

RECOMENDACIÓN UIT-R F.635-4

**DISPOSICIÓN DE RADIOCANALES BASADA EN UN PLAN HOMOGÉNEO
PARA SISTEMAS DE RADIOENLACES QUE FUNCIONAN
EN LA BANDA DE 4 GHz**

(Cuestión UIT-R 136/9)

(1986-1990-1992-1995-1997)

La Asamblea de Radiocomunicaciones de la UIT,

considerando

- a) que son necesarios sistemas de radioenlaces digitales de gran capacidad del orden de 90 Mbit/s, 140 Mbit/s, 200 Mbit/s o velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona en la banda de frecuencias de 4 GHz;
- b) que los límites inferiores de las bandas de frecuencias de 4 GHz no son uniformes y varían en el plano internacional entre 3 400 y 3 800 MHz;
- c) que puede conseguirse una utilización eficaz de bandas de distinta anchura mediante disposiciones de radiocanales adaptadas a la anchura de la banda disponible;
- d) que puede conseguirse un elevado grado de compatibilidad entre radiocanales con distintas disposiciones, seleccionando todas las frecuencias centrales de los radiocanales según un plan básico uniforme;
- e) que pueden escogerse los intervalos centrales de las disposiciones de radiocanales individuales y la separación de guarda en los extremos de la banda mediante la no ocupación del número adecuado de posiciones de radiocanales en un plan básico homogéneo;
- f) que la separación de los planes básicos uniformes no debe ser indebidamente pequeña (por ejemplo, un número de posiciones de radiocanales demasiado elevado) ni tan grande que ponga en peligro la utilización eficaz del espectro disponible;
- g) que las frecuencias absolutas del plan básico deben definirse para una frecuencia única de referencia;
- h) que los sistemas de radioenlaces digitales de una portadora y multiportadora constituyen conceptos útiles para lograr el mejor compromiso técnico y económico en el diseño del sistema,

recomienda

1 que la disposición de radiocanales preferida para sistemas de radioenlaces digitales de gran capacidad del orden de 90 Mbit/s, 140 Mbit/s, 200 Mbit/s o velocidades binarias de la jerarquía digital síncrona (véase la Nota 1) que funcionan en la banda de 4 GHz, se elija en un plan homogéneo con las siguientes características:

Frecuencias centrales f_n de los radiocanales dentro del plan básico:

$$f_n = 4\,200 - 10\,m \quad \text{MHz} \quad (1)$$

donde:

m : número entero que depende de la banda de frecuencias disponible: 1, 2, 3, ... (véase la Nota 2);

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

3 que las administraciones interesadas acuerden la separación entre canales, XS , el intervalo central, YS , los espacios de guarda en los extremos de la banda, Z_1S y Z_2S , y la polarización de las antenas;

4 que se utilice el plan de disposición de radiocanales, alternados o cocanal, de la Fig. 1 (véase también la Nota 3);

5 que si se utiliza transmisión multiportadora (véanse la Nota 4 y el § 5 del Anexo 1), el número total de n portadoras se considere como un solo canal cuya frecuencia central y separación entre canales sean 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 las realizaciones prácticas.

NOTA 1 – Las velocidades binarias globales reales, incluidos los bits de tara, pueden exceder en un 5%, o incluso más, las velocidades de transmisión netas.

NOTA 2 – Debe tenerse en cuenta que en algunos países en que se necesitan radiocanales adicionales entrelazados con los del plan principal, los valores de las frecuencias centrales de esos radiocanales deben ser 5 MHz inferiores a las frecuencias centrales del radiocanal principal correspondiente, como se indica en la ecuación siguiente:

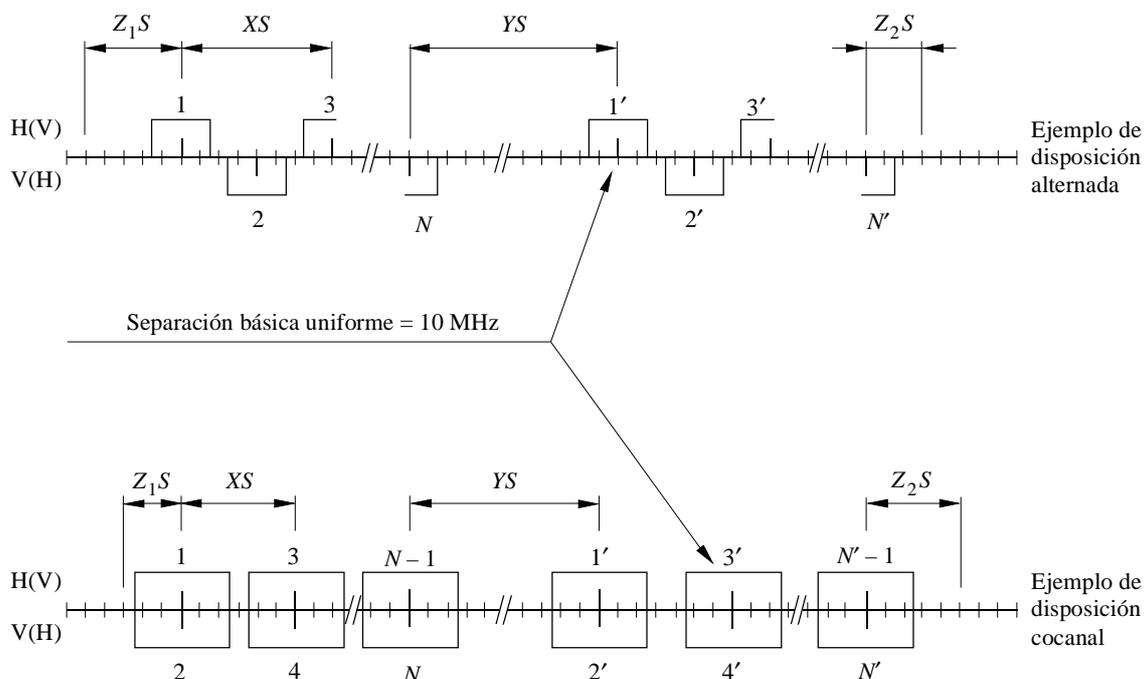
$$f_n = 4\,195 - 10\,m$$

NOTA 3 – Debe tomarse en cuenta que en algunos países se utiliza la banda de 3 700-4 200 MHz. En el § 4 del Anexo 1 figura la disposición de radiocanales que utiliza esta banda, basada en un plan homogéneo.

NOTA 4 – Un sistema multiportadora tiene n (siendo $n > 1$) señales portadoras con modulación digital transmitidas (o recibidas) simultáneamente por el mismo equipo de radiofrecuencia. La frecuencia central debe considerarse como la media aritmética de las n frecuencias portadoras individuales del sistema multiportadora.

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)



ANEXO 1

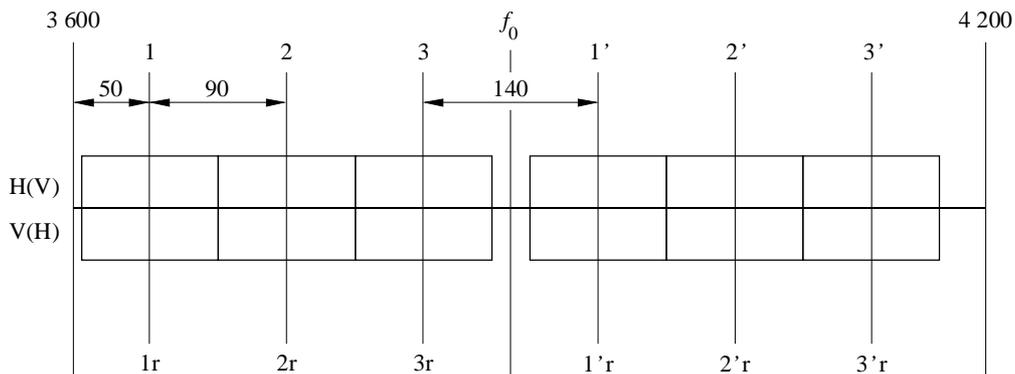
Disposiciones de frecuencia derivadas de un plan de frecuencias homogéneo para la banda de 4 GHz

A continuación se describen las disposiciones de radiocanales derivadas del *recomienda 1* para la banda de 4 GHz.

1 Disposiciones de radiocanales de 90 MHz con la solución cocanal

Los planes de radiocanales mostrados en la Fig. 2 para la banda de frecuencias de 3 600-4 200 MHz se basan en la utilización de sistemas con una capacidad de 140 Mbit/s y en el empleo de técnicas de modulación por desplazamiento de fase cuaternaria (MDP-4) con anchura de banda reducida.

FIGURA 2
Disposiciones de radiocanales para la banda de 4 GHz
 (Todas las frecuencias en MHz)



Velocidad de símbolos = 74 MBd
 $X = 1,22$
 $Y = 1,89$
 $Z = 0,68$

0635-02

2 Disposiciones de radiocanales de 60/80 MHz

En el Cuadro 1 se describen las disposiciones de radiocanales para la banda de 3 600-4 200 MHz. Estas disposiciones se utilizan para los sistemas MAQ-16 o MAQ-256.

Las disposiciones de radiocanales para el método de transmisión con una sola portadora se utilizan para los sistemas MAQ-16 a 200 Mbit/s. En estos sistemas, las antenas con buenas características de polarización cruzada se utilizan separadamente para transmisión y recepción en equipos comerciales con el objeto de lograr la alta eficacia de utilización del espectro de 5 bit/s/Hz, funcionando con polarización cruzada.

Las disposiciones de radiocanales para el método de transmisión con 3 portadoras se utilizan para los sistemas MAQ-16 y MAQ-256. El sistema MAQ-16 transmite 155 Mbit/s en una anchura de banda de 60 MHz utilizando 3 portadoras y logra una eficacia de utilización del espectro de 5 bit/s/Hz con polarización cruzada. El sistema MAQ-256 transmite 2×155 Mbit/s en un canal de una anchura de banda de 60 MHz utilizando 3 portadoras y logra una eficaz utilización del espectro de 10 bit/s/Hz con polarización cruzada.

CUADRO 1

Disposiciones de radiocanales para la banda de 4 GHz

Modulación (capacidad por canal)	MAQ-16 (200 Mbit/s)	MAQ-16 (155,52 Mbit/s) MAQ-256 (311,04 Mbit/s)	MAQ-256 (311,04 Mbit/s)
Banda de frecuencias (MHz)	3 600-4 200	3 600-4 200	3 600-4 200
Frecuencia central de la banda, f_0 (MHz)	3 900	3 900	3 900
Frecuencia central de las portadoras, f_n (MHz)	$f_0 \pm (30 + 40 n)$ $n = 0, 1, \dots, 6$	$f_0 \pm 20 n$ $n = 1, 2, \dots, 14$	$f_0 \pm (15 + 10 n)$ $n = 0, 1, \dots, 27$
Entrelazado o cocanal	Entrelazado	Cocanal	Cocanal
Método de transmisión	Método de transmisión con una sola portadora	Método de transmisión con 3 portadoras (anchura de banda de 20 MHz por portadora)	Método de transmisión con 6 portadoras (anchura de banda de 10 MHz por portadora)
Número de canales	7	10 ⁽¹⁾	10 ⁽¹⁾
Anchura de banda de los canales X_S (MHz) X	80 1,6	60 1,54	60 1,54
Intervalo central Y_S (MHz) Y	60 1,2	60 1,54	60 1,54
Espacio de guarda Z_S (MHz) Z	30 0,6	40 1,03	40 1,03

⁽¹⁾ La capacidad de los radiocanales más interiores está limitada a dos tercios de la capacidad total.

3 Disposición alternada de radiocanales a 40 MHz

En los países donde el límite inferior de la banda es 3 600 MHz, la siguiente disposición de frecuencias, asegura la compatibilidad entre los sistemas radioeléctricos MAQ-16 a 140 Mbit/s y a 155 Mbit/s o sistemas radioeléctricos a 2×155 Mbit/s con una modulación de nivel superior adecuada y una eficacia del espectro de hasta 7,25 bit/s/Hz. La disposición de radiocanales mostrada en la Fig. 3 ofrece un plan alternado de 7 canales de ida y 7 canales de retorno con las frecuencias centrales como sigue:

f_n : frecuencia central de un radiocanal en el canal de ida (retorno) de la banda (MHz)

$$f_n = 4\,200 - 10 m, \text{ donde } m = 58, 54, 50, 46, 42, 38, 34$$

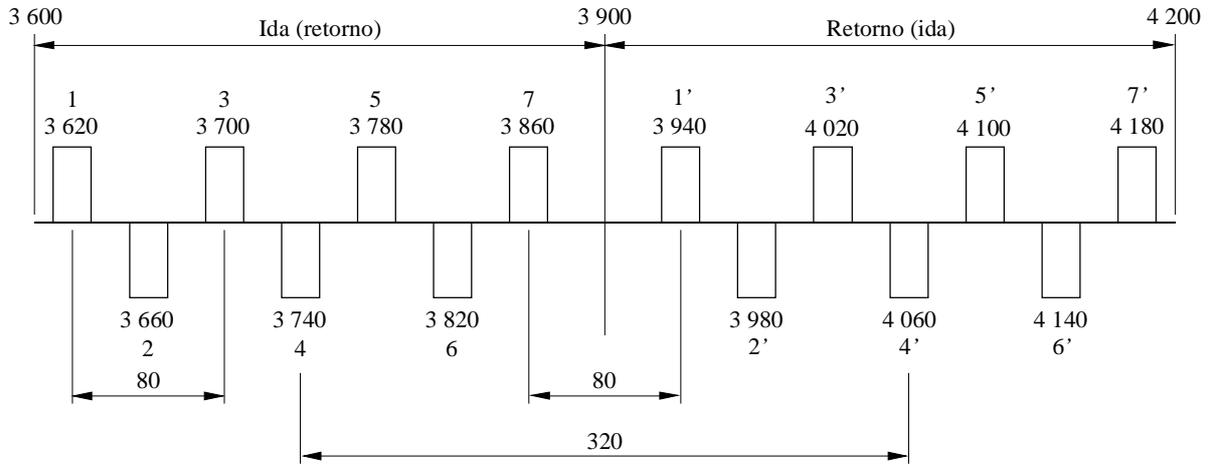
f'_n : frecuencia central de un radiocanal en el canal de retorno (ida) de la banda (MHz)

$$f'_n = 4\,200 - 10 m, \text{ donde } m = 26, 22, 18, 14, 10, 6, 2.$$

Las disposiciones de radiocanales para el método de transmisión con 6 portadoras se utilizan para el sistema MAQ-256. Estos sistemas transmiten 2×155 Mbit/s en un canal de una anchura de banda de 60 MHz utilizando 6 portadoras y esas disposiciones son aplicables a tramos con condiciones de propagación muy desfavorables.

En estos sistemas de 3 ó 6 portadoras, las señales en emisión y en recepción pueden compartir una sola antena. Se utiliza también un cancelador de interferencia en la polarización cruzada.

FIGURA 3
Disposición de radiocanales en la banda de 4 GHz
 (Todas las frecuencias en MHz)



$$\begin{aligned} X_S &= 80 \text{ MHz} \\ Y_S &= 80 \text{ MHz} \\ Z_1 S &= 20 \text{ MHz} \\ Z_2 S &= 20 \text{ MHz} \end{aligned}$$

0635-03

4 Descripción de la disposición de radiocanales para la banda de 3,7-4,2 GHz

4.1 En la Fig. 4 se representa la disposición de los radiocanales en una banda de 500 MHz para seis radiocanales de ida y seis de retorno, como máximo (Grupo 1), o para seis de ida y seis de retorno con disposición intercalada (Grupo 2), que comprenden cada uno hasta 1 260 canales telefónicos, o su equivalente, o hasta 2×45 Mbit/s. Esta disposición se obtiene como sigue:

- Sea f_r la frecuencia límite inferior de la banda de frecuencias ocupada (MHz),
 f_n la frecuencia central de uno de los radiocanales en la parte ida (retorno) de esa banda (MHz),
 f'_n la frecuencia central de uno de los radiocanales en la parte retorno (ida) de esa banda (MHz),

las frecuencias centrales de cada radiocanal (MHz), se expresan entonces por las relaciones siguientes:

Grupo 1

$$\text{radiocanal ida (retorno): } f_n = f_r - 50 + 80 n$$

$$\text{radiocanal retorno (ida): } f'_n = f_r - 10 + 80 n$$

donde:

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

Grupo 2

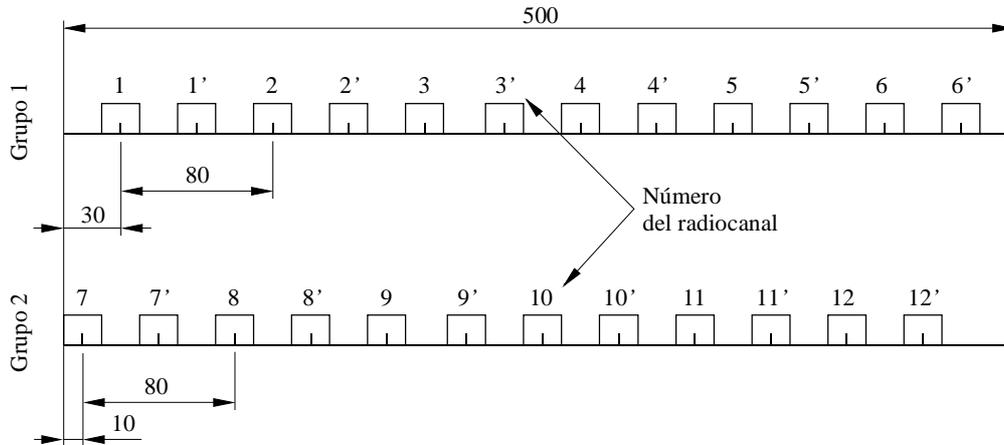
$$\text{radiocanal ida (retorno): } f_n = f_r - 70 + 80 (n - 6)$$

$$\text{radiocanal retorno (ida): } f'_n = f_r - 30 + 80 (n - 6)$$

donde:

$$n = 7, 8, 9, 10, 11 \text{ y } 12.$$

FIGURA 4
Disposición de los radiocanales para la banda de 3,7-4,2 GHz
 (Todas las frecuencias en MHz)



0635-04

4.2 Los radiocanales ida y retorno de la sección en que se hace la interconexión internacional se hallan en el mismo grupo y son radiocanales adyacentes de ese grupo.

4.3 En una sección cualquiera, los radiocanales ida y los radiocanales retorno del mismo grupo utilizan la misma polarización.

4.4 En una sección cualquiera, los radiocanales de cada grupo utilizan polarizaciones diferentes.

4.5 El valor de f_r es generalmente 3 700 MHz.

NOTA 1 – A reserva del acuerdo entre las administraciones interesadas, se pueden acomodar 1 800 canales telefónicos en cada radiocanal, mediante el empleo de las frecuencias del Grupo 1 o de las del Grupo 2.

5 Disposición de canales con polarización doble cocanal (CCDP) a 80 MHz

La disposición de canales representada en las Figs. 5a), 5b) y 5c) se basa en la utilización de un sistema de 2 portadoras que transmite a $2 \times 2 \times 155,52$ Mbit/s (STM-1) mediante dos pares de portadoras que emplean ambas polarizaciones en el modo CCDP (co-channel dual polarized channel).

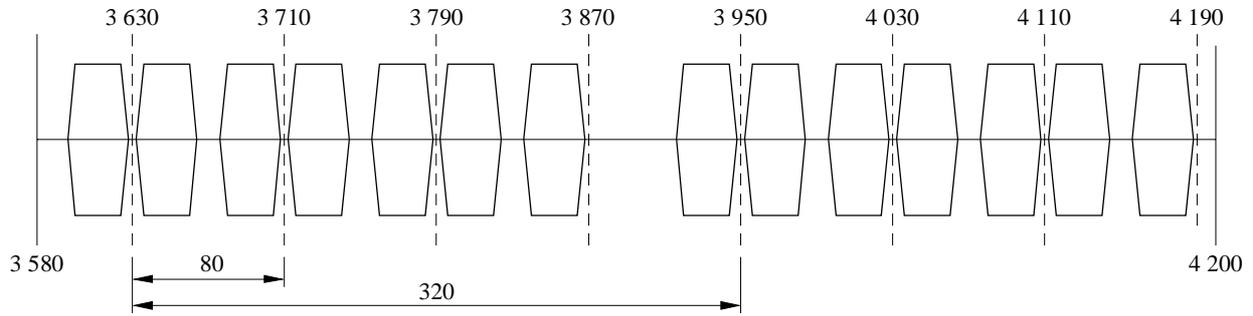
El plan de radiocanalización representado en la Fig. 5a) está optimizado para la banda de frecuencias 3 580-4 200 MHz.

La disposición de canales aplicable a toda la banda de frecuencias 3 400-4 200 MHz se muestra en la Fig. 5b).

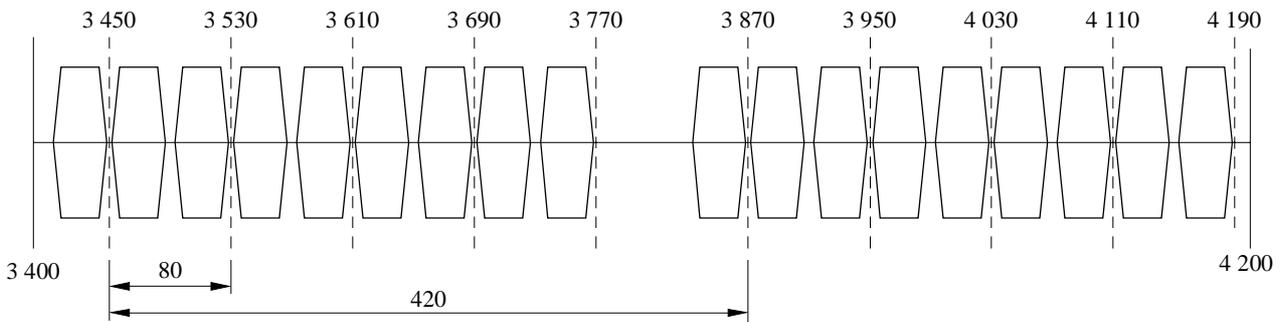
La disposición de canales propuesta que aparece en las Figs. 5a) y 5b) hace uso del máximo número posible de señales de 155,52 Mbit/s. Además del conjunto de cuatro portadoras en las sub-bandas de ida y vuelta, se introducen dos pares de portadoras sencillas con polarización cruzada como canales de protección en caso necesario. Como cada portadora, es decir el tren de bits en banda base, puede conmutarse de forma individual, esta configuración $(n + 2)$ es al menos tan eficaz como una configuración $(n/2 + 1)$ cuando se utiliza para diversidad en frecuencia.

La Fig. 5c) representa una disposición de canales para la banda 3 400-3 800 MHz.

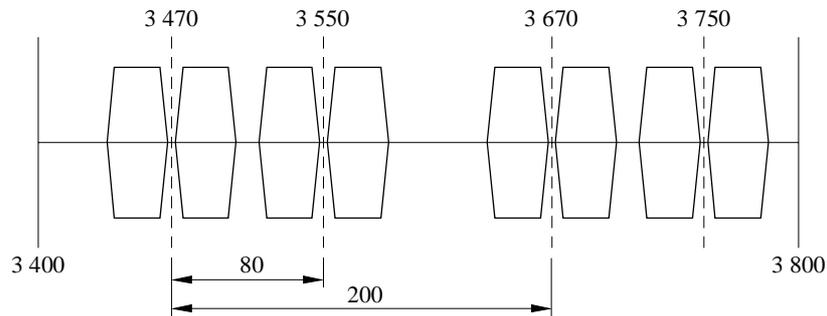
FIGURA 5
(Todas las frecuencias en MHz)



a) Disposición de canales en la banda 3 580-4 200 MHz que utiliza un sistema de 2 portadoras transmitiendo a $(12 + 2) \times 155,52$ Mbit/s (STM-1) en modo CCDP disponible en Alemania



b) Posible disposición de canales en la banda 3 400-4 200 MHz que utiliza un sistema de 2 portadoras transmitiendo a $(16 + 2) \times 155,52$ Mbit/s (STM-1) en modo CCDP



c) Disposición de canales en la banda 3 400-3 800 MHz que utiliza un sistema de 2 portadoras transmitiendo a $8 \times 155,52$ Mbit/s (STM-1) en modo CCDP empleado en Suiza

6 Disposición de canales CCDP a 30 MHz

En países en los que el límite inferior es 3 600 MHz, la siguiente disposición de frecuencias permite la utilización de la banda para la transmisión de sistemas de hasta $18 \times \text{STM-1}$.

La disposición de frecuencias descrita en la Fig. 6 proporciona un modelo cocanal de 9 canales de ida y 9 canales de retorno con las siguientes frecuencias centrales:

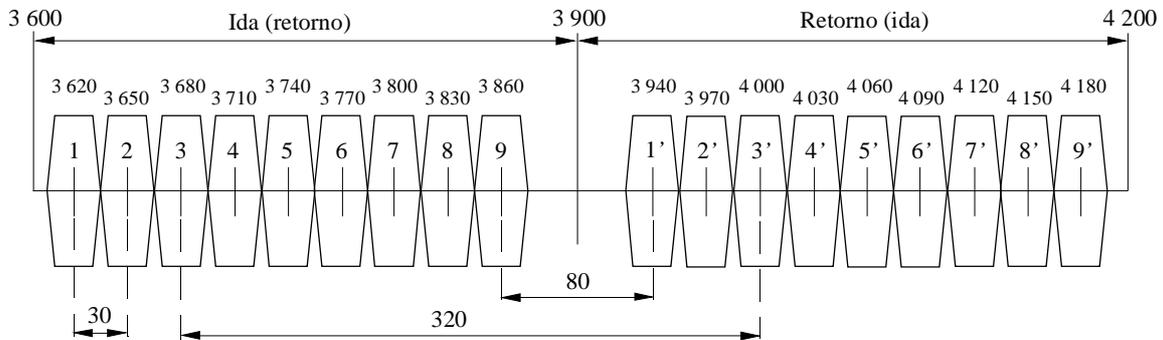
f_n : frecuencia central de un radiocanal en la parte de ida (retorno) de la banda (MHz)

$f_n = 4200 - 10 m$, donde $m = 58, 55, 52, 49, 46, 43, 40, 37, 34$

f'_n : frecuencia central de un radiocanal en la parte de retorno (ida) de la banda (MHz)

$f'_n = 4200 - 10 m$, donde $m = 26, 23, 20, 17, 14, 11, 8, 5, 2$.

FIGURA 6
Disposición de radiocanales para la banda 4 GHz
(Todas las frecuencias en MHz)



0635-06