la recepción, los parámetros de la antena receptora se indican en los siguientes puntos. Las antenas receptoras separadas proporcionan mayor flexibilidad en lo que respecta a la independencia de la frecuencia del enlace de conexión, la polarización y la zona de servicio.

##### 6.2.2.9.1 Sección transversal del haz de la antena receptora

La planificación inicial ha de basarse la hipótesis de haces de sección transversal elíptica o circular. Si la sección transversal del haz de la antena receptora es elíptica, la anchura del haz efectiva  $\varphi_0$  es una función del ángulo de rotación entre el plano que contiene el satélite y el eje principal de la sección transversal del haz y el plano en el que se necesita la anchura del haz.

La relación entre la ganancia máxima de una antena y la anchura del haz de potencia mitad puede obtenerse de la siguiente fórmula:

$$G_m = 27 \ 843/ab$$

o

$$G_m(\text{dB}) = 44,44 - 10 \log a - 10 \log b$$

donde:

a y b son los ángulos (en grados), con vértice en el satélite, subtendidos por los ejes mayor y menor de la sección transversal elíptica del haz.

Para la planificación se adopta un valor mínimo de  $0,6^\circ$  para la anchura del haz de potencia mitad, excepto cuando una administración pida un valor inferior para sus propios haces.

6.2.2.9.2 Diagrama de la referencia copolar

El diagrama de referencia copolar está dado por la fórmula:

Ganancia relativa copolar (dB) (véase la Figura 6-2, curva A)

$$G = -12\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right)^2 \quad \text{para } 0 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 1,30$$

$$G = -17,5 - 25 \log\left(\frac{\varphi}{\varphi_0}\right) \quad \text{para } \frac{\varphi}{\varphi_0} > 1,30$$

Después de la intersección con la curva C: como la curva C

(la curva C corresponde al valor opuesto de la ganancia en el eje)

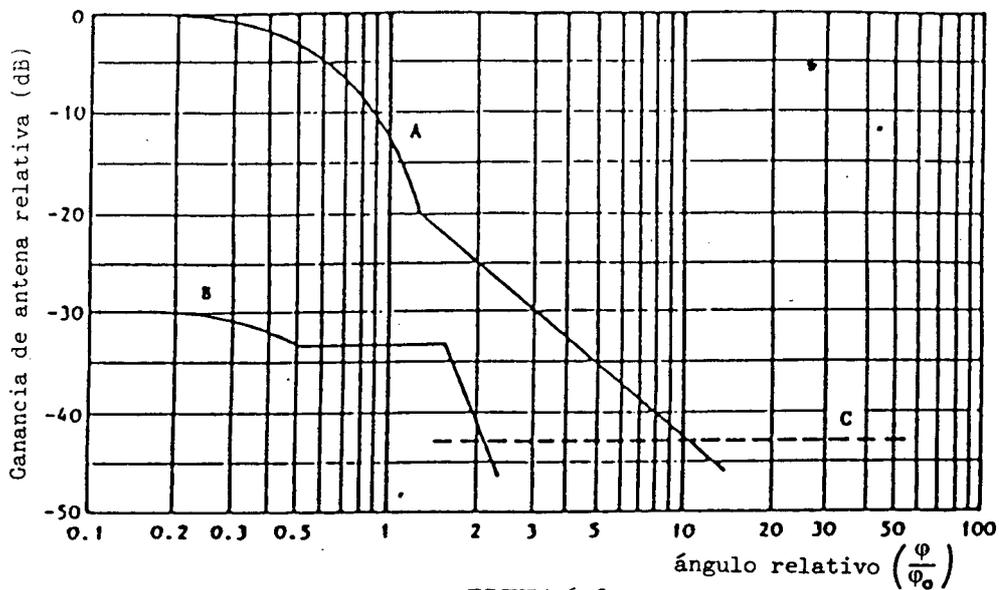
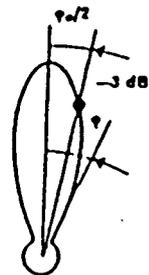


FIGURA 6-2

Diagrama de referencia de la antena receptora de satélite

- Curva A - componente copolar (6.2.2.9.2)
- Curva B - componente contrapolar (6.2.2.9.3)
- Curva C - valor opuesto de la ganancia en el eje  
(la curva C representada en esta figura corresponde al caso particular de una antena con 43 dBi de ganancia en el eje)



### 6.2.2.9.3 Diagrama de referencia contrapolar

El diagrama de referencia contrapolar está dado por la fórmula:

Ganancia relativa de polarización cruzada (dB) (véase la Figura 6-2, curva B)

$$G = -30 - 12 \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^2 \quad \text{para } 0 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 0,5$$

$$G = -33 \quad \text{para } 0,5 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 1,67$$

$$G = - \left\{ 40 + 40 \log \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} - 1 \right) \right\} \quad \text{para } \frac{\varphi}{\varphi_0} > 1,67$$

Después de la intersección con la curva C: como la curva C.

(la curva C corresponde al valor opuesto de la ganancia en el eje)

### 6.2.2.10 Precisión de puntería de la antena receptora de satélite

La desviación del haz de la antena receptora respecto a su dirección de puntería nominal no debe pasar de  $0,2^\circ$  en cualquier dirección. Por otra parte, la rotación angular del haz receptor alrededor de su eje no debe pasar de  $\pm 1^\circ$ ; este último límite no es necesario para los haces de sección transversal circular que utilizan polarización circular.

Cuando se utiliza un sola antena para la transmisión y la recepción, esta precisión de puntería para la antena receptora se rige por la antena transmisora, aunque no sea necesariamente igual. Si se utilizan dos reflectores separados para transmisión y recepción, es posible orientar la antena transmisora por medio de un mecanismo automático de puntería que opera por detección de una radiobaliza terrestre de radiofrecuencia. Con este sistema preciso de puntería de la antena, un haz receptor con control subordinado desde la antena transmisora puede estabilizarse dentro de  $0,2^\circ$ .

### 6.2.2.11 Temperatura de ruido del sistema de recepción del satélite

La planificación debe basarse en una temperatura de ruido del sistema de recepción del satélite de 1 800 K.

### 6.2.2.12 Tipo de polarización

En la planificación se supone que hay polarización circular. La polarización lineal puede utilizarse en una posición orbital dada, a reserva del acuerdo de todas las administraciones interesadas.

#### 6.2.2.13 Sentido de la polarización

En el caso de traslación uniforme de frecuencia, el sentido de la polarización del enlace de conexión debe ser,

bien:

opuesto al de los enlaces descendentes correspondientes;

o bien:

en el mismo sentido que el de los enlaces descendentes correspondientes para cada posición orbital.

En el caso de un Plan de traslación no uniforme de frecuencia, es preciso mantener una disposición de frecuencias de polarización uniforme en cada posición orbital.

La tecnología influye en la elección del sentido de la polarización circular cuando se utilizan las mismas antenas para transmisión y recepción.

Con haces elípticos simples, el empleo de polarización en sentido opuesto para los enlaces Tierra-espacio y espacio-Tierra permite utilizar un transductor ortomodal sencillo y económico para aislar las señales de transmisión y recepción.

Con haces conformados para los que se utilizan varias bocinas, la polarización en el mismo sentido permite emplear configuraciones sencillas y económicas de antena de satélite y evitar la complejidad de un transductor ortomodal distinto para cada bocina de alimentación como sucedería si se utilizase la polarización en sentido opuesto. El aislamiento entre las señales de transmisión y recepción se consigue con filtros.

Es necesario elegir una polarización por posición orbital. Sin embargo, siempre que no haya interacción entre los enlaces de conexión en dos posiciones orbitales adyacentes, no parece fundamental que la elección sea la misma para todas las posiciones orbitales.

#### 6.2.2.14 Control automático de la ganancia

El Plan no toma en cuenta el control automático de la ganancia a bordo de los satélites. Hasta 15 dB se permite un control automático de la ganancia, siempre que no haya aumento de la interferencia producida en otros sistemas de satélites.

#### 6.2.2.15 Control de potencia

El Plan no debe tomar en cuenta el control de potencia. El control de potencia se permite sólo en la medida en que la interferencia a otros satélites no aumente en más de 0,5 dB<sup>1</sup> con relación a la calculada en el Plan de enlaces de conexión.

---

<sup>1</sup> Nota - Este margen tiene que distribuirse entre los efectos del control de potencia y los efectos de compensación por despolarización cuando se utilicen ambos (véase el punto 6.2.2.19).

Deben establecerse directrices para el uso del control de potencia basadas en la siguiente información:

El incremento permisible en la potencia del transmisor de la estación terrena aplicable a las estaciones transmisoras terrenas sin que se produzca deterioro en las relaciones de interferencias en condiciones de cielo despejado, tiene en cuenta los emplazamientos geográficos de las estaciones terrenas y de las zonas de cobertura de los enlaces de conexión.

En relación con todo ello, en la Figura 6-3 y en el Cuadro 6-3 se resumen ejemplos de combinaciones probables entre el incremento de la potencia del transmisor y la atenuación debida a la lluvia para varios valores de la discriminación por polarización cruzada y del ángulo de elevación.

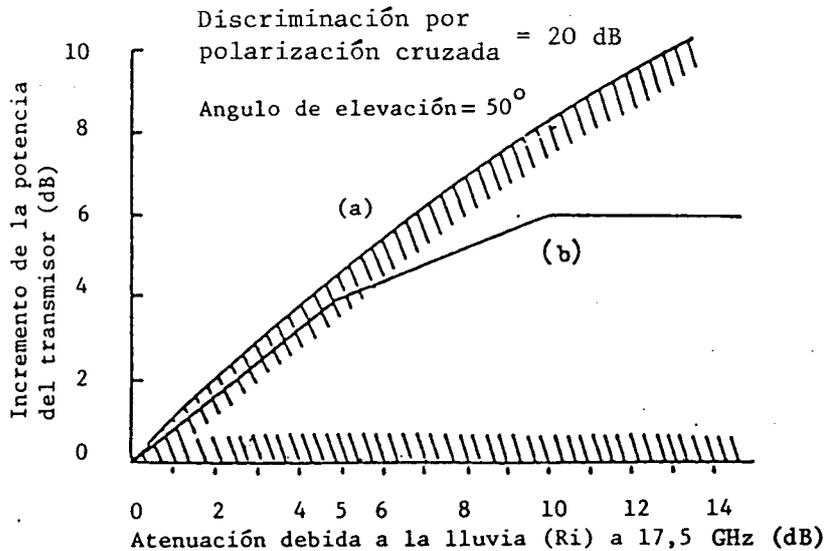


FIGURA 6-3

Posible incremento de la potencia del transmisor que permite el control de potencia

- Curva (a): Límite superior para el control de potencia
- Curva (b): Ejemplo de un control de potencia como se indica en el Cuadro 6-3

CUADRO 6-3

Posible incremento de la potencia del transmisor en la estación terrena que permite el control de potencia para varios valores de discriminación por polarización cruzada y del ángulo de elevación del satélite

Discriminación por polarización cruzada (dB)	Angulo de elevación del satélite (grados)	Incremento de la potencia del transmisor de la estación terrena (dB)	
		Para una atenuación debida a la lluvia entre 0 dB y 5 dB	Para una atenuación debida a la lluvia de más de 5 dB
10 a 15	0 a 10	0	0
	10 a 30	0 a 4	4 a 7
	30 a 50	0 a 4	4 a 8
	50 a 60	0 a 5	5 a 9
	60 a 90	0 a 5	5 a 10
15 a 20	0 a 10	0	0
	10 a 30	0 a 2	2 a 4
	30 a 40	0 a 3	3 a 4
	40 a 50	0 a 3	3 a 6
	50 a 60	0 a 4	4 a 8
	60 a 90	0 a 5	5 a 9
20 a 25*	0 a 30	0	0
	30 a 40	0 a 2	2
	40 a 50	0 a 3	3 a 4
	50 a 60*	0 a 4*	4 a 6*
	60 a 90	0 a 5	5 a 8
25 a 30**	0 a 40	0	0
	40 a 50	0 a 2	2
	50 a 60	0 a 3	3
	60 a 90	0 a 5	5

\* Este caso queda ilustrado por la curva b) en la Figura 6-3.

\*\* Estos casos son idénticos a los que aparecen en el Cuadro I de la Parte II de las Actas Finales de la CARR-SAT-83.

#### 6.2.2.16 Emplazamiento de la estación terrena

La planificación debe satisfacer las necesidades de las administraciones, pero en el caso de las estaciones terrenas del enlace de conexión establecidas fuera de la zona de servicio del enlace descendente, tal vez sea necesario emplear los métodos de solución de incompatibilidades de la planificación descritos en el punto 6.2.2.21.

#### 6.2.2.17 Propagación

El modelo de propagación para los enlaces de conexión se basa en la atenuación debida a la lluvia rebasada durante el 1% del mes más desfavorable.

##### 6.2.2.17.1 Atenuación

A efectos del cálculo, se requieren los siguientes datos:

$R_{0.01}$ : índice de pluviosidad en un punto para la ubicación respecto del 0,01% de un año medio (mm/h)

$h_0$  : altura sobre el nivel medio del mar de la estación terrena (km)

$\theta$  : ángulo de elevación (grados)

$f$  : frecuencia (GHz)

$\zeta$  : latitud de la estación terrena (grados)

Se utilizarán frecuencias medias a efectos de los cálculos para las dos bandas, es decir, 17,7 GHz y 14,65 GHz.

Paso 1: La altura media de la isoterma de cero grados  $h_F$  es:

$$h_F = 5,1 - 2,15 \log \left( 1 + 10^{\frac{(\zeta/27)}{25}} \right) \text{ (km)}$$

Paso 2: La altura de la lluvia  $h_R$  es:

$$h_R = C \cdot h_F$$

donde:

$$C = 0.6 \text{ para } 0^\circ \leq \zeta < 20^\circ$$

$$C = 0.6 + 0.02 (\zeta/20) \text{ para } 20^\circ \leq \zeta < 40^\circ$$

$$C = 1 \text{ para } \zeta \geq 40^\circ$$

Paso 3: La longitud del trayecto oblicuo,  $L_s$ , por debajo de la altura de la lluvia es:

$$L_s = \frac{2 (h_R - h_0)}{\left( \text{sen}^2 \theta + 2 \left( \frac{h_R - h_0}{R_e} \right) \right)^{1/2} + \text{sen} \theta} \quad (\text{km})$$

donde:

$R_e$  es el radio efectivo de la Tierra (8.500 km)

Paso 4: La proyección horizontal,  $L_G$ , del trayecto oblicuo es:

$$L_G = L_s \cos \theta \quad (\text{km})$$

Paso 5: El factor de reducción del trayecto de la lluvia,  $r_{0,01}$ , para el 0,01% del tiempo es:

$$r_{0,01} = \frac{90}{90 + 4 L_G}$$

Paso 6: La atenuación específica  $\gamma_R$ , viene determinada por:

$$\gamma_R = k (R_{0,01})^\alpha \quad (\text{dB/km})$$

donde:

$R_{0,01}$  viene dado en el Cuadro 6-4, los coeficientes  $k$  y  $\alpha$  dependientes de la frecuencia en el Cuadro 6-5 y las zonas hidrometeorológicas en las Figuras 6-4 y 6-5, respectivamente.

CUADRO 6-4

Intensidad de la lluvia (R) para las zonas hidrometeorológicas rebasado durante el 0,01% de un año medio

Zona hidrometeorológica	A	B	C	D	E	F	G	H	J	K	L	M	N	P
Intensidad de lluvia (mm/h)	8	12	15	19	22	28	30	32	35	42	60	63	95	145

CUADRO 6-5

Coefficientes dependientes de la frecuencia

Frecuencia (GHz)	k	$\alpha$
14,65	0,0327	1,149
17,7	0,0531	1,110

Los coeficientes dependientes de la frecuencia se calculan utilizando las fórmulas siguientes y los datos del Cuadro 6:

$$k = [k_H + k_V + (k_H - k_V) \cos^2 \theta \cos 2\tau] / 2$$

$$\alpha = [k_H \alpha_H + k_V \alpha_V + (k_H \alpha_H - k_V \alpha_V) \cos^2 \theta \cos 2\tau] / 2k$$

en donde  $\theta$  es el ángulo de elevación del trayecto y  $\tau$  es el ángulo de inclinación de la polarización con respecto a la horizontal ( $\tau = 45^\circ$  para la polarización circular).

Las fórmulas para  $k$  y  $\alpha$  son de carácter general. En el caso de polarización circular, los terceros términos de ambas ecuaciones son igual a cero, por lo que, para la polarización circular, pueden escribirse las fórmulas de  $k$  y  $\alpha$  como sigue:

$$k = (k_H + k_V) / 2$$

$$\alpha = (k_H \alpha_H + k_V \alpha_V) / 2k$$

CUADRO 6-6

Coefficientes de regresión para estimar el valor de la atenuación específica

Frecuencia (GHz)	$k_H$	$k_V$	$\alpha_H$	$\alpha_V$
12	0,0188	0,0168	1,217	1,200
15	0,367	0,0335	1,154	1,128
20	0,0751	0,0691	1,099	1,065

Paso 7: La atenuación rebasada durante el 1% del mes más desfavorable es:

$$A_{1\%} = 0,223 \gamma_R L_s r_{0,01} \text{ (dB)}$$

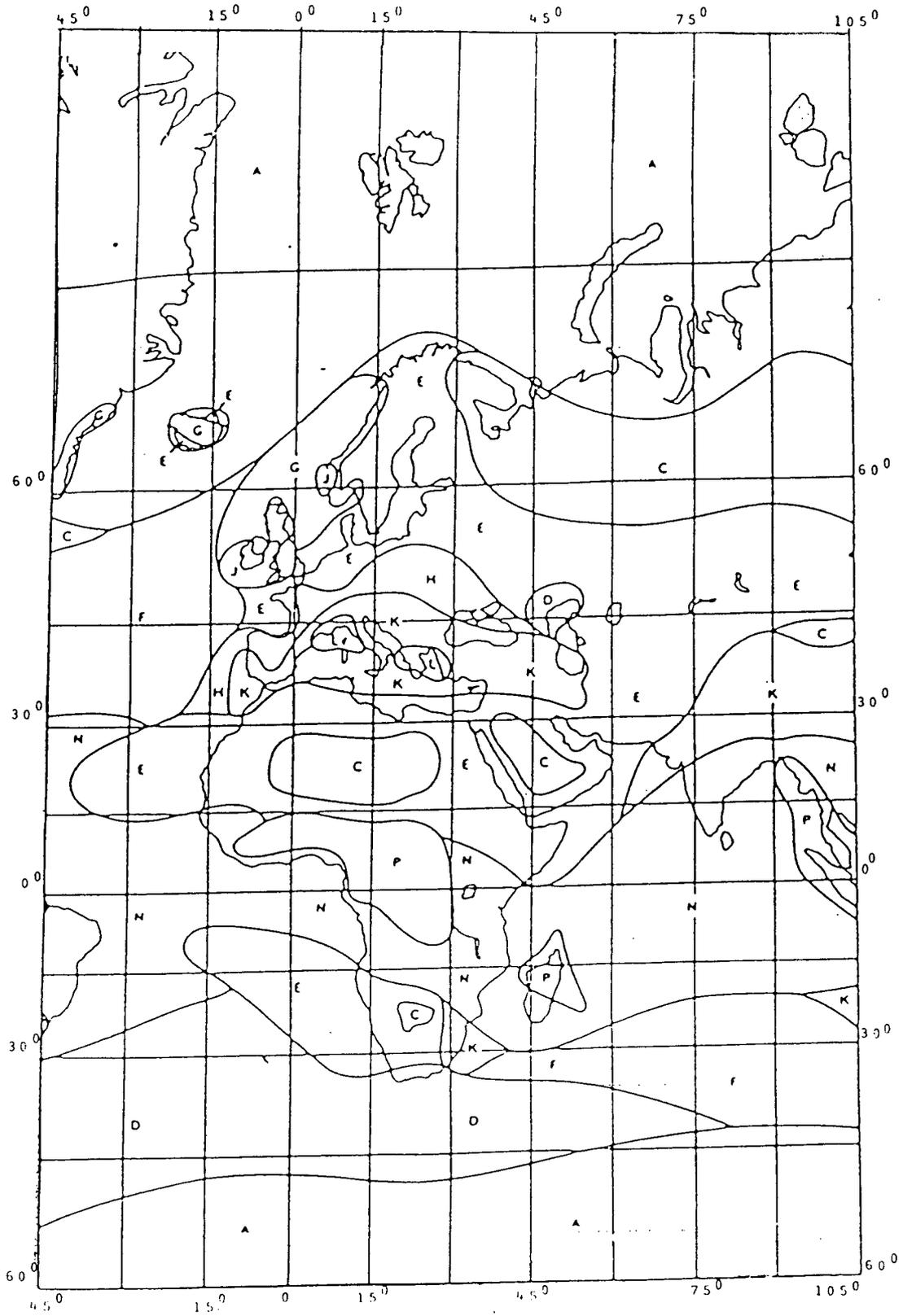


FIGURA 6-4

Zonas hidrometeorológicas (45°O - 105°E)

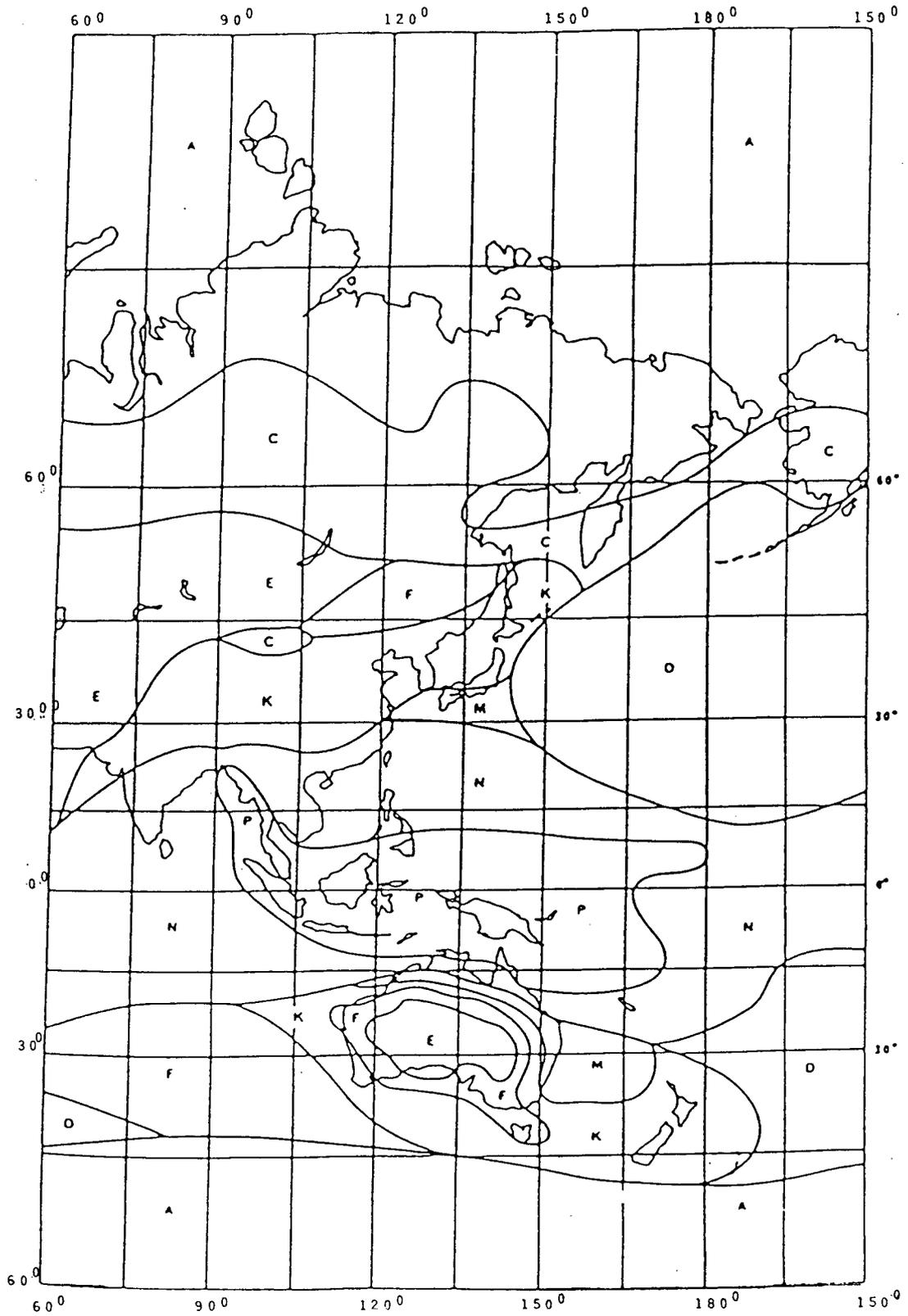


FIGURA 6-5

Zonas hidrometeorológicas (60°E - 150°O)

#### 6.2.2.17.2 Despolarización

La lluvia y el hielo pueden provocar la despolarización de las señales radioeléctricas. El nivel de la componente copolar con respecto a la componente despolarizada viene dado por la relación de discriminación por polarización cruzada (XPD). Para los enlaces de conexión, la relación XPD, en dB, que no es excedida durante el 1% del mes más desfavorable viene dada por la fórmula siguiente:

$$\text{XPD} = 30 \log f - 40 \log(\cos\theta) - V \log A_p \quad (\text{dB}) \quad \text{para } 5^\circ \leq \theta \leq 60^\circ$$

donde

$$V = 20 \text{ para } 14,5 - 14,8 \text{ GHz}$$

y

$$V = 23 \text{ para } 17,3 - 18,1 \text{ GHz}$$

donde:

$A_p$  : atenuación copolar, debida a la lluvia, rebasada durante el 1% del mes más desfavorable,

$f$  : frecuencia en GHz,

$\theta$  : ángulo de elevación (grados)

Para valores de  $\theta$  superiores a  $60^\circ$ , debe utilizarse  $\theta = 60^\circ$  en la ecuación anterior.

#### 6.2.2.18 Conversión/modulación de amplitud/modulación de fase

Debe tenerse en cuenta la degradación causada por la conversión de MA a MP al calcular la relación portadora/ruido del enlace de conexión. Debe admitirse un valor de 2,0 dB.

#### 6.2.2.19 Compensación por despolarización

La compensación por despolarización no se toma en cuenta en la planificación. Sólo se permite en la medida en que la interferencia a otros sistemas de satélite no aumente en más de  $0,5 \text{ dB}^1$  en relación con la calculada en el plan de enlaces de conexión.

#### 6.2.2.20 Diversidad de emplazamientos

No se toma en cuenta en la planificación el empleo de la diversidad de emplazamientos. Se permite y se considera como una técnica eficaz para mantener elevadas relaciones portadora/ruido y portadora/interferencia en los periodos de atenuación debida a la lluvia moderada a intensa.

---

<sup>1</sup> Nota - Este margen tiene que distribuirse entre los efectos del control de potencia y los efectos de compensación por polarización cuando se utilicen ambos. (véase el punto 6.2.2.15)

6.2.2.21 Métodos para resolver las incompatibilidades en la planificación de los enlaces de conexión durante la Segunda Reunión de la Conferencia

Es conveniente utilizar un conjunto común de parámetros técnicos para todos los enlaces de conexión en la planificación, pero según estudios preliminares realizados por varias administraciones, puede ser difícil obtener las relaciones portadora/interferencia requeridas en un pequeño número de enlaces de conexión, particularmente cuando ciertas administraciones tienen que satisfacer necesidades especiales.

A fin de superar estas dificultades, se propone cierta flexibilidad en los valores de los parámetros de planificación utilizados. En el proceso de planificación pueden aplicarse una o más de las siguientes técnicas, cuando sea necesario, para lograr los valores deseados de protección contra la interferencia.

6.2.2.21.1 Ajuste del nivel máximo de la p.i.r.e. de los posibles enlaces de conexión interferentes o enlaces de conexión sujetos a interferencia excesiva para mantener relaciones portadora/ruido y portadora/interferencia adecuadas en los enlaces de conexión ajustados.

6.2.2.21.2 Cuando resulta afectada adversamente la planificación independiente de posiciones orbitales, los diagramas de respuesta fuera del eje de lóbulos laterales con copolarización y polarización cruzada de la antena transmisora de estación terrena pueden limitarse a  $29 - 25 \log \varphi$  (dBi), para valores de  $\varphi$ , ángulo fuera del eje,  $\varphi$  en las regiones de las posiciones orbitales adyacentes y segundas adyacentes en el plano de la órbita geoestacionaria.

6.2.2.21.3 En los casos en que se logra un aislamiento insuficiente con polarización cruzada, el diagrama de respuesta fuera del eje de lóbulos laterales con polarización cruzada de la antena transmisora de estación terrena puede limitarse a  $24 - 25 \log \varphi$  (dBi) para  $0,76^\circ \leq \varphi \leq 22,9^\circ$  y  $-10$  (dBi) para  $\varphi > 22,9^\circ$ .

6.2.2.21.4 Ajuste de las asignaciones de canales de enlaces de conexión, manteniendo la misma frecuencia de transmisión para todas las asignaciones asociadas con una haz de enlace descendente dado.

6.2.2.21.5 Modificación de la forma del diagrama del haz, del tamaño y/o de las respuestas de lóbulos laterales de la antena receptora del satélite (por ejemplo, antena de haces múltiples o de haz conformado).

6.2.2.21.6 Desalineación de la dirección de puntería del haz de la antena receptora del satélite, sujeta a que se mantenga invariable el valor fijado de la relación portadora/ruido.

6.2.2.21.7 Mejora de la precisión de puntería del haz de la antena receptora del satélite a  $0,1^\circ$ .

6.2.2.21.8 Establecimiento de un límite superior de 10 dB para el margen de la atenuación debida a la lluvia incluida en el balance de potencia del enlace de conexión.

6.2.2.21.9 Separación de posiciones orbitales de satélite de  $\pm 0,2^\circ$  con respecto a la posición nominal, y especificación de la p.i.r.e. fuera del eje de la estación terrena pertinente en la gama  $0^\circ$  a  $1^\circ$  en ángulos del haz fuera del eje.

Para esos casos, en los que E (dBW) es la p.i.r.e. en el eje de la estación terrena, la p.i.r.e. fuera del eje de la antena transmisora de la estación terrena para ángulos  $0^\circ < \varphi < 1^\circ$  no debe ser mayor que:

$$E \text{ (dBW) para } 0^\circ < \varphi \leq 0,1^\circ,$$

$$E - 21 - 20 \log \varphi \text{ (dBW) para } 0,1^\circ < \varphi \leq 0,32^\circ,$$

$$E - 5,7 - 53,2 \varphi^2 \text{ (dBW) para } 0,32^\circ < \varphi \leq 0,44^\circ,$$

$$E - 25 - 25 \log \varphi \text{ (dBW) para } 0,44^\circ < \varphi < 1^\circ$$

6.2.2.22 Cuadro sinóptico de parámetros técnicos iniciales para la planificación de los enlaces de conexión en las Regiones 1 y 3 (bandas de frecuencias 17,3 - 18,1 GHz y 14,5 - 14,8 GHz)

CUADRO 6-7

	Parámetro	Valor	Referencia
1.	Relación portadora/ruido	24 dB	6.2.2.2
2.	Relación de protección portadora/interferencia cocanal	40 dB	6.2.2.3
3.	Relación de protección portadora/interferencia en canal adyacente	21 dB 24 dB	6.2.2.4
4.	Valor de planificación inicial de la p.i.r.e. del enlace de conexión	17,3 - 18,1 GHz - 84 dBW 14,5 - 14,8 GHz - 82 dBW	6.2.2.5
5.	Antena transmisora	-	6.2.2.6
a)	Diámetro	17,3 - 18,1 GHz - 5 m 14,5 - 14,8 GHz - 6 m	6.2.2.6.1
b)	Ganancia en el eje	57 dBi	6.2.2.6.2
6.	p.i.r.e. fuera del eje	-	6.2.2.7
a)	p.i.r.e. copolar fuera del eje	$E - 25 - 25 \log \varphi$ (dBW) para $1^\circ \leq \varphi \leq 48^\circ$ $E - 67$ (dBW) para $\varphi > 48^\circ$	6.2.2.7.1 y Figura 6-1
b)	p.i.r.e. contrapolar fuera del eje	$E - 30$ (dBW) para $0^\circ \leq \varphi \leq 1,6^\circ$ , $E - 25 - 25 \log \varphi$ (dBW) para $1,6^\circ < \varphi < 48^\circ$ , $E - 67$ (dBW) para $\varphi > 48^\circ$	6.2.2.7.2 y Figura 6-1
7.	Pérdida debida al error de puntería de la antena de la estación terrena	1 dB	6.2.2.8

	Parámetro	Valor	Referencia
8.	Antena receptora del satélite	-	6.2.2.9
a)	Sección transversal del haz	elíptica o circular	6.2.2.9.1
b)	Diagrama de referencia copolar	<p>Ganancia relativa (dB)</p> $-12 \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^2 \text{ para } 0 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 1,30$ $-17,5 - 25 \log \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} \right) \text{ para } \frac{\varphi}{\varphi_0} > 1,30$ <p>Después de la intersección con la curva C: como la curva C. (La curva C corresponde al opuesto de la ganancia en el eje)</p>	<p>6.2.2.9.2</p> <p>y</p> <p>Figura 6-2,</p> <p>Curvas A y C</p>
c)	Diagrama de referencia contrapolar	<p>Ganancia relativa (dB)</p> $-30 - 12 \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^2 \text{ para } 0 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 0,5$ $-33 \text{ para } 0,5 < \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 1,67$ $-(40 + 40 \log \left  \frac{\varphi}{\varphi_0} - 1 \right ) \text{ para } \frac{\varphi}{\varphi_0} > 1,67$ <p>Después de la intersección con la curva C: como la curva C. (La curva C corresponde al opuesto de la ganancia en el eje)</p>	<p>6.2.2.9.3</p> <p>y</p> <p>Figura 6-2,</p> <p>Curvas B y C</p>
9.	Antena receptora del satélite, precisión de puntería	0,2°	6.2.2.10
10.	Temperatura de ruido del sistema de recepción del satélite	1 800 K	6.2.2.11

	Parámetro	Valor	Referencia
11.	Tipo de polarización	circular	6.2.2.12
12.	Sentido de polarización	-	6.2.1.13
13.	Control automático de ganancia	no se toma en cuenta	6.2.2.14
14.	Control de potencia	no se toma en cuenta	6.2.2.15
15.	Emplazamiento de la estación terrena	-	6.2.2.16
16.	Propagación	-	6.2.2.17
17.	Degradación de la relación portadora/ruido debida a la conversión MA a MP	2,0 dB	6.2.2.18
18.	Compensación por despolarización	no se toma en cuenta	6.2.2.19
19.	Diversidad de emplazamientos	no se toma en cuenta	6.2.2.20

6.3 Criterios de compartición entre los enlaces de conexión y otros servicios (espaciales y terrenales) que habrá que elaborar durante el periodo entre reuniones

6.3.1 Introducción

El Capítulo 10 del Informe de la Reunión Preparatoria de Conferencia (RPC) del CCIR trata de los criterios de compartición necesarios entre los enlaces de conexión y otros servicios primarios atribuidos en pie de igualdad. Se puede encontrar más material pertinente en el capítulo 8 del Informe de la RPC y detalles adicionales en el anexo 5, punto 5.4, en el anexo 6 y en el anexo 8.

En las secciones pertinentes del Informe de la RPC se solicitan estudios adicionales sobre muchos aspectos de la compartición. Este texto trata de aquellos aspectos directamente relacionados con los estudios entre reuniones, en el contexto de las bandas de frecuencias en las que se habrán de elaborar planes de frecuencias para los enlaces de conexión. En este contexto, los criterios son los que deberán incorporarse en el Reglamento de Radiocomunicaciones.

6.3.2 Bandas de frecuencias

Para la planificación de las Regiones 1 y 3, se necesitan criterios de compartición para los enlaces de conexión en las siguientes bandas de frecuencias compartidas con los siguientes servicios: (Se debe tener en cuenta a este respecto que los enlaces de conexión se van a implantar en el servicio fijo por satélite).

6.3.2.1 Banda de frecuencias 14,5 - 14,8 GHz

FIJO  
MOVIL

6.3.2.2 Banda de frecuencias 17,7 - 18,1 GHz

FIJO  
FIJO POR SATELITE (espacio-Tierra)  
MOVIL

6.3.3 Casos de interferencia

Los casos de interferencia que se pueden presentar son:

- Caso a) Estación terrena transmisora de enlace de conexión que causa interferencia a estación terrenal receptora (servicio fijo o móvil);
- Caso b) Estación terrenal transmisora (servicios fijo o móvil) que causa interferencia a estación espacial receptora de enlace de conexión;
- Caso c) Estación espacial transmisora del servicio fijo por satélite que causa interferencia a estación espacial receptora de enlace de conexión (para la banda 17,7 - 18,1 GHz);
- Caso d) Estación terrena transmisora de enlace de conexión que causa interferencia a estación terrena receptora (para la banda 17,7 - 18,1 GHz).

6.3.4 Criterios de compartición basados en diversas disposiciones del Reglamento de Radiocomunicaciones

6.3.4.1 El caso a) se rige en las dos bandas de frecuencias por el apéndice 28 (Cuadro 1). El texto de la nota 5 del Cuadro 1 dice:

"Los parámetros indicados en estas columnas se han establecido para el servicio fijo por satélite, pero podrán utilizarse para los enlaces de conexión con los satélites de radiodifusión, a título provisional, en espera del resultado de los futuros estudios del CCIR. Véase la Resolución 101."

De momento no se dispone de otros parámetros que los contenidos en el Cuadro 1. Debe señalarse, además, que los criterios de compartición relativos a las bandas por debajo de 15 GHz se circunscriben, por lo general, a los sistemas terrenales con modulación analógica, por lo que será preciso elaborar parámetros para los sistemas digitales. Los estudios que se emprendan entre las reuniones deberán examinar los valores asociados con estos parámetros.

Se señala que el apéndice 28 no abarca el caso de las estaciones receptoras móviles aeronáuticas. Dado que éstas estaciones tienen asignaciones en virtud del Reglamento de Radiocomunicaciones, se necesitarán posiblemente estudios entre las reuniones para proporcionar los criterios de compartición necesarios y el método de aplicación adecuado.

Además, deberán realizarse estudios entre reuniones para tener en cuenta la naturaleza ocasionalmente simultánea de la interferencia relativamente constante a largo plazo causada a las estaciones receptoras terrenales por los transmisores espaciales del servicio fijo por satélite y la interferencia a corto plazo, debida a una propagación anormal causada por las estaciones terrenas de enlace de conexión en el límite de la zona de coordinación determinado por el apéndice 28. Es de esperar que haya relativamente pocas estaciones terrenas de enlace de conexión en una frecuencia determinada.

6.3.4.2 El caso b) se rige por el artículo 27, números 2503, 2505, 2508 y 2510 del Reglamento de Radiocomunicaciones en la banda de frecuencias 14,5 - 14,8 GHz, con la nota 2510.2 cuyo texto es el siguiente:

"La aplicación de los límites en esta banda de frecuencias es provisional (véase la Resolución 101).";

y por los números 2505, 2508 y 2511 del Reglamento de Radiocomunicaciones en la banda de frecuencias 17,7 - 18,1 GHz con la nota 2511.2 que dice "véase la nota 2510.1" cuyo texto es:

"En el número 346 se establece la igualdad de derechos en la utilización de una banda de frecuencias atribuida en diferentes Regiones a diferentes servicios de la misma categoría. Por lo tanto, conviene que las administraciones respeten, en la medida de lo posible, los límites que puedan fijarse para las interferencias entre Regiones en las Recomendaciones del CCIR."

Es interesante recordar, sin embargo, la opinión expresada en el Informe de la RPC sobre la necesidad de establecer restricciones en lo que a la puntería y/o la p.i.r.e. respecta. En el capítulo 12, punto 12.6 del Informe de la RPC se responde así a la Recomendación 4 (COM6/4) de la CARR-SAT-R2:

"En la Recomendación 4 (COM6/4) se pide al CCIR que estudie la necesidad de limitar la p.i.r.e. de los transmisores del SF en la dirección de la OSG, en la banda 17,3 - 17,8 GHz, para proteger los enlaces de conexión del SRS. En el Informe 952 (MOD I) se examina este asunto para la banda 17,7 - 18,1 GHz y se concluye que, con el límite actual de p.i.r.e. de 55 dBW establecido en el artículo 27, las situaciones de interferencia serán muy poco frecuentes. Además, en el proyecto de nuevo Informe AB/4-9 se indica que, en el caso más desfavorable, la transmisión digital de un relevador radioeléctrico del SF alrededor de 18 GHz que cause interferencia a un receptor de enlace de conexión producirá una degradación máxima de 0,12 dB en la relación portadora/ruido (C/N) nominal recibida por el satélite de radiodifusión en el Plan de la Región 2. Ello supone una p.i.r.e. del enlace de conexión de 86 dBW, pero no tiene en cuenta otros factores que pueden reducir todavía más el efecto de la interferencia terrenal, tales como la discriminación de la antena receptora del enlace de conexión y las reducciones de la densidad espectral de potencia debidas a las diferencias de las anchuras de bandas de canal. Como el efecto de la interferencia terrenal se considera despreciable y los factores adicionales pueden reducir aún más la interferencia, se deduce que no son necesarias restricciones en lo que respecta a la dirección de máxima radiación de los transmisores terrenales."

Es evidente que los factores adicionales que podrían colectivamente aportar 10 dB o más de discriminación adicional podrían también permitir la utilización de valores de p.i.r.e. del enlace de conexión inferiores a 86 dBW sin que se produzca interferencia terrenal que cause una degradación superior a 0,12 dB, valor que se considera insignificante.

Sin embargo, los estudios entre reuniones serán los que confirmen si estas conclusiones sobre los servicios fijos son también aplicables al servicio móvil aeronáutico.

#### 6.3.4.3 Caso c)

Se dan dos situaciones en las que podría presentarse interferencia, a saber:

- cuando los satélites están separados por un pequeño arco orbital;
- cuando los satélites se encuentran en posiciones casi antipodales.

El apéndice 29 contiene un procedimiento para determinar si se requiere una coordinación aplicable a ambas situaciones.

Es necesario realizar estudios entre las reuniones para determinar el valor umbral adecuado para iniciar la coordinación, si sería preferible expresarlo en términos de  $\Delta T/T$  (como el apéndice 29) o en términos portadora/interferencia (C/I) y si es deseable establecer criterios interregionales comunes para las tres Regiones.

Como parte del servicio fijo por satélite, se podría esperar que el umbral de los enlaces de conexión del SRS para la interferencia intrarregional y para la interregional refleje el valor de 4% que figura en el apéndice 29. No obstante, es posible que un valor más estricto reflejara más adecuadamente la relación C/I apropiada que se necesita para los enlaces de conexión del SRS.

Por otro lado, el valor umbral de  $\Delta T/T$  adoptado en las disposiciones de la CARR SAT-R2 fue, en realidad, de 10% para separaciones geocéntricas angulares entre satélites de menos de  $10^\circ$  o de más de  $150^\circ$ . Ahora bien, no se requerirá coordinación en el último caso si la densidad de flujo de potencia en el espacio libre de la estación espacial transmisora del servicio fijo por satélite no excede de un valor de  $-123 \text{ dB(W/m}^2/24 \text{ MHz)}$  en la superficie de la Tierra en el limbo de la Tierra en el ecuador.

6.3.4.4 El caso d) corresponde a la banda de frecuencias 17,7 - 18,1 GHz que está atribuida para utilización bidireccional, es decir, por los enlaces de conexión del SRS en la dirección Tierra-espacio y por los enlaces descendentes del SRS en la dirección espacio-Tierra. Este caso no se rige por ninguna disposición del Reglamento de Radiocomunicaciones. Sin embargo, la CARR SAT-R2 estableció a este respecto un criterio fundado en la aplicación del apéndice 28. Este criterio se elaboró más en la RPC, en cuyo Informe aparece como anexo 8. Los estudios entre las reuniones pueden ayudar a confirmar la eficacia del método.

Hay que tener en cuenta, también, la posibilidad de la naturaleza ocasionalmente simultánea de la interferencia a corto plazo debida a una propagación anormal causada por las estaciones terrenas de enlace de conexión en el límite de su zona de coordinación, y de los transmisores terrenales del servicio fijo en el límite de su zona de coordinación, junto con la interferencia relativamente constante causada por las estaciones espaciales del servicio fijo por satélite. Parece necesario realizar estudios entre reuniones sobre el efecto acumulativo de esas tres categorías de interferencias posibles, teniendo en cuenta la distribución en el tiempo de la interferencia terrenalmente propagada.

Es de esperar que haya relativamente pocas estaciones terrenas de enlace de conexión que transmitan en una frecuencia determinada al mismo tiempo.

#### 6.3.5 Comentario acerca de las consecuencias de especificar, para las distancias de coordinación, ubicaciones nominales de estaciones terrenas de enlaces de conexión

6.3.5.1 En el contexto del desarrollo de planes de enlaces de conexión en el servicio de radiodifusión por satélite para las Regiones 1 y 3, se ha sugerido la posibilidad de especificar los emplazamientos nominales de las estaciones terrenas de enlaces de conexión en el servicio de radiodifusión por satélite para facilitar la coordinación con otros servicios que comparten una atribución de frecuencia respecto de la cual se están elaborando planes para establecer enlaces de conexión en el servicio de radiodifusión por satélite.

6.3.5.2 Puede decirse que, con la especificación nominal de los emplazamientos, se descarta un medio poderoso de reducir las distancias de coordinación mediante técnicas tales como el apantallamiento topográfico natural o el apantallamiento artificial. El aislamiento adicional que puede conseguirse en una estación terrena, tal vez 30 dB, depende del conocimiento detallado del emplazamiento de la estación terrena y de sus alrededores, información que sólo puede obtenerse, de manera fiable, cuando se inspeccionan los emplazamientos en el momento de seleccionarlos.

6.3.5.3 En el supuesto de que se utilice el apantallamiento como medio de reducir las zonas de coordinación del apéndice 28 todo lo posible, será preciso estudiar, entre reuniones, el carácter provisional de los valores de apantallamiento del emplazamiento para valores de los ángulos del horizonte de más de  $5^\circ$  de la nota de pie de página relativa a la ecuación 7(a) (punto 3.2.2), y de la Figura 1 del apéndice 28.

CAPITULO 7

**Sistemas de radiodifusión sonora por satélite para  
recepción individual por receptores portátiles  
o instalados en automóviles**

7.1 Introducción

El empleo de satélites es una de las soluciones posibles para la radiodifusión sonora a escala nacional. Sin embargo, las actuales atribuciones de frecuencias no prevén las necesidades particulares de un servicio de radiodifusión (sonora) por satélite destinado a receptores portátiles o instalados en automóviles. La selección de la banda de frecuencias oportuna ha sido objeto de diversos estudios y experimentos cuyos resultados se describen en el Informe 955 (MOD I) del CCIR.

El interés de las administraciones en el tema de la radiodifusión sonora por satélite en la CAMR-79 se ha plasmado en la Resolución 505 que resuelve:

- "1. que se aliente a las administraciones a que efectúen experimentos relativos al servicio de radiodifusión por satélite (radiodifusión sonora) en pequeñas sub-bandas convenientemente situadas en la banda 0,5 - 2 GHz, a reserva del acuerdo de las administraciones interesadas. Una de esas sub-bandas puede situarse en la banda 1 429 - 1 525 MHz;
2. que el CCIR prosiga y acelere los estudios referentes a las características técnicas de un sistema de radiodifusión (sonora) por satélite para la recepción individual con receptores portátiles o instalados en automóviles, así como a la posibilidad de la compartición con servicios terrenales y a los criterios apropiados de esta compartición;
3. que se autorice a la próxima conferencia administrativa mundial de radiocomunicaciones que se ocupe de los servicios de radiocomunicación espacial, en general, o de cualquiera de estos servicios en especial, a examinar los resultados de los distintos estudios y a adoptar las decisiones que proceda para atribuir una banda de frecuencias apropiada;
4. que la citada conferencia establezca también procedimientos adecuados para la protección y, si es preciso, la transferencia a otras bandas, de las asignaciones a estaciones de los servicios terrenales que puedan resultar afectados."

En consecuencia, el Consejo de Administración decidió en la Resolución 895 que, con objeto de alcanzar los objetivos de la Resolución 505 de la CAMR-79, la CAMR ORB-85 examinase el asunto, basándose en la experiencia adquirida por las administraciones y en los resultados de los estudios del CCIR, y formulase Recomendaciones apropiadas para la CAMR ORB(2).

Este capítulo pasa revista al estado de los trabajos que se invitaba a realizar en la Resolución 505 (resuelve 1 y 2). Se dan las características técnicas de los sistemas tipo. Se extraen conclusiones, se definen las áreas que precisan más estudio y se formulan Recomendaciones para la CAMR ORB(2), de conformidad con el punto 4 del orden del día y basándose en la información disponible durante la CAMR ORB-85.

## 7.2 Resultados de los estudios y análisis

En respuesta a la Resolución 505 de la CAMR-79, el CCIR ha elaborado el Informe 955 relativo a la radiodifusión sonora por satélite para receptores portátiles y receptores en automóviles. Varias administraciones y empresas privadas de explotación reconocidas han realizado experimentos y emprendido estudios para evaluar la viabilidad del sistema dentro de la banda de 0,5 - 2,0 GHz.

El anexo a este capítulo da información técnica respecto a los sistemas de radiodifusión sonora por satélite que han sido analizados y estudiados. El punto siguiente da las características generales de los sistemas estudiados y examina las consideraciones principales referentes a una decisión sobre atribución.

### 7.2.1 Descripción de los sistemas

Un servicio de radiodifusión sonora por satélite (SRS-sonora) podría prestarse para tres tipos de recepción: receptores portátiles, receptores móviles, tales como radios de automóvil y receptores fijos. Un servicio de esta índole implica balances del enlace en función de la frecuencia y del ángulo de elevación. Ambos aspectos se tratan en el anexo a este capítulo.

Se han estudiado dos modelos. El primero utiliza modulación de frecuencia (MF) con parámetros compatibles con la radiodifusión MF terrenal y proporciona recepción monofónica en el caso de receptores portátiles y móviles o recepción estereofónica en el caso de instalaciones fijas en las que las obstrucciones pueden reducirse al mínimo y pueden utilizarse antenas más grandes. El segundo modelo utiliza modulación digital y puede proporcionar una mayor gama de facilidades, independientemente del tipo de recepción.

Los objetivos de calidad y disponibilidad del servicio se desarrollan en el anexo a este capítulo, punto 2.2. Se ha supuesto una disponibilidad del servicio en el 90% de los emplazamientos. Esta disponibilidad del servicio dependerá de los desvanecimientos debidos a obstrucciones y a los efectos de propagación por trayectos múltiples. Las latitudes bajas podrían ser atendidas con niveles de potencia de transmisión bastante moderados, en tanto que las latitudes superiores exigirían niveles mayores. En ambos modelos de sistemas se considera que los casos A y B tratados en el anexo a este capítulo, punto 2.3, permitirían una recepción satisfactoria en todas las condiciones, salvo las muy desfavorables.

Se han elegido los modelos MF y digital por ser representativos de los métodos que pueden utilizarse para prestar servicios. La elección de la MF para prestar un servicio de menor calidad no implica por fuerza que un sistema MF no pueda ofrecer una calidad de servicio equivalente a la que se obtiene con un sistema digital, pues es preciso tener en cuenta muchos otros factores técnicos.

Una comparación de los balances del enlace indica que el modelo digital exigiría aproximadamente el doble de potencia de transmisión de satélite que el modelo MF. Los requisitos técnicos resultantes pueden satisfacerse en algunos de los ejemplos del anexo a este capítulo, con la tecnología de satélite y de receptor disponible ahora y en el próximo futuro.

#### 7.2.2 Consideraciones relativas al costo

Se señala a la atención de las administraciones los factores técnicos que inciden en los costos de la posible puesta en servicio de un sistema de radiodifusión sonora por satélite. En el anexo a este capítulo, pueden verse ejemplos de estimaciones del costo del segmento espacial. Se ha informado de estudios técnicos y económicos realizados en un país desde la RPC 1984, en los que se señala que un sistema de satélite puede ser varias veces más caro que un sistema terrenal equivalente. En otros casos, en particular en las zonas montañosas, el sistema de satélite puede ser menos caro, como se indica en un estudio realizado por otra administración sobre los costos de sistemas de televisión terrenales. El costo relativo depende del emplazamiento geográfico de la zona de servicio, de la conformación y del tamaño del territorio, del número de programas, de las soluciones tecnológicas elegidas y de otros factores. Hacen falta más estudios del CCIR sobre los factores técnicos que inciden en los costos.

#### 7.2.3 Consideraciones relativas a la frecuencia, la anchura de banda y la compartición de frecuencias

Los tres elementos de importancia para adoptar una decisión sobre atribución son la frecuencia adecuada para el funcionamiento, la anchura de banda requerida y la posibilidad de compartición de frecuencias.

##### 7.2.3.1 Frecuencia de explotación

Los estudios que ha examinado la CAMR ORB-85 han utilizado frecuencias en la gama de 0,5 a 2,0 GHz. Un aumento de las frecuencias de explotación exigiría un incremento correspondiente en los niveles de potencia de transmisión del satélite, que a su vez aumentaría con la latitud. Una disminución de la frecuencia de funcionamiento exigiría un aumento del diámetro de la antena de satélite y situaría al receptor en tierra en un entorno de mayor ruido artificial.

#### 7.2.3.2 Anchura de banda

La anchura de banda necesaria para un servicio de radiodifusión sonora por satélite en ondas decimétricas depende del método de modulación y del grado de superposición de la cobertura. Como se indica en el Informe de la RPC, de estudios realizados sobre la casi totalidad de Europa y África y para la Región 2 se desprende que se necesita una anchura de banda de 9 a 11 MHz para proporcionar un programa nacional de radiodifusión sonora por país cuando éste se transmite en modulación de frecuencia. La modulación digital suele exigir una anchura de banda algo mayor. El estudio para países de la Región 2 concluyó que se necesitan unos 13 MHz para un programa monofónico por país. Estos resultados se consideran representativos para servicios nacionales.

#### 7.2.3.3 Consideraciones relativas a la compartición de frecuencias

La banda 0,5 - 2,0 GHz es utilizada a título primario por los servicios terrenales de radiodifusión, móvil y fijo, entre otros. Hay también importantes atribuciones para los servicios de radionavegación aeronáutica y radiolocalización.

Se han realizado estudios de compartición con técnicas de modulación de frecuencia y modulación digital. La modulación de frecuencia permite una dispersión de energía muy limitada, en tanto que las técnicas de modulación digital ofrecen una ventaja considerable en cuanto a la dispersión de energía. Sin embargo, aun los estudios más optimistas para esta última modulación demuestran que los niveles de flujo de potencia obtenibles son aún demasiado elevados para la compartición de frecuencias con los servicios terrenales de radiodifusión, fijo o móvil dentro de la zona de servicio y en grandes áreas en torno a la misma.

Cabe concluir que la compartición de frecuencias no será posible de manera sistemática. Esto indica que teniendo en cuenta los criterios existentes el desarrollo de los servicios nacionales de radiodifusión sonora por satélite en la gama de frecuencias de 0,5 a 2,0 GHz sólo será posible mediante la atribución de una banda de frecuencias adecuada con carácter exclusivo.

#### 7.2.4 Conclusiones

Los estudios del CCIR sobre la radiodifusión sonora por satélite -SRS (sonora)- en la gama de 0,5 a 2,0 GHz muestran que tal servicio es técnicamente viable, pero que, por dificultades de compartición, no será posible implantarlo a menos que se le atribuya una banda de frecuencias idónea a título exclusivo. Estos estudios realizados por el CCIR y los experimentos y estudios llevados a cabo por las administraciones han demostrado que la acomodación del servicio de radiodifusión sonora por satélite en la gama de frecuencias 0,5 a 2,0 GHz causaría considerables dificultades.

Es necesario seguir investigando las posibilidades de compartición entre el SRS (sonora) y otros servicios. Hacen falta también más estudios para definir completamente los parámetros del sistema concreto que permitirían una implantación más fácil de dicho servicio. Se han identificado las siguientes materias:

#### 7.2.4.1 Calidad de servicio

La calidad de servicio influye en las características globales del sistema y en la compartición con otros servicios. Administraciones diferentes pueden desear diferentes niveles de calidad. Se sugiere el estudio como mínimo de sistemas de alta calidad y calidad mediana, con la posibilidad de lograr una alta calidad mediante la utilización de receptores instalados permanentemente.

#### 7.2.4.2 Frecuencia de explotación

Varias administraciones han indicado que no podrían acomodar al SRS (sonora) en la banda 0,5 - 2,0 GHz con una atribución a título exclusivo. Sin embargo, dos administraciones indicaron que podrían acomodar, con carácter nacional, el SRS (sonora) en esta banda a título exclusivo. Serían de desear más estudios para identificar posibles frecuencias en los casos en que el SRS (sonora) se podría prestar en la banda 0,5 - 2,0 GHz utilizando los parámetros técnicos identificados para estudios ulteriores. Además, se solicitan estudios para frecuencias situadas fuera de la gama 0,5 - 2,0 GHz pero próximas a ella cuando puedan ser mayores las posibilidades de compartición o de otro tipo de acomodación.

#### 7.2.4.3 Tipo de modulación

Las modificaciones del formato de modulación pueden reducir la potencia requerida para los transmisores del SRS (sonora) y pueden mejorar las posibilidades de compartición con otros servicios. Es preciso continuar los estudios para determinar las características técnicas de los sistemas digitales viables.

#### 7.2.4.4 Anchura de banda requerida

La modificación del tipo de modulación o la utilización de otros sistemas digitales pueden alterar la anchura de banda requerida con relación a los valores dados en los ejemplos de sistemas que se analizan en este Informe.

#### 7.2.4.5 Receptores

Se identificaron como áreas de estudio las técnicas de procesamiento de la señal, la posible utilización de los receptores existentes, y el posible desarrollo de un diseño común del receptor.

#### 7.2.4.6 Diseño de la antena

Para mejorar las posibilidades de compartición, es necesario estudiar las antenas de satélite con lóbulos laterales mejorados y múltiples haces puntuales y las características de ganancia y directividad de las antenas receptoras de tierra.

#### 7.2.4.7 Enlaces de conexión

Hace falta identificar las características técnicas de los enlaces de conexión necesarios.

7.2.4.8 Criterios de compartición adecuados  
(incluidos los aplicables a la separación geográfica)

Se necesitan criterios de compartición para determinar las posibilidades de compartición con todos los servicios que utilizan bandas de frecuencias en las cuales puede operar el SRS (sonora). En particular, es preciso orientar los estudios hacia la compartición sobre una base geográfica, o sea, entre las regiones y en el interior de ellas o entre grupos de administraciones.

7.2.4.9 Consideraciones sobre los costos

Se dispuso de varios estudios para determinar los costos del segmento espacial, los costos totales del sistema SRS (sonora) y como comparación, el costo de una cobertura con sistemas de radiodifusión sonora terrenal. Hace falta proseguir los estudios para identificar con más precisión los costos de los sistemas viables.

7.2.4.10 Posibilidades de la tecnología presente y futura para cumplir con el número 2674 del Reglamento de Radiocomunicaciones

Hay que estudiar también este aspecto.

7.2.4.11 Satélite para múltiples usuarios

Es preciso investigar las consecuencias técnicas de la utilización de un mismo satélite por varias administraciones para satisfacer sus necesidades particulares.

7.3 Recomendaciones<sup>1</sup>

Después de considerar la radiodifusión sonora por satélite basándose en la experiencia adquirida por las administraciones y en los resultados de los estudios del CCIR, la CAMR ORB-85 recomienda:

- a) a las administraciones que prosigan los estudios sobre los temas siguientes: calidad del servicio, frecuencia de explotación tanto dentro como fuera de la gama (0,5 - 2,0 GHz) pero cerca de ella, tipo de modulación, anchura de banda necesaria, receptores, diseño de la antena, enlaces de conexión, criterios adecuados de compartición (incluidos los aplicables a la separación geográfica); consideraciones relativas a los costes, posibilidad de que la tecnología presente y futura cumpla con el número 2674 del Reglamento de Radiocomunicaciones y satélites de múltiples usuarios. Al hacerlo, deben tener en cuenta la información contenida en el punto 7.2.4 y el anexo a este capítulo así como la necesidad de cumplir con el número 2674 del Reglamento de Radiocomunicaciones;

---

<sup>1</sup> Véase también la Recomendación 2.

- b) que la Segunda Reunión de la Conferencia examine los resultados de los diversos estudios realizados hasta la fecha y al considerar la situación dominante en ese momento adopte las decisiones pertinentes en relación con los diversos aspectos de este sistema tal como figuran en la Resolución 505 de la CAMR 79.

Además, la CAMR ORB-85 pide al Consejo de Administración que considere la Recomendación 2 al preparar el orden del día de la Segunda Reunión de esta Conferencia.

La CAMR ORB-85 invita también al CCIR a que emprenda estudios sin gastos suplementarios como se indica en el apartado a) anterior a fin de definir los parámetros prácticos de los sistemas de radiodifusión sonora por satélite.

ANEXO AL CAPITULO 7

**Información técnica y operacional relativa a los sistemas de radiodifusión sonora por satélite para recepción individual con receptores portátiles o instalados en automóviles**

1. Introducción

Los satélites pueden proporcionar un servicio de radiodifusión sonora de ámbito nacional, aunque en la actualidad no hay atribución de frecuencias para dicho servicio. Es técnicamente posible proporcionar servicio a receptores portátiles, receptores en automóviles y receptores fijos. La calidad mínima en el borde de la zona de servicio podría ser la nota 3 6 4 de la escala de calidad de 5 notas del CCIR, según el tipo de modulación adoptado.

En respuesta a la Resolución 505 de la CAMR-79, el CCIR preparó el Informe 955 acerca de la radiodifusión sonora por satélite destinada a receptores portátiles y receptores en automóviles utilizando la banda de ondas decimétricas, mientras las administraciones y los organismos efectuaban estudios adicionales. El presente anexo está basado en el Informe 955 y en esos estudios adicionales.

2. Descripción de los sistemas

2.1 Modelos de sistema

Se han estudiado dos modelos de sistema. El primero utiliza la modulación de frecuencia con parámetros compatibles con la radiodifusión terrenal MF. El segundo modelo da por supuesta la modulación digital. Los modelos comprenden tres tipos de recepción: receptores portátiles, receptores móviles como los aparatos de radio de automóviles, y receptores fijos.

El modelo MF permitirá la recepción monofónica en el caso de receptores portátiles y móviles utilizando pequeñas antenas de directividad limitada, y la recepción estereofónica en el caso de instalaciones fijas en donde las obstrucciones puedan reducirse al mínimo y se pueda utilizar antenas mayores.

En el caso de la modulación digital, el modelo se ha basado en la monofonía. La estereofonía exigiría un segundo canal o duplicar la velocidad de transmisión de datos, pero entonces sería posible la recepción estereofónica en todas las condiciones de recepción cubiertas por el servicio. Un sistema digital tiene también una amplia flexibilidad para acomodar distintos tipos de facilidades.

En los modelos se ha supuesto una frecuencia de explotación cercana a 1 000 MHz y el empleo de satélites geoestacionarios con grandes antenas (por ejemplo, 8-20 m de diámetro).

## 2.2 Objetivos de calidad y disponibilidad del servicio

Se da por supuesta una disponibilidad del servicio del 90% de los emplazamientos en el caso de la recepción portátil y móvil.

En el caso del modelo MF, el objetivo de calidad en el borde de la zona de cobertura equivale a una calidad subjetiva correspondiente a la nota 3 en la escala de calidad de 5 notas del CCIR. Corresponde también a una relación S/N ponderada de 40 dB. Como segunda condición que se debe cumplir, la C/N necesita estar por encima del umbral MF (10 dB). Las relaciones de protección frente a la interferencia deben ser suficientemente altas para garantizar que el ruido del sistema sea el factor que controle la disponibilidad del sistema.

En el caso del modelo digital, el objetivo de calidad en el borde de la zona de cobertura equivale a una calidad subjetiva de nota 4 en la escala de calidad de 5 notas del CCIR. Ello se traducirá en una proporción de bits erróneos admitida que dependerá del nivel de protección contra errores y en una relación portadora/ruido requerida dependiente de la codificación de canal utilizada. En este caso, se considera a la interferencia como ruido añadido y se fijan las relaciones de protección de modo que la contribución del ruido procedente de la interferencia cocanal sea de 1 dB y que cada canal adyacente contribuya con 0,5 dB.

## 2.3 Margen de enlace

Se han supuesto en el Cuadro 7-1 cuatro valores de margen en enlace. Son estimaciones de los márgenes requeridos en los distintos casos enunciados a continuación.

Caso A: En este caso se utiliza un margen de 6 dB, que da una relación C/N de por lo menos 10 dB para el 90% de los puntos receptores en una zona rural y para un ángulo de elevación del satélite visto desde la estación terrena superior a 70°, correspondiente a un servicio en zonas de latitudes bajas. En estas circunstancias, la recepción móvil en carreteras debe ser satisfactoria, excepto cerca de obstáculos altos que serán evidentes para el oyente.

Caso B: El margen de 15 dB abarca el caso de la recepción en una zona urbana, para un ángulo de elevación del satélite visto desde la estación terrena de 20° (países de latitudes altas) y para una calidad de servicio correspondiente a la calidad mínima dada en el 90% de los emplazamientos.

Caso C: El margen de 25 dB abarca el caso de la recepción en zonas urbanas, donde el 90% de las zonas están servidas de modo que el 90% de los puntos receptores dentro de la zona reciban la calidad declarada mínima dada.

Caso D: Igual que el caso C, pero con un porcentaje del 95% de las zonas que tengan un 90% de puntos en donde se alcance el objetivo de calidad declarada mínima dada.

Puede lograrse un sistema satisfactorio, sin exigir un margen alto, que asegure una cobertura satisfactoria en condiciones extremadamente difíciles. En cualquier caso, la recepción será imposible en los casos extremos, como son los vehículos de motor que pasan por túneles o por ciertos barrios del centro de las ciudades. Por consiguiente, sobre la base de ensayos simulados se considera que a 1 000 MHz, un margen de 15 dB (caso B anterior) es suficiente para asegurar una recepción satisfactoria en el caso de un vehículo de motor que pasa por una ciudad (cobertura del 90%). Esto se aplica a zonas receptoras en latitudes elevadas. El caso B se toma como supuesto en el Cuadro 7-2. A 1 000 MHz, un margen de 6 dB (anterior caso A) es suficiente para la recepción móvil en carreteras, latitudes bajas y zonas rurales. En el Informe 565-2 se consideran otros factores relacionados con la propagación de las señales, como es la elección de la polarización y la atenuación de las señales en los edificios.

#### 2.4 Modulación

Se consideran dos técnicas de modulación para este servicio. La primera utiliza modulación de frecuencia (MF) con parámetros compatibles con la radiodifusión terrenal MF, a fin de permitir la recepción utilizando receptores MF convencionales con una conversión adicional de frecuencia. Se supone que la desviación de la portadora, la preacentuación y el multiplex estereofónico son los mismos que en la radiodifusión terrenal. Los análisis preliminares tienden a mostrar que en lo que respecta a los objetivos de calidad del sistema dados en el punto 2.2 de este anexo, esos parámetros de modulación se acercan al nivel óptimo en términos de reducción al mínimo de la potencia requerida de satélite y de optimización del uso del espectro.

La segunda técnica de modulación da por supuesta una codificación de fuente digital similar a la norma sugerida en el Informe 953 para el canal sonoro monofónico de alta calidad de 15 kHz con compansión casi instantánea. La protección contra errores se obtiene gracias al código de gama y a la ocultación de errores en muestras que dan una velocidad binaria total de 338 kbit/s. Se supuso una codificación de canal en la familia de la modulación por desplazamiento de fase cuadrivalente (MDP-4) con demodulación diferencial (por ejemplo, MDM-D, MDP-2 o MDP-4, MFT ...) teniendo en cuenta las siguientes características: codificación eficaz del espectro, robustez contra la no linealidad de los canales y simplicidad del demodulador para una realización de bajo costo con un margen mínimo respecto a la calidad teórica. Se observa que el nivel mínimo de calidad de la señal ( $Q = 4$ ) puede lograrse con una proporción de bits erróneos de  $10^{-3}$ , una anchura de banda de canal equivalente a la velocidad binaria y una relación C/N de 9 dB, incluido el margen de realización (véase el anexo I al Informe 632-2 (MOD I)).

#### 2.5 Balance

El Cuadro 7-1 da un balance de referencia para el sistema MF presentado en el Informe 955, en el que se ha supuesto la gama de márgenes de enlace descrita más arriba para permitir distintas fuentes de degradación, mientras que se han fijado otros parámetros.

CUADRO 7-1

Balances de los enlaces para sistemas de radiodifusión sonora  
por satélite en la banda de ondas decimétricas

Características del sistema	Tipo de servicio			
	A	B	C	D
Tipo de modulación	MF			
Tipo de polarización	Circular			
Desviación de la portadora (kHz)	+75			
Anchura de banda de ruido (kHz)	250			
Relación portadora/ruido (dB)	10			
Pérdida por acoplamiento (dB)	1			
Ganancia de la antena receptora (dBi)	3			
Temperatura de ruido del sistema receptor (K)	2 000			
Frecuencia portadora (MHz)	1 000			
Margen de enlace (dB)	6	15	25	33
dfp en la línea de visibilidad en el borde del haz (contorno de -3 dB) (dB(W/m <sup>2</sup> ))	-106,4	-97,4	-87,4	-79,4
Intensidad de campo equivalente (dB(μV/m))	39,4	48,4	58,4	66,4
Pérdida de dispersión máxima (dB/m <sup>2</sup> )	163	163	163	163
p.i.r.e. en el eje (dBW)	59,6	68,6	78,6	86,6
Ganancia de la antena de satélite (D=20m) para una anchura del haz de 1° (dBi)	43,9	43,9	43,9	43,9
Potencia de entrada de la antena (dBW)	15,7	24,7	34,7	42,7
Potencia de entrada de la antena (W)	37	295	2 951	18 621

En el Cuadro 7-2 figuran dos balances de enlace, uno para cada tipo de modulación y los valores utilizados en esos balances se basan en los resultados de los estudios más recientes. Ambos ejemplos aplican el margen de enlace previsto en el caso B descrito en el punto 2.3 de este anexo. Los dos balances de enlace se basan en los mismos parámetros, salvo en lo que se refiere a los parámetros de modulación y los directamente relacionados con ellos, por lo que este cuadro puede utilizarse en una comparación directa entre los sistemas MF y los sistemas digitales.

La mayor parte de los datos disponibles sobre el margen de enlace se han determinado para frecuencias próximas a 1 000 MHz. Para una ganancia constante de la antena receptora, los valores necesarios de densidad de flujo de potencia, y por tanto de p.i.r.e., variarían en proporción al cuadrado de la frecuencia para mantener el mismo nivel de la señal en el receptor en condiciones de visibilidad directa; por ejemplo, a 1,5 GHz la potencia necesaria sería 3,5 dB superior.

Además de ello, la frecuencia influye también en alguna medida en el margen de enlace necesario para obtener una calidad de servicio determinada. Cuando la frecuencia aumenta de 1 000 MHz a 1,5 GHz, el margen de enlace para la cobertura de zonas urbanas puede aumentar de 15 a 18 dB, para una elevación de 20°. Una disminución de la frecuencia tendría el efecto inverso.

Dichos sistemas son factibles en una banda de frecuencias próxima a 1 000 MHz. Los límites inferior y superior de la banda dependen de las consideraciones siguientes:

- en cuanto al límite inferior (aproximadamente 500 MHz):
  - el ruido artificial aumenta proporcionalmente a la disminución de la frecuencia;
  - el diámetro de la antena transmisora del satélite aumenta en proporción a la disminución de la frecuencia;
- en cuanto al límite superior (unos 2 GHz):
  - la superficie equivalente que debe tener la antena receptora para este tipo de sistema disminuye al aumentar la frecuencia; esto supone un incremento de la potencia de transmisión del satélite.

Los requisitos técnicos resultantes de los cálculos de los enlaces que figuran en los Cuadros 7-1 y 7-2 para los casos A y B pueden satisfacerse con la tecnología de los satélites y los receptores, disponible tanto ahora como en un futuro próximo.

CUADRO 7-2

Ejemplos de balance del enlace para la radiodifusión sonora por satélite

Características del sistema	Sistema analógico	Sistema digital
Tipo de modulación	MF	familia MDP-4
Modo de recepción primario	monofónico <sup>1</sup>	monofónico <sup>2</sup>
Desviación de la portadora (kHz) (o velocidad binaria (kbit/s))	+75	(338)
Anchura de banda de ruido (kHz)	250	338
Relación portadora/ruido (C/N) (dB) <sup>3</sup>	10	11
Relación señal/ruido ponderado (S/N <sub>w</sub> ) (dB) <sup>4</sup>	40	(Q = 4)
Pérdida por acoplamiento (dB)	1	1
Ganancia de la antena del receptor (dBi) <sup>5</sup>	3	3
Temperatura de ruido del receptor (K) <sup>6</sup>	600	600
Frecuencia portadora (MHz)	1 000	1 000
Margen del enlace (dB) <sup>7</sup>	15	15
dfp con visibilidad directa en el borde del haz (dB(W/m <sup>2</sup> ))	-102,4	-100,1
Intensidad de campo equivalente (borde del haz) (dB(μV/m))	43,4	45,7
dfp máxima en el centro del haz por 4 kHz (sin dispersión de energía) (dB(W/m <sup>2</sup> /4 kHz))	-99,4	-117,1
Atenuación por dispersión máxima (ε = 17°) (dB/m <sup>2</sup> )	163	163
Diferencia de la ganancia de la antena entre el centro y el borde de la zona de cobertura (dB)	3	3
p.i.r.e. en el eje (dBW)	63,6	65,9
Ganancia de la antena del satélite (D=20 m) para una anchura del haz de 1° (dBi)	43,9	43,9
Potencia de entrada de la antena (dBW)	19,7	22,0
Potencia de entrada de la antena (W)	93	158

- Los parámetros de modulación de sistema y anchura de banda se basan en la transmisión estereofónica, pero el modo primario de recepción en automóviles y receptores transportables es monofónico.
- Se supone la transmisión y recepción monofónicas para el sistema digital. La recepción estereofónica sólo sería posible utilizando dos canales o transmitiendo a doble velocidad binaria.
- El objetivo de C/N para el sistema MF corresponde al nivel de umbral MF. El objetivo C/N para el sistema digital incluye un ruido aditivo equivalente de 1 dB procedente de la interferencia cocanal y de 0,5 dB de cada uno de los dos canales adyacentes.
- Valor que ha de excederse para el 90% de las ubicaciones en el borde de la zona de cobertura. Las características de ruido del sistema digital se indican en términos de calidad subjetiva (4 = buena).
- Se supone una configuración de dipolos ranurados con una abertura angular de 120°.
- Se supone el ruido artificial en zonas urbanas (Informe 258-4, punto 7) y un factor de ruido mejorado del receptor (FR = 3 dB).
- Margen correspondiente al 90% de las ubicaciones a lo largo de la ruta mixta en un medio urbano en países de altas latitudes (caso B, Informe 955).

## 2.6 Estimación del costo del segmento espacial

El costo de la estación espacial puede estimarse sobre la base de la experiencia pasada, que muestra una estrecha correlación entre ese costo y la masa de la estación espacial en órbita. Para una masa de aproximadamente 1 000 kg, los costes totales en órbita son del orden de 60.000 a 80.000 dólares por kg, lo que equivale a entre 60 y 80 millones de dólares por estación espacial (en dólares de EE.UU. de 1978). Este costo comprende el diseño, realización, fabricación, lanzamiento, seguro de lanzamiento y parte proporcional del riesgo de lanzamiento (ya que no todos los lanzamientos tienen éxito).

Se prevé que, utilizando el transbordador espacial, el costo de lanzamiento solamente será del orden de 15.000 a 19.000 dólares por kg, según la masa de la estación espacial.

Para estaciones espaciales de 2.400 kg, se estima que el costo total de dos estaciones espaciales en órbita (una en explotación y la segunda en reserva) más la mitad de una estación de reserva en tierra, sería del orden de 360 millones de dólares.

De acuerdo con los resultados del estudio realizado por una administración y descrito en el anexo III del Informe 955, se necesitaría una estación espacial de 2.400 kg para proporcionar 5 canales de radiodifusión sonora a una zona rural cubierta por una antena con una abertura angular de  $1,5^{\circ}$  a una frecuencia de trabajo de 1 GHz. La p.i.r.e. en el eje sería de 67,2 dBW por canal.

Para estaciones espaciales de 600 kg, el costo de la inversión en el segmento espacial sería de aproximadamente 90 millones de dólares. Con esta clase de estación espacial, podría proporcionarse un solo canal de radiodifusión sonora en una zona rural cubierta por una antena con una abertura angular de  $1,2^{\circ}$  a una frecuencia de trabajo de 1 GHz.

## 3. Necesidades de anchura de banda

La anchura de banda necesaria para un servicio de radiodifusión sonora por satélite en ondas decimétricas depende del método de modulación y de la medida en que se solapen las zonas de cobertura.

Empleando como base los parámetros, debidamente modificados, que se utilizan para la planificación en la Región 1 de los servicios de radiodifusión por satélite en la banda de 12 GHz, cabe concluir, de un estudio llevado a cabo por organizaciones regionales que abarca la casi totalidad de Africa y Europa, que un programa radiofónico nacional por país requeriría aproximadamente 60 canales con una separación de 150 kHz y, por consiguiente, una anchura de banda total de unos 9 MHz. Este estudio supone el empleo de modulación de frecuencia y es válido tanto para la recepción monofónica como para la estereofónica, aunque esta última sólo sea posible con receptores instalados en forma permanente. La relación de protección más elevada necesaria para la recepción MF estereofónica de calidad superior se obtiene por medio de:

- la recepción con visibilidad directa por receptores instalados en forma permanente que requieren poco margen de protección contra los desvanecimientos, y

- las características de radiación de la antena receptora de elevada ganancia que permite discriminar entre los satélites deseado e interferente si éstos se encuentran en diferentes posiciones orbitales.

El estudio realizado por una administración de la Región 2 para dicha Región sobre la base de las zonas de servicio de la CARR SAT-R2 concluye que no será posible la reutilización de frecuencias y que por consiguiente se necesitan 10,8 MHz para coberturas nacionales. Un criterio diferente en lo que se refiere a la cobertura, con un mayor grado de superposición, conduce a un aumento de la anchura de banda.

Los métodos de modulación digital tienden a exigir mayores anchuras de banda de transmisión por canal lo que, no obstante, queda parcialmente compensado por la menor sensibilidad a la interferencia. Un estudio efectuado para los países de la Región 2 indica una anchura de banda necesaria de unos 13 MHz para un programa monofónico por país de la Región 2. Las transmisiones estereofónicas exigirían, por consiguiente, 26 MHz.

La frecuencia de la portadora dentro de la banda de 500 - 2 000 MHz influye en el nivel de reutilización de las frecuencias y, por tanto, en la amplitud del espectro necesario para un programa por zona de servicio. Una reducción de la frecuencia de explotación incrementará el tamaño del haz mínimo para una antena de un tamaño máximo dado. Aumentará en consecuencia la distancia angular para que pueda reutilizarse una frecuencia, haciendo también mayores las necesidades de espectro hasta un punto en que la reutilización de frecuencias se torna imposible. A partir de ahí, las necesidades de espectro permanecen constantes. En un estudio efectuado para la Región 2, se comprobó que las necesidades de espectro disminuyen en el 25% al pasar de 1 GHz a 2 GHz mientras que el paso de 1 000 MHz a 500 MHz conducía a un aumento menor, entre el 0% y el 12%.

#### 4. Consideraciones relativas a la compartición de frecuencias

Las posibilidades de compartición entre servicios dependen del nivel admisible de interferencia a los servicios existentes. El cuadro de frecuencias en la gama de 500 - 2 000 MHz proporciona atribuciones para gran número de servicios de radiocomunicaciones, incluida la radiodifusión y los servicios fijo y móvil así como atribuciones importantes (en términos de anchura de banda) para los servicios aeronáutico, de radionavegación y de radiolocalización. Sólo se dispone de criterios de compartición aplicables en los servicios de radiodifusión, fijo y móvil.

Se han efectuado estudios de compartición relativos a las técnicas de modulación de frecuencia y de modulación digital. La modulación de frecuencia permite una dispersión de energía muy limitada mientras que la modulación digital ofrece una ventaja importante en materia de dispersión de energía.

La compartición con el servicio de radiodifusión exige que no se rebase determinado nivel de flujo de potencia. Por consiguiente, la dispersión de energía no es importante y la modulación de frecuencia produciría el nivel de flujo de potencia más bajo en la recepción. Por aplicación de los datos de los Cuadros 7-1 y 7-2 se obtiene una supresión necesaria mínima de la componente copolar de la antena transmisora del satélite del orden de 30 dB.

La compartición con los servicios fijo y móvil exige que no se rebase determinada densidad de flujo de potencia espectral. La dispersión de energía es, por tanto, esencial y la compartición sólo puede contemplarse si se emplea modulación digital para el servicio de radiodifusión sonora por satélite. Aun así, la supresión mínima necesaria de la componente copolar de la antena transmisora del satélite es también del orden de 30 dB o más; la cifra precisa depende de la frecuencia y de si ha de proporcionarse servicio a países de bajas o altas latitudes.

En su Informe 941, la Comisión de Estudio 9 del CCIR ha hecho un estudio de la compartición con el servicio fijo en la banda de 1 429 - 1 525 MHz. Este Informe, basado en la hipótesis de transmisiones MF, es más bien pesimista en cuanto a la aceptabilidad de la radiodifusión sonora por satélite en la banda de 1 500 MHz.

No hay datos concretos disponibles con respecto a las características de radiación de las antenas de transmisión de satélite de grandes dimensiones para ondas decimétricas (banda 9). La Figura 6 del anexo 8 del apéndice 30 (ORB - 85) del Reglamento de Radiocomunicaciones puede servir no obstante como característica de antena bastante estricta pero realizable. A fin de obtener la supresión necesaria de los lóbulos laterales, de 30 dB, la separación angular, expresada en coordenadas de satélite entre las zonas de servicio para las cuales se contemple la compartición de frecuencias debe ser mayor de  $\phi/\phi_0 = 1,6$ , donde  $\phi_0$  es la anchura del haz a 3 dB de la antena transmisora del satélite. La separación geográfica resultante es de unos 2 000 km para un haz de transmisión de  $2^\circ$ . Para una supresión mayor de 30 dB la separación angular es superior a  $\phi/\phi_0 = 4$ . La separación geográfica correspondiente es de 5.000 km o más para una anchura de haz de  $2^\circ$ .

Cálculos detallados han demostrado que la compartición no sería posible excepto entre zonas ampliamente separadas, aprovechando las características de radiación fuera del eje de la antena transmisora de satélite de haz estrecho.

La frecuencia de la portadora influirá en la compartición entre servicios en cuanto, como se ha indicado en el punto 2.5, de este anexo, el nivel necesario de la dfp para una calidad de recepción aceptable aumentará con un aumento de la frecuencia y se reducirá con una disminución de ésta.

CAPITULO 8

**Medidas preparatorias para la Segunda Reunión**

8.1 Actividades entre reuniones relativas a la planificación de los enlaces de conexión para el servicio de radiodifusión por satélite (SRS) en las Regiones 1 y 3

8.1.1. Introducción

A fin de facilitar las tareas de planificación de los enlaces de conexión para el SRS en la banda de 12 GHz, que deben realizarse durante la Segunda Reunión de la CAMR-ORB, se requiere un programa de actividades para el periodo entre reuniones.

Se señaló también que el soporte lógico de computador existente, elaborado por la Junta para la planificación del SRS en la Región 2, puede utilizarse para la planificación de los enlaces de conexión del SRS en las Regiones 1 y 3.

8.1.2. Presentación de necesidades

Por necesidad se entiende que es preciso proporcionar una asignación de enlace de conexión desde una determinada ubicación o zona(s) de la Tierra a una determinada posición orbital.

8.1.2.1 Cuando una administración solicite una asignación de enlace de conexión deberá suministrar la siguiente información:

- a) símbolo del país y número de serie de la IFRB (identificación del haz) de la asignación correspondiente del enlace descendente del SRS indicado en la columna 1 del Artículo 11 del apéndice 30 (ORB-85);
- b) banda de frecuencias que se prefiere para cada necesidad;  
  
las administraciones deberán indicar si prefieren la banda de 14,5 - 14,8 GHz o la de 17,3 - 18,1 GHz o si no tienen preferencia alguna;
- c) zona de servicio para los enlaces de conexión:

Cabe definir la zona de servicio como la(s) zona(s) geográfica(s) situada(s) en la superficie de la Tierra dentro de la(s) zona(s) del haz del enlace de conexión en que la administración responsable del servicio desea ubicar estaciones terrenas transmisoras a fin de proporcionar enlaces de conexión a las estaciones espaciales de radiodifusión por satélite.

Deberá definirse cada zona geográfica de la zona de servicio para la planificación de los enlaces de conexión ya sea:

- i) por un mínimo de seis puntos, sin exceder 10, definidos por coordenadas geográficas; o
  - ii) por las coordenadas geográficas del punto de intersección del eje del haz con la superficie de la Tierra, los ejes mayor y menor de la sección transversal elíptica del haz de la antena receptora del satélite y la orientación de la elipse.
- d) puntos de prueba:

Las administraciones proporcionarán los puntos de prueba preferidos, (un máximo de 20), dentro de la zona de servicio que se utilice para los cálculos. Esta información incluirá:

- i) coordenadas geográficas;
  - ii) altura media sobre el nivel medio del mar;
  - iii) zona hidrometeorológica.
- e) sentido de polarización (para la polarización circular):

El mismo o el opuesto al sentido de polarización del enlace descendente (véase el punto 6.2.2.13).

- f) número de canal del enlace de conexión:

El número de canal del enlace de conexión, si la administración desea especificar un número distinto del derivado de la conversión lineal de frecuencias (véanse los puntos 6.2.1.2 y 6.2.1.3).

- g) necesidades especiales:

- polarización lineal;

Nota 1 - Más de una necesidad (para enlaces de conexión) para una sola asignación de enlace descendente se considerará como necesidad especial.

8.1.2.2 La Junta preparará el formulario apropiado que deberán utilizar las administraciones para presentar sus necesidades.

8.1.2.3 En el caso de las administraciones que no presenten sus necesidades, la IFRB incluirá en su Informe inscripciones apropiadas para los enlaces de conexión basadas en las características de las asignaciones para los enlaces descendentes que figuran en el apéndice 30 (ORB-85), y las utilizará en los ejercicios de planificación.

### 8.1.3. Soporte lógico de computador

La Primera Reunión observó que la Junta había desarrollado un soporte lógico de computador para analizar tanto los enlaces de conexión como los enlaces descendentes del Plan SRS para la Región 2, y que este soporte podía modificarse. La Junta preparará el soporte lógico adecuado que permita a la Segunda Reunión analizar el Plan de enlaces de conexión y proporcionar un análisis global de los enlaces de conexión y los enlaces descendentes. Este soporte lógico deberá adoptarse para realizar los ejercicios de planificación entre reuniones y para la planificación en la Segunda Reunión.

La información proporcionada de acuerdo con el punto 8.1.2.1, complementada con la que se da de acuerdo con el punto 8.1.2.3, servirá de base para la recopilación del "fichero de necesidades", y los parámetros técnicos para la planificación de los enlaces de conexión (véase el punto 6.2) servirán de base para el "fichero de parámetros" del programa de computador.

El programa deberá proporcionar las asignaciones de frecuencias y las relaciones totales portadora/interferencia en el mismo canal y en el canal adyacente, así como el margen de protección equivalente total, para un canal de enlace de conexión dado desde todos los puntos de prueba. Además, el programa debe proporcionar un margen de protección equivalente de todo el sistema en los puntos de prueba del enlace descendente.

Asimismo, deberá proporcionar la C/N del enlace ascendente de todos los puntos de prueba, a fin de que las administraciones puedan apreciar si el valor de la p.i.r.e. satisface sus necesidades, o si es demasiado bajo o demasiado alto (véase el punto 6.2.2.5).

Para estimar las relaciones portadora/ruido, se harán dos cálculos que permitan obtener una evaluación tanto en el caso más desfavorable como en condiciones normales. Para condiciones normales, la potencia de la portadora deseada se calculará utilizando la propagación en el espacio libre. Para el caso más desfavorable, la potencia de la portadora deseada se calculará utilizando el 99% de la propagación en el mes más desfavorable. En ambos casos, la potencia de la portadora interferente se calculará utilizando la propagación en el espacio libre. Los márgenes de protección del sistema, así como el método de calcularlos, se describen en el anexo al presente capítulo.

### 8.1.4. Proposición de soporte lógico para el análisis de una sola posición orbital en la planificación de los enlaces de conexión en las Regiones 1 y 3

8.1.4.1 Se han diseñado los parámetros técnicos para la planificación de los enlaces de conexión a asignaciones CAMR-RS-77, con el fin de asegurar, en la medida de lo posible, la planificación de la posición orbital individual.

En la Segunda Reunión habrá que resolver anomalías de la planificación inicial, principalmente mediante acuerdo entre administraciones que compartan posiciones orbitales. Hay que modificar el soporte lógico del que dispone la IFRB para la planificación del SRS, que es un instrumento de planificación global completo que puede requerir varias horas de tiempo de computador para

cada análisis, por lo que tal vez su uso no sea totalmente adecuado para las administraciones o pequeños grupos de administraciones durante la Segunda Reunión, para resolver distintas anomalías orbitales. Sin embargo, el soporte lógico completo será necesario para el análisis de toda la órbita.

8.1.4.2 Se propone desarrollar en el periodo entre reuniones un soporte lógico para el análisis de una sola posición orbital. Debe invitarse a las administraciones a ayudar a la IFRB proporcionando un soporte lógico adecuado y/o ayuda a la programación.

8.1.4.3 El soporte lógico debe diseñarse teniendo en cuenta las siguientes sugerencias.

El soporte lógico deberá:

8.1.4.3.1 prepararse, de ser posible, adaptando un soporte lógico existente. Una administración ha comunicado que posee un soporte lógico que podría resultar adecuado, previa modificación;

8.1.4.3.2 hacerse en uno de los lenguajes de más alto nivel que pueda utilizarse en diferentes sistemas de soporte físico;

8.1.4.3.3 poder funcionar en pequeños sistemas de cálculo y, de ser posible, adaptable a los soportes físicos de microprocesador utilizados actualmente por la IFRB;

8.1.4.3.4 permitir el análisis para una sola posición orbital de:

- C/N y C/I (interferencia debida a una sola fuente y total) para cada posición orbital y para cada uno de los enlaces de conexión con esa posición,
- C/N y C/I (interferencia debida a una sola fuente y total) para cada sistema de asignación CAMR-RS-77 respecto del rendimiento global;

8.1.4.3.5 permitir la utilización de datos del banco de datos del computador central de la IFRB mediante el empleo de discos flexibles u otros soportes magnéticos.

8.1.4.3.6 estar diseñado de suerte que pueda procesar los datos y variables que determine la Primera Reunión de la Conferencia a efectos de planificación.

#### 8.1.5. Ejercicio de planificación

##### 8.1.5.1 Descripción de los ejercicios

Sobre la base de la información indicada en los puntos 8.1.2 y 8.1.3 y en el Cuadro 8-1, la IFRB llevará a cabo los siguientes ejercicios de planificación de acuerdo con el calendario del punto 8.1.5.2.

##### 8.1.5.1.1 Ejercicios iniciales de planificación

El primer ejercicio de planificación se realizará para la banda de 17,3 - 18,1 GHz sobre la base de la conversión lineal de frecuencias para todas las necesidades. Este ejercicio se realizará por separado para las relaciones de protección del canal adyacente de 21 dB y 24 dB (véase el punto 6.2.2.4).

El segundo ejercicio de planificación se basará en el uso de la banda de 14,5 - 14,8 GHz para aquellas necesidades respecto de las cuales las administraciones hayan indicado una preferencia por esa banda, y tendrá en cuenta los canales específicos que soliciten las administraciones para sus asignaciones.

El tercer ejercicio de planificación se basará en la utilización de la banda de 17,3 - 18,1 GHz para satisfacer las necesidades de las administraciones que hubieran indicado una preferencia por esta banda, o para las que no hubieran indicado preferencia alguna por una banda determinada, y tendrá en cuenta cualquier específico canal que soliciten las administraciones, para sus asignaciones.

8.1.5.1.2 Ejercicios de planificación ulteriores

Estos ejercicios de planificación son idénticos a los indicados en el punto 8.1.5.1.1, pero se basan en necesidades reajustadas.

8.1.5.2 Calendario

Veinte meses antes de la Segunda Reunión, la Junta pedirá a las administraciones que le sometan sus necesidades por lo menos 14 meses antes de la Segunda Reunión. La Junta preparará una lista refundida de necesidades y ejecutará los ejercicios de planificación descritos en el punto 8.1.5.1.1.

Tanto la lista refundida como los resultados de los ejercicios iniciales de planificación se enviarán a las administraciones por lo menos 9 meses antes de la Segunda Reunión.

Cuatro meses antes, como mínimo, de la Segunda Reunión las administraciones que lo deseen podrán presentar a la IFRB reajustes en sus necesidades.

La Junta ejecutará entonces los ejercicios de planificación descritos en el punto 8.1.5.1.2 y presentará los resultados a la Segunda Reunión de la Conferencia.

A continuación, se indica el calendario:

20 meses                  14 meses                  9 meses                  4 meses                  2.<sup>a</sup> Reunión

Presentación de necesidades	Ejercicios iniciales de planificación	Presentación de necesidades reajustadas	Ejercicios de planificación ulteriores
-----------------------------	---------------------------------------	---	--

CUADRO 8-1

Cuadro de parámetros técnicos para los ejercicios de planificación de los enlaces de conexión en las Regiones 1 y 3

(Bandas de frecuencias 17,3 - 18,1 GHz y 14,5 - 14,8 GHz)

Punto	Parámetro	Valor
1.*	Relación portadora/ruido	24 dB
2.	Relación de protección portadora/interferencia en el mismo canal	40 dB
3.	Relación de protección portadora/interferencia en el canal adyacente	21 dB, 24 dB (véase el punto 8.1.5)
4.	Valor de planificación inicial de la p.i.r.e. del enlace de conexión	17,3 - 18,1 GHz : 84 dBW 14,5 - 14,8 GHz : 82 dBW
5.	Antena transmisora	
a)	Diámetro	17,3 - 18,1 GHz : 5 m 14,5 - 14,8 GHz : 6 m
b)	Ganancia en el eje	57 dBi
6.	p.i.r.e. fuera del eje	
a)	p.i.r.e. copolar fuera del eje	E-25-25 log $\varphi$ (dBW) para $1^\circ \leq \varphi \leq 48^\circ$ , E-67(dBW) para $\varphi > 48^\circ$
b)	p.i.r.e. contrapolar fuera del eje	E-30(dBW) para $0^\circ \leq \varphi \leq 1,6^\circ$ , E-25-25 log $\varphi$ (dBW) para $1,6^\circ < \varphi \leq 48^\circ$ , E-67(dBW) para $\varphi > 48^\circ$
7.	Pérdida debida a error de puntería de la estación terrena	1 dB

\* Se trata de un valor que se pretende alcanzar y no de un valor fijo a fines de cálculo.

CUADRO 8-1 (continuación)

Punto	Parámetro	Valor
8.	Antena receptora del satélite	
a)	Sección cruzada de haces	elíptica o circular
b)	Diagrama referencia copolar	<p>ganancia relativa (dB)</p> $-12 \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^2 \text{ para } 0 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 1,30$ $-17,5 - 25 \log \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} \right) \text{ para } \frac{\varphi}{\varphi_0} > 1,30$ <p>Después de la intersección con la curva C: como la curva C. (La curva C es menos la ganancia en el eje)</p>
c)	Diagrama referencia contrapolar	<p>ganancia relativa (dB)</p> $-30 - 12 \left( \frac{\varphi}{\varphi_0} \right)^2 \text{ para } 0 \leq \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 0,5$ $-33 \text{ para } 0,5 < \frac{\varphi}{\varphi_0} \leq 1,67$ $-\left( 40 + 40 \log \left  \frac{\varphi}{\varphi_0} - 1 \right  \right) \text{ para } \frac{\varphi}{\varphi_0} > 1,67$ <p>Después de la intersección con la curva C: como la curva C. (La curva C es menos la ganancia en el eje)</p>
9.	Antena receptora del satélite, precisión de puntería	0,2°
10.	Temperatura de ruido del sistema de recepción del satélite	1 800 k

CUADRO 8-1 (fin)

Punto	Parámetro	Valor
11.	Tipo de polarización	Circular
12.	Sentido de polarización	(Opuesto al correspondiente enlace descendente)**
13.	Propagación	Véase el punto 6.2.2.17
14.	Degradación de la relación portadora/ruido debida a la conversión MA a MP	2,0 dB

\*\* Para la planificación en la Segunda Reunión puede adoptarse para cada posición orbital el mismo o el opuesto.

8.2 Otras actividades entre reuniones

8.2.1 Preparación del soporte lógico necesario para el método de planificación

Es necesario que la IFRB desarrolle, con los recursos puestos a su disposición, un lote de soporte lógico para la preparación del Plan de adjudicaciones y lleve a cabo los ejercicios de planificación apropiados.

8.2.2 Criterios que han de utilizarse en la preparación de un ejercicio de planificación para un Plan de adjudicaciones

8.2.2.1 Zona de servicio (3.3.4.1)

El ejercicio de planificación para un Plan de adjudicaciones proporcionará a cada país o zona geográfica una cobertura con uno o más haces, en la forma descrita por las administraciones en sus presentaciones de necesidades a la IFRB.

8.2.2.2 Parámetros normalizados (3.3.4.2)

Los parámetros técnicos los establecerá la IFRB tras detenida consulta con las administraciones, como se expone en el punto 8.2.4 a continuación, teniendo en cuenta las consideraciones técnicas indicadas en el punto 3.4 y las Recomendaciones y conclusiones del CCIR de que se disponga.

8.2.2.3 Garantía de acceso (3.3.4.3)

El ejercicio de planificación para un Plan de adjudicaciones contendrá una adjudicación por país o zona geográfica o el número mínimo de adjudicaciones que permita una cobertura, independientemente de las redes existentes que se tengan en cuenta durante el ejercicio de planificación.

El ejercicio de planificación debe abarcar las bandas de frecuencias 6/4 GHz y 14/11-12 GHz, conforme se indique en las necesidades de las administraciones.

8.2.2.4 Anchura de banda (3.3.4.4)

El ejercicio de planificación debe tratar de proporcionar la máxima anchura de banda a cada adjudicación. De no ser esto posible, debe tratarse de proporcionarse una anchura de banda idéntica a cada adjudicación.

8.2.2.5 Arco predeterminado (3.3.4.5)

El ejercicio de planificación examinará la posibilidad de establecer arcos orbitales asociados con la posición orbital a fin de proporcionar compatibilidad entre las adjudicaciones del Plan y permitir la introducción de sistemas subregionales.

8.2.3 Alcance del ejercicio (o ejercicios) de planificación

Conviene emprender dos ejercicios de planificación para que las administraciones puedan ajustar sus necesidades entre ambos ejercicios.

8.2.4 Interacciones entre las administraciones y la IFRB durante el periodo entre reuniones

8.2.4.1 Mientras lleva a cabo el trabajo entre reuniones, la IFRB debe prever la preparación de Informes regulares sobre las actividades que se realizan para el programa entre reuniones, y en la medida posible y apropiada, tener en cuenta los comentarios recibidos de las administraciones.

8.2.4.2 En particular, deben incluirse en el programa de trabajo entre reuniones que lleve a cabo la IFRB las medidas siguientes:

- a) preparar Informes periódicos sobre la marcha de los trabajos entre reuniones, incluidas las actividades futuras, y enviarlos a todas las administraciones de conformidad con el punto 8.2.4.3;
- b) invitar a las administraciones a remitir a la IFRB sus comentarios sobre los Informes; y
- c) convocar reuniones periódicas a las que se invite a todas las administraciones, con el fin de explicarles su trabajo y recibir sus comentarios.

8.2.4.3 La IFRB debe convocar reuniones en el momento apropiado con los siguientes fines:

describir los programas de computador que han de elaborarse, y un calendario de los trabajos que deben efectuarse antes de la Segunda Reunión;

examinar la marcha de los trabajos y discutir en detalle los programas de computador que han de elaborarse;

examinar la marcha de los trabajos y discutir las pruebas iniciales de los programas de computador para determinar si son adecuados para la Conferencia;

proceder al examen final del programa entre reuniones.

Al hacerlo, debe tenerse en cuenta la experiencia técnica y el soporte lógico que pueda obtenerse de las administraciones.

Se comunicarán a las administraciones, con antelación, las fechas de cada una de esas reuniones.

ANEXO AL CAPITULO 8

**Métodos para calcular los márgenes de protección**

1. Margen de protección equivalente para el enlace de conexión

El margen de protección equivalente para el enlace de conexión  $M_{up}$ , viene dado en dB por la siguiente expresión:

$$M_{up} = -10 \log(10^{-M_1^1/10} + 10^{-M_2^1/10} + 10^{-M_3^1/10}) \text{ (dB)}$$

siendo  $M_1$  el valor, en dB, del margen de protección en el mismo canal que se define por la siguiente expresión, en la que las potencias se evalúan a la entrada del receptor del satélite:

$$\frac{\text{potencia deseada}}{\text{suma de las potencias de interferencia en el mismo canal}} \text{ (dB)} - \text{relación de protección en el mismo canal (dB)}$$

$M_2^1$  y  $M_3^1$  son los valores, en dB, de los márgenes de protección del canal adyacente superior y del inferior, respectivamente.

La definición de margen de protección en el canal adyacente es la misma que la de margen de protección en el mismo canal, salvo que, por un lado, interviene la relación de protección en el canal adyacente y, por otro, la suma de las potencias de interferencia debidas a las emisiones en el canal adyacente.

2. Margen de protección equivalente global

El margen de protección equivalente global para el conjunto formado por el enlace de conexión con el SRS y el enlace descendente (M) viene dado por:

$$M = -10 \log (10^{-M_1/10} + 10^{-M_2/10} + 10^{-M_3/10}) \text{ (dB)}$$

donde:  $M_1$  es el margen de protección global en el mismo canal y  $M_2$  y  $M_3$  los márgenes de protección globales del canal adyacente superior e inferior, respectivamente.

Estos márgenes vienen dados por:

$$M_1 = (C/I)_1 \text{ global} - 30 \text{ (dB)}$$

$$M_2 = (C/I)_2 \text{ global} - 14 \text{ (dB)}$$

$$M_3 = (C/I)_3 \text{ global} - 14 \text{ (dB)}$$

donde la relación global portadora/interferencia  $(C/I)_i \text{ global}$ , para la categoría de interferencia  $i$ -ésima viene dada por:

donde:  $(C/I)_{\text{global}} = -10 \log \left\{ \begin{array}{cc} -(C/I)_u/10 & -(C/I)_d/10 \\ 10 & + 10 \end{array} \right\} \text{ (dB)}$

$(C/I)_u$  es la relación (en dB) portadora/interferencia del enlace de conexión referida a la entrada del receptor del satélite

y

$(C/I)_d$  es la relación (en dB) portadora/interferencia del enlace descendente referida a la entrada del receptor de la estación terrena.

RESOLUCION N.º 1

**Informe de la Primera Reunión**

La Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones sobre la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios y la planificación de los servicios espaciales que la utilizan (Primera Reunión, Ginebra, 1985),

considerando

el mandato que le fue confiado por la Resolución 895 del Consejo de Administración;

resuelve

aprobar el Informe de la presente Reunión de la Conferencia,

encarga

1. al Presidente de la presente Reunión de la Conferencia que transmita con su firma el Informe de la Primera Reunión a la Segunda Reunión de la Conferencia;
2. al Secretario General que transmita el presente Informe a todos los Miembros de la Unión y a las organizaciones que han participado en la Primera Reunión de la Conferencia.

RESOLUCION N.º 2

**Mejoramiento de la exactitud del Registro, de la Lista Internacional de Frecuencias, de la Lista VIII A y de la información proporcionada a las administraciones**

La Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones sobre la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios y la planificación de los servicios espaciales que la utilizan (Primera Reunión, Ginebra, 1985),

considerando

- a) que se necesita información exacta y actualizada para que la Segunda Reunión de la Conferencia pueda realizar eficazmente su labor;
- b) la importancia que para las administraciones tiene la inscripción exacta y actualizada en el Registro, en la Lista Internacional de Frecuencias y en la Lista VIII A;
- c) que la IFRB ha tropezado con ciertas dificultades para cumplir las disposiciones del número 1569 del Reglamento de Radiocomunicaciones;

resuelve

- 1. que la IFRB aplique íntegramente las disposiciones pertinentes de la sección VI del artículo 13;
- 2. que se inste a las administraciones a que cumplan las disposiciones del número 1573 del Reglamento de Radiocomunicaciones dentro de los plazos prescritos en él;
- 3. que se inste a las administraciones a que cooperen plenamente en la aplicación de las disposiciones de los números 1570 y 1574 del Reglamento de Radiocomunicaciones,

pide a la IFRB

que prepare un Informe sobre la aplicación de la presente Resolución y que lo presente, junto con las sugerencias que juzgue oportunas, a la Segunda Reunión de la Conferencia.

RECOMENDACION N.º 1

**Proyecto de orden del día de la Segunda Reunión de la Conferencia**

La Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones sobre la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios y la planificación de los servicios espaciales que la utilizan, Primera Reunión, Ginebra, 1985,

considerando

- a) la Resolución 1 de la Conferencia de Plenipotenciarios (Nairobi, 1982), relativa a futuras conferencias de la Unión;
- b) que en la Resolución 3 de la CAMR-79, se invita al Consejo de Administración a que adopte las medidas necesarias para convocar una CAMR de dos reuniones relativa a la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios y la planificación de los servicios espaciales que la utilizan;
- c) que, según el orden del día de la Primera Reunión estipulado en la Resolución 895 del Consejo de Administración (1983), aquélla ha de proponer un proyecto de orden del día de la Segunda Reunión de la Conferencia, para su consideración por el Consejo de Administración;
- d) las Actas Finales de la Primera Reunión de la Conferencia y las Actas Finales de la Conferencia Administrativa Regional para la planificación del servicio de radiodifusión por satélite en la Región 2, (Ginebra, 1983);
- e) que la Segunda Reunión tendrá que examinar:
  1. las proposiciones de las administraciones;
  2. el Informe de la Primera Reunión;
  3. los trabajos preparatorios llevados a cabo en el periodo entre las dos reuniones;
  4. los Informes pertinentes del IFRB y del CCIR;
  5. las necesidades para el Plan de adjudicaciones presentadas por las administraciones;

reconociendo

que algunas de las bandas están atribuidas en régimen de compartición con igualdad de derechos a más de un servicio espacial, que la mayoría de ellas están atribuidas también con igualdad de derechos a servicios terrenales y que hay que tener en cuenta esos derechos,

recomienda al Consejo de Administración

1. que considere el siguiente proyecto de orden del día para la Segunda Reunión, que tendrá debidamente en cuenta los servicios de radiocomunicación no mencionados específicamente en él:

1.1 establecer el Plan de adjudicaciones y los procedimientos reglamentarios asociados, basados en el considerando e) para el servicio fijo por satélite en las bandas:

- 4 500 - 4 800 MHz y 300 MHz de elección en la banda 6 425 - 7 075 MHz; y
- 10,70 - 10,95 GHz, 11,20 - 11,45 GHz y 12,75 - 13,25 GHz,

con arreglo a los principios y métodos establecidos en la Primera Reunión.

1.2 establecer los procedimientos reglamentarios mejorados sobre la base del considerando e) 1 a 4, para el servicio fijo por satélite en las bandas:

- 3 700 - 4 200 MHz
- 5 850 - 6 425 MHz,
- 10,95 - 11,20 GHz,
- 11,45 - 11,70 GHz,
- 11,70 - 12,20 GHz en la Región 2;<sup>1</sup>
- 12,50 - 12,75 GHz en las Regiones 1 y 3;<sup>1</sup>
- 14,00 - 14,50 GHz
- 18,1 - 18,3 GHz<sup>1, 2</sup>
- 18,3 - 20,2 GHz<sup>2</sup>
- 27,0 - 30,0 GHz<sup>2</sup>

con arreglo a los principios y métodos establecidos en la Primera Reunión.

1.3 adoptar normas, parámetros y criterios técnicos apropiados referentes al servicio fijo por satélite en las bandas de frecuencias especificadas en los puntos 1.1 y 1.2;

2. examinar y, en su caso revisar los procedimientos reglamentarios y las normas, los parámetros y los criterios técnicos adecuados referentes a los servicios espaciales y bandas de frecuencias que no estén sujetos a planificación;

3. examinar y, en su caso, revisar las definiciones relativas a los servicios espaciales;

---

<sup>1</sup> En estas bandas, los procedimientos mejorados sólo se aplicaran entre redes del SFS.

<sup>2</sup> Se pide al CCIR que estudie las características técnicas del servicio fijo por satélite en estas bandas y que informe a la Segunda Reunión de la Conferencia con el objeto de tomar una decisión sobre la futura planificación de esas bandas por una futura conferencia competente.

4. establecer en las bandas 14,5 - 14,8 GHz (para los países fuera de Europa y para Malta) y 17,3 - 18,1 GHz, las disposiciones y el plan asociado para los enlaces de conexión con estaciones del servicio de radiodifusión por satélite en las Regiones 1 y 3 que funcionan de conformidad con el apéndice 30 (ORB-85) al Reglamento de Radiocomunicaciones, sobre la base del material pertinente identificado en el considerando e), e incorporar esas decisiones al Reglamento de Radiocomunicaciones, revisando éste, así como las Resoluciones y Recomendaciones correspondientes cuando sea necesario únicamente a estos efectos;

5. examinar, a reserva de la adopción de un plan de asignación adecuado para los enlaces de conexión de la Región 1, la modificación de los artículos pertinentes del Reglamento de Radiocomunicaciones y de las correspondientes Resoluciones, y Recomendaciones si se considera pertinente, a fin de permitir la utilización de la banda 10,7 - 11,7 GHz (Tierra-espacio) en la Región 1 para todas las formas de explotación del servicio fijo por satélite, teniendo en cuenta las bandas identificadas para la planificación en los puntos 1.1 y 1.2 anteriores;

6. de conformidad con la Recomendación 2 de la Primera Reunión, analizar los resultados de los estudios recientes y, al examinar la situación imperante en ese momento, adoptar las decisiones apropiadas sobre los diversos aspectos de los sistemas de radiodifusión sonora por satélite como se indica en la Resolución 505 de la CAMR-79;

7. examinar la posibilidad de aplicar a largo plazo la Resolución 2 (SAT-R2) y adoptar una decisión definitiva sobre este asunto;

8. de conformidad con la Recomendación 3 de la Primera Reunión de la Conferencia; y sin perjuicio de la actual atribución al SRS en la banda de 22,5 - 23 GHz en las Regiones 2 y 3, examinar el problema de una banda de frecuencias apropiada para el servicio de radiodifusión por satélite, de preferencia a escala mundial, para acomodar la televisión de alta definición, incluidas posibles medidas, si se consideran apropiadas, relativas a los cambios necesarios del artículo 8 en una ulterior Conferencia competente;

9. introducir en el Reglamento de Radiocomunicaciones las enmiendas resultantes de las decisiones de la Segunda Reunión de la Conferencia;

10. examinar y, en su caso revisar y tomar otras medidas oportunas en relación con las Resoluciones y Recomendaciones pertinentes;

11. examinar y, en su caso revisar y tomar otras medidas oportunas en relación con las Resoluciones y Recomendaciones pertinentes;

11. evaluar la repercusión financiera de sus decisiones en el presupuesto de la Unión, de conformidad con el número 627 y otras disposiciones pertinentes del Convenio de Nairobi.

RECOMENDACION N.º 2

**Sistemas de radiodifusión sonora por satélite para  
recepción individual por receptores portátiles y  
por receptores instalados en automóviles**

La Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones sobre la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios y la planificación de los servicios espaciales que la utilizan, (Primera Reunión, Ginebra, 1985),

considerando

- a) que la Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones, Ginebra, 1979, aprobó la Resolución 505;
- b) que la radiodifusión sonora por satélite es técnicamente viable;
- c) que varias administraciones formularon proposiciones a la CAMR-79 sobre la atribución de bandas de frecuencias al servicio de radiodifusión sonora por satélite en la gama de 0,5 - 2 GHz;
- d) que en su RPC, 1984, el CCIR indicó que sería preciso continuar los trabajos para definir los parámetros del sistema;
- e) que los estudios del CCIR y los experimentos y estudios realizados por las administraciones han demostrado que la acomodación del servicio de radiodifusión sonora por satélite en la gama de frecuencias 0,5 - 2 GHz causará considerables dificultades de compartición y que la introducción de ese servicio no será posible en la gama de 0,5 - 2 GHz a menos que se le atribuya una banda de frecuencias apropiada con carácter exclusivo;
- f) que en la Primera Reunión de esta Conferencia los estudios no estaban lo bastante adelantados para formular una Recomendación sobre una solución a largo plazo;
- g) que varias administraciones han expresado en la CAMR ORB-85 la opinión de que en el futuro surgirá la necesidad de un servicio de radiodifusión sonora por satélite,

opinando

- a) que en la situación actual no es posible atribuir una banda exclusiva al servicio de radiodifusión sonora por satélite con carácter mundial en la gama 0,5 - 2 GHz;
- b) que una atribución al servicio de radiodifusión sonora por satélite sólo podrá tal vez efectuarse a plazo más largo,

reconociendo

que sólo es competente para la banda de frecuencias comprendida entre 0,5 y 2 GHz;

recomienda

1. que se invite a las administraciones a que continúen los estudios sobre los temas siguientes: calidad del servicio, frecuencia de explotación (dentro o fuera de la gama 0,5 - 2 GHz pero cerca de ella), tipo de modulación, anchura de banda necesaria, receptores, diseño de la antena, enlaces de conexión, criterios adecuados de compartición (incluidos los aplicables a la separación geográfica), consideraciones relativas a los costes, posibilidad de que la tecnología presente y futura permita cumplir el número 2674 del Reglamento de Radiocomunicaciones, y satélites de múltiples usuarios; al hacerlo, deben tener en cuenta la información contenida en el Capítulo 7.3 y el anexo correspondiente del Informe de la Primera Reunión de esta Conferencia y la necesidad de cumplir el número 2674 del Reglamento de Radiocomunicaciones.

2. que la Segunda Reunión de la Conferencia examine los resultados de los diversos estudios realizados hasta la fecha y al considerar la situación dominante en ese momento adopte las decisiones pertinentes en relación con los diversos aspectos de este sistema tal como figuran en la Resolución 505,

invita al Consejo de Administración

a que considere la presente Recomendación cuando prepare el orden del día de la Segunda Reunión de la Conferencia, prevista para 1988,

invita al CCIR

a que emprenda estudios, sin gastos suplementarios, como se indica en el Recomienda 1 a fin de definir los parámetros prácticos de los sistemas de radiodifusión sonora por satélite.

RECOMENDACION N.º 3

**Televisión de alta definición (HDTV)  
en el servicio de radiodifusión por satélite**

La Conferencia Administrativa Mundial de Radiocomunicaciones sobre la utilización de la órbita de los satélites geoestacionarios y la planificación de los servicios espaciales que la utilizan (Primera Reunión, Ginebra, 1985),

reconociendo

que este asunto no figura explícitamente en su orden del día;

vistas

las propuestas sometidas por varias administraciones sobre este asunto;

considerando

- a) que se progresa rápidamente en el desarrollo de las técnicas de la radiodifusión de televisión de alta definición;
- b) que las bandas de frecuencias actualmente atribuidas al servicio de radiodifusión por satélite no constituyen en la planificación actual una atribución mundial adecuada para la adopción de una norma mundial única para transmisión de televisión de alta definición por satélites;
- c) que la banda 22,5 - 23 GHz ha sido atribuida ya al servicio de radiodifusión por satélite únicamente en las Regiones 2 y 3 y autorizada, a reserva de los acuerdos obtenidos según el procedimiento del artículo 14 del Reglamento de Radiocomunicaciones;
- d) que deben tenerse debidamente en cuenta otros servicios de radiocomunicaciones que aparecen en el artículo 8 del Reglamento de Radiocomunicaciones;
- e) que sería conveniente una atribución mundial de frecuencias al servicio de radiodifusión por satélite adecuada para transmisiones de HDTV;
- f) que el CCIR ha llevado a cabo ya cierto número de estudios acerca de la radiodifusión de señales de televisión de alta definición (véase el Informe de la RPC, 1984, capítulo 3.2.3 y anexos 3.2.3.2 y 4.6.2.5.3); y sobre las dificultades de compartición con los servicios terrenales (capítulo 8.4 del Informe de la RPC);

recomienda que el Consejo de Administración

sin perjuicio de la atribución actual al SRS en la banda 22,5 - 23 GHz en las Regiones 2 y 3, incluya en el orden del día de la Segunda Reunión de la Conferencia el examen de la cuestión de una banda de frecuencias adecuada para el servicio de radiodifusión por satélite de preferencia a escala mundial para acomodar la televisión de alta definición, incluidas las medidas que pueda adoptar sobre las modificaciones necesarias del artículo 8 una futura conferencia competente;

invita al CCIR

a que incluya en su Informe a la Segunda Reunión de la Conferencia los resultados de sus estudios acerca de los aspectos siguientes:

- la elaboración de parámetros técnicos para las transmisiones de televisión de alta definición por satélite;

- qué bandas de frecuencias serían posibles y apropiadas desde el punto de vista de la propagación; y

- los aspectos relativos a la compartición entre servicios y dentro de un servicio.

LISTA DE LOS PAISES MIEMBROS DE LA UIT QUE HAN PARTICIPADO EN LA PRIMERA REUNION

(por orden alfabético de los nombres de los países en francés)

Argelia (República Argelina Democrática y Popular)  
Alemania (República Federal de)  
Angola (República Popular de)  
Arabia Saudita (Reino de)  
Argentina (República)  
Australia  
Austria  
Bahrein (Estado de)  
Bélgica  
Bielorrusia (República Socialista Soviética de)  
Bolivia (República de)  
Brasil (República Federativa del)  
Brunei Darussalam  
Bulgaria (República Popular de)  
Burkina Faso  
Camerún (República de)  
Canadá  
Chile  
China (República Popular de)  
Ciudad del Vaticano (Estado de la)  
Colombia (República de)  
Congo (República Popular del)  
Corea (República de)  
Costa Rica  
Costa de Marfil (República de la)  
Cuba  
Dinamarca  
Djibouti (República de)  
Egipto (República Árabe de)  
Emiratos Arabes Unidos  
Ecuador  
España  
Estados Unidos de América  
Etiopía  
Finlandia  
Francia  
Gabonesa (República)  
Ghana  
Grecia  
Guatemala (República de)  
Guinea (República de)  
Honduras (República de)  
Hungría (República Popular)  
India (República de la)  
Indonesia (República de)  
Irán (República Islámica del)  
Iraq (República del)  
Irlanda  
Israel (Estado de)  
Italia  
Jamaica  
Japón  
Jordania (Reino Hachemita de)  
Kenya (República de)  
Kuwait (Estado de)

Líbano  
Liberia (República de)  
Libia (Jamahiriya Arabe Libia Popular y Socialista)  
Luxemburgo  
Madagascar (República Democrática de)  
Malasia  
Malawi  
Malí (República de)  
Malta (República de)  
Marruecos (Reino de)  
México  
Mónaco  
Mongolia (República Popular de)  
Nicaragua  
Nigeria (República Federal de)  
Noruega  
Nueva Zelanda  
Omán (Sultanía de)  
Pakistán (República Islámica del)  
Panamá (República de)  
Papua Nueva Guinea  
Paraguay (República del)  
Países Bajos (Reino de los)  
Perú  
Filipinas (República de)  
Polonia (República Popular de)  
Portugal  
Qatar (Estado de)  
República Arabe Siria  
República Democrática Alemana  
República Popular Democrática de Corea  
República Socialista Soviética de Ucrania  
Rumania (República Socialista de)  
Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte  
Rwandesa (República)  
San Marino (República de)  
Senegal (República del)  
Singapur (República de)  
Somalí (República Democrática)  
Sri Lanka (República Socialista Democrática de)  
Suecia  
Suiza (Confederación)  
Suriname (República de)  
Tanzanía (República Unida de)  
Chad (República del)  
Checoslovaca (República Socialista)  
Tailandia  
Togolesa (República)  
Tonga (Reino de)  
Trinidad y Tabago  
Túnez  
Turquía  
Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas  
Uruguay (República Oriental del)  
Venezuela (República de)  
Yemen (República Democrática Popular del)  
Yugoslavia (República Socialista Federativa de)