

RECOMENDACIÓN UIT-R F.387-8

**DISPOSICIÓN DE RADIOCANALES PARA SISTEMAS DE RADIOENLACES
QUE FUNCIONAN EN LA BANDA DE 11 GHz***

(Cuestión UIT-R 136/9)

(1963-1970-1974-1978-1986-1990-1992-1995-1999)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que en la banda de 11 GHz, parece posible la utilización de sistemas de radioenlaces analógicos con una capacidad máxima de 1 800 canales telefónicos, o su equivalente, o de sistemas digitales con una capacidad de hasta 140 Mbit/s o de velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona con reserva de las condiciones impuestas por el régimen de lluvias;
- b) que la separación entre los repetidores y otras características de diseño de los sistemas de radioenlaces que trabajan en esta banda de frecuencias, deben determinarse teniendo en cuenta los factores meteorológicos significativos;
- c) que para los circuitos internacionales es conveniente poder interconectar estos sistemas en radiofrecuencia;
- d) que ofrece considerables ventajas una disposición uniforme de los radiocanales, tanto si se trata de sistemas analógicos de pequeña como de gran capacidad;
- e) que en una banda de frecuencias de 1 000 MHz de anchura, puede ser conveniente interconectar hasta 12 radiocanales analógicos de ida y 12 de retorno;
- f) que se realizarían economías si pudieran acomodarse hasta 12 radiocanales analógicos de ida y 12 de retorno, en una antena común;
- g) que, en ciertos casos, puede ser conveniente intercalar radiocanales suplementarios con los de la disposición principal;
- h) que los radiocanales deben estar dispuestos de modo que permitan utilizar una frecuencia intermedia de 70 MHz ó 140 MHz;
- j) que es deseable prever el funcionamiento de sistemas digitales y sistemas analógicos en el mismo trayecto;
- k) que los conceptos de sistemas de radioenlaces digitales de una sola portadora y multiportadora son útiles para lograr los compromisos óptimos desde el punto de vista técnico y económico en el diseño de sistemas,

recomienda

1 que la disposición preferida de los radiocanales para sistemas de radioenlaces analógicos con una capacidad máxima de 1 800 canales telefónicos, o su equivalente, que trabajen en la banda de 11 GHz, se obtenga como sigue:

Sea f_0 la frecuencia central de la banda de frecuencias ocupada (MHz),

f_n la frecuencia central de uno de los radiocanales de la mitad inferior de esa banda (MHz),

f'_n la frecuencia central de uno de los radiocanales de la mitad superior de esa banda (MHz);

* Cuando sea necesario en casos especiales, y previo acuerdo entre las administraciones interesadas, podrán acomodarse en la banda de 11 GHz sistemas de 2 700 canales telefónicos utilizando una frecuencia intermedia de 140 MHz, conformes con el esquema general del plan de disposición de radiocanales de esta Recomendación.

las frecuencias de cada canal se expresarán mediante las relaciones siguientes:

mitad inferior de la banda: $f_n = f_0 - 525 + 40 n$ MHz

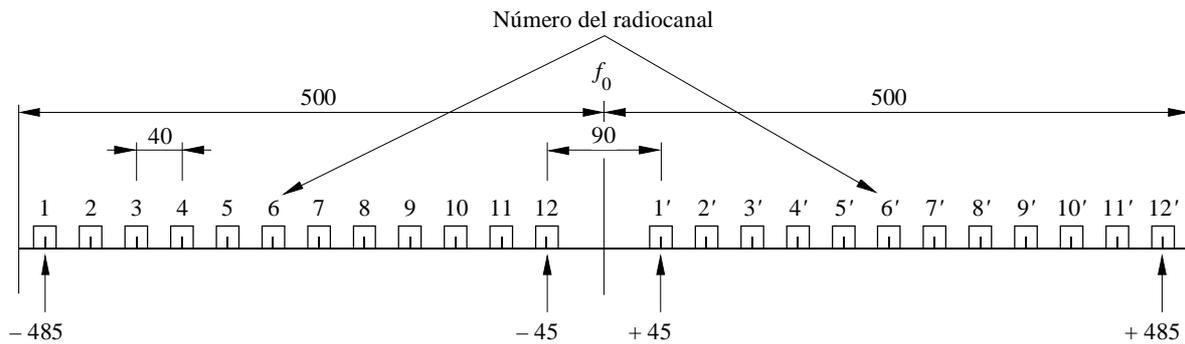
mitad superior de la banda: $f'_{,n} = f_0 + 5 + 40 n$ MHz

donde:

$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11$ ó 12 .

En la Fig. 1 puede verse la disposición de las frecuencias;

FIGURA 1
Disposición de los radiocanales de los sistemas de radioenlaces que funcionan en la banda de 11 GHz
 (Todas las frecuencias en MHz)



0387-01

2 que de ser necesario emplear radiocanales analógicos suplementarios intercalados con los de la disposición principal, los valores de las frecuencias centrales de estos canales sean 20 MHz inferiores a los de las frecuencias correspondientes de los canales de la disposición principal.

NOTA 1 – El radiocanal 1 de la disposición intercalada, en la mitad inferior de la banda, está situado fuera del límite inferior de la banda de 1 000 MHz y, por tanto, no siempre podrá utilizarse.

NOTA 2 – El funcionamiento con una sola antena permite acomodar 12 radiocanales de ida y 12 de retorno con la disposición de radiocanales de la Fig. 1 y 11 radiocanales de ida y 11 de retorno con la disposición de radiocanales de la Fig. 2a);

3 que, cuando también se necesiten radiocanales analógicos para sistemas de radioenlaces auxiliares, las frecuencias preferidas para 11 canales de ida y 11 de retorno, comprendidas las dos parejas de canales auxiliares de la disposición principal y de la disposición intercalada, se obtengan adoptando:

$n = 2, 3, 4, \dots 12$ en la mitad inferior de la banda,

$n = 1, 2, 3, \dots 11$ en la mitad superior de la banda.

Los valores de las frecuencias radioeléctricas (MHz) para los sistemas auxiliares se elegirán como sigue:

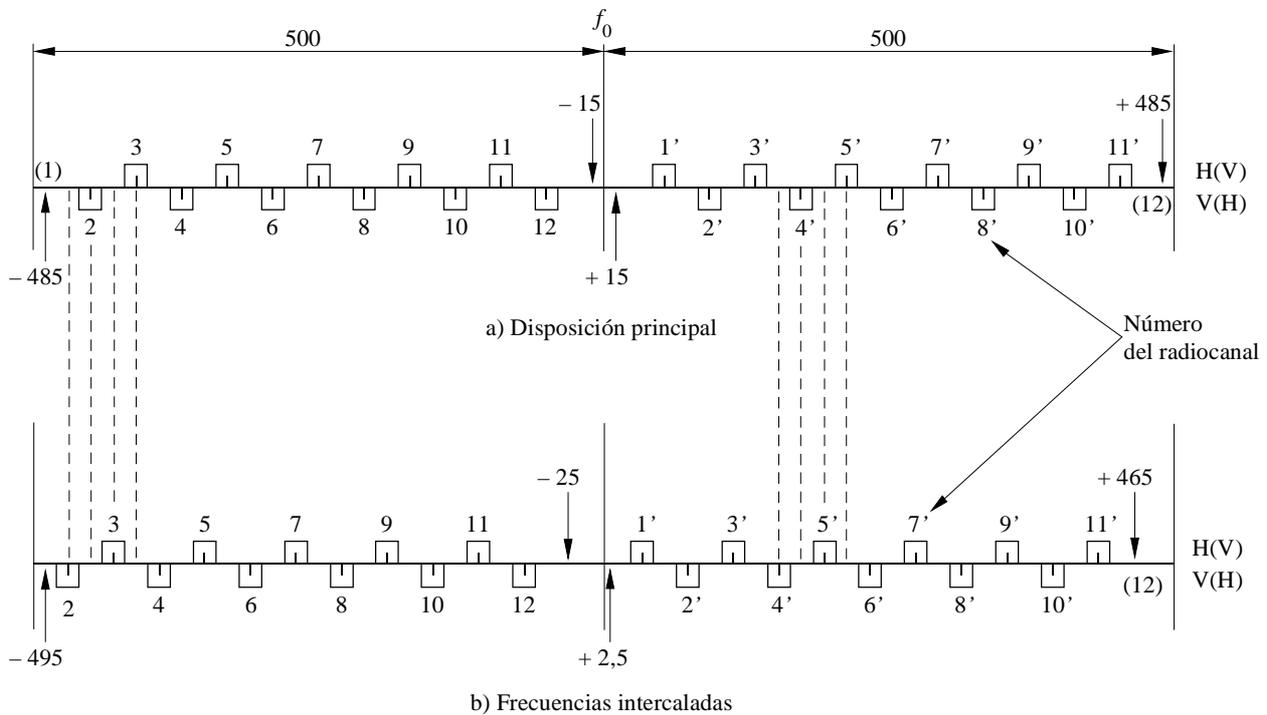
	Disposición principal	Disposición intercalada
mitad inferior de la banda	$f_0 - 485$	$f_0 - 495$
	$f_0 - 15$	$f_0 - 25$
mitad superior de la banda	$f_0 + 15$	$f_0 + 2,5$
	$f_0 + 485$	$f_0 + 465$

En la Fig. 2 se indica la disposición de las frecuencias radioeléctricas, así como una posible disposición de las polarizaciones;

FIGURA 2

Disposición de los radiocanales de los sistemas de radioenlaces principales y auxiliares que funcionan en la banda de 11 GHz

(Todas las frecuencias en MHz)



0387-02

4 que en la sección en que se haga la interconexión internacional, todos los canales de ida estén situados en una mitad de la banda y todos los de retorno en la otra;

5 que, si por ejemplo, sólo se utilizan tres canales de ida y tres de retorno con una antena común transmisión-recepción, se elijan de preferencia las frecuencias de los canales (MHz), mediante una de las combinaciones siguientes:

$$\left. \begin{array}{l} n = 1, 5, 9 \text{ o} \\ n = 2, 6, 10 \text{ o} \\ n = 3, 7, 11 \text{ o} \\ n = 4, 8, 12 \end{array} \right\} \text{ en ambas mitades de la banda}$$

6 que para los radiocanales analógicos adyacentes situados en la misma mitad de la banda se utilicen de preferencia alternativamente polarizaciones diferentes;

7 que el valor preferido de la frecuencia central sea 11 200 MHz, pero que puedan adoptarse otros valores, previo acuerdo entre las administraciones interesadas;

8 que, cuando haya que utilizar, en la banda de 11 GHz, sistemas de radioenlaces digitales de baja o media capacidad, la disposición de los radiocanales se efectúe de conformidad con los *recomienda* 1 y 2. En el Anexo 1 figura una descripción de estas disposiciones de canales;

9 que, cuando se hayan de utilizar en la banda de 11 GHz sistemas de radioenlaces digitales de gran capacidad con velocidades binarias próximas a las de la jerarquía digital plesiócrona o síncrona (véase la Nota 4), la disposición de radiocanales debe utilizar las frecuencias centrales definidas en los *recomienda* 1, 2 y 3. El Anexo 2 contiene una descripción de esta disposición de radiocanales;

10 que puede también utilizarse una disposición cocanal para los sistemas de radioenlaces digitales que se obtiene a partir de las disposiciones de las Figs. 1 ó 2 complementando cada canal con su asociado;

11 que si se utiliza la transmisión multiportadora (véase la Nota 5), el número total de n portadoras será considerado como una sola. La frecuencia central de dicho canal se obtendrá a partir de lo indicado en los *recomienda* 1 ó 2, con independencia de las frecuencias centrales reales de cada una de las portadoras, que pueden variar, por razones técnicas, según las realizaciones prácticas. El funcionamiento de los sistemas multiportadora se examina con más detalle en el Anexo 5.

NOTA 1 – El radiocanal 1 de la disposición intercalada, en la mitad inferior de la banda, está situado fuera del límite inferior de la banda de 1 000 MHz y, por tanto, no siempre podrá utilizarse.

NOTA 2 – El funcionamiento con una sola antena permite acomodar 12 radiocanales de ida y 12 de retorno con la disposición de radiocanales de la Fig. 1 y 11 radiocanales de ida y 11 de retorno con la disposición de radiocanales de la Fig. 2a).

NOTA 3 – Se reconoce que algunas administraciones utilizan las disposiciones alternativas de radiocanales de 140 Mbit/s descritas en los Anexos 3 y 4.

NOTA 4 – Las velocidades binarias brutas reales pueden exceder en un 5%, o incluso más, las velocidades de transmisión netas.

NOTA 5 – Un sistema multiportadora es aquel en que se transmiten (o reciben) simultáneamente n (siendo $n > 1$) señales portadoras moduladas digitalmente con el mismo equipo de radiofrecuencia. Debe considerarse que la frecuencia central es la media aritmética de las n frecuencias portadoras individuales del sistema multiportadora.

NOTA 6 – Debe tenerse debidamente en cuenta que en un país se utiliza una disposición de radiocanales basada en una separación de canales de 60 MHz. Esta disposición se muestra en el Anexo 6.

ANEXO 1

Descripción de la disposición de radiocanales mencionada en el *recomienda* 8

1 La presente Recomendación permite obtener una disposición adecuada de canales para sistemas de radioenlaces digitales de baja y media capacidad que exigen una separación entre canales de 40 MHz, si se establecen parejas de cocanales utilizando las dos polarizaciones.

2 La disposición preferida de los radiocanales para sistemas de radioenlaces digitales permite obtener 11 canales de ida y 11 de retorno, de la forma siguiente:

Sea f_0 la frecuencia central de la banda de frecuencias ocupada (MHz),

f_n la frecuencia central de uno de los radiocanales de la mitad inferior de la banda (MHz),

f'_n la frecuencia central de uno de los radiocanales de la mitad superior de la banda (MHz);

las frecuencias de cada uno de los canales del par, se expresarán mediante las relaciones siguientes:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 545 + 40 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 - 15 + 40 n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 \text{ ó } 12.$$

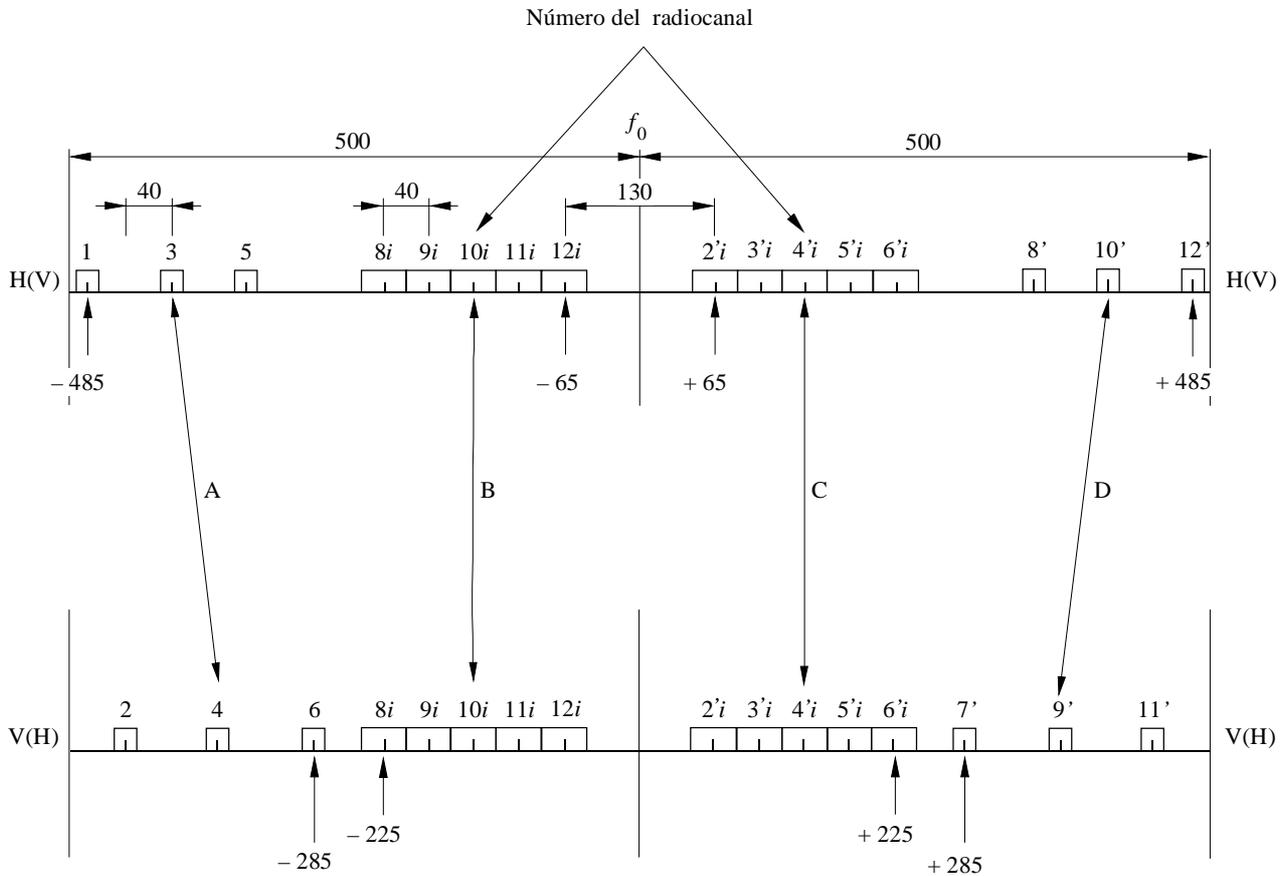
3 Cuando haya que añadir radiocanales digitales a un sistema analógico existente que no esté plenamente desarrollado, se utilizará de preferencia, en los canales digitales, el plan de intercalación del *recomienda* 2 cuando se emplee en los canales analógicos la disposición del § 1, e inversamente (se incluye la Fig. 3 a título de ejemplo).

Se reconoce, no obstante, que en algunos casos tal vez sea posible añadir canales digitales en las partes no utilizadas de un plan analógico existente.

FIGURA 3

Ejemplo de disposición mixta de radiocanales, analógicos y digitales para sistemas de radioenlaces que funcionan en la banda de 11 GHz

(Todas las frecuencias en MHz)



A: analógico
 B: digital
 C: disposición de frecuencias intercaladas
 D: disposición principal

0387-03

ANEXO 2

Descripción de la disposición de radiocanales mencionada en el recomienda 9

1 La disposición preferida de radiocanales que permite obtener 12 radiocanales de ida y 12 de retorno en base al esquema principal indicado en la Fig. 1 se define como sigue:

$n = 1, 2, 3, \dots 12$ en la mitad inferior de la banda,

$n = 1, 2, 3, \dots 12$ en la mitad superior de la banda.

2 La disposición preferida de radiocanales que permite obtener 11 radiocanales de ida y 11 de retorno en base al esquema principal indicado en la Fig. 1 se define como sigue:

$n = 2, 3, 4, \dots 12$ en la mitad inferior de la banda,

$n = 1, 2, 3, \dots 11$ en la mitad superior de la banda.

Esto corresponde a los radiocanales principales que se indican en la Fig. 2a).

3 La disposición preferida de radiocanales que permite obtener 11 radiocanales de ida y 11 de retorno basada en el esquema de intercalación indicado en la Fig. 2b) se define como sigue:

$n = 2, 3, 4, \dots 12$ en la mitad inferior de la banda,

$n = 1, 2, 3, \dots 11$ en la mitad superior de la banda (véase la Fig. 2b)),

o:

$n = 2, 3, 4, \dots 12$ en la mitad superior de la banda (véase el *recomienda 2*).

4 La disposición preferida de radiocanales que permite obtener 12 radiocanales de ida y 12 de retorno se funda en el § 2 anterior con dos radiocanales adicionales según se puede ver en la Fig. 4 y viene definida por la siguiente relación:

mitad inferior de la banda: $f_n = f_0 - 505 + 40 n$ MHz

mitad superior de la banda: $f'_n = f_0 - 15 + 40 n$ MHz

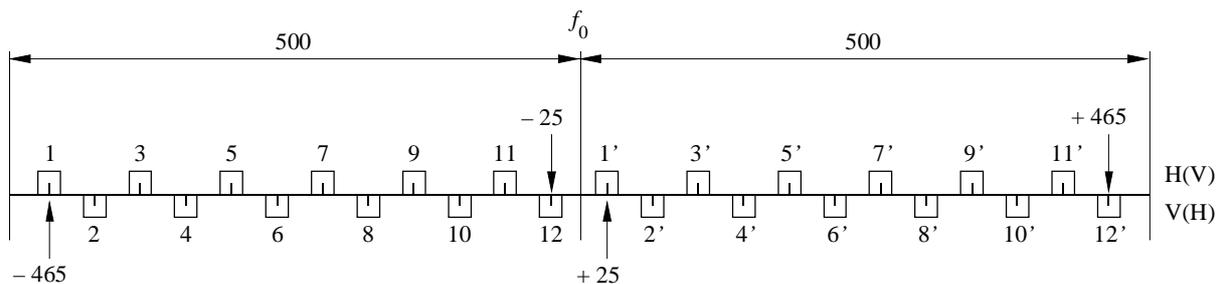
donde:

$n = 1, 2, 3, \dots 12$.

NOTA 1 – Los radiocanales 1 y 12' del diagrama principal con una banda de guarda de 15 MHz se suelen considerar inadecuados para sistemas radioeléctricos digitales de gran capacidad, con una velocidad de símbolos de más de 25 a 30 MBd.

NOTA 2 – Suele considerarse que los radiocanales 12 y 1' de la Fig. 4 con una separación de 50 MHz requieren generalmente antenas separadas si se utilizan en el mismo vano. La interferencia entre los radiocanales 12 y 1' puede aumentar durante los periodos de alta intensidad de lluvia debido a la retrodispersión producida por la lluvia. Habrá que tener en cuenta este efecto en aquellas zonas del mundo en que se den intensidades de lluvia elevadas.

FIGURA 4
Disposición de radiocanales para sistemas de radioenlaces digitales
de gran capacidad que funcionan en la banda de 11 GHz
(Todas las frecuencias en MHz)



ANEXO 3

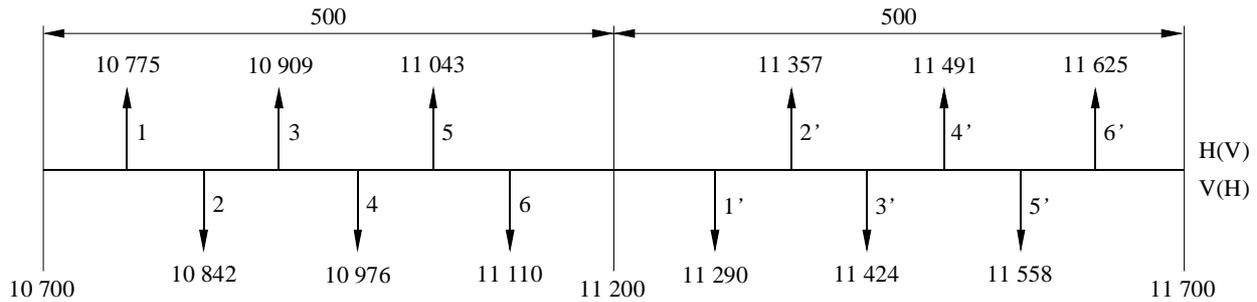
Disposición práctica de radiocanales utilizando un sistema con modulación MDP-4

La disposición de radiocanales que se muestra en la Fig. 5 se utiliza en el Reino Unido, basada en la modulación MDP-4, para su empleo en las rutas de radioenlaces existentes, las cuales tienen longitudes de tramo de hasta 65 km.

FIGURA 5

Disposición de radiocanales para un sistema de radioenlaces digitales con modulación MDP-4

(Todas las frecuencias en MHz)



0387-05

ANEXO 4

Disposición práctica de radiocanales utilizando un sistema con modulación MDP-8

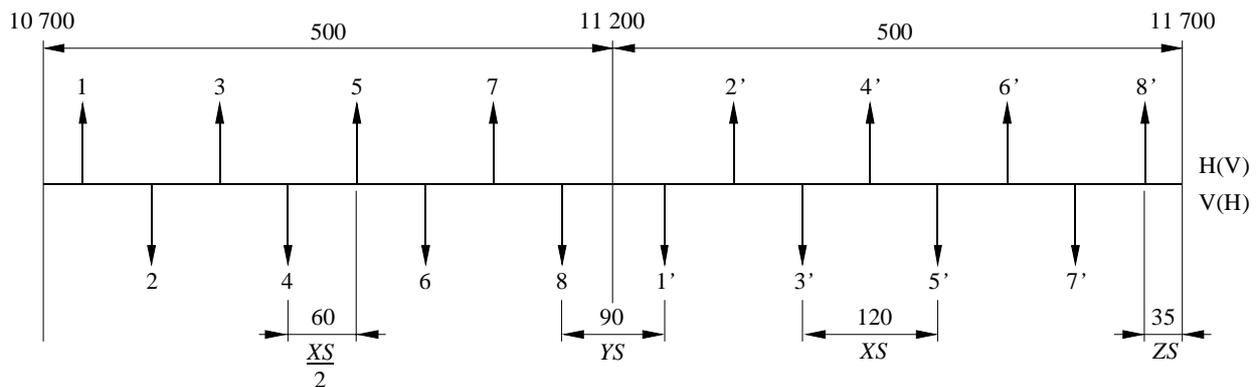
La disposición de canales que se muestra en la Fig. 6 se utiliza en Francia, basada en la modulación MDP-8.

Las frecuencias centrales de esta disposición de radiocanales están definidas a partir de las indicadas en esta Recomendación; la separación de 60 MHz entre radiocanales adyacentes se obtiene eligiendo alternativamente una frecuencia central del plan intercalado (radiocanales 1, 3, 5 y 7) y una frecuencia central del plan principal (radiocanales 2, 4, 6 y 8).

FIGURA 6

Disposición de los radiocanales para un sistema de radioenlaces a 140 Mbit/s que funciona en la banda 10,7-11,7 GHz

(Todas las frecuencias en MHz)



0387-06

ANEXO 5

Descripción de un sistema multiportadora

Un sistema multiportadora es aquel en el que se transmiten (o reciben) simultáneamente n (siendo $n > 1$) señales portadoras moduladas digitalmente con el mismo equipo de radiofrecuencia.

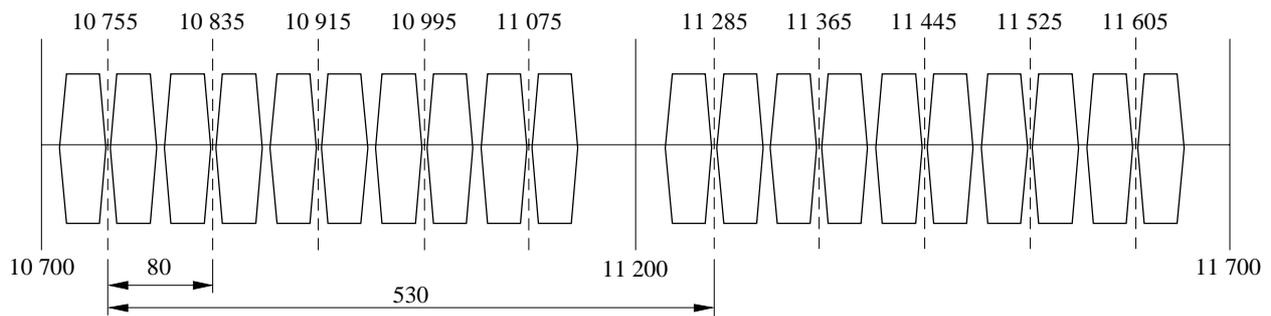
Para la transmisión multiportadora de gran capacidad la frecuencia central del canal debe coincidir con unas de las frecuencias correspondientes de las disposiciones de canales básicas que figuran en los *recomienda 1* ó *2*. La separación de canales puede ser un múltiplo entero de los valores básicos definidos en los *recomienda 1* ó *2*. Ha de tenerse en cuenta la compatibilidad con las configuraciones actuales al elegir la alternativa adecuada.

A continuación se ofrece un ejemplo de disposición de canales copolar en la que se utiliza un sistema de dos portadoras con MAQ-64.

La disposición de canales representada en la Fig. 7 se basa en la utilización de un sistema de dos portadoras con transmisión a $2 \times 2 \times 155,52$ Mbit/s ($4 \times$ STM-1), con dos pares de portadoras que utilizan ambas polarizaciones en la disposición cocanal.

FIGURA 7

Disposición de radiocanales para un sistema de radioenlaces a $2 \times 2 \times 155,52$ Mbit/s ($4 \times$ STM-1) que funciona con una separación de canales de 80 MHz en la banda 10,7-11,7 GHz, como el utilizado en Suiza
(Todas las frecuencias en MHz)



0387-07

ANEXO 6

Descripción de la disposición de radiocanales de 60 MHz

En la Fig. 8 se representa la disposición de canales de radiofrecuencia indicada en la Nota 6 y que proporciona 16 canales de ida y retorno basándose en un modelo cocanal. Esta disposición se define de la forma siguiente:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 470 + 60(n - 1) \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 50 + 60(n - 1) \quad \text{MHz}$$

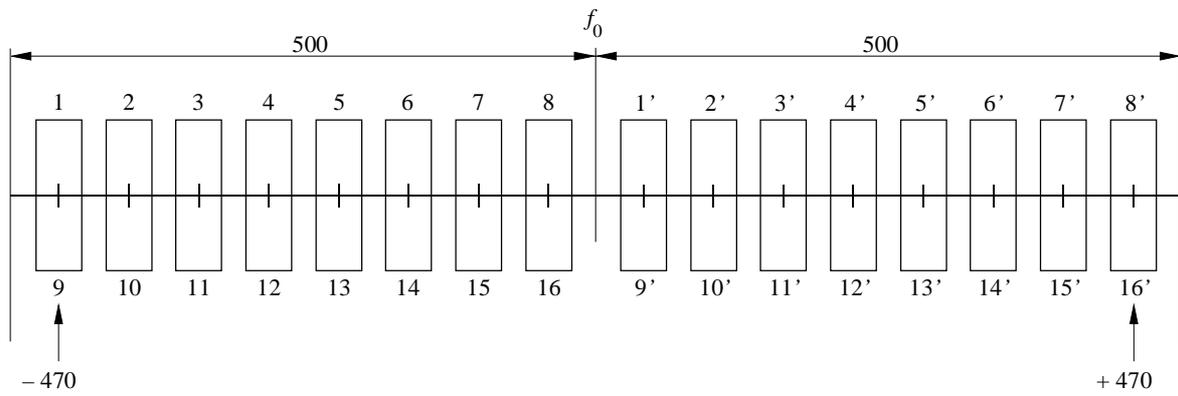
siendo:

$$n = 1, 2, \dots, 8.$$

FIGURA 8

Disposición de radiocanales en sistemas de radioenlaces digitales de alta capacidad que funcionan en la banda de 11 GHz

(Todas las frecuencias en MHz)



0387-08