

## RECOMENDACIÓN UIT-R S.742-1\*

**Metodologías de utilización del espectro**

(1992-1993)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que la interferencia puede imponer un límite al número de satélites que funcionan en la misma banda y en el mismo tramo de la órbita de los satélites geoestacionarios;
- b) que el número de satélites que utilizan la órbita de los satélites geoestacionarios con fines operacionales ha aumentado y continuará haciéndolo de forma significativa en los próximos años;
- c) que las metodologías de utilización de la banda de frecuencias se consideran como un medio para reducir las inhomogeneidades entre redes en el dominio de las frecuencias;
- d) que cuanto más heterogéneos son los tipos de portadoras en cuestión, mayores son los niveles de interferencia entre redes y más complejo es el proceso de coordinación;
- e) que los métodos de utilización del espectro pueden, en determinadas circunstancias, aumentar las posibilidades de incorporar nuevos usuarios;
- f) que el empleo de metodologías de utilización de las bandas de frecuencias se traducirá en la explotación óptima del espectro de frecuencias radioeléctricas y de la órbita de los satélites geoestacionarios,

*recomienda*

1 que, en la coordinación entre redes, se emplee en la mayor medida posible una de las metodologías de utilización del espectro indicadas a continuación, de acuerdo con su factibilidad:

**1.1 Metodologías relativas a la segmentación de las bandas**

La segmentación del espectro puede efectuarse de diversas maneras. El primer método se denomina *macrosegmentación* y consiste en la división de las bandas de frecuencias en grandes bloques; típicamente con las anchuras de banda de muchos transpondedores se obtienen sólo unos pocos segmentos. Para caracterizar cada uno de los segmentos pueden utilizarse dos técnicas diferentes, una basada en la clasificación de las portadoras, y la otra, en los valores de los parámetros; en cada caso pueden utilizarse diferentes conjuntos de reglas. La macrosegmentación es más eficaz cuando la ocupación de los diferentes tipos de portadoras o los valores de los parámetros técnicos son iguales en las redes de satélite coordinadas.

---

\* La Comisión de Estudio 4 de Radiocomunicaciones efectuó modificaciones de redacción en esta Recomendación en 2001 de conformidad con la Resolución UIT-R 44 (AR-2000).

El segundo método se denomina *microsegmentación*. Consiste en la división en pequeños bloques, típicamente de la anchura de banda de un transpondedor. Este método es más eficaz cuando son similares los planes de transpondedores (anchuras de banda, polarizaciones, etc.) de los sistemas por satélite que funcionan en el arco orbital objeto de la coordinación.

### 1.1.1 Macrosegmentación por el procedimiento de clasificación de las portadoras

Según esta técnica se identifican tipos normales de portadoras y se definen diversas clasificaciones. En el Cuadro 1 se observa cómo pueden identificarse e incluirse en una de las tres categorías siguientes 50 portadoras distintas:

- Portadoras de elevada densidad de potencia: TV-MF; y MDF-MF de bajo índice de modulación
- Portadoras de baja capacidad: SCPC; y portadoras digitales y analógicas de baja capacidad o baja potencia
- Portadoras medias: MDF-MF de índice de modulación medio a elevado; AMDT; y portadoras digitales de banda ancha.

Las portadoras medias son compatibles con uno u otro de los dos tipos precedentes por lo que respecta a las interferencias mutuas. En consecuencia, únicamente los dos primeros tipos de portadoras (de elevada densidad y de baja capacidad) se separarían según las reglas de utilización racional del espectro; las portadoras medias pueden situarse en cualquier lugar. A tal efecto, la banda atribuida (en general con una anchura de 500 ó 250 MHz) se divide en sub-bandas de baja capacidad y sub-bandas de elevada densidad. Esta división puede realizarse adjudicando las partes inferiores de la anchura de banda atribuida, a las portadoras de baja capacidad y las partes superiores, a las de elevada densidad, y sólo podrían utilizar cada sub-banda las portadoras de la clase asignada. La determinación de las modalidades óptimas de segmentación depende de las bandas de frecuencia consideradas. En la Fig. 1 se indican algunos de los ángulos de separación necesarios, obtenidos al utilizar este método.

### 1.1.2 Macrosegmentación por el método del valor de los parámetros

En esta técnica se propone un método diferente para la determinación de los segmentos de sub-bandas basado en límites de valores específicos de parámetros tales como la p.i.r.e. de la estación terrena, tipo de modulación, anchura de banda de la portadora y diversas combinaciones del conjunto de la CAMR ORB-88 (A, B, C y D). Según este enfoque las bandas 6/4 GHz pueden dividirse en dos segmentos reduciendo a la mitad la separación de satélites requerida, con respecto al caso en que la banda no se ha dividido, lográndose las mejoras más importantes en cuanto a anchura de banda de la portadora, p.i.r.e. en el enlace ascendente y p.i.r.e. en el enlace descendente. (véase la Fig. 1).

### 1.1.3 Microsegmentación

Con arreglo a este método, se considera la subdivisión en anchuras de banda del orden de un transpondedor. Cuando se emplea un sistema de clasificación de portadoras, se identifican sub-bandas para utilizarse con portadoras de elevada densidad y evitar las portadoras de baja capacidad. A diferencia de la macrosegmentación, las sub-bandas se identifican con relación a la anchura de banda de un transpondedor (por ejemplo, 36 MHz) y no con referencia a toda una banda de frecuencias (por ejemplo, 500 MHz).

CUADRO 1

Macrosegmentación por el procedimiento de clasificación de las portadoras

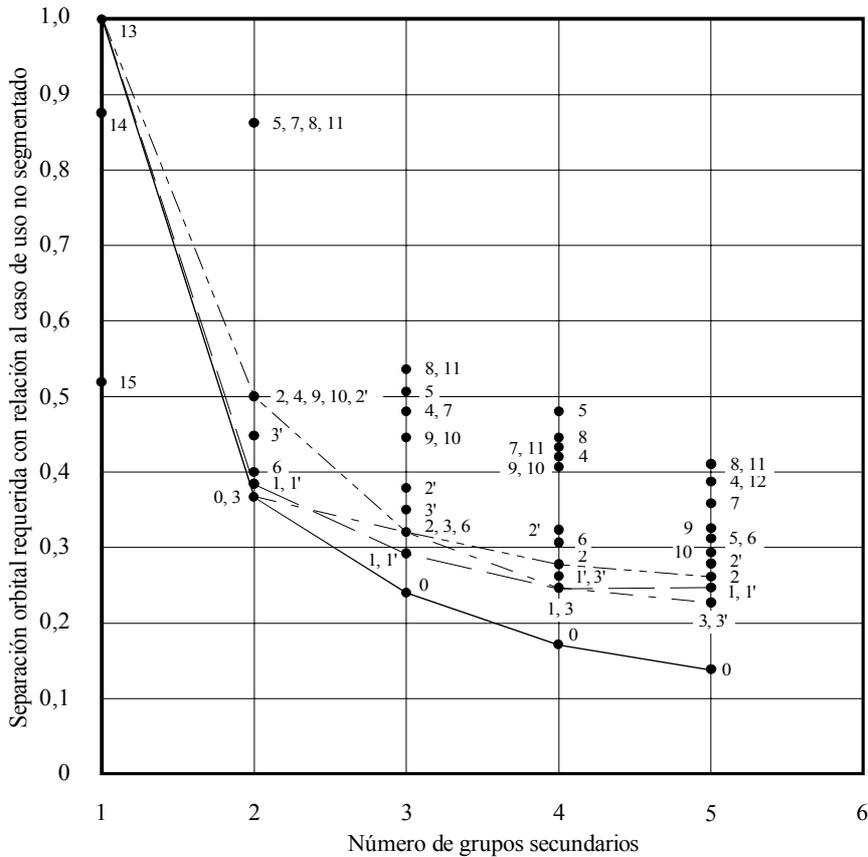
MRF-MF N.º	Tipo		N/V	$B_{oc}$ (MHz)	$f_{min}$ (kHz)	$f_{max}$ (kHz)	$\Delta f_{st}$ (kHz)	$\Delta f_m$ (kHz)	Categoría de las portadoras		
									LC	M	HD
1	12	1,3	12	1,13	12,0	60,0	108,5	159,0	x		
2	12	2,5	12	2,2	12,0	60,0	238,9	350,0	x		
3	24	2,5	24	1,96	12,0	108,0	163,4	275,0		x	
4	60	2,5	60	2,25	12,0	252,0	136,5	276,0		x	
5	72	2,5	72	2,25	12,0	300,0	124,5	261,0		x	
6	60	5,0	60	3,96	12,0	252,0	270,1	546,0		x	
7	132	5,0	132	4,45	12,0	552,0	223,5	529,0		x	
8	192	5,0	192	4,51	12,0	804,0	180,0	459,0		x	
9	96	7,5	96	5,87	12,0	408,0	359,8	799,0		x	
10	192	7,5	192	6,40	12,0	804,0	297,2	758,0		x	
11	252	7,5	252	6,74	12,0	1 052,0	259,7	733,0		x	
12	132	10,0	132	7,50	12,0	552,0	430,0	1 020,0			x
13	252	10,0	252	8,49	12,0	1 052,0	357,4	1 009,0			x
14	312	10,0	312	8,96	12,0	1 300,0	320,0	1 005,0			x
15	252	15,0	252	12,39	12,0	1 052,0	576,4	1 627,0			x
16	432	15,0	432	12,95	12,0	1 796,0	400,2	1 479,0			x
17	432	20,0	432	17,99	12,0	1 796,0	615,8	2 276,0			x
18	612	20,0	612	17,70	12,0	2 540,0	453,7	1 996,0			x
19	432	25,0	432	20,59	12,0	1 796,0	727,3	2 688,0			x
20	792	25,0	792	22,34	12,0	3 284,0	498,4	2 494,0			x
21	972	25,0	972	25,00	12,0	4 028,0	410,0	2 274,0			x
22	972	36,0	972	35,99	12,0	4 028,0	796,7	4 417,0			x
SCPC-A N.º	Tipo			$B_{oc}$ (kHz)	$f_{min}$ (kHz)	$f_{max}$ (kHz)	$\Delta f$ (kHz)	Categoría de las portadoras			
								LC	M	HD	
23	0,020			20,0	0,3	3,4	5,8	x			
24	0,025			25,0	0,3	3,4	12,0	x			
25	0,030			30,0	0,3	3,4	8,5	x			
26	0,090			90,0	0,3	3,4	3,4	x			
27	0,180			180,0	0,3	3,4	3,3	x			
SCPC-D N.º	Tipo		N/E	$B_{oc}$ (kHz)	Velocidad binaria (kbit/s)						
28	0,064		4	38,0	64,0			x			
29	0,085		4	50,0	85,0			x			
30	0,128		4	150,0	128,0			x			
31	0,256		4	300,0	256,0			x			
32	0,512		4	600,0	512,0			x			
NUM-LB N.º	Tipo		N/E	$B_{oc}$ (MHz)	Velocidad binaria (Mbit/s)						
33	2Q		4	1,44	2,048				x		
34	3Q		4	1,84	3,072				x		
35	4Q		4	2,25	4,096				x		
36	8Q		4	5,0	8,448				x		
37	10Q		4	5,0	10,0				x		
38	17Q		4	10,2	17,0				x		
39	25Q		4	18,0	24,6				x		
40	34Q		4	20,6	34,368				x		
41	40Q		4	20,0	40,0				x		
NUM-LB N.º	Tipo		N/E	$B_{oc}$ (MHz)	Velocidad binaria (Mbit/s)						
42	50Q		4	25,6	50,0				x		
43	120Q		4	75,0	120,0				x		
44	139Q		4	82,0	139,264				x		
45	147Q		4	110,0	147,0				x		
TV-MF N.º	Tipo	$\Delta f$ (MHz)	$B_{oc}$ (MHz)	$\Delta f_{pm}$ (MHz)	$\Delta f_{pnm}$ (MHz)	$f_{bal}$ (Hz)					
46	TV.17	4,75	17,5	1,0	2,0	60/30				x	
47	TV.20	4,8	20,0	1,0	2,0	50				x	
48	TV.30	6,2	30,0	2,0	4,0	50				x	
49	TV.35	5,0	30,0	2,0	4,0	50/25				x	
50	TV.36	11,0	32,0	1,0	2,0	50				x	

Texto relativo al Cuadro 1:

- |                                      |   |
|--------------------------------------|---|
| SCPC-A : SCPC (analógico)            | $\Delta f_{pm}$ : Desviación de frecuencia (portadora modulada)     |
| SCPC-D : SCPC (digital)              | $\Delta f_{pnm}$ : Desviación de frecuencia (portadora no modulada) |
| NUM-LB : Digital, banda ancha        | $f_{bal}$ : Frecuencia de barrido                                   |
| N/V : N.º de canales telefónicos     | $\Delta f_{st}$ : Desviación de frecuencia (señal de prueba)        |
| N/E : N.º de estados de modulación   | $\Delta f_m$ : Desviación de frecuencia (señal múltiplex)           |
| $B_{oc}$ : Anchura de banda ocupada  | LC : Portadoras de baja capacidad                                   |
| $f_{min}$ : Frecuencia mínima        | M : Portadora media   |
| $f_{max}$ : Frecuencia máxima        | HD : Portadoras de elevada densidad                                 |
| $\Delta f$ : Excursión de frecuencia |   |

FIGURA 1

**Separación requerida entre satélites en las bandas en 6/4 GHz (excluyendo las consideraciones sobre multihazes) según el método del valor de los parámetros en macrosegmentación**



D01

- 0 Óptimo —————
- 1 Anchura de banda ——— ———
- 2 p.i.r.e. del enlace ascendente - - - - -
- 3 p.i.r.e. del enlace descendente - - - - -
- 4 Parámetro A
- 5 Parámetro B
- 6 Parámetro C
- 7 Parámetro D
- 8 A/B
- 9 C/D
- 10 Máx. (A/B, C/D)
- 11 Mín. (A/B, C/D)
- 12 Tipo de modulación
- 13 Sin segmentación
- 14 Excluyendo la coexistencia de TV-MF y SCPC-MDP
- 15 Excluyendo la coexistencia de TV-MF y (SCPC-MDP o SCPC-MF)

El signo de prima indica que las p.i.r.e. de las portadoras de INTELSAT son máximas.

## 1.2 Métodos de armonización y de flexibilidad en la utilización del espectro

### 1.2.1 Armonización de la utilización del espectro

En este enfoque se efectúa una utilización armoniosa del espectro siguiendo la regla siguiente:

- Las frecuencias de las portadoras de TV y de elevada densidad pueden ocupar la banda de frecuencias atribuida desde la parte superior hacia abajo, mientras que las portadoras SCPC y de baja capacidad irían desde la parte inferior hacia arriba, o viceversa, dependiendo del margen de frecuencias considerado. Esta técnica simplifica así en muchos casos los problemas y evita una utilización rígida del espectro.

Este método es muy similar al de la clasificación de las portadoras antes descrito, con la diferencia de que es más flexible debido a la ausencia de fronteras fijas entre los diferentes tipos de portadora. Sin embargo, la supresión de las fronteras fijas puede hacer que tipos de portadora incompatibles utilicen la misma frecuencia debido a un desequilibrio en la ocupación de los diferentes tipos de portadora en los sistemas de satélite coordinados. Por ejemplo, algunas de las portadoras de banda estrecha de un solo canal por portadora (SCPC) de un sistema podrían quedar superpuestas con un canal que curse una portadora de TV-MF del otro sistema. Dada la necesidad de obtener una eficacia de utilización orbital óptima, y por consiguiente una separación orbital pequeña entre los satélites, sería necesario aplicar una de las directrices del § 1.2.2 o de la Nota 1 del § 2 a fin de proteger las portadoras SCPC de la interferencia perjudicial procedente del canal con portadora de TV-MF.

### 1.2.2 Utilización flexible

Según este método, las inhomogeneidades entre los planes de frecuencia de satélites adyacentes se examinan durante la fase de coordinación siguiendo el criterio de no situar portadoras SCPC en las proximidades o en las mismas frecuencias que portadoras de TV-MF, dentro de la banda de dispersión de energía.

2 que se añadan las Notas siguientes a esta Recomendación:

NOTA 1 – Incluso sin una segmentación estricta, puede mejorarse considerablemente la eficacia de utilización de la órbita evitando asignar cofrecuencias a las portadoras de TV-MF y SCPC. Esto puede lograrse en la práctica atribuyendo a la TV y a SCPC segmentos separados con arreglo a disposiciones flexibles, aunque hay que señalar que, para las administraciones que sólo requieren poco tráfico, ello puede dar lugar a una utilización ineficaz del segmento espacial.

NOTA 2 – En el enfoque de clasificación de portadoras del método de macrosegmentación la utilización de una sub-banda neutra proporciona cierta flexibilidad para hacer frente a pequeños desequilibrios del tráfico con respecto a las categorías, si bien este método presenta el gran inconveniente de su rigidez. Si en los sistemas existentes hubiera que proceder a la reubicación de las portadoras en las sub-bandas apropiadas, esto representaría un problema en algunos sistemas, ya que podrían existir grandes limitaciones, bien del equipo, o bien de anteriores arreglos de coordinación.

La rigidez de este método podría reducirse permitiendo a las redes utilizar cualquier sub-banda para cualquier tipo de portadora pero siguiendo una estructura de utilización correspondiente a las clasificaciones de uso. Para el ejemplo anterior, el orden de utilización puede seguir el orden de frecuencias crecientes para el caso de portadoras de baja capacidad y el de frecuencias decrecientes para el de portadoras de elevada densidad. En caso de que, debido a ello, surjan dificultades entre redes, tendrán preferencia las portadoras correspondientes a la clasificación de sub-bandas, si las dificultades no pudieran resolverse de otra manera.

NOTA 3 – Desde el punto de vista de la influencia de ambos procedimientos (clasificación de las portadoras y método del valor de los parámetros) en los sistemas existentes y proyectados, todo procedimiento de segmentación llevará consigo una reordenación de las portadoras en los sistemas. Ello puede resultar de difícil realización especialmente en satélites complejos de haces múltiples en los que la ubicación de las portadoras se funda en complicadas consideraciones relacionadas con la cobertura y la conectividad. Si, en tales casos, se aplicaran procedimientos estrictos de segmentación de las bandas, podría perfectamente verse reducida la eficacia de utilización del recurso espectro/órbita.

NOTA 4 – En el método de microsegmentación, la anchura de las sub-bandas en que debe evitarse colocar portadoras de baja densidad es probablemente de 2 a 10 MHz; este asunto será objeto de estudios ulteriores. Tales métodos pueden mejorarse en algunos casos alternando la polarización de las portadoras de alta densidad parcialmente superpuestas en transpondedores desplazados aproximadamente la mitad de una anchura de banda de transpondedor. Utilizando, por ejemplo, una anchura de banda de transpondedor de 36 MHz, la separación entre los centros de las sub-bandas sería de 20 MHz.

---