

UIT-R

Sector de Radiocomunicaciones de la UIT

Recomendación UIT-R F.387-12
(03/2012)

Disposiciones de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos que funcionan en la banda 10,7-11,7 GHz

Serie F
Servicio fijo



Prólogo

El Sector de Radiocomunicaciones tiene como cometido garantizar la utilización racional, equitativa, eficaz y económica del espectro de frecuencias radioeléctricas por todos los servicios de radiocomunicaciones, incluidos los servicios por satélite, y realizar, sin limitación de gamas de frecuencias, estudios que sirvan de base para la adopción de las Recomendaciones UIT-R.

Las Conferencias Mundiales y Regionales de Radiocomunicaciones y las Asambleas de Radiocomunicaciones, con la colaboración de las Comisiones de Estudio, cumplen las funciones reglamentarias y políticas del Sector de Radiocomunicaciones.

Política sobre Derechos de Propiedad Intelectual (IPR)

La política del UIT-R sobre Derechos de Propiedad Intelectual se describe en la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI a la que se hace referencia en el Anexo 1 a la Resolución UIT-R 1. Los formularios que deben utilizarse en la declaración sobre patentes y utilización de patentes por los titulares de las mismas figuran en la dirección web <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/es>, donde también aparecen las Directrices para la implementación de la Política Común de Patentes UIT-T/UIT-R/ISO/CEI y la base de datos sobre información de patentes del UIT-R sobre este asunto.

Series de las Recomendaciones UIT-R

(También disponible en línea en <http://www.itu.int/publ/R-REC/es>)

Series	Título
BO	Distribución por satélite
BR	Registro para producción, archivo y reproducción; películas en televisión
BS	Servicio de radiodifusión sonora
BT	Servicio de radiodifusión (televisión)
F	Servicio fijo
M	Servicios móviles, de radiodeterminación, de aficionados y otros servicios por satélite conexos
P	Propagación de las ondas radioeléctricas
RA	Radio astronomía
RS	Sistemas de detección a distancia
S	Servicio fijo por satélite
SA	Aplicaciones espaciales y meteorología
SF	Compartición de frecuencias y coordinación entre los sistemas del servicio fijo por satélite y del servicio fijo
SM	Gestión del espectro
SNG	Periodismo electrónico por satélite
TF	Emisiones de frecuencias patrón y señales horarias
V	Vocabulario y cuestiones afines

Nota: Esta Recomendación UIT-R fue aprobada en inglés conforme al procedimiento detallado en la Resolución UIT-R 1.

Publicación electrónica
Ginebra, 2013

© UIT 2013

Reservados todos los derechos. Ninguna parte de esta publicación puede reproducirse por ningún procedimiento sin previa autorización escrita por parte de la UIT.

RECOMENDACIÓN UIT-R F.387-12

Disposiciones de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos que funcionan en la banda 10,7-11,7 GHz

(Cuestión UIT-R 247/5)

(1963-1970-1974-1978-1986-1990-1992-1995-1999-2002-2006-2010-2012)

Cometido

La presente Recomendación es una descripción de las disposiciones de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos (FWS) que funcionan en la banda de 11 GHz (10,7-11,7 GHz), que pueden utilizarse para aplicaciones del servicio fijo de capacidad elevada, media y reducida, incluida la infraestructura móvil. La separación de canales recomendada en el texto es de 40 MHz con bandas de guarda de 15 y 55 MHz, así como una segunda disposición en la que se utiliza también una separación de canales de 40 MHz, aunque con una banda de guarda de 35 MHz. En el *recomienda* relativo a varios Anexos se describen disposiciones con separaciones de canales distintas de 40 MHz que se utilizan en algunos países.

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que en la banda de 11 GHz, parece posible la utilización de sistemas digitales con una capacidad de hasta 140 Mbit/s o de velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona o equivalente, 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 enlaces internacionales es conveniente poder interconectar estos sistemas en radiofrecuencia;
- d) que los conceptos de sistemas inalámbricos fijos (FWS) digitales de una sola portadora y multiportadora son útiles para lograr los compromisos óptimos desde el punto de vista técnico y operacional en el diseño de sistemas;
- e) que cuando se necesitan enlaces de muy alta capacidad (por ejemplo, dos veces el modo de transferencia síncrona-1 (STM-1)), puede economizarse aún más utilizando anchuras de banda del sistema más amplias que la separación de canales recomendada, asociadas a formatos de modulación de alta eficacia.

recomienda

1 que las disposiciones preferidas de los radiocanales FWS de gran capacidad con una velocidad binaria del orden de las velocidades binarias de la jerarquía digital plesiócrona, síncrona o equivalente (véase la Nota 1), que trabajen en la banda de 11 GHz, se obtengan como sigue:

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

f_n la frecuencia central de un radiocanal en la mitad inferior de la banda (MHz);

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

1.1 que la disposición principal (que proporciona hasta 12 canales de ida y retorno) establezca las frecuencias de cada canal expresadas mediante las relaciones siguientes:

$$\text{mitad inferior de la banda:} \quad f_n = f_0 - 525 + 40 n \quad \text{MHz}$$

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

siendo:

$n = 1, 2, 3, \dots, 12$ en las bandas tanto inferiores como superiores (para una disposición de 12 canales con bandas de guarda ZS¹ de 15 MHz);

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

$n = 1, 2, 3, \dots, 11$ en la mitad superior de la banda (para una disposición de 11 canales con bandas de guarda ZS¹ de 55 MHz).

En la Fig. 1 puede verse la disposición de las frecuencias (véase la Nota 2); son posibles disposiciones alternadas, copolares y con reutilización de frecuencias;

1.2 que una segunda opción para la disposición principal (que proporciona hasta 12 canales de ida y retorno) con bandas de guarda ZS¹ de 35 MHz establezca las frecuencias de los canales individuales expresados mediante las relaciones siguientes:

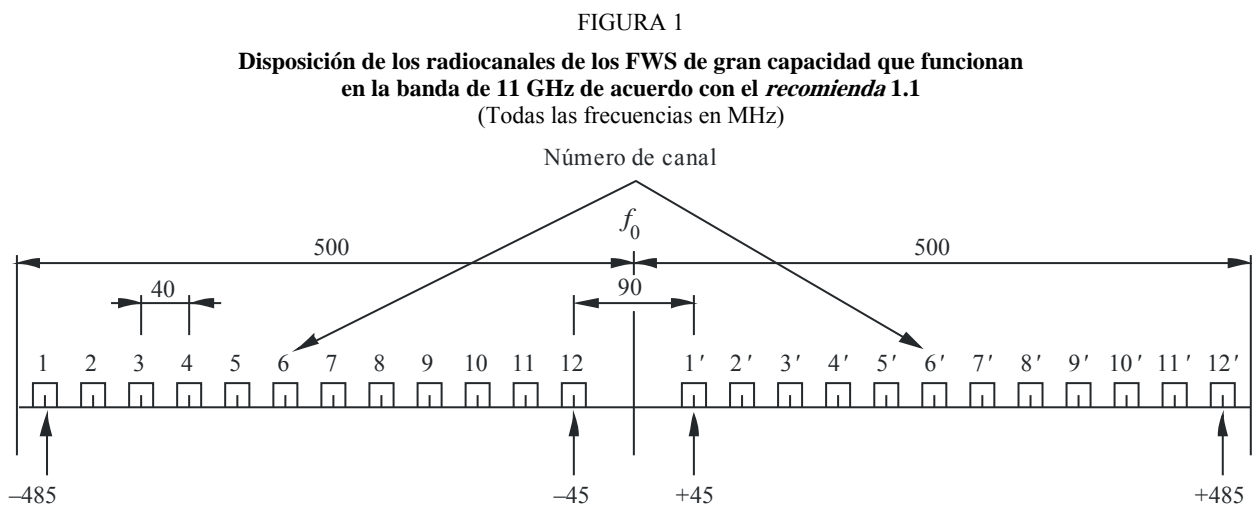
$$\text{mitad inferior de la banda:} \quad f_n = f_0 - 505 + 40 n \quad \text{MHz}$$

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

siendo:

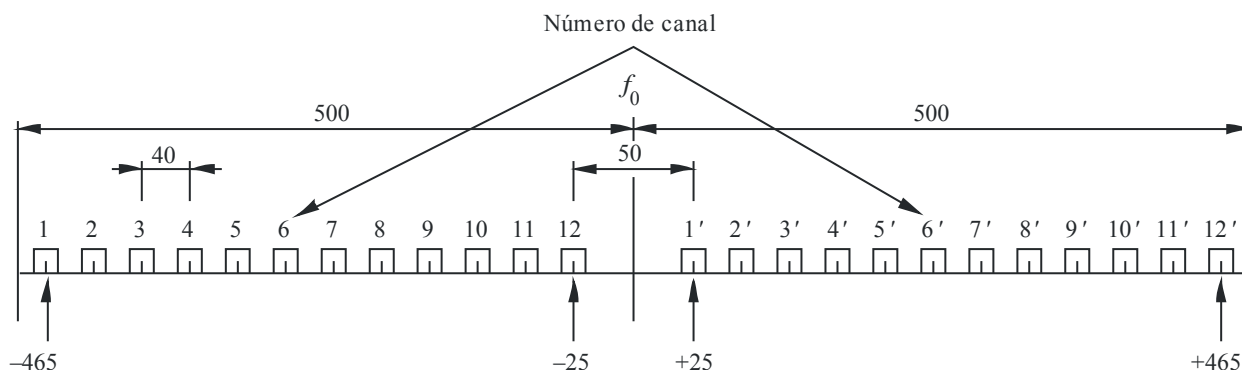
$n = 1, 2, 3, \dots, 12$ dependiendo del número de canales.

En la Fig. 2 se indica la disposición de las frecuencias, son posibles disposiciones alternadas, copolares y con reutilización de frecuencias;



¹ Se entiende por ZS la separación entre las frecuencias centrales de los radiocanales más alejados del centro de la banda y el borde de la banda de frecuencia.

FIGURA 2
Disposición de los radiocanales de los FWS de gran capacidad que funcionan en la banda de 11 GHz de acuerdo con el *recomienda 1.2*
 (Todas las frecuencias en MHz)



F.0387-02

1.3 que cuando se necesiten enlaces de muy alta capacidad (por ejemplo, dos veces STM-1) y la coordinación de la red lo permita, con el acuerdo de las administraciones implicadas, sea posible la utilización de cualquiera de los dos canales adyacentes de 40 MHz especificados en el *recomienda 1.1* o el *recomienda 1.2*, para sistemas de anchura de banda más amplia con la frecuencia central situada en el punto central de la distancia entre los dos canales adyacentes de 40 MHz.

2 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;

3 que para los radiocanales adyacentes situados en la misma mitad de la banda se utilicen de preferencia alternativamente polarizaciones diferentes (véase también el *recomienda 6*);

4 que el valor preferido de la frecuencia central f_0 sea 11 200 MHz, pero que puedan adoptarse otros valores, previo acuerdo entre las administraciones interesadas;

5 que cuando haya que utilizar, en la banda de 11 GHz, FWS digitales de baja o media capacidad, la disposición de los radiocanales se efectúe de conformidad con la disposición que figura en el *recomienda 1.2* (véase la Nota 5);

6 que también pueda utilizarse una disposición polarizada dual cocanal para los FWS digitales que se obtiene a partir de las disposiciones de las Figs. 1 ó 2 complementando cada canal con su asociado;

7 que si se utiliza la transmisión multiportadora (véase la Nota 3), el número total de n portadoras será considerado como una sola. La frecuencia central de dicho canal se obtendrá a partir de las indicadas en el *recomienda 1*, 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 1.

NOTA 1 – Las velocidades binarias brutas actuales pueden superar en más del 5% las velocidades binarias de transmisión netas.

NOTA 2 – Debe tomarse debidamente en cuenta que las frecuencias centrales de los canales 1 y 12' de esta disposición se encuentran sólo a 15 MHz de los bordes de la banda, por tanto, puede haber una limitación en la anchura de banda del sistema. Además, en la versión anterior de la presente Recomendación, también se sugirió otra disposición de canales intercalados con canales de radiofrecuencia desplazados 20 MHz por debajo de la disposición principal del *recomienda 1.1*,

que se utilizaba en particular para incorporar redes digitales de capacidad media a las redes analógicas ya existentes. El canal 1 de esta disposición está fuera del límite inferior de la banda, en 10,7 GHz, y, según el número 5.340 del Reglamento de Radiocomunicaciones (RR), su uso está prohibido; no obstante, de conformidad con el número 5.483 del RR, esta disposición puede seguir funcionando en algunos países.

NOTA 3 – Un sistema multiportadora es aquel en que se transmiten (o reciben) simultáneamente n (siendo $n \geq 1$) 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 4 – 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 2.

NOTA 5 – Debe tenerse debidamente en cuenta el hecho de que, en algunos países, se utilizan otras disposiciones de radiocanales basadas en separación de canales múltiplos de 5 MHz para sistemas digitales de media y baja capacidad. En el Anexo 3 aparece una descripción de estas disposiciones de radiocanales.

NOTA 6 – Debe tenerse debidamente en cuenta que en algunos países se utilizan otras disposiciones de radiocanales basadas en una separación de canales de 28 MHz. En el Anexo 4 figura una descripción de este tipo de disposiciones.

Anexo 1

Descripción de un sistema multiportadora

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

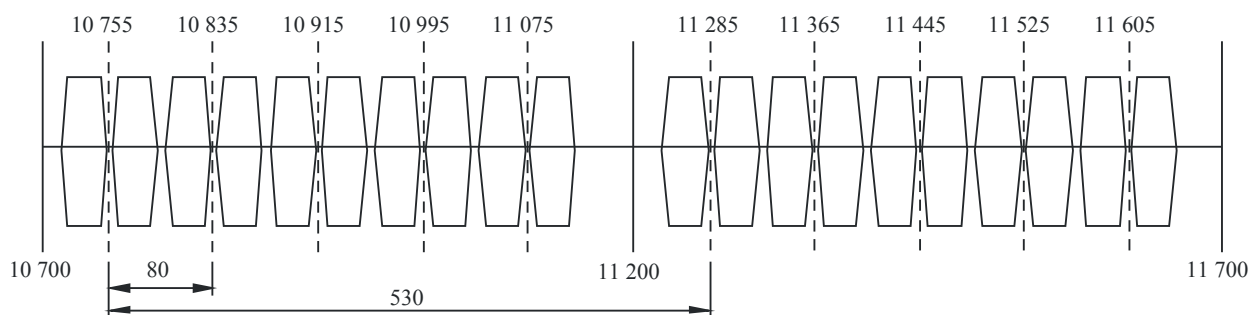
Para la transmisión multiportadora de gran capacidad la frecuencia central del canal debe coincidir con unas de las frecuencias correspondientes de las disposiciones de canales básicas que figuran en los *recomienda* 1.1, 1.2 ó 1.3. La separación de canales puede ser un múltiplo entero de los valores básicos definidos en los *recomienda* 1.1 ó 1.2. Ha de tenerse en cuenta la compatibilidad con las configuraciones actuales al elegir la alternativa adecuada.

En la Fig. 3 se muestra un ejemplo de disposición de canales con reutilización de frecuencia copolar en la que se utiliza un sistema de dos portadoras con MAQ-64.

La disposición de canales representada en la Fig. 3 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 3

Disposición de radiocanales para un FWS 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)



F.0387-03

Anexo 2

Descripción de la disposición de radiocanales de 60 MHz

En la Fig. 4 se representa la disposición de radiocanales indicada en la Nota 4 y que proporciona 16 canales de ida y retorno basándose en un modelo cocanal. Esta disposición se define de la forma siguiente:

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

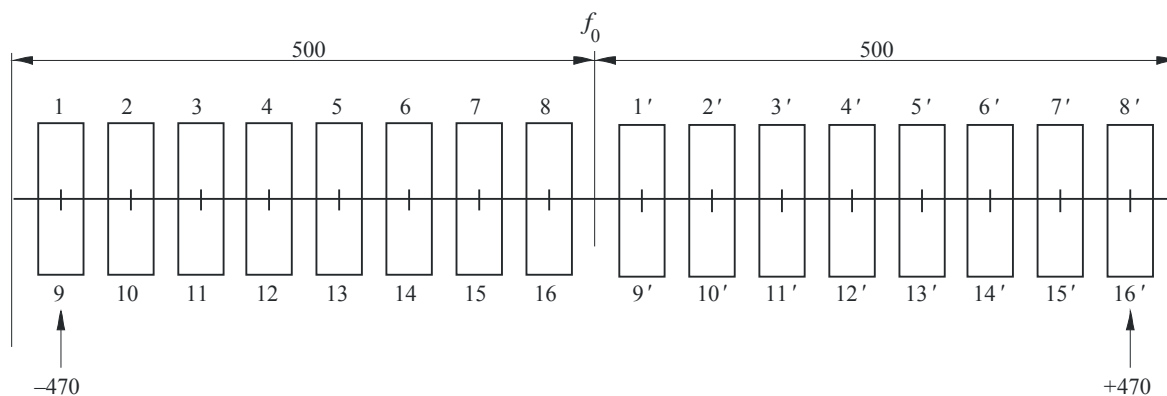
$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 50 + 60(n - 1) \quad \text{MHz}$$

siendo:

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

FIGURA 4

Disposición de radiocanales en FWS digitales de alta capacidad que funcionan en la banda de 11 GHz
(Todas las frecuencias en MHz)



F.0387-04

Anexo 3

Disposiciones de radiocanales para FWS digitales de media y baja capacidad que funcionan en la banda de 10 700-11 700 MHz con separación de canales de 20 MHz, 10 MHz y 5 MHz

En la Fig. 5 se representa la disposición de radiocanales mencionada en la Nota 5 del *recomienda 5* para una separación de portadoras de 20 MHz, 10 MHz y 5 MHz y que se obtiene de la forma siguiente:

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

f_n la frecuencia central de un radiocanal en la mitad inferior de la banda (MHz);

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

a) para sistemas con una separación de portadoras de 20 MHz:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 505 + 20 n$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 25 + 20 n$$

siendo:

$$n = 1, 2, 3, \dots 23;$$

b) para sistemas con una separación de portadoras de 10 MHz:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 505 + 10 n$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 25 + 10 n$$

siendo:

$$n = 1, 2, 3, \dots 47;$$

c) para sistemas con una separación de portadoras de 5 MHz:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 500 + 5 n$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 30 + 5 n$$

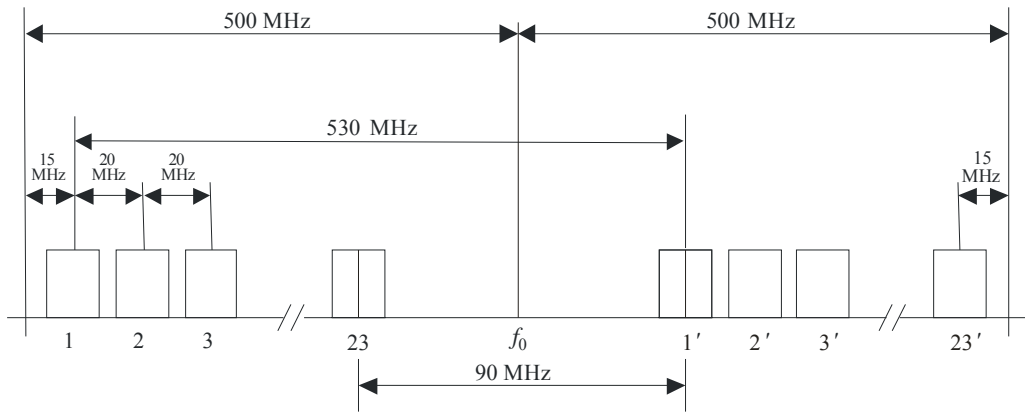
siendo:

$$n = 1, 2, 3, \dots 93.$$

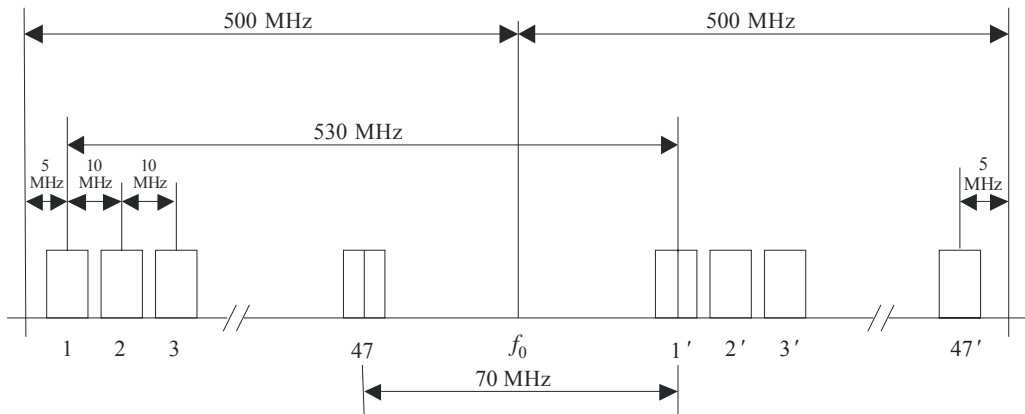
La frecuencia central f_0 es 11 200 MHz.

FIGURA 5

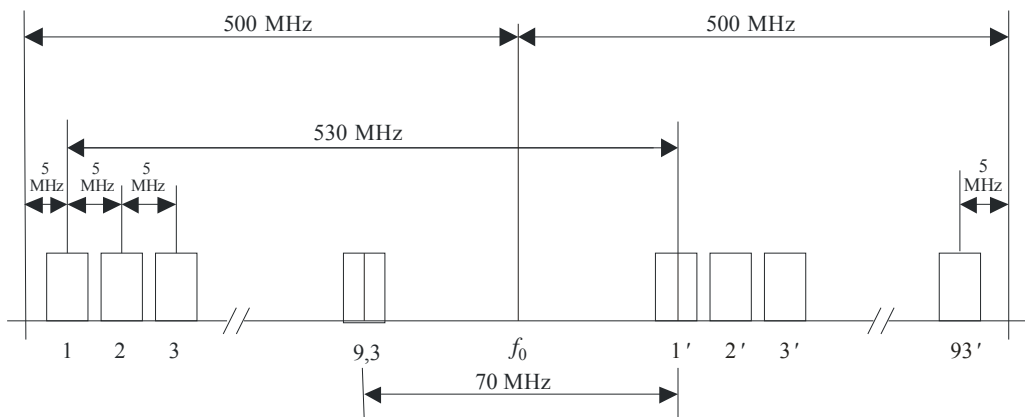
Disposiciones de radiocanales para FWS que funcionan con separación de canales de 20 MHz, 10 MHz y 5 MHz en la banda 10,7-11,7 GHz
(Todas las frecuencias en MHz)



a) Para sistemas con una separación de portadoras de 20 MHz



b) Para sistemas con una separación de portadoras de 10 MHz



c) Para sistemas con una separación de portadoras de 5 MHz

Anexo 4

Disposiciones de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos digitales que funcionan en la banda de 10 700-11 700 MHz con separación de canales de 28 MHz, 14 MHz y 7 MHz

En las Figs. 6 y 7 se representa la disposición de radiocanales mencionada en la Nota 6, para una separación de portadoras de 28 MHz, 14 MHz y 7 MHz y que se obtiene de la forma siguiente:

Sea f_0 la frecuencia 11 200 MHz del centro de la banda de frecuencias ocupada (MHz);

f_n la frecuencia central de un radiocanal en la mitad inferior de la banda (MHz);

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

1 Disposiciones con separación dúplex XS = 530 MHz (Fig. 6)

a) para sistemas con una separación de portadoras de 28 MHz:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 505 + 28 n$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 25 + 28 n$$

siendo:

$$n = 1, 2, \dots 16;$$

b) para sistemas con una separación de portadoras de 14 MHz:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 498 + 14 n$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 32 + 14 n$$

siendo:

$$n = 1, 2, \dots 32;$$

c) para sistemas con una separación de portadoras de 7 MHz:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 494,5 + 7 n$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 35,5 + 7 n$$

siendo:

$$n = 1, 2, \dots 65.$$

2 Disposiciones con separación dúplex XS = 490 MHz (Fig. 7)

a) para sistemas con una separación de portadoras de 28 MHz:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 505 + 28 n$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 - 15 + 28 n$$

siendo:

$$n = 1, 2, \dots 17;$$

b) para sistemas con una separación de portadoras de 14 MHz:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 498 + 14 n$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 - 8 + 14 n$$

siendo:

$$n = 1, 2, \dots 34;$$

c) para sistemas con una separación de portadoras de 7 MHz:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 494,5 + 7 n$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 - 4,5 + 7 n$$

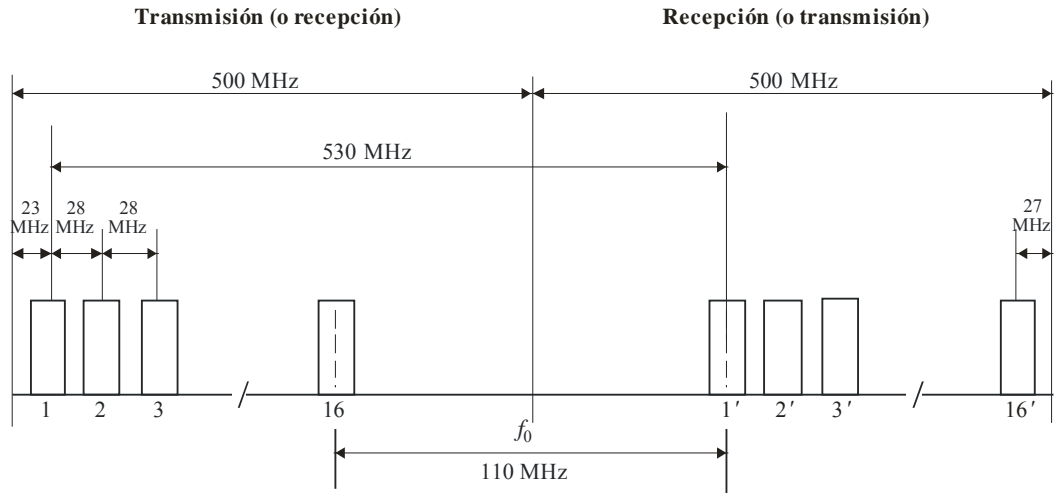
siendo:

$$n = 1, 2, \dots 68;$$

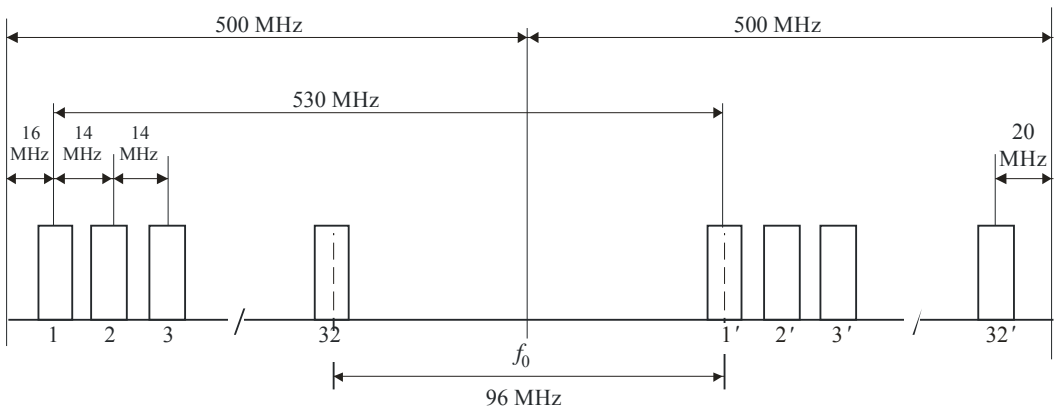
NOTA 1 – Cuando se necesitan enlaces de muy alta capacidad (por ejemplo, dos veces STM-1) y la coordinación de la red lo permite, con el acuerdo de las administraciones implicadas es posible utilizar cualquiera de los dos canales adyacentes de 28 MHz indicados en a), para un sistema de anchura de banda más amplia, con la frecuencia central situada en el punto central de la distancia entre esos dos canales adyacentes.

FIGURA 6

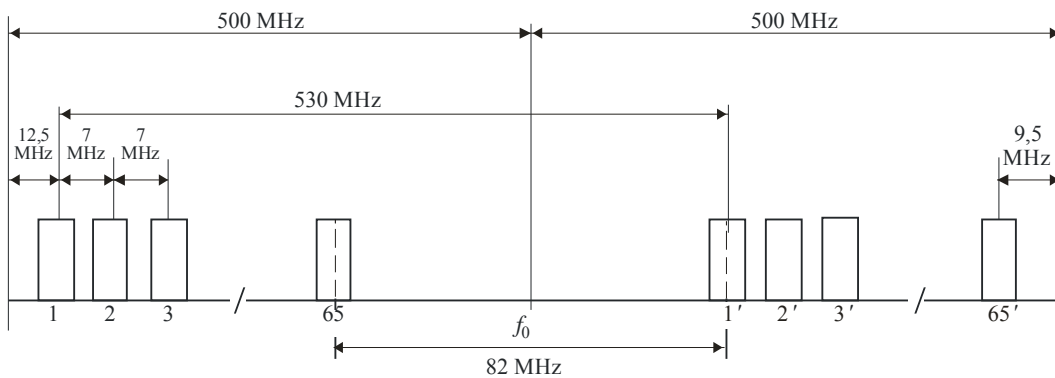
Disposiciones de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos con separación de canales de 28 MHz, 14 MHz y 7 MHz y separación dúplex de 530 MHz que funcionan en la banda de 10,7-11,7 GHz



a) Para sistemas con una separación de portadoras de 28 MHz



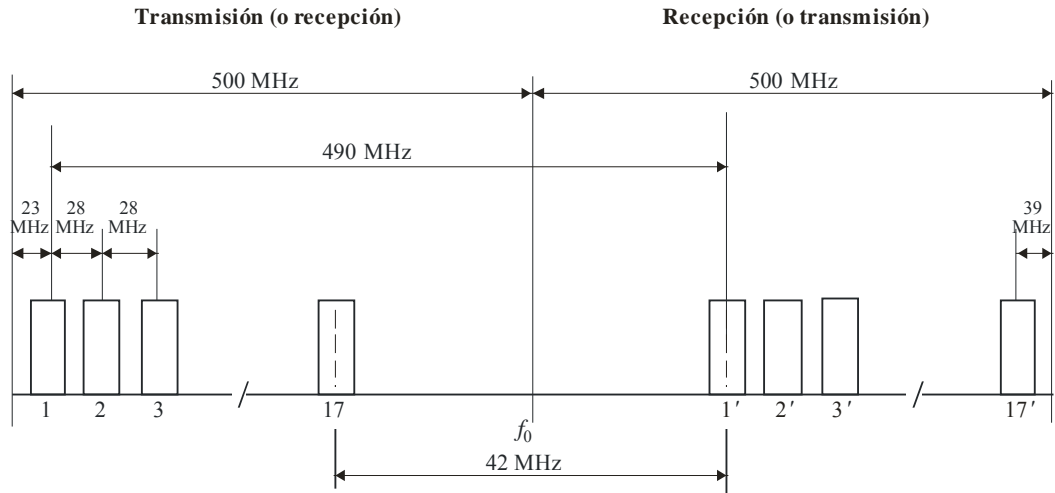
b) Para sistemas con una separación de portadoras de 14 MHz



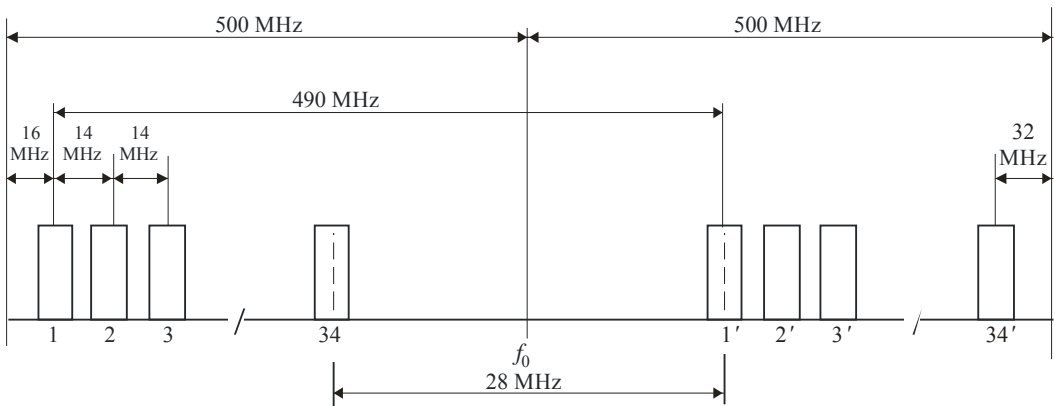
c) Para sistemas con una separación de portadoras de 7 MHz

FIGURA 7

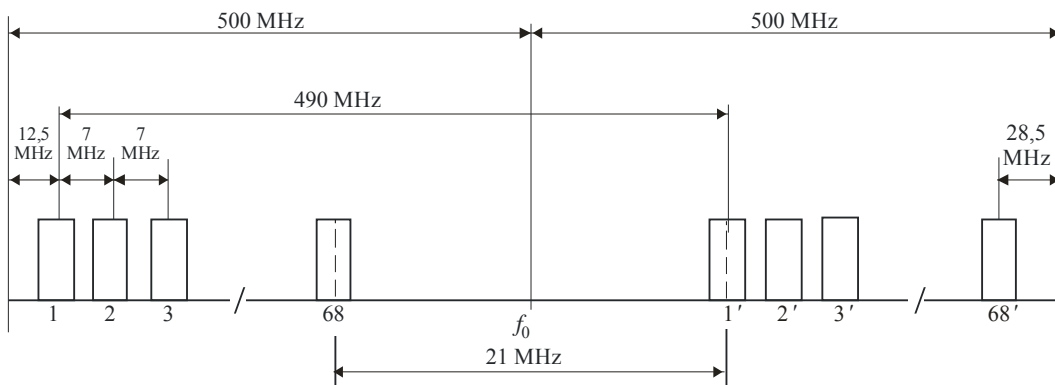
Disposiciones de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos con separación de canales de 28 MHz, 14 MHz y 7 MHz y separación dúplex de 490 MHz que funcionan en la banda de 10,7-11,7 GHz



a) Para sistemas con una separación de portadoras de 28 MHz



b) Para sistemas con una separación de portadoras de 14 MHz



c) Para sistemas con una separación de portadoras de 7 MHz