

RECOMENDACIÓN UIT-R F.595-7

Disposición de radiocanales para sistemas de radioenlaces que funcionan en la banda de frecuencias de 18 GHz

(Cuestión UIT-R 108/9)

(1982-1986-1990-1992-1995-1997-1999-2002)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que pueden existir ventajas de índole económica y funcional en la utilización de sistemas de relevadores radioeléctricos para la transmisión de señales digitales en la banda de frecuencias de 17,7 a 19,7 GHz;
- b) que puede ser conveniente interconectar tales sistemas en radiofrecuencia en los circuitos internacionales;
- c) que debería asegurarse un grado suficiente de compatibilidad entre sistemas con capacidades diferentes,

recomienda

1 que la disposición preferida de los radiocanales para los sistemas de radioenlaces digitales con una capacidad de unos 280 Mbit/s, de unos 140 Mbit/s y de 34 Mbit/s o de las velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona, que trabajen en la banda de 17,7 a 19,7 GHz se obtenga 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 de la mitad inferior de la banda (MHz),

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

las frecuencias (MHz) de cada uno de los radiocanales se expresarán mediante las relaciones siguientes:

1.1 Disposición con reutilización de los radiocanales

1.1.1 Para sistemas con una capacidad de unos 280 Mbit/s:

mitad inferior de la banda: $f_n = f_0 - 110 + 220n$ MHz

mitad superior de la banda: $f'_n = f_0 + 10 + 220n$ MHz

donde:

$$n = 1, 2, 3 \text{ ó } 4.$$

La disposición de frecuencias se representa en la Fig. 1a).

1.1.2 Para sistemas con una capacidad de unos 140 Mbit/s:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 1\,000 + 110 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 10 + 110 n \quad \text{MHz}$$

donde:

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

La disposición de frecuencias se representa en la Fig. 1b).

1.1.3 Para sistemas con una capacidad de unos 34 Mbit/s:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 1\,000 + 27,5 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 10 + 27,5 n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots 35.$$

La disposición de frecuencias se representa en la Fig. 1c).

1.1.4 Para sistemas con una capacidad de unos 140 Mbit/s o STM-1 con formatos de modulación multiestado:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 1\,000 + 55 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 10 + 55 n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots 17.$$

La disposición de frecuencias se representa en la Fig. 1d).

1.2 Disposición con radiocanales intercalados

1.2.1 Para sistemas con una capacidad de unos 280 Mbit/s:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 1\,000 + 110 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 120 + 110 n \quad \text{MHz}$$

donde:

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

La disposición de frecuencias se representa en la Fig. 2a).

1.2.2 Para sistemas con una capacidad de unos 140 Mbit/s:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 945 + 55 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 65 + 55 n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots 15.$$

La disposición de frecuencias se representa en la Fig. 2b);

FIGURA 1
Disposición de radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos
que trabajan en la banda de 17,7 a 19,7 GHz
 (Disposición con reutilización de los radiocanales)
 (Todas las frecuencias en MHz)

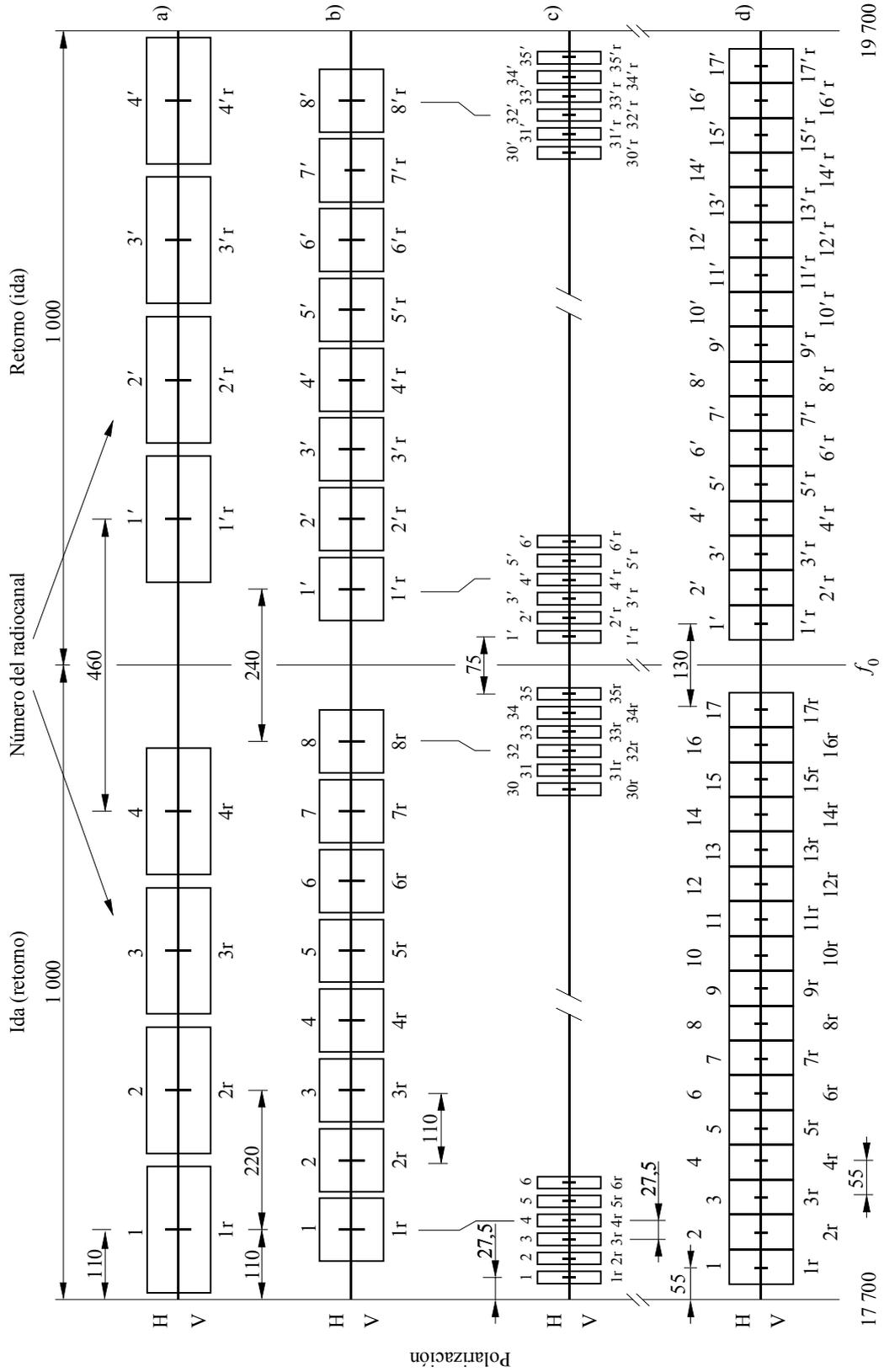
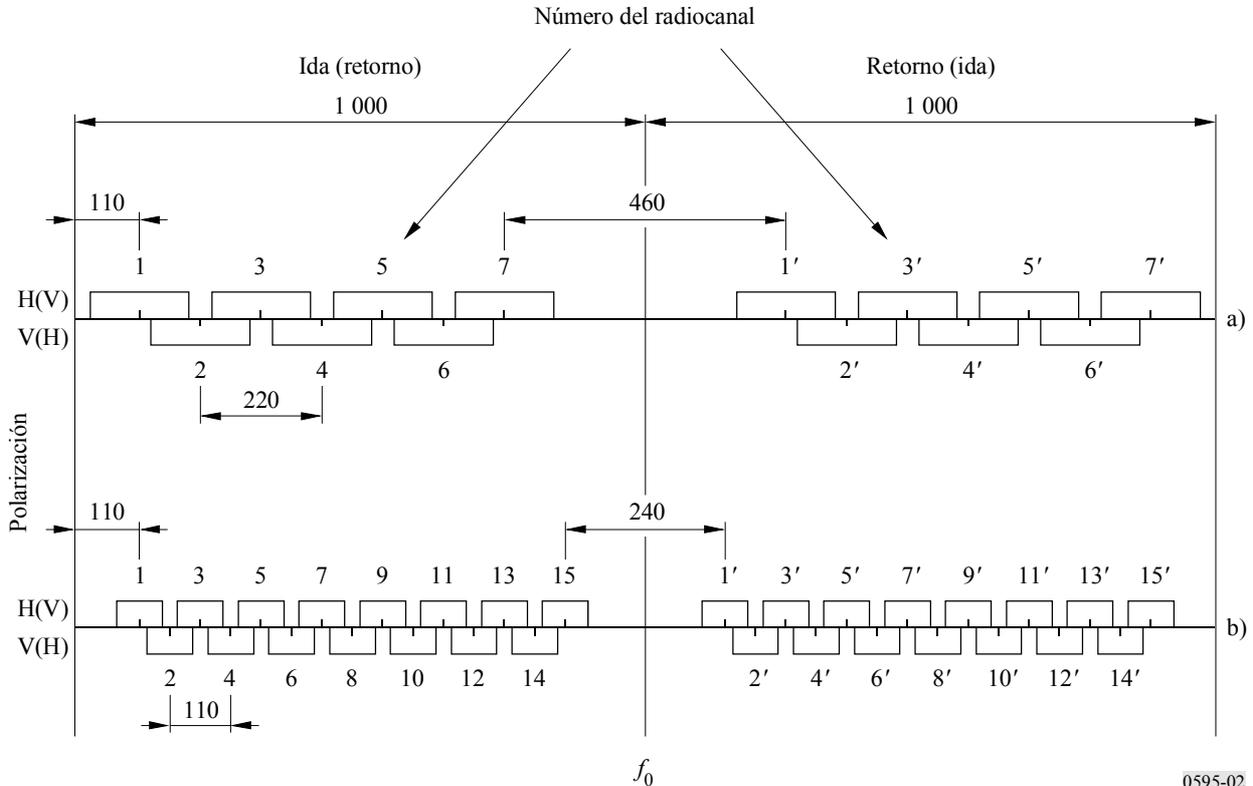


FIGURA 2

**Disposición de radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos
que trabajan en la banda de 17,7 a 19,7 GHz**
(Disposición con radiocanales intercalados)
(Todas las frecuencias en MHz)



0595-02

2 que la disposición de radiocanales preferida para los sistemas de radioenlaces digitales con una capacidad de 155 Mbit/s, para su utilización en la jerarquía digital síncrona, se ajuste a lo estipulado en el § 1.1.2 (disposición con reutilización de los radiocanales) y a lo estipulado en el § 1.2.2 (disposición de canales alternados) para los sistemas que utilizan una modulación MDP-4 o equivalente.

Para el funcionamiento de los sistemas que utilizan una modulación de tipo MAQ-16, la disposición de radiocanales preferida para explotación cocanal es la que se indica en la Fig. 1d).

Las frecuencias de los canales 2, 3, 4, . . . 16 de la Fig. 1d) son las mismas que las frecuencias centrales estipuladas en el § 1.2.2 para los canales 1, 2, 3, . . . 15, respectivamente.

El canal 1 y el canal 17 de la Fig. 1d) están colocados 55 MHz por debajo del canal 2 y por encima del canal 16, respectivamente;

3 que en una sección por la que deba transitar una conexión internacional, todos los radiocanales de ida estén situados en una mitad de la banda y todos los radiocanales de retorno en la otra mitad;

4 que se utilicen para cada radiocanal de la disposición con reutilización tanto la polarización vertical como la horizontal;

5 que la frecuencia central f_0 sea de 18 700 MHz;

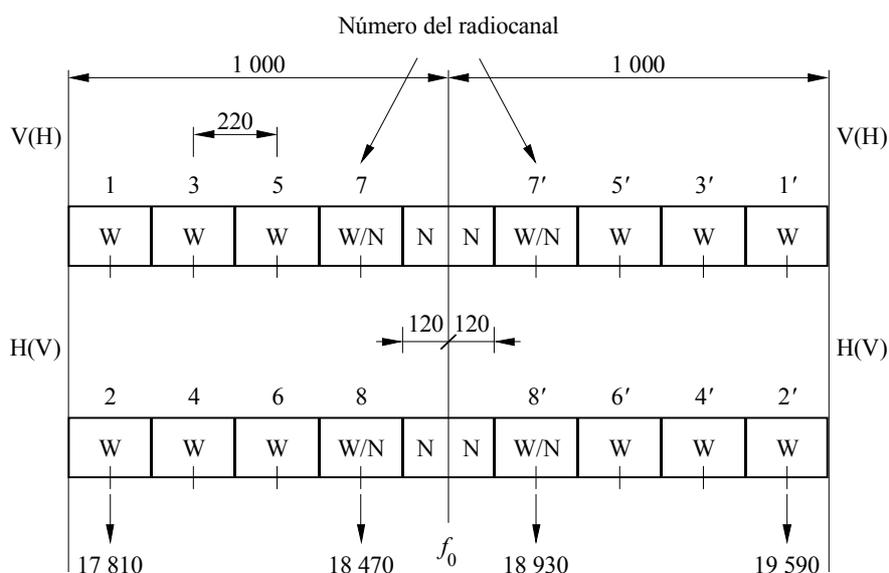
6 que para sistemas digitales de baja capacidad; es decir, por debajo de unos 10 Mbit/s, puedan acomodarse atribuciones de frecuencia dentro de los radiocanales de alta capacidad o en las bandas de guarda, tal como se muestra en los Anexos 3 y 5. Los radiocanales 1, 1' y 8, 8' de la Fig. 1b) o los canales 1, 1' y 17, 17' de la Fig. 1d) y las bandas de guarda son las mejores

atribuciones de sub-banda apropiadas para esas aplicaciones de baja capacidad, aunque, cuando se requiere más banda pueden utilizarse los canales adyacentes, como se muestra en el ejemplo del Anexo 5, donde también se asignan los canales 2, 2' de la Fig. 1d) para baja capacidad. La selección de atribuciones alternativas no debería restringir la selección de los radiocanales de ida y de retorno a los pares representados en las Figs. 1 y 2;

7 que para sistemas de capacidad media con velocidades binarias distintas de las mencionadas en el § 1.1.3 y para sistemas de baja capacidad, las administraciones adopten otras disposiciones de radiocanales de conformidad con el modelo recomendado para los sistemas de gran capacidad (véase el Anexo 4);

8 que se tenga debidamente en cuenta el hecho de que en ciertos países se puede utilizar una disposición diferente para los radiocanales de ida y de retorno, que prevé una atribución en el centro de la banda para los sistemas de baja capacidad, como se muestra en la Fig. 3;

FIGURA 3
Disposición de las radiofrecuencias en el caso de reutilización de los radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos en la banda de 18 GHz a que se hace referencia en el *recomienda 7*
 (Todas las frecuencias en MHz)



W : radiocanal de banda ancha (gran capacidad, de unos 280 Mbit/s)
 N : radiocanal de banda estrecha (pequeña capacidad, menos de 10 Mbit/s)
 W/N : radiocanal de banda ancha o de banda estrecha

0595-03

9 que se tenga en cuenta que en aquellos países en que la banda de 17,7 a 21,2 GHz se halla disponible para el servicio fijo, existe la posibilidad de utilizar otra disposición de radiocanales (véase el Anexo 1);

10 que se tenga debidamente en cuenta el hecho de que en ciertos países la banda de 17,7 a 19,7 GHz se subdivide entre diversas aplicaciones asignándoles partes separadas de la banda (véase el Anexo 2), o se utiliza para sistemas de baja capacidad (véase el Anexo 3) con canales distintos de ida y vuelta o con diferentes separaciones de canal;

11 que se tenga debidamente en cuenta el hecho de que en un país se utiliza otra disposición de canales (véase el Anexo 6);

12 que si se utiliza la transmisión multiportadora (véase la Nota 3), el número total de n portadoras ocupe la frecuencia central de un solo canal y la separación de canales sea la que se define en las Figs. 1 y 2, con independencia de las frecuencias centrales reales de cada una de las portadoras que pueden variar, por motivos técnicos, según las realizaciones prácticas.

NOTA 1 – En el establecimiento de estos sistemas, convendría tener en cuenta la atribución primaria al servicio de exploración de la Tierra por satélite (pasivo) en la banda 18,6-18,8 GHz, las disposiciones del número 5.522A del Reglamento de Radiocomunicaciones y la necesidad de proteger a los sensores pasivos en esta banda.

NOTA 2 – Las velocidades binarias brutas reales pueden exceder en un 5%, o incluso más, las velocidades de transmisión netas.

NOTA 3 – Un sistema multiportadora es aquel en que un mismo equipo de radiofrecuencia transmite (o recibe) simultáneamente n (siendo $n > 1$) señales portadoras moduladas digitalmente.

ANEXO 1

Descripción de la disposición de radiocanales en la banda de 17,7 a 21,2 GHz citada en el *recomienda 9*

1 Introducción

En Japón, la banda de frecuencias entre 17,7 y 19,7 GHz se utiliza conjuntamente con la banda adyacente de 19,7 a 21,2 GHz para sistemas de radioenlaces con una capacidad de transmisión de unos 400 Mbit/s.

2 Disposición de radiocanales

La disposición de radiocanales que se presenta en la Fig. 4 ocupa una banda de 3,5 GHz y proporciona nueve radiocanales de ida y retorno.

Los valores normalizados de X , Y y Z con relación al símbolo digital, S , son:

$$X = 1,6 \qquad Y = 3,1 \qquad Z = 0,8$$

donde:

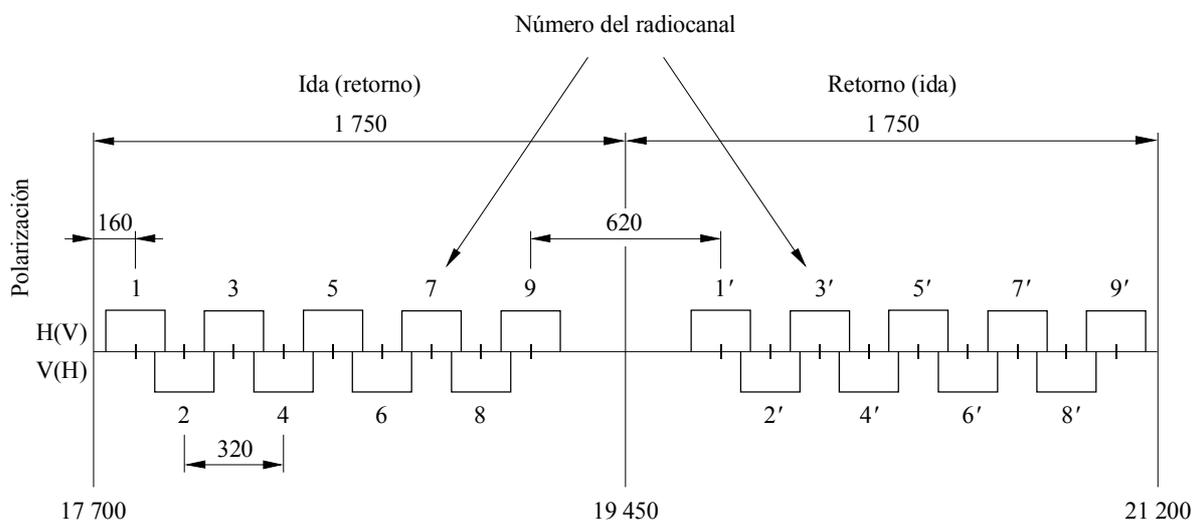
XS : separación entre las frecuencias centrales de los radiocanales adyacentes que tienen el mismo plano de polarización y la misma dirección de transmisión

YS : separación entre las frecuencias centrales de los radiocanales de ida y retorno más cercanos entre sí

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

FIGURA 4

Disposición de radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos digitales que funcionan en la banda de 17,7 a 21,2 GHz (Japón)
(Todas las frecuencias en MHz)



0595-04

3 Parámetros del sistema

La capacidad de transmisión de unos 400 Mbit/s (5760 canales telefónicos) por radiocanal se consigue utilizando modulación MDP-4. El sistema funciona con un factor de ruido del receptor de 8 dB, una potencia de salida del transmisor de 22 dBm y una antena de 1,8 m de diámetro. La separación típica entre repetidores es de unos 3 km y depende de las características pluviométricas a lo largo de la ruta. Este sistema se utiliza también para servicios no telefónicos de banda ancha, por ejemplo, transmisión de imágenes y de datos en zonas urbanas y también para circuitos de larga distancia.

ANEXO 2

Descripción de la disposición de radiocanales en la banda de 17,7 a 19,7 GHz citada en el *recomienda 10*

En América del Norte esta banda se utilizaba inicialmente para transmisiones digitales de gran capacidad y después para transmisiones digitales de baja capacidad. Su utilización se ha extendido a las capacidades de transmisión intermedias. Más recientemente se establecieron nuevos requisitos para la explotación en esta banda de frecuencias por otros servicios que inicialmente utilizaban frecuencias más bajas. El grado y la diversidad de los requisitos de explotación actuales y de los que se han identificado para el futuro han obligado a subdividir la banda de 17,7 a 19,7 GHz en América del Norte.

Los requisitos para servicios múltiples se cumplen asignando bandas separadas a las principales categorías de servicios diferentes y permitiendo el uso de diversas anchuras de radiocanal, a fin de aumentar simultáneamente la flexibilidad de utilización y la eficacia espectral. En la Fig. 5 se ilustra la disposición combinada de radiocanales resultante.

FIGURA 5

**Disposición de radiocanales para sistemas de relevadores radioeléctricos
digitales y analógicos en la banda de 17,7 a 19,7 GHz
(América del Norte)**
(Todas las frecuencias en MHz)

| | | | | | | | | | |
|----------------|--------------|----------------|-----------|------------|-----------|------------|-----------|----------------|--|
| 220 MHz (T) | | 220 MHz (R) | | | | | | 220 MHz (R) | |
| WB (T) | 6 MHz (T) | 6 MHz (R) | NB (T) | DTS (T) | NB (R) | DTS (R) | WB (R) | | |
| 17 700 | 18 140 | 18 360 | 18 580 | 18 820 | 18 920 | 19 160 | 19 260 | 19 700 | |

220 MHz: canales de 220 MHz

WB: canales «de banda ancha» de 10, 20, 40 y 80 MHz

NB: canales «de banda estrecha» de 5, 10 y 20 MHz

DTS: canales de sistemas de terminación digital a 10 MHz, que se pueden subdividir

6 MHz: canales de 6 MHz para sistemas de relevadores radioeléctricos de televisión por cable

(T): frecuencias de transmisión: Ida (retorno)

(R): frecuencias de recepción: Retorno (ida)

0595-05

La flexibilidad de esta disposición de radiocanales queda ilustrada por la yuxtaposición entre las anchuras de banda para los diversos canales WB, NB y DTS, y por la separación común de frecuencias transmisión-recepción para los servicios NB y DTS adyacentes.

NOTA 1 – En Estados Unidos de América, los canales en la banda de 18,58-19,3 GHz ya no están disponibles para nuevas estaciones del servicio fijo.

ANEXO 3

Descripción de la disposición de radiocanales en la banda de 17,7 a 19,7 GHz citada en el *recomienda 10*

En el Reino Unido esta banda se utiliza principalmente para el equipo de baja capacidad, según el plan siguiente:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 981,25 + 3,5 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 26,75 + 3,5 n \quad \text{MHz}$$

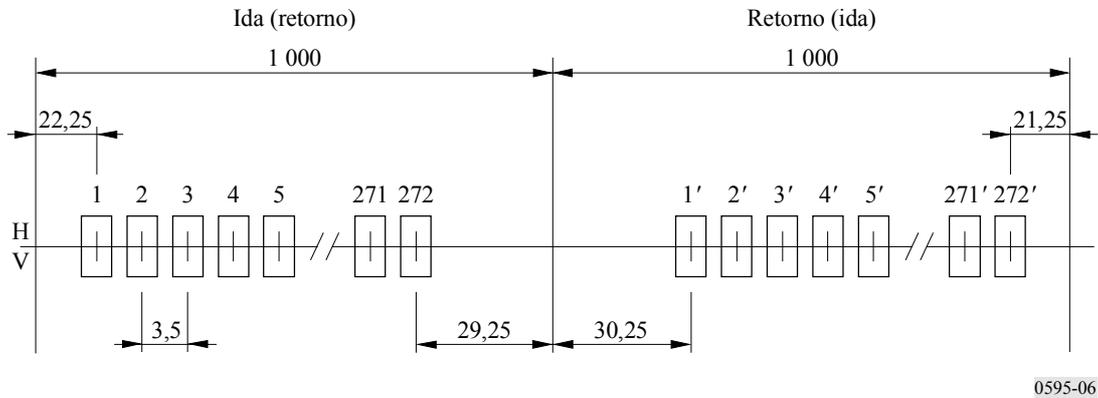
siendo:

$$f_0 = 18\,700 \text{ MHz}$$

$$n = 1, 2, 3, \dots 272.$$

FIGURA 6

Disposición de canales de radiofrecuencia para los sistemas de relevadores radioeléctricos de baja capacidad que funcionan en la banda de 18 GHz (Reino Unido)
(Todas las frecuencias en MHz)



ANEXO 4

Descripción de dos disposiciones de canales de radiofrecuencia para sistemas de relevadores radioeléctricos de capacidad media con separación entre canales de 13,75 MHz en la disposición cocanal (Fig. 7a) y con separación de canales de 27,5 MHz en la disposición de canales entrelazados (Fig. 7b) y ejemplo de disposiciones cocanal para sistemas de relevadores radioeléctricos de baja capacidad (Fig. 8) mencionadas en el *recomienda 7*

Las disposiciones de canales responden a los planes siguientes:

Disposición cocanal (véase la Fig. 7a):

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 1\,000 + 13,75 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 10 + 13,75 n \quad \text{MHz}$$

siendo:

$$n = 1, 2, 3, \dots 70.$$

Disposición de canales entrelazados (véase la Fig. 7b):

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 986,25 + 13,75 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 23,75 + 13,75 n \quad \text{MHz}$$

siendo:

$$n = 1, 2, 3, \dots 69.$$

FIGURA 7a

Disposición de canales de radiofrecuencia para sistemas de relevadores radioeléctricos de capacidad media con separación entre canales de 13,75 MHz en la disposición cocanal
(Todas las frecuencias en MHz)

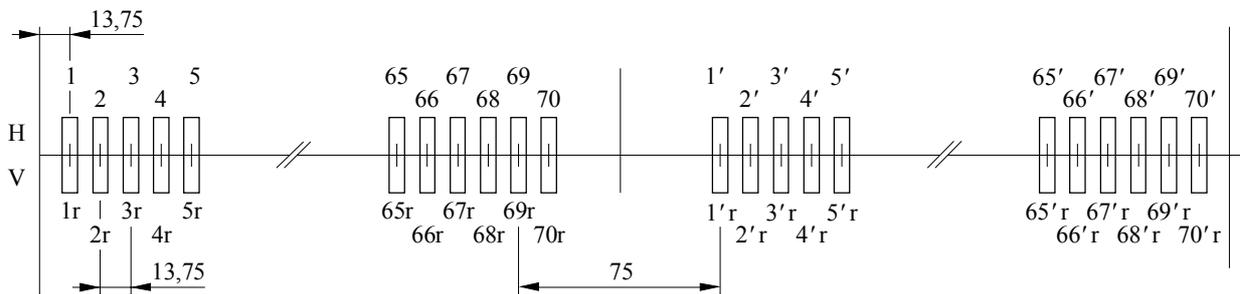


FIGURA 7b

Disposición de canales de radiofrecuencia para sistemas de relevadores radioeléctricos de capacidad media con separación entre canales de 27,5 MHz en la disposición de canales entrelazados
(Todas las frecuencias en MHz)

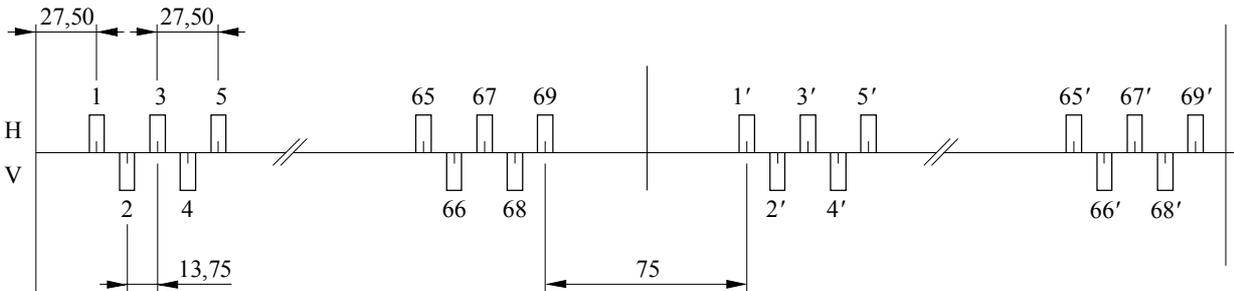
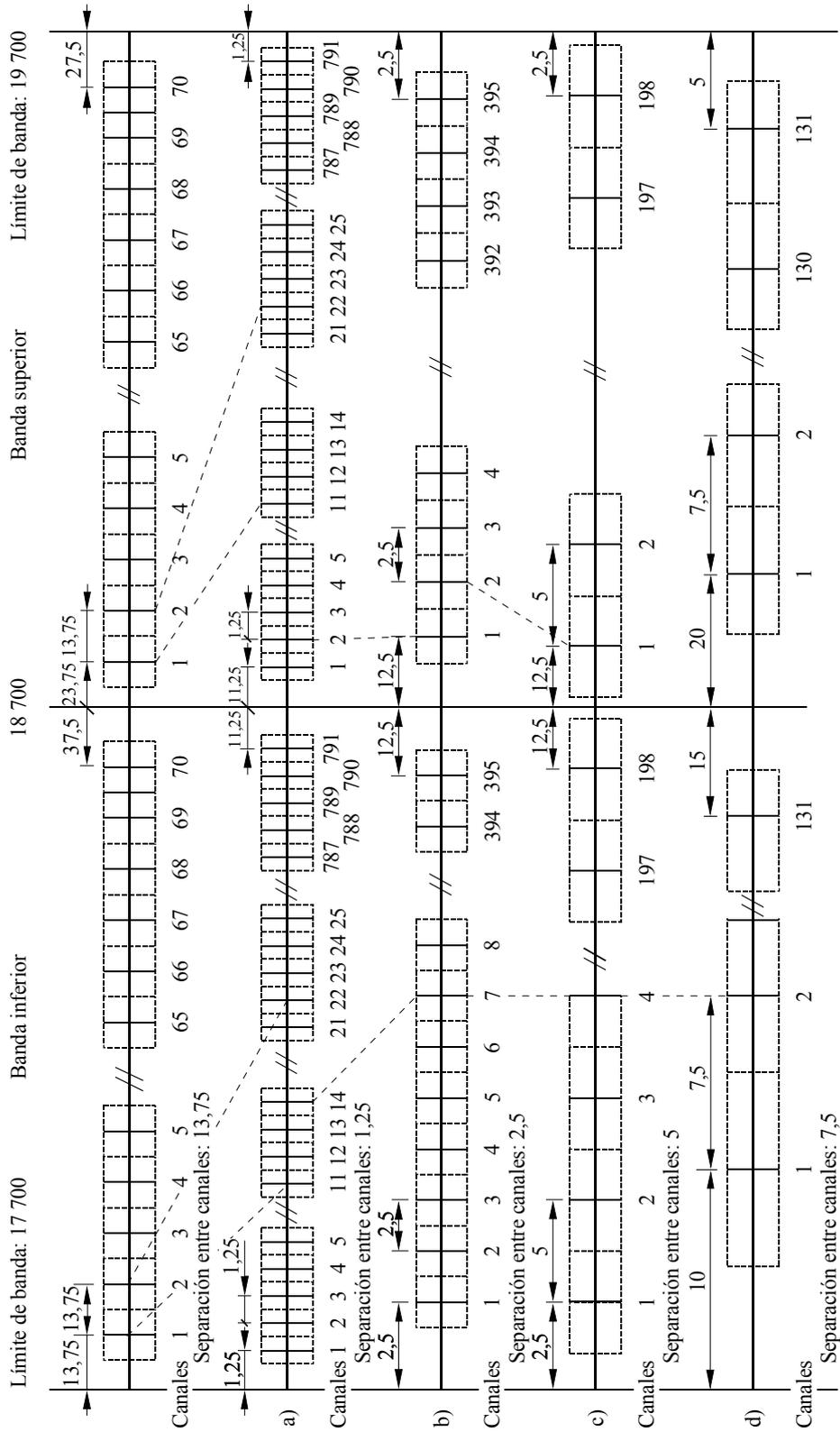


FIGURA 8
Disposiciones cocanal de radiofrecuencia para sistemas de relevadores radioeléctricos digitales de baja capacidad utilizados en Alemania, como resultado de la separación entre canales de 13,75 MHz
 (Todas las frecuencias en MHz)



En Alemania, las disposiciones cocanal de radiofrecuencias con separación entre canales de 1,25 MHz, 2,5 MHz, 5 MHz y 7,5 MHz se utilizan de la manera siguiente:

según la Fig. 8a):

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 1\,000 + 1,25 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 10 + 1,25 n \quad \text{MHz}$$

siendo:

$$n = 1, 2, 3, \dots 791;$$

según la Fig. 8b):

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 1\,000 + 2,5 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 10 + 2,5 n \quad \text{MHz}$$

siendo:

$$n = 1, 2, 3, \dots 395;$$

según la Fig. 8c):

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 1\,002,5 + 5 n \quad \text{MHz}$$

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

siendo:

$$n = 1, 2, 3, \dots 198;$$

según la Fig. 8d):

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 997,5 + 7,5 n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 12,5 + 7,5 n \quad \text{MHz}$$

siendo:

$$n = 1, 2, 3, \dots 131.$$

ANEXO 5

Descripción de la disposición de radiocanales para los sistemas inalámbricos fijos digitales de baja capacidad obtenida por la división de los canales de gran capacidad en la banda de 17,7 a 19,7 GHz citada en el *recomienda 6*

En Italia se prevé la utilización mixta de los sistemas inalámbricos fijos digitales de grande, media y baja capacidad; se utilizan las disposiciones de radiocanales de los *recomienda 1.1.3* y *1.1.4* para los sistemas de capacidad media y grande, respectivamente.

Para los sistemas de baja capacidad, los canales de gran capacidad 1, 1' y 2, 2' se dividen sobre una base de 1,75, 3,5 y 7 MHz, junto con las bandas de guarda adyacentes, siguiendo la regla de las frecuencias centrales indicadas a continuación:

a) Para los sistemas que requieren una separación de canales de 7 MHz, las frecuencias centrales del canal vienen dadas por:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 997 + 7n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 13 + 7n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots 18.$$

b) Para los sistemas que requieren una separación de canales de 3,5 MHz, las frecuencias centrales del canal vienen dadas por:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 998,75 + 3,5n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 11,25 + 3,5n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots 37.$$

c) Para los sistemas que requieren una separación de canales de 1,75 MHz, las frecuencias centrales del canal vienen dadas por:

$$\text{mitad inferior de la banda: } f_n = f_0 - 997,875 + 1,75n \quad \text{MHz}$$

$$\text{mitad superior de la banda: } f'_n = f_0 + 12,125 + 1,75n \quad \text{MHz}$$

donde:

$$n = 1, 2, 3, \dots 74.$$

En las zonas en que la interferencia procedente de otros servicios que comparten la misma banda no permite la utilización de una parte de los canales mencionados, los canales de gran capacidad 3, 3' y 4, 4' pueden alternativamente dividirse creando canales de 1,75, 3,5 y 7 MHz, cuyas frecuencias centrales vienen dadas por las mismas fórmulas, ampliando los valores de n de la siguiente manera:

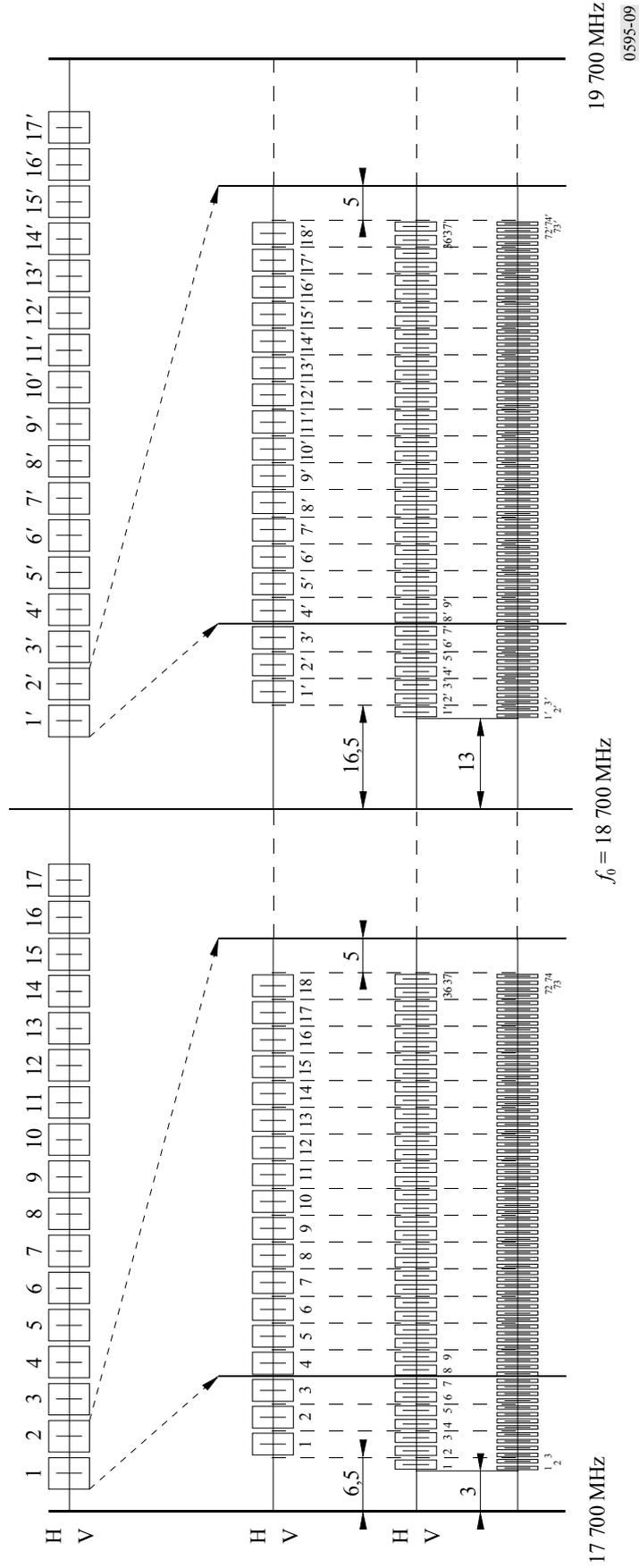
$$n = 19, 20, 21, \dots 33 \quad (\text{canales de 7 MHz})$$

$$n = 38, 39, 40, \dots 68 \quad (\text{canales de 3,5 MHz})$$

$$n = 75, 76, 77, \dots 136 \quad (\text{canales de 1,75 MHz}).$$

La Fig. 9 muestra gráficamente la división de los canales 1, 1' y 2, 2'.

FIGURA 9
 Disposición de radiocanales para sistemas inalámbricos fijos de baja capacidad (disposición cocanal).
 Ejemplo de subdivisión de los dos primeros canales de 55 MHz 1, 1' y 2, 2' y de la banda de guarda conforme al *recomienda* 6
 (Todas las frecuencias en MHz)



ANEXO 6

**Descripción de la disposición de radiocanales en la
banda 17,7-19,7 GHz citada en el *recomienda 11***

Indonesia tiene previsto implantar la siguiente disposición de radiocanales.

- Sea f_0 la frecuencia central de la banda 17,7-19,7 GHz, es decir $f_0 = 18\,700$ MHz;
 f_n la frecuencia central del radiocanal en la mitad inferior de la banda 17,7-19,7 GHz;
 f'_n la frecuencia central del radiocanal en la mitad superior de la banda 17,7-19,7 GHz;

las frecuencias (MHz) de los distintos canales se expresan mediante las siguientes relaciones:

Disposición cocanal

- a) para sistemas con una separación de portadoras de 110 MHz

mitad inferior de la banda: $f_n = f_0 - 450 + 110 n$

mitad superior de la banda: $f'_n = f_0 + 560 + 110 n$

donde:

$$n = 1, \dots, 3$$

- Banda de separación transmisión/recepción (en modo dúplex por división de frecuencia (DDF)) = 1 010 MHz

mitad inferior de la banda: $f_n = f_0 - 1\,110 + 110 n$

mitad superior de la banda: $f'_n = f_0 - 495 + 110 n$

donde:

$$n = 4$$

- Banda de separación transmisión/recepción (en modo DDF) = 615 MHz

mitad inferior de la banda: $f_n = f_0 - 1\,495 + 110 n$

mitad superior de la banda: $f'_n = f_0 - 1\,010 + 110 n$

donde:

$$n = 5, 6$$

- Banda de separación transmisión/recepción (en modo DDF) = 485 MHz

- b) Para sistemas con una separación de portadoras de 55 MHz

mitad inferior de la banda: $f_n = f_0 - 422,5 + 55 n$

mitad superior de la banda: $f'_n = f_0 + 587,5 + 55 n$

donde:

$$n = 1, \dots, 6$$

- Banda de separación transmisión/recepción (en modo DDF) = 1 010 MHz

mitad inferior de la banda: $f_n = f_0 - 1\,082,5 + 55 n$

mitad superior de la banda: $f'_n = f_0 - 467,5 + 55 n$

donde:

$$n = 7, 8$$

– Banda de separación transmisión/recepción (en modo DDF) = 615 MHz

mitad inferior de la banda: $f_n = f_0 - 1\,467,5 + 55 n$

mitad superior de la banda: $f'_n = f_0 - 982,5 + 55 n$

donde:

$$n = 9, \dots, 12$$

– Banda de separación transmisión/recepción (en modo DDF) = 485 MHz

mitad inferior de la banda: $f_n = f_0 - 752,5 + 55 n$

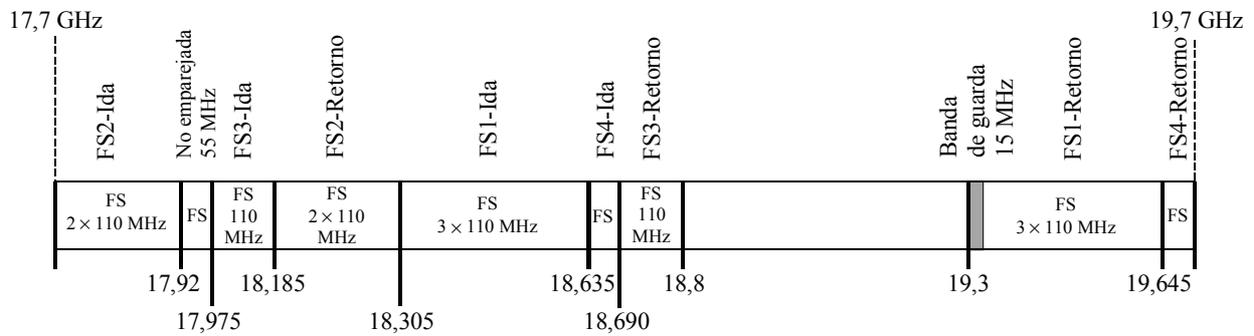
mitad superior de la banda: $f'_n = f_0 + 257,5 + 55 n$

donde:

$$n = 13$$

– Banda de separación transmisión/recepción (en modo DDF) = 1 010 MHz

FIGURA 10
Plan de canalización para la banda 17,7-19,7 GHz del Anexo 6



FS: servicio fijo

0595-10