

## RECOMENDACIÓN UIT-R F.1099-4

**Disposiciones de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos digitales de capacidad alta y media en la parte superior de la banda de 4 GHz (4 400-5 000 MHz)**

(Cuestión UIT-R 136/9)

(1994-1995-1997-1999-2007)

**Ámbito**

Esta Recomendación proporciona las disposiciones de radiocanales para los sistemas inalámbricos fijos (FWS) que funcionan en la parte superior de la banda de 4 GHz (4 400-5 000 MHz) que pueden utilizarse para sistemas fijos de capacidad alta y media, basándose en un esquema común de 10 MHz. En los Anexos 1 y 2 figuran las disposiciones de canal de acuerdo con lo dispuesto en el texto principal de la Recomendación, con 20, 40, 60 y 80 MHz de separación de canales. El Anexo 3 proporciona una disposición alternativa con una separación de canales de 28 MHz. Se indican las disposiciones cocanal o alternada así como información sobre la transmisión multiportadora basada en estas disposiciones.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

*considerando*

- a) que en las bandas de radiofrecuencias de 5 GHz se requieren sistemas inalámbricos fijos (FWS) digitales de gran capacidad del orden de 90 Mbit/s o más que cursen señales en jerarquía digital plesiócrona o síncrona;
- b) que los intervalos centrales de cada disposición de radiocanales y la separación de guarda en los bordes de la banda pueden escogerse no ocupando un número apropiado de posiciones de radiocanales en un esquema básico uniforme;
- c) que el esquema básico uniforme de separaciones no debe ser injustificablemente pequeño ni tan amplio que menoscabe la utilización eficaz del espectro disponible;
- d) que las frecuencias absolutas del esquema básico habrán de definirse recurriendo a una sola frecuencia de referencia;
- e) que los sistemas inalámbricos fijos digitales de una portadora y multiportadora constituyen medios útiles para lograr el mejor compromiso técnico y económico en el diseño de estos sistemas,

*recomienda*

**1** que la disposición de radiocanales preferida para los sistemas inalámbricos fijos digitales de gran capacidad del orden de 90 Mbit/s o velocidades más elevadas, que cursen señales en jerarquía digital plesiócrona o síncrona (véase la Nota 1) y que operen en la banda de 5 GHz, se seleccione según un esquema homogéneo con las siguientes características:

las frecuencias centrales,  $f_p$ , de los radiocanales dentro del esquema básico serán:

$$f_p = 5\,000 - 10p \quad \text{MHz}$$

donde  $p$ : número entero 1, 2, 3, ... (véase la Nota 2);

2 que todos los canales de ida estén en una de las mitades de la banda y todos los canales de retorno en la otra mitad;

3 que la separación de canales  $XS$ , el intervalo central  $YS$ , las separaciones de guarda  $Z_1S$  y  $Z_2S$  en los bordes de la banda y la polarización de la antena sean objeto de acuerdo entre las administraciones interesadas;

4 que se aplique el plan de disposición cocanal o de canales alternados, del cual se proporcionan algunos ejemplos en la Fig. 1;

5 que las disposiciones de radiocanales derivadas del *recomienda* 1 para la banda de 5 GHz, que pueden examinarse en los Anexos 1 y 2, se consideren parte de esta Recomendación;

6 que si se utiliza una transmisión multiportadora (véanse la Nota 3 y el § 3 del Anexo 1), el número total de  $n$  portadoras se considerará como un solo canal cuya frecuencia central y separación de canales serán las definidas de acuerdo con la Fig. 1, independientemente de las frecuencias centrales reales de las portadoras individuales que pueden variar, por razones técnicas, según la realización práctica de que se trate.

NOTA 1 – En la práctica, las velocidades binarias brutas, incluidos los bits suplementarios, pueden ser superiores hasta en un 5% o más a las velocidades de transmisión netas.

NOTA 2 – Habrá que considerar debidamente el hecho de que en algunos países en que hay que entrelazar radiocanales adicionales entre los de los esquemas principales, los valores de las frecuencias centrales de esos radiocanales deberán determinarse sobre la base de la siguiente ecuación (véanse los Anexos 1 y 2):

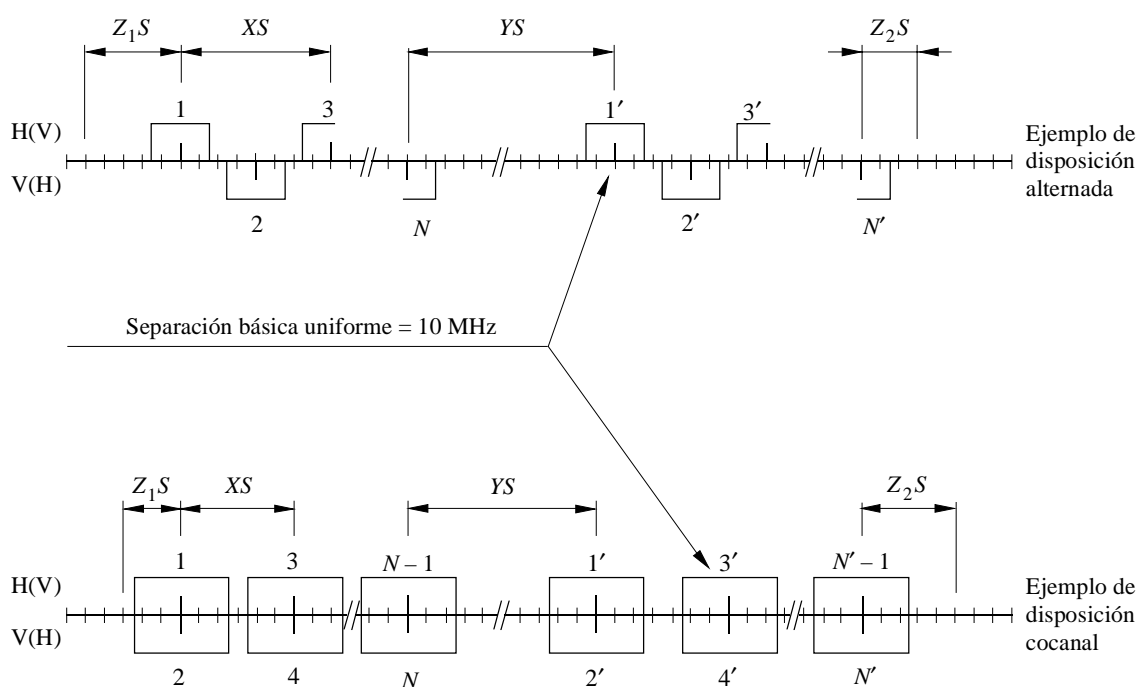
$$f_p = 4\,995 - 10p \quad \text{MHz}$$

NOTA 3 – Un sistema multiportadora tiene  $n$  (siendo  $n > 1$ ) señales portadoras con modulación digital transmitida (o recibidas) simultáneamente por el mismo equipo de radiofrecuencia. La frecuencia central debe considerarse como la media aritmética de las  $n$  frecuencias de las portadoras individuales del sistema multiportadora.

NOTA 4 – Debe tenerse debidamente en cuenta el hecho de que en algunos países se utiliza una disposición de radiocanales distinta basada en una separación de canales de 28 MHz (véase el Anexo 3).

FIGURA 1

**Ejemplo de disposiciones de canales basados en los *recomienda 1 y 2***  
 (En lo que respecta a las definiciones de X, Y, Z y S, véase la Recomendación UIT-R F.746)



1099-01

## Anexo 1

### Disposición de radiocanales para la banda 4 400-5 000 MHz con separaciones de canales de 40, 60 MHz u 80 MHz

#### 1 Disposición de radiocanales de 40 MHz de separación

**1.1** La siguiente disposición de radiocanales proporciona sistemas radioeléctricos con siete canales de ida y siete de retorno, una capacidad de transmisión de hasta  $2 \times 155$  Mbit/s, un nivel mayor de modulación adecuado y una eficacia de espectro de hasta 7,75 bit/s/Hz. La disposición de radiocanales debe ser la indicada en la Fig. 2 y obtenerse de la manera siguiente:

Sea  $f_0$  la frecuencia central de la banda de frecuencias ocupada (MHz),  $f_0 = 4\,700$ ,

$f_n$  la frecuencia central de un radiocanal situado en la mitad inferior de la banda (MHz),

$f'_n$  la frecuencia central de un radiocanal situado en la mitad superior de la banda (MHz),

en ese caso, las frecuencias de cada canal se expresan mediante las siguientes relaciones:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 310 + 40n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 - 10 + 40n \quad \text{MHz}$$

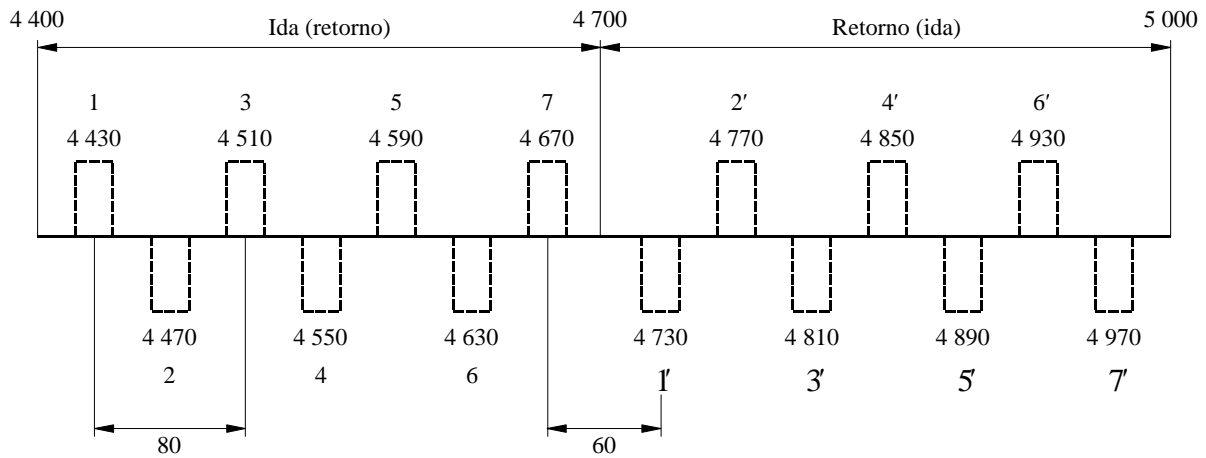
donde:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6 \text{ ó } 7.$$

FIGURA 2

**Disposición de radiocanales para sistemas de radioenlaces que operan en las bandas de 5 GHz (véase la Nota 1)**

(Todas las frecuencias en MHz)



NOTA 1 – Cuando inicialmente están planificados o se precisan menos canales (cuatro o menos) de radiofrecuencia, las asignaciones por pares de Ida y Retorno podrán emplear la misma polarización. En ese caso, sólo se utilizan los canales pares o impares.

1099-02

**1.2** Todos los canales de ida deben estar situados en una mitad de la banda y todos los canales de retorno en la otra mitad.

**1.3** Deben utilizarse alternativamente diferentes polarizaciones para los radiocanales situados en la misma mitad de la banda, o si es posible, puede reutilizarse la banda en el modo cocanal.

## 2 Disposiciones de radiocanales de 60 MHz de separación

En este punto se describen varios ejemplos de disposiciones de radiocanales derivados del *recomienda* 1 y de la Nota 2 del texto principal de la presente Recomendación. Los sistemas caracterizados por los parámetros del Cuadro 1 permiten lograr una elevada eficacia en la utilización del espectro, esto es, del orden de 5 bit/s/Hz o 10 bit/s/Hz, empleando MAQ-16 o MAQ-256, respectivamente.

Los sistemas que se ilustran en los ejemplos 2a, 2b y 3 están concebidos para transmitir señales en jerarquía digital síncrona utilizando un método de transmisión de multiportadora. En el caso de sistemas multiportadora la expresión «número de canales» significa el número de transmisores (o receptores), cada uno de los cuales da cabida a tres o seis portadoras en 60 MHz. Asimismo, *XS*, *YS* y *ZS* se definen para la frecuencia central del transmisor (o receptor) (véanse las Figs. 4 y 5).

CUADRO 1

	Ejemplo 1	Ejemplo 2a	Ejemplo 2b	Ejemplo 3 <sup>(1)</sup>
Capacidad del sistema	(Síncrono) STM-1	(Síncrono)		(Síncrono)
		STM-1 <sup>(2)</sup>	2 × STM-1 <sup>(2)</sup>	2 × STM-1 <sup>(2)</sup>
Modulación	MAQ-16	MAQ-16	MAQ-256	MAQ-256
Entrelazado o cocanal	Cocanal	Cocanal		Cocanal
Método de transmisión	Una sola portadora por canal	3 portadoras por canal		6 portadoras por canal
Frecuencia central de la portadora $f_n$ (MHz)	$f_n = 5\,000 - 10\,m$ $m = 4, 10, 16, 22$ (superior) $m = 38, 44, 50, 56$ (inferior)	$f_n = 5\,000 - 10\,m$ $m = 2, 4, 6... 28$ (superior) $m = 32, 34, 36... 58$ (inferior)		$f_n = 4\,995 - 10\,m$ $m = 1, 2, 3... 27, 28$ (superior) $m = 31, 32... 57, 58$ (inferior)
Número de canales	8	10 <sup>(2)</sup>		10 <sup>(2)</sup>

<sup>(1)</sup> El ejemplo 3 es aplicable a saltos en condiciones de propagación muy estrictas.

<sup>(2)</sup> La capacidad de los radiocanales más interiores se limita a dos tercios de la plena capacidad.

FIGURA 3  
**Disposición de radiocanales en la banda de 5 GHz**  
 para un método de transmisión de una sola portadora  
 (Todas las frecuencias en MHz)

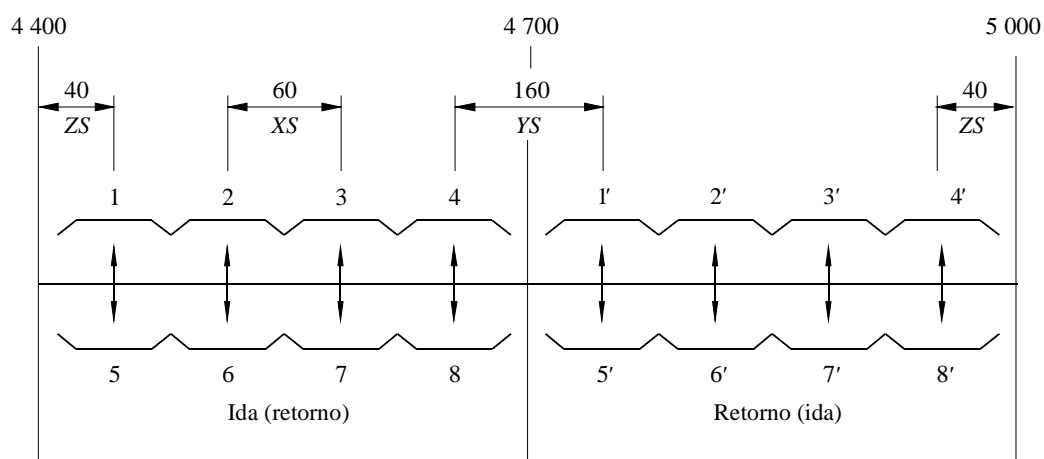
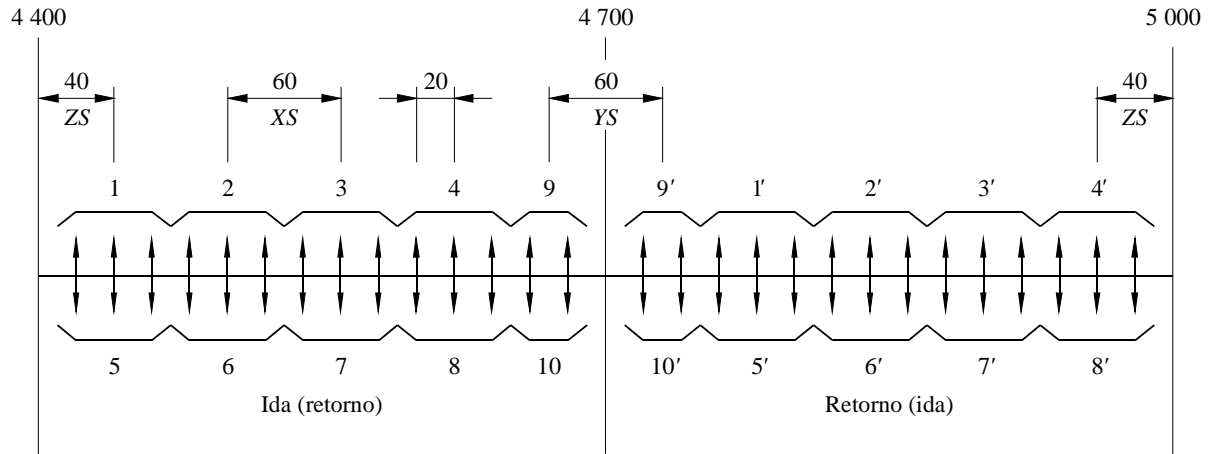
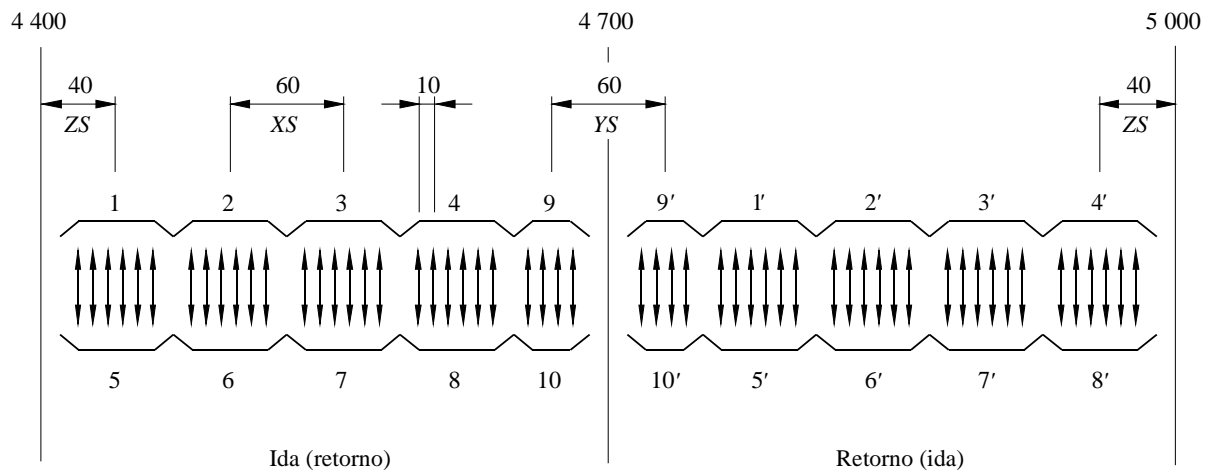


FIGURA 4  
**Disposición de radiocanales en la banda de 5 GHz para un método de transmisión de 3 portadoras**  
 (Todas las frecuencias en MHz)



1099-04

FIGURA 5  
**Disposición de radiocanales en la banda de 5 GHz para un método de transmisión de 6 portadoras**  
 (Todas las frecuencias en MHz)



1099-05

### 3 Disposición de canales con polarización doble cocanal a 80 MHz

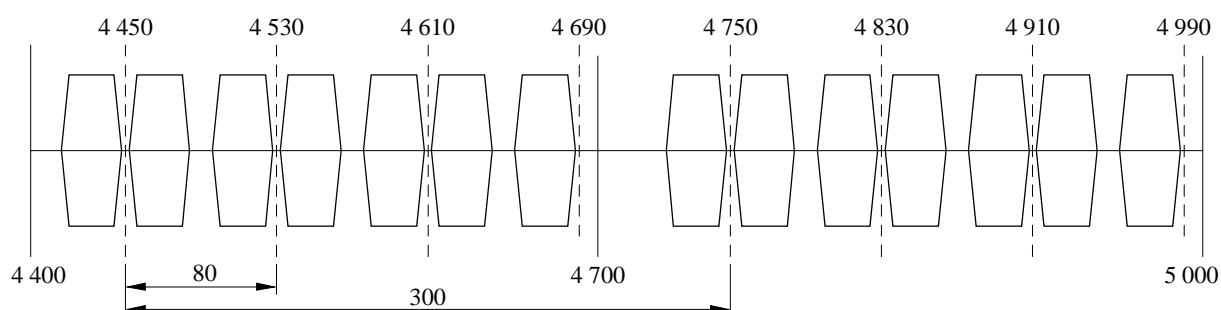
La disposición de canales representada en la Fig. 6 se basa en la utilización de un sistema de dos portadoras transmitiendo a  $2 \times 2 \times 155,52$  Mbit/s ( $4 \times$  STM-1) a través de dos pares de portadoras que hacen uso de ambas polarizaciones en la disposición cocanal.

Además del conjunto de cuatro portadoras en las subbandas de ida y de retorno, pueden introducirse dos portadoras únicas con polarización cruzada como canales de protección en caso necesario. Como cada portadora, es decir, el tren de bits en banda base, puede conmutarse de forma individual, esta configuración ( $n + 2$ ) actúa al menos de una forma tan eficaz como una configuración ( $n/2 + 1$ ) cuando se emplea como diversidad de frecuencia.

FIGURA 6

**Disposición de radiocanales para un sistema de radioenlaces de  $2 \times 2 \times 155,52$  Mbit/s ( $4 \times$  STM-1) que funciona en la banda de 5 GHz (4 400-5 000 MHz)**

(Todas las frecuencias en MHz)



1099-06

## Anexo 2

### **Disposiciones de radiocanales para la banda de 4 540-4 900 MHz con separaciones de canales de 20 ó 40 MHz**

En este Anexo se describe un plan de distribución de radiocanales para sistemas radioeléctricos digitales en la banda 4 540-4 900 MHz. Esta disposición permite utilizar hasta cuatro canales de ida y cuatro de retorno, cada uno de ellos con capacidad para  $4 \times 45$  Mbit/s,  $6 \times 45$  Mbit/s o una velocidad binaria en jerarquía digital síncrona de  $2 \times 155$  Mbit/s. Un plan de modulación de MAQ-512 permite que el sistema opere a STM-1 ó  $2 \times$  STM-1. Una disposición alternativa permite utilizar hasta ocho canales de ida y ocho de retorno, cada uno de ellos con capacidad para  $2 \times 45$  Mbit/s y  $3 \times 45$  Mbit/s o una velocidad binaria en jerarquía digital síncrona de 155 Mbit/s.

1 En la Fig. 7 se indica la disposición de radiocanales, que se obtiene de la manera siguiente:

Sea  $f_0$  la frecuencia central de la banda de frecuencias:

$$f_0 = 4\,720 \text{ MHz},$$

$f_n$ : la frecuencia central de un radiocanal situado en la mitad inferior de la banda (MHz),

$f'_n$ : la frecuencia central de un radiocanal situado en la mitad superior de la banda (MHz),

en ese caso, las frecuencias centrales de cada canal se expresan mediante las siguientes relaciones:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 195 + 40n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 - 5 + 40n \quad \text{MHz}$$

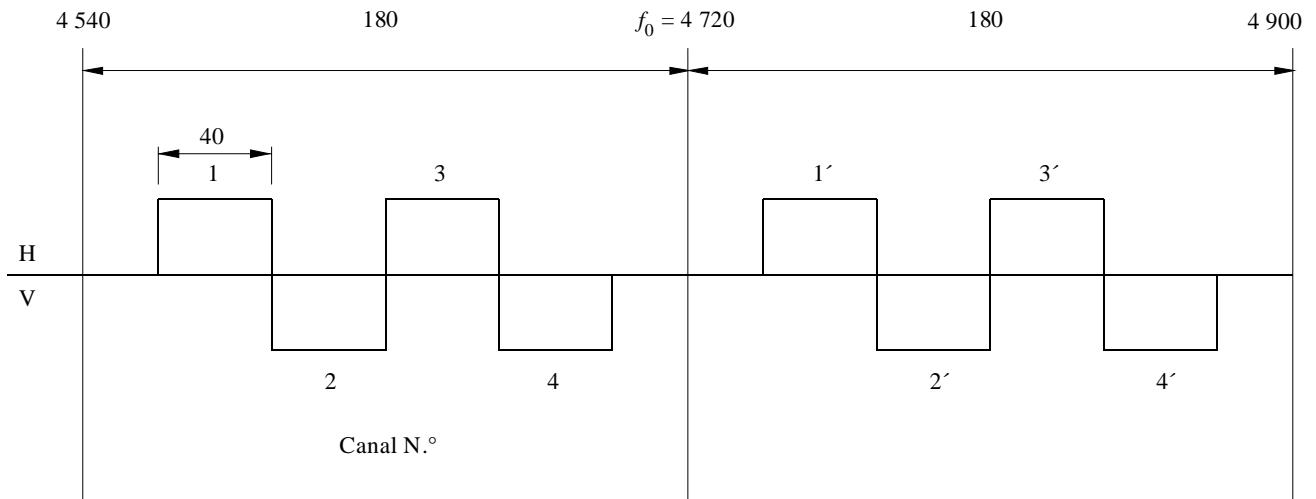
donde:

$$n = 1, 2, 3 \text{ ó } 4.$$

FIGURA 7

**Disposición de radiocanales para la banda de 5 GHz**

(Todas las frecuencias en MHz)



1099-07

2 En la Fig. 8 se muestra una disposición alternativa y las asignaciones se expresan de la siguiente forma:

Las frecuencias centrales de cada canal se expresan mediante las siguientes relaciones:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 185 + 20n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 5 + 20n \quad \text{MHz}$$

donde:

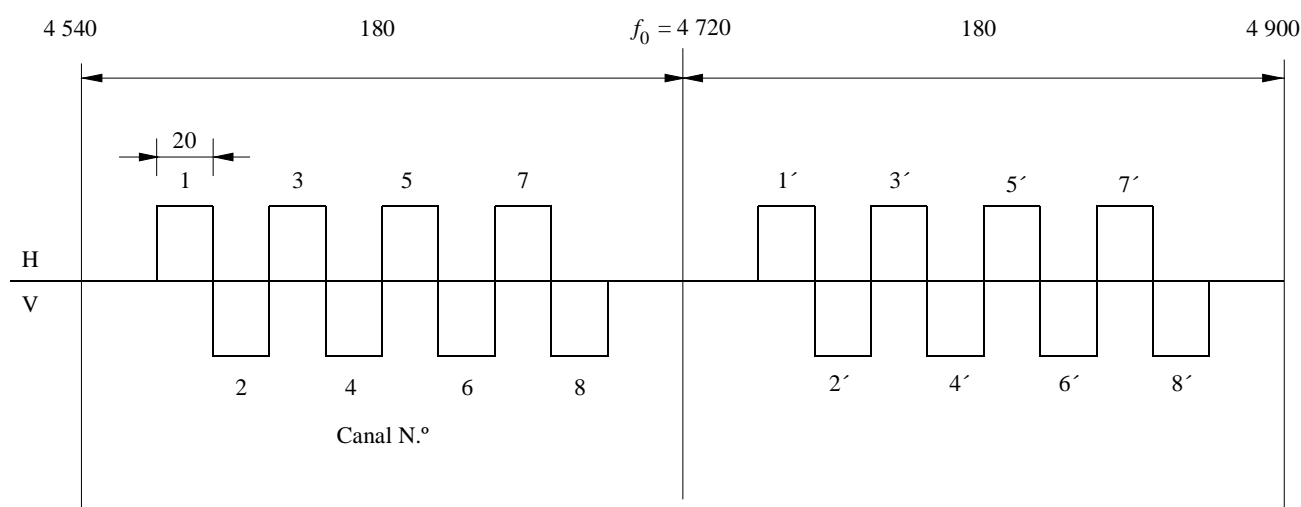
$$f_0 = 4\,720 \text{ MHz}$$

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 \text{ u } 8.$$

3 Todos los canales de ida deberán estar situados en una mitad de la banda y todos los canales de retorno en la otra mitad.



FIGURA 8  
**Disposición alternativa de radiocanales para la banda de 5 GHz**  
 (Todas las frecuencias en MHz)



1099-08

### Anexo 3

#### Disposición de radiocanales en la banda 4 400-5 000 MHz con separaciones de canales de 28 MHz

Este Anexo describe un plan de canalización en RF para sistemas digitales en la banda 4 400-5 000 MHz. La disposición proporciona hasta 10 canales de ida y 10 de retorno, cada uno de ellos con capacidad para  $4 \times 34$  Mbit/s o  $1 \times 139,368$  Mbit/s o las velocidades binarias síncronas.

MAQ-64 o un esquema de modulación más complejo permite el funcionamiento del sistema a estas velocidades binarias.

**1** La disposición de radiocanales se ilustra en la Fig. 9 y se obtiene de la forma siguiente:

Sea  $f_0$  la frecuencia en el centro de la banda:

$$f_0 = 4\,700 \text{ MHz}$$

$f_n$  la frecuencia central de un radiocanal situado en la parte inferior de la banda (MHz)

$f'_n$  la frecuencia central de un radiocanal situado en la parte superior de la banda (MHz),

las frecuencias centrales de cada canal se expresan mediante las siguientes relaciones:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 310 + 28n$$

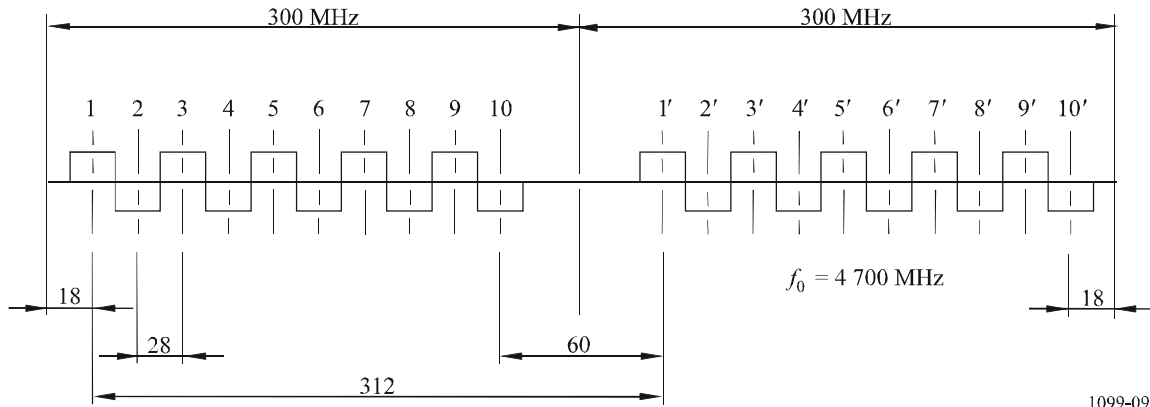
$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 2 + 28n$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 \text{ ó } 10.$$

FIGURA 9

Disposición de radiocanales para la banda 4 400-5 000 MHz  
con una separación de canales de 28 MHz



1099-09

- 2 Todos los canales de ida deben encontrarse en una mitad de la banda y todos los canales de retorno en la otra mitad de la banda.
- 3 Esta disposición de radiocanales también permite la transmisión de señales SDH, STM-1 a 155 520 kbit/s, utilizando el método de modulación adecuado.
- 4 Cuando las características de los equipos y la red lo permiten, puede utilizarse una reutilización de frecuencias cocanal de la disposición, con el acuerdo de las administraciones implicadas, para mejorar la eficacia en la utilización del espectro.
- 5 Cuando se necesitan enlaces de muy alta capacidad (por ejemplo, dos veces el modo de transferencia síncrono-1 (STM-1)) y la coordinación de la red lo permite, con el acuerdo de las administraciones implicadas es posible la utilización de cualquiera de los dos canales de 28 MHz adyacentes especificados en el *recomienda* 1, para sistemas con anchura de banda más amplia, con la frecuencia central situada en el punto medio de la distancia entre los dos canales adyacentes de 28 MHz.