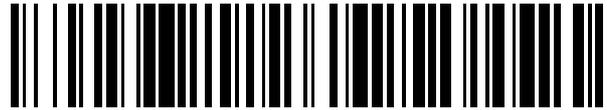


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 445 644**

51 Int. Cl.:

**H04L 25/02** (2006.01)

**H04L 5/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.06.2008 E 08158289 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2014 EP 2131542**

54 Título: **Nueva trama y estructura de señalización de configuración para sistemas de multiportadoras**

30 Prioridad:

**04.06.2008 EP 08157548**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**04.03.2014**

73 Titular/es:

**SONY CORPORATION (100.0%)  
1-7-1 KONAN MINATO-KU  
TOKYO 108-0075, JP**

72 Inventor/es:

**STADELMEIER, LOTHAR;  
ATUNGSIRI, SAMUEL ASANGBENG;  
LOVELL, MARTIN y  
IKEDA, TAMOTSU**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

**ES 2 445 644 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

## DESCRIPCIÓN

Nueva trama y estructura de señalización de configuración para sistemas de multiportadoras.

5 La presente invención se refiere a una nueva marca y estructura de señalización de configuración para sistemas de multiportadoras.

La presente invención se refiere principalmente (pero no de forma limitadora) a sistemas de difusión, tales como, a modo de ejemplo, sistemas de difusión digital terrestres o cableados, en donde datos de contenidos, datos de señalización, señales piloto, etc., son puestos en correspondencia con una pluralidad de portadoras de frecuencia, que luego se transmiten en un ancho de banda de transmisión completo o global dado. El receptor suele sintonizarse para un canal parcial (parte del ancho de banda de transmisión global) a partir del ancho de banda de canal completo (a veces, denominada recepción segmentada) con el fin de recibir solamente los datos de contenidos que sean necesarios o deseados por el receptor respectivo. A modo de ejemplo, en el estándar ISDB-T, el ancho de banda de canal global está dividido en 13 segmentos fijos de una misma longitud (número igual de portadoras de frecuencia).

El documento EP 1 650 921 A da a conocer sistemas basados en la correlación de frecuencia o de tiempo-frecuencia para un sistema de multiportadoras, en donde señales piloto dispersadas se sitúan normalmente entre datos de información y en donde la posición de las señales piloto dispersadas podría transmitir información de señalización.

El documento US 2007/0268975 A1 da a conocer diferentes formas de configurar preámbulos para soportar la transmisión de símbolos de datos en un sistema de comunicación inalámbrica.

El objetivo de la presente invención es, por lo tanto, dar a conocer un aparato receptor y su método, así como un sistema y un método para transmitir y recibir señales en un sistema de múltiples portadoras, que permite un ajuste de sintonía flexible para cualquier parte requerida del ancho de banda de transmisión.

El anterior objetivo se consigue mediante un aparato de recepción según la reivindicación 1.

30 El objetivo anterior se consigue, además, mediante un método de recepción según la reivindicación 12.

El objetivo anterior se consigue, además, mediante un sistema para transmitir y recibir señales según la reivindicación 23.

35 El objetivo anterior se consigue, además, mediante un método para transmitir y recibir señales según la reivindicación 24.

La presente invención sugiere, por lo tanto, un sistema de multiportadoras que utiliza una estructura de trama o configuración de tramas en el dominio de la frecuencia así como en el dominio temporal. En el dominio de la frecuencia, cada trama comprende al menos dos configuraciones de señalización, que transmiten, respectivamente, datos de señalización sobre las portadoras de frecuencia y presentan, respectivamente, la misma longitud (o ancho de banda). Después de una conversión en el dominio temporal, en la señal del dominio temporal resultante, cada trama comprende, entonces, un respectivo símbolo de señalización así como símbolos de datos. Cada configuración de trama cubre el ancho de banda de transmisión completo o global en la dirección de las frecuencias, de modo que el ancho de banda de transmisión global esté, por lo tanto, igualmente dividido por las configuraciones de señalización que tienen la misma longitud respectiva. Las configuraciones de datos de cada trama siguen, entonces, las configuraciones de señalización a su debido tiempo. El aparato de recepción puede sintonizarse, de forma libre y flexible, para cualquier parte deseada del ancho de banda de transmisión, a condición de que la parte del ancho de banda de transmisión para la que puede sintonizarse el aparato receptor tenga al menos la longitud de una de las configuraciones de señalización. Por lo tanto, el aparato receptor es siempre capaz de recibir los datos de señalización de una configuración de señalización completa, de modo que sobre la base y utilizando los datos de señalización que comprenden la información de capa física necesaria para la recepción de las configuraciones de datos sucesivas, las configuraciones de datos se puedan recibir en el aparato receptor.

Aunque el receptor puede sintonizarse de forma flexible a cualquier parte deseada del ancho de banda de transmisión, siempre es posible recibir los datos de señalización de una configuración de señalización completa debido a la nueva estructura de tramas dada a conocer por la presente invención.

En una forma de realización preferida, el aparato receptor comprende un medio de reconstrucción adaptado para reconstruir la configuración de señalización original a partir de dicha parte seleccionada recibida de dicho ancho de banda de transmisión. De este modo, dicho medio de reconstrucción puede adaptarse para disponer las señales recibidas de señalización en la configuración de señalización original en caso de que la parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión, a la que se sintoniza el medio de recepción no concuerde con la estructura de la configuración de señalización. En consecuencia, aún cuando la parte seleccionada del ancho de banda de transmisión a la que se sintoniza el receptor no concuerde de forma completa y correcta, con una de las configuraciones de señalización (en la dirección de la frecuencia), el receptor recibirá en tales casos la última parte de una configuración de señalización precedente (al nivel de la frecuencia) y la primera parte de una configuración de señalización sucesiva (al

nivel de la frecuencia). A modo de ejemplo, en caso de que el aparato receptor tenga conocimiento de su desplazamiento (dimensión de la frecuencia) respecto a la estructura de la configuración de señalización en cada trama, dicho medio de reconstrucción puede adaptarse para disponer las señales recibidas de señalización en la configuración de señalización original. Como alternativa, cada trama comprende al menos dos configuraciones de señalización adicionales sucesivas a dichas al menos dos configuraciones de señalización en la dimensión del tiempo, presentando cada una de dichas configuraciones de señalización adicionales la respectiva misma longitud que la correspondiente de dichas al menos dos configuraciones de señalización precedentes, en donde dicho medio de reconstrucción está adaptado para disponer dos o más configuraciones de señalización recibidas, una sucesiva a la otra, en la dimensión del tiempo dentro de la configuración de señalización original. De este modo, la configuración de señalización precedente y la configuración de señalización sucesiva pueden comprender juntas los datos de señalización necesarios aún cuando la longitud de las configuraciones de señalización en la dimensión de la frecuencia sea corta en el caso en donde todos los datos de señalización necesarios están incluidos en una configuración de señalización única.

Como alternativa o de forma adicional, los datos de señalización de las configuraciones de señalización comprenden una codificación de detección y/o corrección de errores, en donde dicho medio de reconstrucción está adaptado para realizar una decodificación de detección y/o corrección de errores sobre dichas señales recibidas de señalización con el fin de reconstruir la configuración de señalización original.

De este modo, las configuraciones de señalización transmitidas pueden comprender una codificación de errores adicional, redundancias o elementos similares que permitan al receptor reconstruir la configuración de señalización original aún cuando solamente pueda recibirse una parte de la configuración de señalización.

Ventajosamente, cada configuración de señalización de cada trama comprende la localización de la configuración de señalización dentro de la trama, que se extrae y evalúa en el lado de recepción. En este caso, más ventajosamente, cada configuración de señalización, en cada trama, podría comprender los datos de señalización idénticos con la excepción de la posición de la configuración de señalización respectiva en la trama, que es diferente en al menos algunas de las configuraciones de señalización en una trama. En consecuencia, el aparato receptor es capaz de determinar su posición dentro del ancho de banda de transmisión global (dentro de cada trama), a modo de ejemplo, durante el periodo de inicialización, en donde el aparato receptor está sintonizado para una posición arbitraria dentro de una trama y luego, para sintonizarse al ancho de banda que permite la recepción de los datos deseados sobre la base de los datos de señalización en la configuración de señalización recibida.

Ventajosamente, las configuraciones de señalización de cada trama comprenden datos de señalización con el número de configuraciones de datos incluidas en la trama en donde dicho medio de evaluación está adaptado para extraer dichos datos de señalización con el número de configuraciones de datos a partir de una configuración de señalización recibida. En otra forma de realización preferida, las configuraciones de señalización de cada trama comprenden datos de señalización individuales con cada configuración de datos incluida en la trama, en donde dicho medio de evaluación está adaptado para extraer dichos datos de señalización individuales con cada configuración de datos a partir de una configuración de señalización recibida.

En otra forma de realización preferida, el receptor está adaptado para sintonizarse y para recibir una parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión, de modo que se permita una recepción optimizada de una configuración de señalización en la parte seleccionada del ancho de banda de transmisión. En particular, si la estructura de la dimensión de la frecuencia de las configuraciones de datos y las configuraciones de señalización en una trama no están en concordancia, y si la parte selectiva del ancho de banda de transmisión a recibirse en el receptor es mayor (en la dimensión de la frecuencia) que las configuraciones de datos a recibirse, puede ser posible optimizar el ajuste de sintonía de modo que se consiga la mejor recepción posible de una configuración de señalización, a modo de ejemplo ajustando la sintonía de modo que la parte máxima de una configuración de señalización completa sea recibida mientras todavía se están recibiendo las configuraciones de datos deseadas completas.

En general, puede ser conveniente sintonizar el receptor de modo que se reciba la parte selectiva del ancho de banda de transmisión, con el fin de que al menos una configuración de datos a recibirse esté centrada en relación con la parte selectiva del ancho de banda de transmisión.

En otra forma de realización preferida, el receptor puede sintonizarse para recibir una parte selectiva de dicho ancho de banda de transmisión sobre la base de la información de señalización recibida en una configuración de señalización de una trama anterior.

Más ventajosamente, cada trama comprende configuraciones de datos adicionales que siguen a dichas al menos dos configuraciones de datos en la dimensión temporal, presentando cada una de dichas configuraciones de datos adicionales la respectiva misma longitud que la correspondiente a una de dichas anteriores al menos dos configuraciones de datos. Dicho de otro modo, la estructura de las configuraciones de datos, en cada trama, es establecida, ventajosamente, en una manera en que al menos dos configuraciones de datos están dispuestas próximas entre sí en la dimensión de la frecuencia, de modo que se cubra el ancho de banda de transmisión completo.

Configuraciones de datos adicionales están dispuestas, a continuación, en la misma trama, pero siguiendo a las al menos dos configuraciones de datos en la dirección del tiempo, en donde cada configuración de datos adicional o siguiente presenta la misma longitud (en la dirección o dimensión de la frecuencia) que la configuración de datos anterior en la misma posición de frecuencia. De este modo, si un aparato receptor se sintoniza para una parte específica del ancho de banda de transmisión, al menos dos configuraciones de datos por trama se reciben, presentando cada una de dichas configuraciones de datos la misma longitud, pero siguiendo una a otra en la dimensión temporal. De este modo, la longitud de cada una de las configuraciones de datos en el aparato transmisor podría ajustarse de forma dinámica. Como alternativa o de forma adicional, el número de configuraciones de datos adicionales, en la dimensión temporal, podría ajustarse de forma dinámica. Cualquier cambio dinámico con respecto a las configuraciones de datos se señalará entonces en las configuraciones de señalización. El sistema de multiportadoras con la estructura de tramas, que se sugiere por la presente invención, permite así una transmisión muy flexible del contenido de datos en donde la longitud de las configuraciones de datos y de este modo, la cantidad de datos por configuración de datos puede cambiarse, de forma dinámica, a modo de ejemplo, de una trama a otra o en cualquier otra forma requerida. Como alternativa, la longitud y/o el número de las configuraciones de datos pueden ser de carácter fijo o permanente.

Ha de entenderse que la presente invención puede aplicarse a cualquier clase de sistema de multiportadoras en donde un aparato transmisor está adaptado para transmitir datos en un ancho de banda de transmisión completo y un aparato receptor está adaptado para recibir, de forma selectiva, solamente una parte de dicho ancho de banda de transmisión completo. Formas de realización, a modo de ejemplo, no limitadoras para dichos sistemas pueden ser sistemas de difusión unidireccional o bidireccional futuros o existentes, tales como sistemas de difusión de vídeo digital cableados o inalámbricos (a título de ejemplo, sistemas terrestres, basados en cables, etc.). La forma de realización, a modo de ejemplo, no limitativa para un sistema de multiportadoras sería un sistema de multiplexación por división en frecuencia ortogonal (OFDM); sin embargo, cualquier otro sistema adecuado podría utilizarse en donde los datos, las señales piloto y similares sean puestos en correspondencia con una pluralidad de portadoras de frecuencia. Las portadoras de frecuencia pueden ser por lo tanto, equidistantes y presentar, respectivamente, la misma longitud (ancho de banda). Sin embargo, la presente invención puede utilizarse también en sistemas de multiportadoras en donde las portadoras de frecuencia no sean equidistantes y/o no presenten la misma longitud, respectivamente. Además, debe entenderse que la presente invención no está limitada a cualquier clase de gama de frecuencias específicas ni en el ancho de banda de transmisión global aplicado en el lado transmisor ni en la parte seleccionada del ancho de banda de transmisión para el que se sintoniza el lado receptor. Sin embargo, en algunas aplicaciones, podría ser conveniente utilizar un ancho de banda de recepción en el lado de recepción, esto es, un ancho de banda para la parte del ancho de banda de transmisión al que puede sintonizarse el receptor, que corresponde al ancho de banda de dispositivos receptores de sistemas existentes (de difusión de vídeo digital u otros). Una forma de realización, a modo de ejemplo, no limitadora, para un ancho de banda de receptor, puede ser 8 MHz, es decir, el lado de recepción se puede sintonizar a cualquier ancho de banda de 8 MHz deseado a partir del ancho de banda de transmisión global. En consecuencia, el ancho de banda de transmisión global podría ser un múltiplo de 8 MHz, a modo de ejemplo, 8 MHz, 16 MHz, 24 MHz, 32 MHz, etc., de modo que la segmentación del ancho de banda de transmisión global, esto es, la longitud de cada configuración de formación podría ser 8 MHz. Sin embargo, otras segmentaciones son posibles, p.e., (sin limitación) una longitud de cada configuración de formación de 6 MHz.

Por lo general, en caso de la realización, a modo de ejemplo, no limitativa de 8 MHz para el ancho de banda del receptor, la longitud de cada una de las configuraciones de formación utilizadas en la estructura de trama de la presente invención podría ser 8 MHz, 4 MHz (o menor).

La presente invención se describe, con más detalle, haciendo referencia a la siguiente descripción de formas de realización preferidas en relación con los dibujos adjuntos, en donde

La Figura 1 ilustra un diagrama esquemático de un ancho de banda de transmisión completo a partir del que se puede seleccionar selectivamente una parte y recibirse, de forma flexible, por un receptor;

La Figura 2 ilustra una realización, a modo de ejemplo, para una segmentación del ancho de banda de transmisión global,

La Figura 3 ilustra una representación esquemática, en el dominio temporal, de una estructura de trama según la presente invención,

La Figura 4A representa una forma de realización, a modo de ejemplo, en el dominio de la frecuencia, de una configuración de formación,

La Figura 4B ilustra una representación, en el dominio temporal, de la configuración de formación representada en la Figura 4A,

La Figura 5A ilustra una representación, en el dominio de la frecuencia, de otra forma de realización, a modo de ejemplo, de una configuración de formación

La Figura 5B ilustra una representación en el dominio temporal, de la configuración de formación representada en la Figura 5A,

5 La Figura 6 ilustra una representación esquemática, en el dominio de la frecuencia, de un ancho de banda de transmisión global con configuraciones de formación repetitivas, según la presente invención,

La Figura 7 ilustra un resultado de simulación de una auto-correlación de sistemas de multiportadoras en donde el ancho de banda de transmisión es igual al ancho de banda de recepción,

10 La Figura 8 ilustra un resultado de simulación para una auto-correlación en donde el ancho de banda de recepción coincide con una configuración de formación según la presente invención,

La Figura 9 ilustra un resultado de simulación de una auto-correlación en caso de que el ancho de banda de recepción no coincida con una configuración de formación según la presente invención,

15 La Figura 10 ilustra una forma de realización, a modo de ejemplo, esquemática de una estructura de trama o configuración según la presente invención,

20 La Figura 11 ilustra una parte de la estructura de trama de la Figura 10 con una explicación de una reconstrucción de una configuración de señalización,

La Figura 12 ilustra una forma de realización, a modo de ejemplo, esquemática de una característica de filtro del receptor,

25 La Figura 13 ilustra otra forma de realización, a modo de ejemplo, de una estructura de trama o configuración según la presente invención,

La Figura 14 ilustra una parte de una forma de realización, a modo de ejemplo, adicional de una estructura de trama o configuración según la presente invención,

30 La Figura 15 ilustra una representación esquemática de configuraciones de señalización con bandas de guarda,

La Figura 16 representa esquemáticamente una forma de realización, a modo de ejemplo, de una estructura de trama de la presente invención en la dimensión temporal,

35 La Figura 17 ilustra un diagrama de bloques esquemático de una forma de realización, a modo de ejemplo, de un aparato transmisor según la presente invención y

40 La Figura 18 ilustra un diagrama de bloques esquemático de una forma de realización, a modo de ejemplo, de un aparato receptor según la presente invención.

La Figura 1 ilustra una representación esquemática de un ancho de banda de transmisión completo 1, en donde un aparato transmisor según la presente invención, a modo de ejemplo, el aparato transmisor 54, ilustrado de forma esquemática en la Figura 17, transmite señales en un sistema de multiportadoras en conformidad con la presente invención. La Figura 1 representa esquemáticamente, además, un diagrama de bloques de un aparato receptor 3 de la presente invención, que está adaptado para sintonizarse y para recibir, de forma selectiva, una parte seleccionada 2 del ancho de banda de transmisión 1. De este modo, el aparato receptor 3 comprende un sintonizador 4 que está adaptado para sintonizarse y para recibir, de forma selectiva, la parte deseada 2 del ancho de banda de transmisión 1 así como otros medios de procesamiento 5 que realizan el procesamiento necesario adicional de las señales recibidas en conformidad con el sistema de comunicación respectivo, tales como una demodulación, decodificación de canal y funciones similares. Una realización más compleja, a modo de ejemplo, de un aparato receptor según la presente invención se ilustra en el diagrama de bloques esquemático de la Figura 18, que representa un aparato receptor 63 que comprende una interfaz de recepción 64, que puede ser, a modo de ejemplo, una antena, una configuración de antenas, una interfaz de recepción basada en cable o cableada o cualquier otra interfaz adecuada adaptada para recibir señales en el respectivo sistema de transmisión o sistema de comunicación. La interfaz de recepción 64 del aparato receptor 63 está conectada a un medio de recepción 65 que comprende un medio de sintonía, tal como el medio de sintonía 4 ilustrado en la Figura 1 así como elementos de procesamiento necesarios adicionales que dependen del respectivo sistema de transmisión o de comunicación, tal como un medio de conversión descendente adaptado para convertir, en sentido descendente, la señal recibida a una frecuencia intermedia o la banda base.

60 Según se indicó con anterioridad, la presente invención hace posible una recepción flexible y variable de una parte deseada 2 del ancho de banda de transmisión 1 en un receptor proporcionando una estructura de trama específica y nueva para un sistema de multiportadoras. La Figura 2 ilustra una representación esquemática de un ancho de banda de transmisión global 1, dentro del que un aparato transmisor 54 de la presente invención está adaptado para transmitir contenidos de datos, tales como datos de vídeo, datos de audio o cualquier otra clase de datos, en diferentes segmentos o partes 6, 7, 8, 9 y 10. A modo de ejemplo, las partes 6, 7, 8, 9 y 10 podrían utilizarse por el aparato transmisor 54 para

transmitir diferentes clases de datos, datos procedentes de diferentes fuentes, datos previstos para diferentes destinatarios y así sucesivamente. Las partes 6 y 9 presentan, a modo de ejemplo, un ancho de banda máximo, esto es, el ancho de banda máximo que puede recibirse por un aparato receptor 63 correspondiente. Las partes 7, 8 y 10 presentan anchos de banda más pequeños. La presente invención sugiere ahora aplicar una configuración o estructura de trama al ancho de banda de transmisión completo 1, en donde cada trama comprende al menos dos tramas de formación adyacentes entre sí en la dirección de las frecuencias y varias de configuraciones de datos. Cada configuración de formación de una trama presentará la misma longitud y las señales piloto idénticas. Dicho de otro modo, el ancho de banda de transmisión global 1 está dividido en partes iguales para las configuraciones de formación, en donde el ancho de banda máximo al que puede sintonizarse un receptor, a modo de ejemplo, el ancho de banda ilustrado para las partes 6 y 9 en la Figura 2, tenga que ser igual o mayor que la longitud de cada configuración de formación. En consecuencia, mediante una recepción adecuada de una configuración de formación completa, un aparato receptor 63, según la presente invención, puede sincronizar correctamente al aparato transmisor 54 y sintonizarse y recibir los datos deseados en una forma flexible y no limitadora. Además, un cálculo de compensación de desplazamiento de frecuencia y/o una estimación de canal es posible en el aparato receptor 63 sobre la base de dicha configuración de formación recibida. Asimismo, resulta evidente que la longitud de las diversas partes de datos, en el ancho de banda de transmisión no puede ser superior a la longitud (número de portadoras de frecuencia) de las configuraciones de formación en la trama respectiva según se explicará, con más detalle, a continuación.

La Figura 3 ilustra una representación esquemática de una estructura, en el dominio temporal, de tramas 11, 11', 11'' según la presente invención. Cada trama 11, 11', 11'' comprende un símbolo de preámbulo (o símbolo de formación) 12, 12', 12'', uno o más símbolos de señalización 13, 13' y varios símbolos de datos 14, 14'. En consecuencia, en el dominio temporal, los símbolos de preámbulos o los símbolos de formación preceden a los símbolos de señalización los que preceden, a su vez, a los símbolos de datos. Cada trama 11, 11', 11'' puede presentar una pluralidad de símbolos de datos, en donde son posibles sistemas en los que el número de símbolos de datos en cada trama 11, 11', 11'' es variable. Los símbolos de preámbulos se utilizan en un aparato receptor 63 para realizar la sincronización temporal y a la larga, para tareas adicionales, tales como estimación del canal y/o cálculo de compensación de desplazamiento de frecuencia. Los símbolos de señalización 13, 13', contienen información de señalización, a modo de ejemplo, toda la información de capa física que se necesita por el aparato receptor 63 para decodificar las señales recibidas, tales como, sin limitación, los datos de señalización de L1. Los datos de señalización pueden comprender, a modo de ejemplo, la asignación del contenido de datos a las diversas configuraciones de datos, esto es, a modo de ejemplo, qué servicios, flujos de datos, modulación, ajustes de corrección de errores, etc., están situados en qué portadora de frecuencias, de modo que el aparato receptor 63 pueda obtener información para qué parte del ancho de banda de transmisión completo al que deberá sintonizarse. Además, los símbolos de señalización pueden contener datos de señalización que indican la compensación de la configuración de datos respectiva a partir de la configuración de formación o preámbulos y/o la configuración de señalización, de modo que el aparato receptor 63 pueda optimizar la sintonía a la parte deseada de la frecuencia de transmisión, de tal modo que se optimice la recepción de las configuraciones de formación y/o las configuraciones de señalización. El uso de la estructura de trama, según la presente invención, presenta la ventaja adicional de que dividiendo el flujo de datos en bloques lógicos, los cambios de la estructura de tramas pueden señalizarse de una trama a otra, en donde una trama precedente indica la estructura de trama cambiada de la o una de las tramas sucesivas. A modo de ejemplo, la estructura de trama permite un cambio sin discontinuidades de los parámetros de modulación sin crear errores.

Las Figuras 4A, 4B, 5A y 5B ilustran formas de realización, a modo de ejemplo, no limitadoras, de estructuras de preámbulos que podrían utilizarse en la presente invención. Ha de entenderse, sin embargo, que podrían utilizarse también otras estructuras de preámbulos posibles. La Figura 4A ilustra una representación, en el dominio de la frecuencia, de una configuración de formación o de preámbulo 15 en donde una pluralidad de portadoras de frecuencia 16 (en la configuración, a modo de ejemplo, ilustrada de 2048 portadoras), transmiten respectivamente una señal piloto. Dicho de otro modo, todas las portadoras de frecuencia de la configuración de formación 15 transmiten una señal piloto. La Figura 4B ilustra la configuración de formación de la Figura 4A después de la transformación en el dominio temporal. El símbolo de formación, en el dominio temporal, comprende una pluralidad de muestras del dominio temporal 17 (en la forma de realización, a modo de ejemplo, ilustrada son 2048 muestras) en una repetición única. Dicho de otro modo, el símbolo de formación en el dominio temporal no tiene ninguna repetición en las muestras del dominio temporal. La Figura 5A ilustra otra forma de realización, a modo de ejemplo, no limitadora de una configuración de preámbulo en el dominio de la frecuencia 18, que comprende una pluralidad de portadoras de frecuencia (en la realización, a modo de ejemplo, representadas por 512 portadoras). En la forma de realización, a modo de ejemplo, ilustrada, solamente cada cuarta subportadora transmite una señal piloto 19 y todas las demás subportadoras 20 no transmiten señales piloto. Después de la transformación en el dominio temporal, el preámbulo del dominio temporal o el símbolo de formación 21, ilustrado en la Figura 5B, muestra cuatro repeticiones 22, teniendo cada repetición 22 las muestras idénticas 23 (mismo valor y número). En la forma de realización, a modo de ejemplo, ilustrada, el símbolo de formación, en el dominio temporal, presenta una longitud de 2048 muestras temporales y cada repetición 22 comprende 512 muestras. La regla general es que el número de repeticiones, en el dominio temporal, corresponda a la tasa de repetición de las señales piloto en el dominio de la frecuencia. En caso de que la distancia de las señales piloto en el dominio de la frecuencia sea más alta, el número de repeticiones aumenta en el dominio temporal. Las repeticiones en el preámbulo del dominio temporal o símbolo de formación se denominan, a veces, símbolos de formación 'acortados'. En la forma de realización, a modo de ejemplo, representado en la Figura 5B, el símbolo del dominio temporal comprende, de este modo, cuatro símbolos de formación acortados. En algunas aplicaciones, puede ser conveniente utilizar secuencias de señales piloto de pseudo-

ruido con el fin de obtener configuraciones de señales de pseudo-ruido similares en el dominio temporal. Además, una así denominada secuencia de CAZAC (amplitud constante, cero, auto-correlación) podría utilizarse para las señales piloto o cualquier otra secuencia adecuada que proporcione configuraciones de señales similar a pseudo-ruido y que presenten buenas capacidades de correlación tanto en el dominio de la frecuencia como en el dominio temporal. Dichas secuencias permiten una sincronización temporal en un aparato receptor 63 de la presente invención. Además, dichas secuencias permiten una estimación de canal fiable en el aparato receptor 63 en caso de que el criterio de Nyquist se cumpla en la dimensión de la frecuencia. Además, dichas secuencias permiten un cálculo de compensación de la frecuencia y/o una estimación de canal en el aparato receptor 63.

Según se indicó con anterioridad, la presente invención sugiere una estructura de trama en el dominio de la frecuencia o una configuración de trama para el ancho de banda de transmisión completo del aparato transmisor 54, en donde las configuraciones de formación idénticas se repiten a través del ancho de banda de transmisión completo, esto es, inmediatamente adyacentes entre sí en la dirección de las frecuencias. La Figura 6 visualiza, de forma esquemática, dicha secuencia de configuraciones de formación idénticas y adyacentes 25, 26, 27, 28 en un ancho de banda de transmisión completo 24. Dicho de otro modo, la misma secuencia de las señales piloto se pone en correspondencia con la portadora de frecuencias de cada configuración de formación 25, 26, 27, 28 de modo que cada configuración de formación presente la misma longitud (o ancho de banda) y el mismo número de portadoras de frecuencia (en el supuesto de que las subportadoras de frecuencia son equidistantes y presentan, respectivamente, la misma longitud o ancho de banda). Ventajosamente, según se ilustra en la Figura 6, el ancho de banda de transmisión global 24 está igualmente dividido en las configuraciones de formación 25, 26, 27, 28 que presentan, respectivamente, la misma longitud. La longitud de las configuraciones de formación 25, 26, 27 y 28 corresponde también al ancho de banda de sintonía mínimo al que se pueden sintonizar el aparato receptor 63 de la presente invención con el fin de recibir señales, para poder garantizar que el aparato receptor 63 sea siempre capaz de recibir una configuración de formación completa para sincronización (y estimación de canal y/o cálculo de la compensación de desplazamiento de frecuencia).

Por lo tanto, la presente invención habilita un aparato receptor 63 para sintonizarse a cualquier posición dentro del ancho de banda de canal global 24 en una manera muy flexible, mientras que sigue siendo capaz de realizar una sincronización fiable estableciendo una correlación de las señales piloto recibidas, a modo de ejemplo, en un medio de correlación 67 del aparato receptor 63 según se ilustra en la Figura 18. De nuevo, la invención sugiere dividir el ancho de banda de frecuencia de transmisión completo 24 en segmentos o sub-bloques adyacentes que tengan, cada uno, una configuración de formación que contiene una repetición de la secuencia de señales piloto idéntica y en consecuencia, que presenten la misma longitud. La longitud de cada una de las configuraciones de formación corresponde, de este modo, ventajosamente, al ancho de banda al que puede sintonizarse al aparato receptor 63. A modo de ejemplo, según se ilustra en la Figura 18, el aparato receptor 63 comprende una interfaz de recepción 64, tal como una antena, una interfaz de recepción cableada o similar, para que las señales se reciban en un medio receptor 65 que comprende un sintonizador. Si el aparato receptor 63 se sintoniza a una parte del ancho de banda de transmisión que se adapta o coincide con una de las configuraciones de formación, la secuencia de señales piloto se recibe en el orden original. Si el aparato receptor 63 se sintoniza a una parte arbitraria del ancho de banda de transmisión o, a modo de ejemplo, entre dos configuraciones de formación, todavía se reciben todas las señales piloto de la configuración de formación; sin embargo, no en la secuencia original. No obstante, debido al comportamiento cíclico de las secuencias de señales piloto, están todavía presentes muy buenas propiedades de correlación, en particular si se utilizan secuencias de pseudo-ruido para las señales piloto en cada configuración de formación y el medio de correlación 67 del aparato receptor 63 de la presente invención sigue proporcionando buenos resultados cuando se realiza una auto-correlación, esto es, una correlación de las señales piloto recibidas con ellas mismas. Más concretamente, en los sistemas cableados, tales como los sistemas de cables, se espera que la auto-correlación proporcione buenos resultados debido a la alta relación de señal a ruido. Además, dichas secuencias permiten un cálculo de la compensación de la secuencia y/o una estimación de canal en el aparato receptor 63.

La Figura 7 ilustra una forma de realización, a modo de ejemplo, de un resultado de simulación para una secuencia de pseudo-ruido de 64 muestras para un sistema de multiportadoras sin segmentación de la configuración de formación, esto es, en donde el ancho de banda de transmisión sea idéntico al ancho de banda de recepción. El valor máximo de la correlación es claramente visible. La Figura 8 ilustra otra forma de realización, a modo de ejemplo, de un resultado de simulación para un sistema según la presente invención, en donde el ancho de banda de transmisión completo comprende configuraciones de formación idénticas y el receptor está sintonizado a una parte del ancho de banda de transmisión. En la simulación ilustrada en la Figura 8, el receptor fue sintonizado y coincidía idénticamente con el primer segmento, esto es, la primera configuración de formación del ancho de banda de transmisión completo. Dicho de otro modo, la simulación ilustra un resultado de auto-correlación para la situación en la que el receptor recibe las señales piloto de una configuración de formación en la secuencia original. De nuevo, el valor máximo de correlación es claramente visible. La Figura 9 ilustra ahora un resultado de simulación para el sistema representado en la Figura 8, en donde el receptor fue sintonizado para una posición entre dos configuraciones de formación, de modo que el receptor no recibió las señales piloto en la secuencia original, sino que recibió la última parte de una configuración de formación precedente antes de la primera parte de la configuración de formación sucesiva. Sin embargo, debido al comportamiento cíclico de las secuencias pilotos y de las configuraciones de formación es todavía posible obtener un valor máximo de auto-correlación que se ilustra en la Figura 9.

En caso de que el aparato receptor 63 conozca su posición de sintonización, esto es, conozca la compensación desde el inicio de una trama o desde el respectivo inicio de cada configuración de formación, un medio de redistribución 66 opcionalmente proporcionado podría redistribuir las señales piloto recibidas en la secuencia original y realizar una correlación cruzada sobre la base de una comparación con una versión memorizada de la configuración de formación prevista con el fin de obtener un resultado de correlación cruzada. Dicho resultado de correlación cruzada normalmente tendrá una mejor calidad que un resultado de auto-correlación, puesto que resulta menos afectado por el ruido. De este modo, para sistemas con bajas relaciones de señal a ruido, la correlación cruzada sería la mejor opción.

La Figura 10 ilustra una forma de realización, a modo de ejemplo, esquemática, de una representación en el dominio de las frecuencias de una estructura de trama o configuración 29 según la presente invención. La estructura de trama 29 cubre el ancho de banda de transmisión completo 24 en la dirección de las frecuencias y comprende al menos dos configuraciones de formación 30 adyacentes entre sí en la dirección de las frecuencias, transmitiendo cada una de ellas la secuencia idéntica de señales pilotos en las respectivas portadoras de frecuencia y presentando la misma longitud. En la forma de realización, a modo de ejemplo, ilustrada en la Figura 4, el ancho de banda de transmisión completo 24 está subdividido en cuatro configuraciones de formación 30, pero podría ser adecuado cualquier otro número mayor o menor de configuraciones de formación. En el aparato transmisor 54 de la presente invención según se ilustra en la Figura 17, un medio de mapeado piloto 55 está adaptado para la puesta en correspondencia de las señales piloto en las portadoras de frecuencia de cada configuración de formación. Ventajosamente, una secuencia de pseudo-ruido o una secuencia de CAZAC se utilizan para las señales piloto, pero cualquier otra secuencia con buenas propiedades de pseudo-ruido y/o correlación podrían ser adecuadas. Además, el medio de mapeado piloto 55 puede adaptarse para poner en correspondencia una señal piloto en cada portadora de frecuencias en las configuraciones de formación, según se explica en relación con la Figura 4.

Como alternativa, el medio de mapeado piloto 55 podría estar adaptado para poner en correspondencia una señal piloto en cada  $m$ -ésima portadora de frecuencia (siendo  $m$  un número natural mayor que 1) según se explica, a modo de ejemplo, en relación con la Figura 5. La longitud o el ancho de banda 39 de cada configuración de formación 30 es el mismo que el ancho de banda 38 al que puede sintonizarse el sintonizador del aparato receptor 63. Sin embargo, la parte del ancho de banda de transmisión a la que puede sintonizarse el sintonizador del aparato receptor 63, puede ser mayor que la longitud de la configuración de formación 30. Además de la correlación realizada en el medio de correlación 67 en el aparato receptor 63, las señales piloto recibidas pueden utilizarse además (después de la transformación en el dominio de las frecuencias en el medio de transformación 68) para una estimación de canal para las portadoras de frecuencia en la trama en un medio de estimación de canal 69, que proporciona un medio de demapeado 70 con la información de estimación de canal necesaria que permite un demapeado correcto de los datos en las señales de datos recibidas. Además, las señales piloto recibidas pueden utilizarse en el aparato receptor 63 para un cálculo de compensación de la frecuencia en un medio correspondiente que no se ilustra en la Figura 18.

La estructura o configuración de trama 29 comprende, además, al menos dos configuraciones de señalización 31 adyacentes entre sí en la dirección de las frecuencias que siguen a las configuraciones de formación 30 en la dirección del tiempo. Cada configuración de señalización 31 presenta la misma longitud y ancho de banda que la configuración de formación respectivamente precedente 30 y el inicio y el final de cada configuración de señalización 31, en la dirección de las frecuencias, son idénticos al inicio y el final de la respectiva configuración de formación precedente (a nivel del tiempo) 30, de modo que la estructura de frecuencia de las configuraciones de señalización 31 sea idéntica a la estructura de frecuencias de las configuraciones de formación 30. Dicho de otro modo, las configuraciones de señalización 31 están alineadas con las configuraciones de formación 30. El aparato transmisor 54 de la presente invención, ilustrado en la Figura 17, comprende un medio de mapeado de datos de señalización 57 que está adaptado para poner en correspondencia los datos de señalización en las portadoras de frecuencia de cada configuración de señalización 31. De este modo, cada configuración de señalización 31 comprende, a modo de ejemplo, la posición de la configuración de señalización 31 dentro de la trama. A modo de ejemplo, cada configuración de señalización 31, en cada trama, tiene y soporta los datos de señalización idénticos, con la excepción de la posición de la respectiva configuración de señalización en la trama, que es diferente en cada configuración de señalización 31 en una trama. Los datos de señalización son, a modo de ejemplo, datos de señalización L1 que contienen toda la información de la capa física que se necesita por el aparato receptor 63 para decodificar las señales recibidas. Sin embargo, cualesquiera otros datos de señalización adecuados pueden incluirse en las configuraciones de señalización 31. Las configuraciones de formación 31 podrían, a modo de ejemplo, comprender la posición de los respectivos segmentos de datos 32, 33, 34, 35, 36 de modo que un aparato receptor 63 conozca en dónde los segmentos de datos deseados están situados, de modo que el sintonizador del aparato receptor 63 pueda sintonizarse a la posición respectiva con el fin de recibir los segmentos de datos deseados. Según se ilustra en la Figura 18, el aparato receptor 63, después del medio de recepción 65 con el sintonizador, comprende un medio de transformación 68 para transformar las señales recibidas, en el dominio temporal, en el dominio de las frecuencias, en donde después de los datos de señalización (después de una reconstrucción opcional en un medio de reconstrucción 71), son demapeados en un medio de demapeado 72 y luego evaluados, en un medio de evaluación 73. El medio de evaluación 73 está adaptado para extraer la información de señalización necesaria y requerida a partir de los datos de señalización recibidos. Si fuera necesario, podrían proporcionarse configuraciones de señalización adicionales en la dirección del tiempo que siguen inmediatamente a las configuraciones de señalización 31.

La estructura o configuración de trama 29 comprende, además, al menos dos segmentos de datos que se extienden a través del ancho de banda de frecuencia completo 24 en la dirección de las frecuencias y que sigue a las configuraciones

de señalización 31 en la dirección del tiempo. En el intervalo temporal inmediatamente siguiente al intervalo temporal en el que están situadas las configuraciones de señalización 31, la estructura de trama 29 presenta varios segmentos de datos 32, 33, 34, 35, 36 y 37 con diferentes longitudes, esto es, un número diferente de respectivas portadoras de frecuencia en donde los datos son objeto de mapeado de correspondencia. La estructura de trama 29 comprende, además, segmentos de datos adicionales en intervalos temporales sucesivos, en donde las configuraciones de datos adicionales presentan, respectivamente, la misma longitud y número de portadoras de frecuencia que la configuración de datos respectivamente precedente a modo de ejemplo, las configuraciones de datos 32', 32'' y 32''' presentan la misma longitud que la primera configuración de datos 32. Las configuraciones de datos 33', 33'' y 33''' presentan la misma longitud que el segmento de datos 33. Dicho de otro modo, las configuraciones de datos adicionales presentan la misma estructura en la dimensión de las frecuencias que las diversas configuraciones de datos 32, 33, 34, 35, 36 y 37 en el primer intervalo temporal después de las configuraciones de señalización 31. De este modo, si el aparato receptor 63, a modo de ejemplo, se sintoniza con una parte 38 del ancho de banda de transmisión con el fin de recibir la configuración de datos 35, todas las configuraciones de datos sucesivas a nivel temporal 35', 35'' y 35''' que presentan la misma longitud que la configuración de datos 35 pueden recibirse de forma adecuada.

La estructura de configuraciones de datos flexible y variable de la configuración o estructura de trama 29, según se indica por la presente invención pueden, a modo de ejemplo, ponerse en práctica en el aparato transmisor 54 de la presente invención según se ilustra en la Figura 17 efectuando el mapeado de correspondencia de varios diferentes flujos de datos, a modo de ejemplo, con diferentes clases de datos y/o datos procedentes de diferentes fuentes, según se visualiza por los datos 1, datos 2 y datos 3 de derivación que se ilustran en la Figura 17. Los respectivos datos son luego objeto de mapeado en portadoras de frecuencia en respectivas configuraciones de datos por el medio de mapeado de datos respectivo 58, 58' y 58''. Según se indicó anteriormente, al menos algunas de las diversas configuraciones de datos pueden tener diferentes longitudes, esto es, diferentes números de portadoras de frecuencia en caso de que las portadoras de frecuencia sean equidistantes y presenten el mismo ancho de banda, respectivamente. Como alternativa, el número de configuraciones de datos en la dirección de las frecuencias puede ser el mismo que el número de configuraciones de formación, en donde la longitud (o ancho de banda) de cada una de las configuraciones de datos puede ser idéntica a la longitud de cada una de las configuraciones de formación y pueden alinearse entre sí (presentar la misma estructura en la dirección de las frecuencias). Como alternativa, cada configuración de datos podría tener la misma longitud y el número de las configuraciones de datos podría ser un múltiplo del número de las configuraciones de formación, mientras que siguen teniendo todavía la misma estructura de frecuencia y alineación. En consecuencia, a modo de ejemplo, 2, 3 o 4 o más configuraciones de datos se alinearían con cada una de las configuraciones de formación. Por lo general, la longitud de las configuraciones de datos necesita ser más pequeñas o, como máximo, igual al ancho de banda efectivo del receptor, de modo que las configuraciones de datos puedan recibirse en el aparato receptor 63. Además, el aparato transmisor 54 puede adaptarse para cambiar la estructura de las configuraciones de datos, p.e., la longitud y/o el número de las configuraciones de datos de forma dinámica. Como alternativa, la estructura de las configuraciones de datos podría ser fija o permanente.

Además, conviene señalar que las configuraciones de datos podrían comprender, ventajosamente, señales piloto mapeadas en correspondencia con algunas de las portadoras de frecuencia con el fin de permitir una estimación de canal fina en el lado de recepción. De este modo, la señal piloto podría dispersarse entre las portadoras con los datos en una configuración regular o irregular dependiendo de las circunstancias operativas.

En el aparato transmisor 54, las portadoras de frecuencia con las señales piloto desde el medio de mapeado piloto 55, las portadoras de frecuencia con los datos de señalización procedentes del medio de mapeado de señalización 57 y las portadoras de frecuencia con los datos procedentes de los diversos medios de mapeado de datos 58, 58', 58'' se combinan luego para una estructura o configuración de trama 29 según la presente invención en un medio de formación de trama 59.

Por lo general, la estructura de trama de la presente invención podría ser fija o permanente, esto es, el ancho de banda global así como la extensión de cada trama, en la dirección del tiempo, podría ser fija y siempre la misma. Como alternativa, la estructura de trama puede ser también flexible, esto es, el ancho de banda global y/o la extensión de cada trama, en la dirección del tiempo, podría ser flexible y cambiar, de vez en cuando, dependiendo de la aplicación deseada. A modo de ejemplo, el número de intervalos temporales con configuraciones de datos podrían cambiarse de forma flexible. De este modo, los cambios podrían señalizarse para un aparato receptor en los datos de señalización de las configuraciones de señalización.

Puede deducirse de la Figura 10, que la parte 38 a la que se sintoniza el aparato receptor 63, no coincide con la estructura de frecuencias de las configuraciones de formación 30 y las configuraciones de señalización 31. Sin embargo, según se explicó con anterioridad, debido a la naturaleza cíclica de la secuencia de señales piloto en las configuraciones de formación 30, el medio de correlación 67 del aparato receptor 63 es todavía capaz de realizar una auto-correlación (o correlación cruzada). Además, en esta situación ilustrada en la Figura 10, el aparato receptor 63 necesita tener conocimiento sobre la compensación de la parte 38 en relación con la estructura de frecuencias de la configuración de trama 29 con el fin de poder disponer las portadoras de señalización recibidas en la secuencia de señalización original de las configuraciones de señalización 31, lo que se realiza en un medio de reconstrucción 71. Esto se debe al hecho de que las configuraciones de señalización 31 presentan la misma longitud y estructura de frecuencias que las configuraciones de formación 30.

Durante la fase de puesta en servicio o la fase de inicialización del aparato receptor 63, el aparato receptor 63 se sintoniza con una parte de frecuencia arbitraria del ancho de banda de frecuencia global. En la forma de realización, a modo de ejemplo, no limitadora de un sistema de difusión de cable, la configuración de formación 30 podría presentar, a modo de ejemplo, un ancho de banda de 8 MHz. De este modo, durante la fase de puesta en servicio, el aparato receptor 63 es capaz de recibir una configuración de formación completa 30 en la secuencia original o reordenada así como una configuración de señalización completa 31 en la secuencia original o reordenada a partir de la configuración de formación recibida 30. El aparato receptor 63 es capaz de realizar una correlación en el medio de correlación 67 con el fin de obtener una sincronización temporal así como realizar una estimación de canal (normalmente una estimación de canal aproximada) en un medio de estimación de canal 69 y/o cálculo de compensación de la frecuencia después de una transformación de las señales en el dominio temporal recibidas en el dominio de las frecuencias en el medio de transformación 68. En el medio de evaluación 73 del aparato receptor 63, se evalúan los datos de señalización recibidos, a modo de ejemplo, la posición de la configuración de señalización recibida en la trama se obtiene de modo que el receptor pueda sintonizarse, de forma libre y flexible, a la posición de frecuencia respectivamente deseada, tal como la parte 38 se ilustra en la Figura 10. En la nueva posición de sintonía, que normalmente no coincidirá necesariamente con la estructura de frecuencia de las configuraciones de formación 30 y las configuraciones de señalización 31, el aparato receptor 63 es todavía capaz de realizar las funciones de sincronización, estimación de canal y cálculo de compensación de la frecuencia sobre la base de las señales piloto de las configuraciones de formación 30 debido a su naturaleza cíclica. Sin embargo, con el fin de ser capaces de evaluar adecuadamente los datos de señalización de las configuraciones de señalización 31, las señales de señalización recibidas han de reordenarse lo que se realiza según se describe en un medio de reconstrucción 71. La Figura 11 representa este reordenamiento en una forma de realización esquemática, a modo de ejemplo. La última parte 31' de una configuración de señalización anterior se recibe antes de la primera parte 31'' de una configuración de señalización sucesiva, en donde después de que el medio de reconstrucción 71 coloque la parte 31' después de la parte 31'' con el fin de reconstruir la secuencia original de los datos de señalización, en donde después de que la configuración de señalización reordenada sea evaluada en el medio de evaluación 73 después de un demapeado correspondiente de los datos de señalización desde las portadoras de frecuencia en el medio de un demapeado 72. Ha de recordarse que el contenido de cada configuración de señalización 31 es el mismo, por lo que este reordenamiento es posible.

Con frecuencia, un aparato receptor no proporciona una respuesta de frecuencia plana a través del ancho de banda de recepción completo al que está sintonizado el receptor. Además, un sistema de transmisión suele tener que hacer frente a una atenuación creciente en la parte más amplia de la ventana de ancho de banda de recepción. La Figura 12 ilustra una representación esquemática de una realización de la forma de filtro típica, a modo de ejemplo. Puede observarse que el filtro no es rectangular, de modo que, p.e., en lugar de un ancho de banda de 8 MHz, el aparato receptor solamente es capaz de recibir efectivamente un ancho de banda de 7.4 MHz. La consecuencia es que el aparato receptor 63 puede no ser capaz de realizar el reordenamiento de los datos de señalización según se describe en relación con la Figura 11 en caso de que las configuraciones de señalización 31 presenten la misma longitud y ancho de banda que el ancho de banda de recepción del aparato receptor 63, de modo que se pierden algunas señales y no pueden recibirse en el límite del ancho de banda de recepción. Con el fin de resolver este problema y otros problemas y con el fin de garantizar que el aparato receptor 63 sea siempre capaz de recibir una configuración de señalización completa en la secuencia original y no tenga que reordenar o redisponer las señales de señalización recibidas, la presente invención sugiere, de forma alternativa o adicional, utilizar configuraciones de señalización 31a que presenten una longitud reducida en comparación con las configuraciones de formación 30. La forma de realización, a modo de ejemplo, representada en la Figura 13, es sugerida para utilizar configuraciones de señalización 31a que tengan exactamente la mitad de la longitud de una configuración de formación 30, pero que siga teniendo la misma estructura de frecuencias que las configuraciones de formación 30. Dicho de otro modo, las respectivas dos (esto es, pares) de las configuraciones de señalización de longitud mitad 31a son objeto de coincidencia y alineación con cada una de las configuraciones de formación 30 según se ilustra en la Figura 13. De este modo, cada par de configuraciones de señalización 31a tendrían los datos de señalización idénticos incluyendo la posición de las configuraciones de señalización 31a en la trama respectiva. Sin embargo, en relación con los otros pares de configuraciones de señalización, en estos otros pares, puesto que tienen una respectiva posición diferente dentro de la trama, los datos de señalización serían idénticos con la excepción de la información de posición. En la anterior forma de realización, a modo de ejemplo, de cada configuración de formación 30 que presenta un ancho de banda o longitud de 8 MHz, la configuración de señalización 31a presentaría cada una, entonces, una longitud o ancho de banda de 4 MHz. De este modo, con el fin de garantizar que la misma cantidad de datos de señalización se puedan transmitir como antes, podría ser necesario añadir configuraciones de señalización de longitud mitad 31b adicionales en el intervalo temporal sucesivo a las configuraciones de señalización 31a y antes de las configuraciones de datos 32, 34, 35, 36 y 37. Las configuraciones de señalización adicionales 31b presentan la misma disposición / alineación de frecuencia y de tiempo que las configuraciones de señalización 31a, pero comprenden información de señalización adicional y diferente que la información de señalización contenida en las configuraciones de señalización 31a. De este modo, el aparato receptor 63 será capaz de recibir las configuraciones de señalización 31a y 31b de forma completa y el medio de reconstrucción 71 del aparato receptor está adaptado para combinar los datos de señalización de las configuraciones de señalización 31a y 31b con la secuencia original. En este caso, el medio de reconstrucción 71 en el aparato receptor 63 puede omitirse. También es posible proporcionar solamente un intervalo temporal con configuraciones de señalización de longitud mitad 31a si todos los datos de señalización necesarios pueden transmitirse en la longitud mitad y las configuraciones de señalización adicionales 31b

no son necesarias. Como alternativa, incluso las configuraciones de señalización con más de la longitud mitad podrían utilizarse en el intervalo temporal sucesivo después de las configuraciones de señalización 31b.

5 En general, conviene señalar (para todas las formas de realización de la presente invención) que la longitud (o el ancho de banda) de las configuraciones de formación, las configuraciones de datos y/o las configuraciones de señalización podrían adaptarse, p.e., podrían ser más pequeña o como máximo iguales a, el ancho de banda de recepción efectivo del aparato receptor 63, a modo de ejemplo, para el ancho de banda de salida del filtro de pasabanda de recepción, según se describió anteriormente.

10 Además, conviene señalar, en general, que las configuraciones de formación, las configuraciones de señalización y/o las configuraciones de datos de la estructura de trama descrita por la presente invención podrían comprender bandas de guarda adicionales, esto es, portadoras no utilizadas al principio y/o al final de la respectiva configuración o trama. A modo de ejemplo, cada configuración de formación podría comprender una banda de guarda al inicio y al final de cada configuración. Como alternativa, en algunas aplicaciones, podría resultar conveniente si solamente la primera configuración de formación en cada trama, en la configuración, a modo de ejemplo, de la Figura 10, la configuración de formación en la posición 39, podría comprender una banda de guarda solamente al inicio de la configuración y la última configuración de formación, en cada trama, podría comprender una banda de guarda solamente al final de la configuración. Como alternativa, en algunas aplicaciones, solamente la primera configuración de formación en cada trama, en la configuración, a modo de ejemplo, de las Figuras 10, la configuración de formación en la posición 39 podría comprender una banda de guarda al inicio así como al final de la configuración y la última configuración de formación, en cada trama, podría comprender una banda de guarda al principio así como al final de la configuración. La longitud de la banda de guarda, incluida en algunas o la totalidad de las configuraciones de formación, podría ser, a modo de ejemplo, más pequeña o como máximo igual a la compensación de frecuencia máxima a la que tiene que hacer frente al aparato receptor. En la configuración citada, a modo de ejemplo, de un ancho de banda de 8 MHz para cada configuración de formación, la banda de guarda podría, a modo de ejemplo, presentar una longitud de 250 a 500 kHz o cualquier otra longitud adecuada. Además, la longitud de cada una de las bandas de guarda incluidas en las configuraciones de formación podrían ser al menos la longitud de las portadoras que no se reciben en el aparato receptor debido a las características de filtrado según se describió en relación con la Figura 12. Además, en el caso de que las configuraciones de señalización presenten bandas de guarda, la longitud de cada una de las bandas de guarda, incluidas en las configuraciones de formación, podrían ser al menos la longitud de cada una de las bandas de guarda de las configuraciones de señalización.

De forma adicional o alternativa, cada configuración de señalización, esto es, las configuraciones de señalización 30, 31a y/o 31b, podría comprender una banda de guarda con portadoras no utilizadas al inicio y al final de cada configuración. Una configuración, a modo de ejemplo, para esta situación se ilustra en la Figura 15, que representa esquemáticamente varias configuraciones de señalización 31a dispuestas sucesivas unas a otras en la dimensión de las frecuencias, presentando cada una banda de guarda 31a' a su inicio y una banda de guarda adicional 31a'' en su final. A modo de ejemplo, en un sistema OFDM en donde el ancho de banda de transmisión global es un múltiplo de la longitud de configuración de formación de 8 MHz (modo 4nk: k es el tamaño de la ventana de Fourier de 1024 portadoras/ muestras, n=1, 2, 3, 4,...) y cada configuración de señalización presenta una longitud de 4 MHz, una sugerencia para la longitud de cada banda de guarda, al principio y al final de cada configuración de señalización, sería 343 portadoras de frecuencia (que es el número de portadoras no utilizadas en las configuraciones de datos al principio y al final de cada trama en cada modo 4nk). El número resultante para portadoras utilizables en cada configuración de señalización sería  $3584/2 - 2 \times 343 = 1106$  portadoras. Ha de entenderse, sin embargo, que estos números se utilizan solamente a modo de ejemplo y no pretenden ser limitadores en ningún sentido. En consecuencia, la longitud de cada una de las bandas de guarda, incluidas en las configuraciones de señalización, podrían ser al menos la longitud de las portadoras que no se reciben en el aparato receptor debido a las características de filtrado según se describió en relación con la Figura 12, de modo que la longitud de los datos de señalización, en cada configuración de señalización, es igual a (o puede ser más pequeño que) el ancho de banda efectivo del receptor. Conviene señalar que si están presentes configuraciones de señalización adicionales 31b, según se explica en relación con la Figura 13, presentarán las mismas bandas de guarda 31a' y 31a'' que las configuraciones de señalización 31a. además, las configuraciones de señalización 30 según se describen en relación con la Figura 13 podrían tener las bandas de guarda 31a' y 31a'' según se describe.

De forma adicional o alternativa, cada configuración de datos podría comprender una banda de guarda con portadoras no utilizadas al inicio y al final de cada configuración. Como alternativa, en algunas aplicaciones, solamente las respectivas primeras configuraciones de datos en cada trama en la dirección de las frecuencias, en la forma de realización, a modo de ejemplo, de las Figuras 10 y 13, las configuraciones de datos 32, 32', 32'', 32''' podrían comprender una banda de guarda solamente al inicio de la configuración de datos y las últimas configuraciones de datos, en cada trama en la dirección de las frecuencias, en la realización, a modo de ejemplo de las Figuras 10 y 13, las configuraciones de datos 37, 37', 37'', 37''' podrían comprender una banda de guarda al final de la configuración de datos. De este modo, la longitud de las bandas de guarda de las configuraciones de datos podrían ser, a modo de ejemplo, las mismas que la longitud de las bandas de guarda de las configuraciones de señalización si las configuraciones de señalización comprenden bandas de guarda y/o las bandas de guarda de las configuraciones de formación si las configuraciones de formación comprenden bandas de guarda.

65

Según se indicó anteriormente, los datos de señalización incluidos en las configuraciones de señalización 31, 31a y/o 31b (u otras configuraciones de señalización según la presente invención) comprenden la información de capa física, que permite a un aparato receptor 63, según la presente invención, obtener conocimientos sobre la estructura de trama y recibir y decodificar las configuraciones de datos deseadas. A modo de ejemplo no limitativo, los datos de señalización podrían comprender parámetros tales como el ancho de banda de transmisión completo o global, la longitud de la banda de guarda para las configuraciones de formación, la posición de la configuración de señalización respectiva dentro de la trama, la longitud de la banda de guarda para las configuraciones de señalización, la longitud de la banda de guarda para las configuraciones de datos, el número de tramas que constituyen una super-trama, el número de trama presente dentro de una super-trama, el número de configuraciones de datos en la dimensión de las frecuencias del ancho de banda de trama global, el número de configuraciones de datos adicionales en la dimensión del tiempo de una trama y/o datos de señalización individuales para cada configuración de datos en cada trama. De este modo, la posición de la respectiva configuración de señalización dentro de una trama puede indicar, p.e., la posición de la configuración de señalización en relación con las configuraciones de formación o en relación con la segmentación del ancho de banda global. A modo de ejemplo, en el caso de la Figura 10, en donde las configuraciones de señalización presentan la misma longitud, y están alineadas con las configuraciones de formación, los datos de señalización comprenden la indicación de si la configuración de señalización está situada en el primer segmento (p.e., el primer segmento de 8 MHz) o el segundo segmento, etc. En caso de que las configuraciones de señalización presenten la mitad de la longitud de las configuraciones de formación, según se explica, a modo de ejemplo, en relación con la Figura 13, cada par de configuraciones de señalización adyacentes presenta, entonces, la misma información de posición. En cualquier caso, el aparato receptor será capaz de sintonizarse a banda de frecuencia deseada en la trama sucesiva utilizando esta información de posición. Los datos de señalización individuales son un bloque separado de datos individualmente proporcionado para cada configuración de datos presente en la trama y pueden comprender parámetros tales como la primera portadora de frecuencia de la configuración de datos, el número de portadoras de frecuencia asignadas a la configuración de datos, la modulación utilizada para la configuración de datos, el código de protección de errores utilizado para la configuración de datos, la utilización de un intercalador temporal para la configuración de datos, el número de ranuras de frecuencia (portadoras de frecuencia que no se utilizan para la transmisión de datos en la configuración de datos) en la configuración de formación, la posición de las ranuras de frecuencia y/o la anchura de las ranuras de frecuencia. El medio de mapeado de señalización 57 del aparato transmisor 54 está adaptado para efectuar el mapeado de correspondencia con los datos de señalización en las portadoras de frecuencia de cada configuración de señalización. El medio de evaluación 67 del aparato receptor 63 está adaptado para evaluar los datos de señalización recibidos y para utilizar o reenviar la información incluida en los datos de señalización para el procesamiento adicional dentro del aparato receptor 63.

En caso de que los datos de señalización comprendan la información de señalización individual mencionada para cada configuración de datos presente en una trama, la estructura de las configuraciones de señalización soportan un número limitado máximo de configuraciones de datos en la dirección de las frecuencias por trama con el fin de restringir el tamaño de cada configuración de señalización a un tamaño máximo. De este modo, aunque el número de configuraciones de datos en la dirección de las frecuencias de cada trama podría cambiarse, de forma dinámica y flexible, esto sería verdadero, entonces, solamente dentro de un determinado número máximo de configuraciones de datos. Las configuraciones de datos adicionales, en la dirección del tiempo en cada trama, están respectivamente alineadas con las configuraciones de datos precedentes, según se explicó con anterioridad. De este modo, cada configuración de datos sucesiva adicional tiene la misma posición, longitud, modulación, etc., que la configuración de datos precedente, de modo que los datos de señalización para la configuración de datos precedente son también válidos para la configuración de datos sucesiva. De este modo, el número de configuraciones de datos adicionales, en la dirección del tiempo de cada trama, podría ser fijo o flexible y esta información podría incluirse también en los datos de señalización. De forma similar, la estructura de las configuraciones de señalización podrían soportar solamente un número limitado máximo de ranuras de frecuencia en cada configuración de datos.

De forma alternativa o adicional, con el fin de resolver el problema de que partes de las configuraciones de señalización 31 puedan no ser susceptibles de recepción en el aparato receptor 63, el aparato transmisor 54 podría comprender, de forma opcional, un medio de codificación de error 56 adaptado para añadir alguna clase de codificación de error, redundancia, tal como codificación de repetición, codificación de redundancia cíclica o similares para los datos de señalización que son objeto de mapeado en las portadoras de frecuencia de una configuración de señalización por el medio de mapeado de señalización 57. La codificación de error adicional permitiría al aparato transmisor 54 utilizar las configuraciones de señalización 31 en la misma longitud que las configuraciones de formación 30, según se ilustra en la Figura 10, puesto que el aparato receptor 63 es capaz, a modo de ejemplo, por intermedio del medio de reconstrucción 71, de realizar alguna clase de detección y/o corrección de errores con el fin de reconstruir la configuración de señalización original.

Para la forma de realización, a modo de ejemplo, mencionada de las configuraciones de señalización que presentan una longitud de 4 MHz y están alineadas con las configuraciones de formación (segmentos) de 8 MHz en un sistema OFDM, la siguiente tabla ilustra una realización, a modo de ejemplo, específica (no limitadora) de una estructura de señalización:

n de n4k			4 bits
N actual de n4k			4 bits
Longitud de intervalo de guarda			2 bits
Longitud de super-trama			16 bits
Número de trama			16 bits
Número de configuraciones de datos			5 bits (o 4 o 6 bits)
Configuraciones de datos en bucle con información individual sobre cada configuración de datos			
	n – número de segmento		4 bits
	Número de portadora inicial		12 bits
	Ancho de configuración de datos (número de portadora)		12 bits
	Módulo QAM configuración de datos		3 bits
	Tamaño de bloque LDPC		1 bit
	Tasa de código LDPC		3 bits
	Intercalador temporal admitido		1 bit
	Número de ranuras		2 bits
	Ranuras en bucle {		
		Número de portadora inicio	12 bits
		Ancho de ranura (número de portadoras)	12 bits
	} bucle de ranura final		
	Reproducción de PSI/SI		1 bit
} bucle de configuración de datos final			
Reservado			1 bit (o 0 o 2 bits)
CRC_32 MIP			32 bits

**Tabla 1: Estructura de señalización**

5 Ventajosamente, la estructura de trama puede tener un máximo de 32 configuraciones de datos por trama en la dimensión de la frecuencia, de modo que en un sistema con un ancho de banda global de 32 MHz (cuatro veces la longitud de configuración de formación de 8 MHz), cada configuración de datos presenta una longitud mínima de 1 MHz. El tamaño máximo resultante de una configuración de señalización es  $(48 + 32 + 32 (36 + 4 \cdot 24)) = 48 + 32 + 4224 = 4304$  bits. Una codificación de Reed Solomon acertada adecuada podría aplicarse a los datos de señalización. Los datos codificados podrían mapearse, a modo de ejemplo, en dos símbolos QPSK consecutivos o se podría utilizar cualquier otra modulación adecuada.

10 Como alternativa, la estructura puede tener un máximo de 64 configuraciones de datos por trama en la dimensión de la frecuencia, de modo que en un sistema con un ancho de banda global de 32 MHz (cuatro veces la longitud de configuración de formación de 8 MHz), cada configuración de datos tienen una longitud mínima de 0.5 MHz. El tamaño máximo resultante de una configuración de señalización es  $(48 + 32 + 64 (36 + 4 \cdot 24)) = 48 + 32 + 8448 = 8528$  bits. Una codificación de Reed Solomon acertada aplicada podría aplicarse a los datos de señalización. Los datos codificados podrían, a modo de ejemplo, mapearse en dos símbolos de 16-QAM consecutivos o podría utilizarse cualquier otra modulación adecuada.

15 Como alternativa, la estructura de trama puede tener un máximo de 16 configuraciones de datos por trama en la dimensión de las frecuencias de modo que en un sistema con un ancho de banda global de 32 MHz (cuatro veces la longitud de configuración de formación de 8 MHz), cada configuración de datos tiene una longitud mínima de 2 MHz. El tamaño máximo resultante de una configuración de señalización es  $(48 + 32 + 16 (36 + 4 \cdot 24)) = 48 + 32 + 2112 = 2192$  bits. Una codificación de Reed Solomon acertada adecuada podría aplicarse a los datos de señalización. Los datos

## ES 2 445 644 T3

codificados podrían, a modo de ejemplo, mapearse en un símbolo de QPSK o podría utilizarse cualquier otra modulación adecuada.

5 A continuación, se describen con más detalle los parámetros de los datos de señalización mencionados en la tabla 1 anterior:

10	a) n de n4k:	Define el ancho de banda de transmisión global del sistema 4nk propuesto como un múltiplo de 8 MHz
	n=1:	8 MHz
	n=2:	16 MHz
	n=3:	24 MHz
	n=4:	32 MHz
	.....	
15	b) n actual de n4k:	Indica la posición de la configuración de señalización decodificada dentro del canal n4k completo (trama)
	0000	reservado
20	0001	0...8 MHz (n=1)
	0010	8...16 MHz (n=2)
	0011	16...24 MHz (n=3)
	0100	24...32 MHz (n=4)
25	c) Longitud del intervalo de guarda:	Define la longitud de los intervalos de guarda (o bandas) para todas las configuraciones de datos así como para las configuraciones de señalización.
	00	GI = 1/64
	01	GI-1/128
30	10	GI= 1/256
	11	reservado
35	d) Longitud de super-trama:	Este parámetro describe el número de tramas que constituyen una super-trama
40	e) Número de tramas:	Permite un conteo de tramas dentro de una super-trama. Al inicio de cada super-trama se efectúa la reposición de este contador.
45	f) Número de configuraciones de datos:	Define el número de configuraciones de frecuencia en el ancho de banda de canal global.
50	g) n-Número de segmento:	Este parámetro indica la posición de la primera portadora de la configuración de datos (esto es, qué segmento de 8 MHz).
55	h) Número de portadora inicial:	Define la primera portadora de la configuración de datos. La numeración es relativa a la trama del segmento de 8 MHz relacionado
60	i) Ancho de configuración de datos:	Define el número de portadoras asignadas para la configuración de datos
65	j) QAM de configuración de datos:	Este parámetro indica la modulación de QAM para la configuración de datos
	000	16-QAM
	001	64-QAM
	010	256-QAM
	011	1024-QAM
	100	4096-QAM
	101	16384-QAM
	110	65536-QAM
	111	reservado
70	k) Tamaño de bloque de LDPC:	Definición del tamaño de bloque de LDPC:
	0	tamaño de bloque de 16 k
	1	tamaño de bloque de 64 k
75	l) Tasa de código LDPC:	Definición de la tasa de código LDPC (control de paridad de baja densidad) para la configuración de datos

		0000	2/3
		0001	3/4
		0010	4/5
5		0011	5/6
		0100	8/9
		0101	9/10
		0110-1111	reservado
10	m) Intercalador temporal utilizado:	Indica la utilización del intercalador temporal para esta configuración de datos.	
	n) Número de ranuras:	Define la presencia o número de ranuras en esta configuración de datos.	
15		00	sin ranura en esta configuración de datos
		01	1 ranura en esta configuración de datos
		10	2 ranuras en esta configuración de datos
		11	3 ranuras en esta configuración de datos
20	o) Inicio de ranura:	Define la primera portadora de la configuración de datos	
	p) Número de portadora:	La numeración es la relativa a la trama del segmento de 8 MHz relacionado.	
	q) Anchura de ranura:	Define el número de portadoras asignadas para la ranura.	
25	r) Reprocesamiento de PSI/SI:	Indica si el reprocesamiento de PSI/SI se realiza en el extremo de cabecera	
		0	reprocesamiento de PSI/SI inhibido
		1	reprocesamiento de PSI/SI habilitado
30	s) CRC_32 MIP:	Código CRC de 32 bit para el bloque de señalización L1	

Con el fin de garantizar una recepción todavía mejor de las configuraciones de señalización en el aparato receptor 63, la presente invención sugiere, además, optimizar la posición de sintonía del aparato receptor 63. En las formas de realización, a modo de ejemplo, ilustradas en las Figuras 10 y 13, el receptor está sintonizado a una parte 38 del ancho de banda de transmisión centrando la parte 38 en torno al ancho de banda de frecuencia de las configuraciones de datos a recibirse. Como alternativa, el aparato receptor 63 podría sintonizarse de modo que la recepción de la configuración de señalización 31 sea optimizada colocando la parte 38 de modo que una parte máxima de una configuración de señalización 31 se reciba aunque la configuración de datos deseada no esté todavía completamente recibida. Como alternativa, la presente invención sugiere que la longitud de las configuraciones de datos respectivas no debe ser diferente de la longitud de las configuraciones de preámbulo respectivas 30 y las configuraciones de señalización 31 en más de un determinado porcentaje, a modo de ejemplo, un 10%. Una realización, a modo de ejemplo, para esta solución puede encontrarse en la Figura 14. Los límites entre las configuraciones de datos 42, 43, 44 y 45 no se desvían (en la dirección de las frecuencias) respecto a los límites de separación entre configuraciones de preámbulos 30 y las configuraciones de señalización 31 en más de un determinado porcentaje, tal como (pero sin limitación), un 10%. Este pequeño porcentaje puede corregirse luego por la codificación de error adicional antes citada en las configuraciones de señalización 31.

La Figura 16 ilustra una representación en el dominio temporal de una forma de realización, a modo de ejemplo, de la trama 47 según la presente invención. En el aparato transmisor 54, después de que se generara la estructura o configuración de trama en el medio de formación de tramas 59, la configuración de trama en el dominio de las frecuencias se transforma en el dominio temporal mediante un medio de transformación 60. Una forma de realización, a modo de ejemplo, de una trama en el dominio temporal resultante se ilustra ahora en la Figura 16. La trama 47 comprende un número de símbolos de formación acortados 48 que resultan de un mapeado de señales piloto solamente en cada  $m$ -ésima portadora de frecuencia (siendo  $m$  un número natural mayor o igual que 2) por un medio de mapeado piloto 55, seguido por un intervalo de guarda 49, un símbolo de señalización 50, un intervalo de guarda adicional 51 y un número de símbolos de datos 52, que están respectivamente separados por intervalos de guarda 53. Aunque la situación de que solamente un símbolo de señalización único esté presente en el dominio temporal corresponde a una forma de realización, a modo de ejemplo, ilustrada en la Figura 10, en donde solamente un intervalo temporal único con configuraciones de señalización está presente en la estructura de trama en el dominio de las frecuencias, la configuración, a modo de ejemplo, ilustrada en la Figura 13, con dos intervalos temporales con configuraciones de señalización 31a y 31b, respectivamente, darían lugar a la presencia de dos configuraciones de señalización en el dominio temporal, que están separadas, a la larga, por un intervalo de guarda. Los intervalos de guarda podrían, a modo de ejemplo, ser extensiones cíclicas de las partes útiles de los símbolos respectivos. La fiabilidad de la sincronización podría mejorarse, en general, invirtiendo el último símbolo de formación, esto es, invirtiendo la fase del último símbolo de formación con respecto a los símbolos de formación precedentes (que tienen todos ellos la misma fase). En la forma de realización, a modo de ejemplo, de un sistema OFDM, los símbolos de señalización y los símbolos de datos, incluyendo

5 sus bandas de guarda eventualmente proporcionadas, podrían presentar, respectivamente, la longitud del símbolo OFDM. Las tramas en el dominio temporal se reenvían luego a un medio de transmisión 61 que procesa la señal en el dominio temporal dependiendo del sistema de multiplexoras utilizado, a modo de ejemplo, efectuando una conversión ascendente de la señal a la frecuencia de transmisión deseada. Las señales de transmisión se transmiten luego por intermedio de una interfaz de transmisión 62 que puede ser una interfaz cableada o una interfaz inalámbrica, tal como una antena o dispositivo similar.

10 El número de símbolos de formación acortados 48, en la trama 47, dependerá de la puesta en práctica requerida y del sistema de transmisión utilizado. A modo de ejemplo no limitativo, el número de símbolos de formación acortados 48 podría ser 8, que es una buena solución de compromiso entre la complejidad de la correlación y la fiabilidad de sincronización.

15 La Figura 16 ilustra, además, que un número respectivo de tramas podría combinarse para super-tramas. El número de tramas por super-trama, esto es, la longitud de cada super-trama en la dirección del tiempo, podría ser fijo o podría variar. En consecuencia, podría existir una longitud máxima hasta la que podría establecerse dinámicamente las super-tramas. Además, podría ser conveniente si los datos de señalización en las configuraciones de señalización para cada trama en una super-trama son los mismos y si cambios en los datos de señalización solamente ocurren desde una super-trama a otra super-trama. Dicho de otro modo, las funciones de modulación, codificación, número de configuraciones de datos, etc., serían las mismas en cada trama de una super-trama, pero podrían ser diferentes luego en la super-trama sucesiva. A modo de ejemplo, la longitud de las super-tramas en los sistemas de difusión podría ser más larga puesto que los datos de señalización podrían no cambiar con tanta frecuencia y en el sistema interactivo, la longitud de super-trama podría ser más corta, puesto que una optimización de los parámetros de transmisión y de recepción podría realizarse sobre la base de la realimentación operativa desde el receptor al transmisor.

25 Los elementos y funcionalidades del aparato transmisor 54, del que un diagrama de bloques se ilustra en la Figura 17, se han explicado con anterioridad. Ha de entenderse que una puesta en práctica real del aparato transmisor 54 contendrá elementos y funcionalidades adicionales necesarias para el funcionamiento real del aparato transmisor en el sistema respectivo. En la Figura 17, solamente los elementos y medios necesarios para la explicación y el entendimiento de la presente invención son ilustrados. Lo mismo es cierto para el aparato receptor 63, del que un diagrama de bloques se ilustra en la Figura 18. La Figura 18 solamente ilustra elementos y funcionalidades necesarios para el conocimiento de la presente invención. Elementos adicionales serán necesarios para un funcionamiento real del aparato receptor 63. Ha de entenderse, además, que los elementos y funcionalidades del aparato transmisor 54 así como el aparato receptor 63 pueden ponerse en práctica en cualquier clase de dispositivo, aparato, sistema y elementos similares adaptados para realizar las funcionalidades descritas y reivindicadas por la presente invención.

35 La presente invención se refiere, además, a una estructura de trama (y un aparato transmisor y receptor correspondientemente adaptado y a un método según se describió con anterioridad) que, como una alternativa a las formas de realización anteriormente descritas, tenga un número (dos o más) configuraciones de datos en donde al menos una configuración de datos tenga una longitud que sea diferente de la longitud de las otras configuraciones de datos. Esta estructura de configuraciones de datos con una longitud variable puede combinarse con una secuencia de configuraciones de formación con longitudes y contenidos idénticos según se describió anteriormente o con una secuencia de configuraciones de formación en donde al menos una configuración de formación presenta una longitud y/o un contenido diferente de las otras configuraciones de formación, esto es, una longitud de configuración de formación variable. En ambos casos, el aparato receptor 63 necesitará alguna información sobre la longitud de la configuración de datos variable, que podría transmitirse por intermedio de un canal de datos de señalización separado o por medio de datos de señalización incluido en las configuraciones de datos de señalización comprendidos en la estructura de trama según se describió anteriormente. En este último caso, podría ser posible una puesta en práctica si la primera configuración de formación y la primera configuración de señalización, en cada trama, tienen siempre la misma longitud, de modo que el aparato receptor pueda obtener siempre la información sobre las configuraciones de datos variables recibiendo las primeras configuraciones de formación y configuraciones de señalización en cada una o las tramas necesarias. Por supuesto, otras puestas en práctica podrían ser posibles. De no ser así, el resto de la anterior descripción en relación con las configuraciones de formación, las configuraciones de datos y las configuraciones de señalización así como las posibles puestas en práctica del aparato transmisor 54 y del aparato receptor 63 es todavía aplicable.

## 55 1. Resumen ejecutivo

60 La siguiente descripción es una sugerencia para una puesta en práctica ventajosa de la presente invención en un futuro sistema de difusión de vídeo digital basado en cable, tal como (sin limitación) DVB-C2. El reciente desarrollo de normas de capa física de la segunda generación para la transmisión vía satélite (DVB-S2) y terrestre (DVB-T2) ha aportado una necesidad para los operadores de cables para proporcionar un rendimiento técnico competitivo y mejorado y una flexibilidad para los servicios interactivos y de difusión digital que pueden conseguirse utilizando la norma DVB-C de la primera generación actual.

65 El objetivo de esta sugerencia es dar a conocer una solución de sistema completa para los requisitos futuros, actuales y previstos, de las redes de cables, pero podría aplicarse también a las redes terrestres.

Esta sugerencia permite una mejora importante en el rendimiento y flexibilidad del sistema mediante varias nuevas y mejoradas características:

- 5       • Sistema de modulación OFDM flexible y muy eficiente:
  - Utilización no solamente de la trama de frecuencia de 8 MHz, sino también mayores anchos de banda con múltiplos especificados de 8 MHz que permiten la realización de un sistema de transmisión espectralmente muy eficiente.
  - 10      ○ La recepción basada en segmentos de frecuencia para permitir la puesta en práctica del receptor efectiva respecto al coste y una mejora de la flexibilidad del sistema.
  - 15      ○ La formación de ranuras de subportadoras de OFDM para soportar una protección eficiente de servicios terrestres (relacionados con la seguridad) (radiación acumulada de redes de cables perturban los servicios terrestres).
  - 20      • La modulación de alto orden de subportadoras OFDM proporciona un incremento notable en el rendimiento sobre los sistema de DVB-C actuales
    - Hasta 69.8 Mbits utilizando módulo de subportadora de 1024 QAM (en ancho de banda de recepción de 8 MHz)
    - 25      ○ Hasta 83.7 Mbits utilizando la modulación de subportadora de 4096 QAM (en ancho de banda de recepción de 8 MHz).
  - 30      • Codificador-decodificador (códec) de LDPC reutilizado desde DVB-S2 y DVB-T2 con tasas de código optimizadas para un sistema de cable que proporciona una ganancia mayor que 3 dB sobre la codificación actual y la compatibilidad operativa con los sistemas DVB de la segunda generación.
  - 35      • Soporte para transcodificación de servicios por satélite y terrestres para sistemas de cable.
  - 35      • Soporte para varios formatos de flujo de entrada (flujos de transporte (TS) únicos y/o múltiples en encapsulación de flujo genérico (GSE))
  - 40      • Optimización del rendimiento en donde estén disponibles canales de retorno.
    - Baja latencia del sistema para soportar servicios interactivos.
    - 40      ○ Adaptación de subportadoras OFDM para optimizar el rendimiento dependiendo de la posición y segmento de frecuencia de las condiciones específicas de SNR.

Esta sugerencia operativa es una propuesta de sistema completo y se refiere a todos los aspectos de los requisitos. Una comparación detallada para los requisitos relacionados con C2 se proporciona junto con la descripción de la tecnología en el apartado 5.

Se utilizan las abreviaturas siguientes:

50	ACM	Modulación y codificación adaptativa
	AWGN	Ruido gaussiano blanco aditivo
	BCH	Código de bloque binario de corrección de errores múltiples de Bose-Chaudhuri-Hocquenghem
	CAZAC	Forma de onda de auto-correlación cero de amplitud constante
	CCM	Modulación y codificación de constantes
	CRC	Control de redundancia cíclica
55	FEC	Corrección de error en sentido directo
	GI	Intervalo de guarda
	GS	Flujo genérico
	GSE	Encapsulación de flujo genérico
	GSM	Sistema global para comunicación móvil
60	LDPC	Código de control de paridad de baja densidad
	OFDM	Multiplexación por división en frecuencia ortogonal
	PAPR	Reducción de potencia máxima a media
	PSI/SI	Información específica de programa/información de servicio
	QAM	Modulación de amplitud en cuadratura
65	QoS	Calidad de servicio
	RF	Radiofrecuencias

SMATV	Televisión de antena maestra satélite
SNR	Relación de señal a ruido
TS	Flujo de transporte
VCM	Codificación y modulación variable
VoD	Vídeo sobre demanda

5

10 Ha de entenderse que todas las funcionalidades y requisitos descritos a continuación se pueden poner en práctica en los medios y elementos respectivamente adecuados del aparato transmisor 54 ilustrados y descritos en relación con la Figura 17 y/o el aparato receptor 63 ilustrado y descrito en relación con la Figura 18. Además, ha de entenderse que la descripción detallada a continuación de una puesta en práctica preferida no está prevista para restringir el alcance de protección de la presente invención según se define en las reivindicaciones.

**2. Descripción general del sistema**

**15 2.1 Sistema *n4k* flexible**

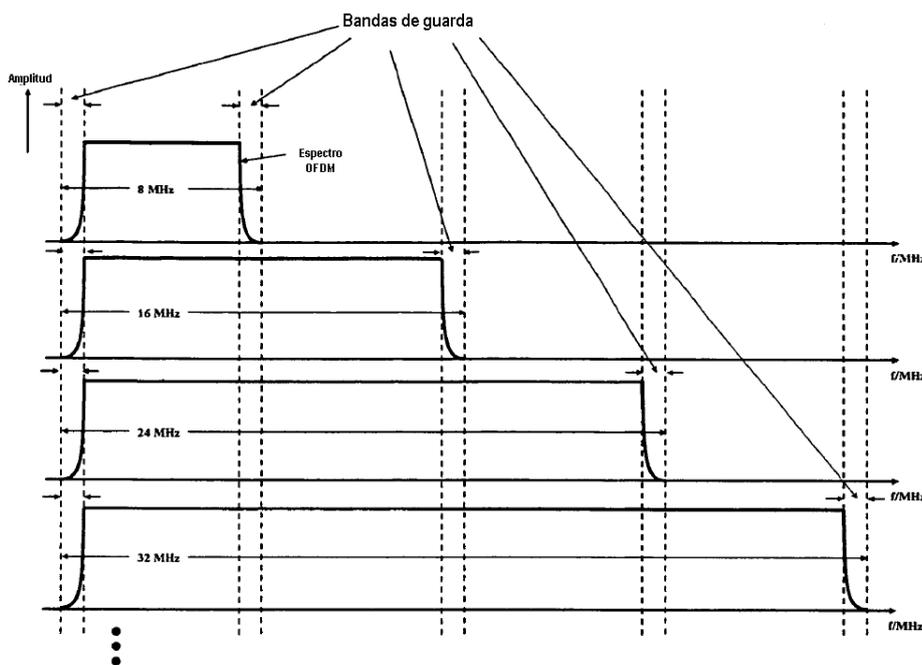
El sistema propuesto incluye un alto nivel de flexibilidad con respecto al mapeado de los diferentes formatos de entrada (GSE y TS únicos/múltiples) en la subportadoras OFDM.

20 El concepto básico es reunir en haces y multiplexar tantos flujos de entrada como sea posible en un número relacionados de subportadoras OFDM que globalmente no supere el ancho de banda máximo del sintonizador en el lado del receptor (p.e., 8 MHz, incluyendo las bandas de guarda relacionadas). Esto último se define como un segmento de datos de frecuencias.

25 Un subcanal indica un bloque de ancho de banda de 8 MHz de la trama de canal de cable existente. El ancho de banda de DVB-C actual (esto es, 8 MHz) puede utilizarse como un canal único. Sin embargo, con el fin de aumentar la eficiencia del espectro adicional de *n* subcanales OFDM de un ancho de 8 MHz pueden combinarse o “disponerse en haces” juntos para crear un canal mayor. Varios segmentos de datos de frecuencias pueden combinarse dentro de un canal. No existe ninguna asignación de ancho de banda de frecuencias fijo para segmentos de frecuencias, no estando necesariamente alineados con los subcanales de 8 MHz.

30 La eficiencia espectral se aumenta puesto que las bandas de guarda del espectro OFDM se utilizan solamente una vez en cada lado del ancho de banda de canal global. La forma espectral de la banda de guarda con cambia con diferentes anchos de banda de canal. La Figura 19 ilustra diferentes realizaciones, a modo de ejemplo, del ancho de banda del canal con las bandas de guarda relacionadas.

35



**Figura 19: Ancho de banda, a modo de ejemplo, de los canales de DVB-C2 OFDM propuestos**

40 Es evidente que cuanto más alto es el ancho de banda del canal global tanta más baja es la carga espectral de las bandas de guarda. El límite superior del ancho de banda de canal global depende de la tecnología disponible

(convertidor D/A) en el lado del extremo de cabecera. La tabla 22 ilustra el porcentaje de sobrecarga para diferentes anchos de banda de espectro OFDM si se aplica la misma conformación de banda de guarda:

Ancho de banda de canal OFDM	Carga de banda de guarda
8 MHz	5.1%
16 MHz	2.5%
24 MHz	1.7%
32 MHz	1.2%
...	...

5 **Tabla 2: Sobrecarga de banda de guarda para diferentes ancho de banda de espectro OFDM**

10 El ancho de banda del segmento de datos de frecuencia no está relacionado con ninguna trama de frecuencia fija y puede ajustarse en una forma directa en función de la demanda de ancho de banda de los flujos de entrada. El único requisito es que el número de subportadoras asignadas no supere el ancho de banda del sintonizador en el lado del receptor. Una multiplexación estadística se aplica sobre el segmento de datos y las ventajas de los anchos de banda que sean las mayores posibles.

15 El ancho de banda de canal global debe ser un múltiplo  $n$  de trama de subcanal (8 MHz). Esto permite una planificación de red simple así como tamaños de etapas de sintonía suficientemente grandes en el sintonizador del receptor.

La modulación de OFDM se deriva del modo de funcionamiento de 4k utilizado en DVB-H/T2, que se extiende a un múltiplo de la trama de subcanal. El sistema se denomina, por lo tanto, un sistema de  $n4k$ , (indicando  $n$  el número de bloques de modulación 4k en haces).

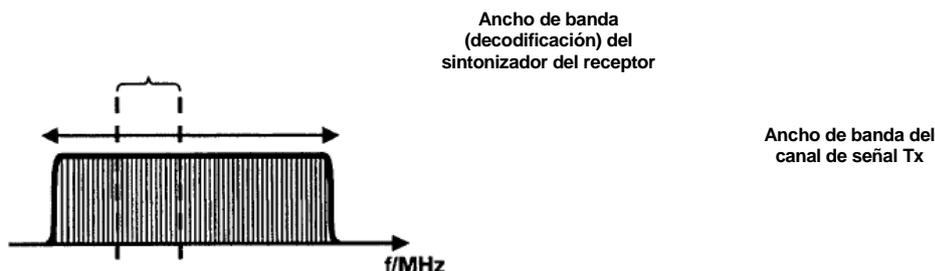
20 **2.2 Recepción de OFDM parcial**

Para permitir una puesta en práctica del receptor que sea productiva, se propone una recepción de OFDM basada en segmentos de frecuencia.

25 La recepción de OFDM segmentada con tamaños de segmentos fijos ha sido ya actualmente desarrollada con éxito operativo en ISDB-T. En estos sistemas, la recepción de segmentos individuales o de segmentos combinados es posible. La aplicación principal en ISDB-T es proporciona una recepción móvil así como una recepción terrestre fija dentro de un solo canal de RF.

30 El sistema de C2 propuesto contiene una asignación ajustable arbitraria de bloques de subportadoras, según se ilustra en la Figura 20. El extremo de cabecera C2 propuesto es capaz de calcular, para cada super-trama, la distribución específica del flujo de entrada y el conjunto de segmentos de frecuencia de todas las subportadoras de OFDM. En condiciones ideales, cada flujo de entrada o cada grupo de flujos de entrada es objeto de mapeado con el subgrupo relacionado de subportadoras de OFDM. El número de subportadoras asignadas puede derivarse directamente de la tasa de datos de entrada. Esto incluye la sobrecarga combinada de adaptación de modos, adaptación de flujos y codificación de FEC y la ganancia debida a la modulación de QAM.

35 La utilización compartida del canal OFDM global en diferentes segmentos de frecuencias (también denominado segmentos o configuraciones de frecuencias) se define por la señalización L1 (sección 3.7.2). El receptor se sintoniza a la frecuencia que contiene el segmento de datos de frecuencia deseado. La demodulación de OFDM parcial se aplica al espectro de recepción de 8 MHz seleccionado.



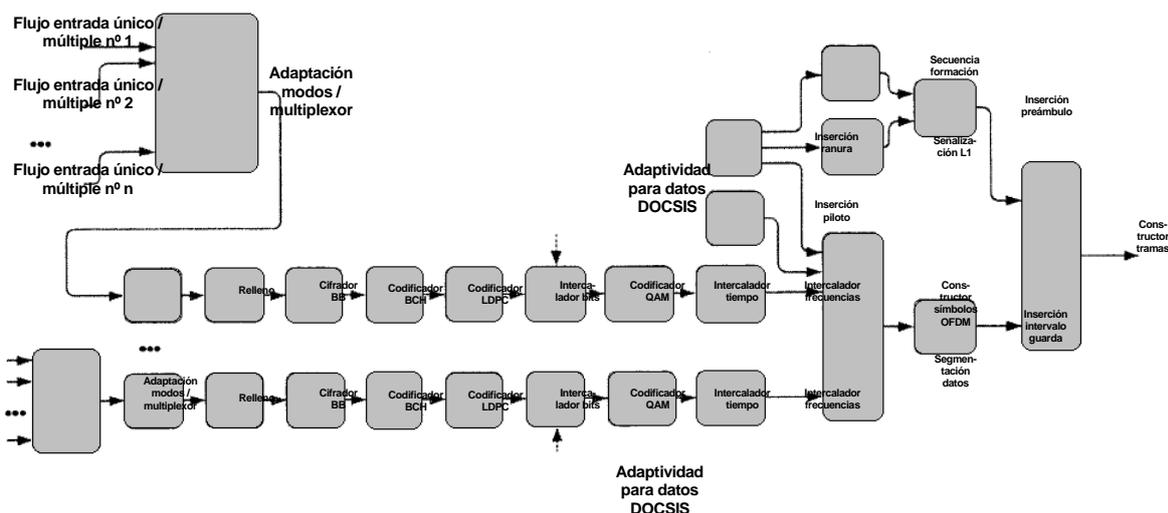
45

**Figura 20: Recepción parcial de una señal de transmisión OFDM más amplia**

Nota: La anchura del segmento de datos de frecuencia podría ser más pequeño que el ancho de banda de recepción del receptor. En este caso, el receptor selecciona después de la demodulación de OFDM, solamente la información de las subportadoras pertinentes y la reenvía a las secciones de decodificación siguientes.

**2.3 Descripción general del sistema C2**

La siguiente Figura 21 ilustra el diagrama de bloques de capa superior del sistema C2 propuesto:



**Figura 21: Diagrama de bloques de nivel superior del sistema C2 propuesto**

En una primera etapa en el sistema de transmisión propuesto, los diferentes flujos de entrada (TS o GS único o múltiple) son objeto de fusión y empaquetado para paquetes de banda base similares a DVB-S2. Esta clase de adaptación de modos permite un ajuste específico del flujo (esto es, TS o GS) del nivel de robustez operativa deseado. Es posible aplicar un TS o GS único en un número bastante pequeño de subportadoras de OFDM. Sin embargo, con fin de aumentar la diversidad del subcanal (esto es, aplicando el intercalador de frecuencia a través de un gran número de subportadoras) es conveniente formar haces de tantos flujos de entrada como sea posible para aproximarse al ancho de banda máximo posible (esto es, ancho de banda del sintonizador en el lado del receptor).

La siguiente etapa es la etapa de adaptación de flujos que realiza el relleno (si fuera necesario) y se aplica al cifrado de banda base antes de que se aplique la código de FEC.

La etapa de codificación de FEC comprende un codificador de BCH, un codificador de LDPC así como una unidad de intercalador de bits, similar a las utilizadas en DVB-T2. El tamaño de bloques de salida normal del decodificador de LDPC es 64800 bits. Sin embargo, con el fin de soportar una baja latencia (p.e., según se requiere por, p.e., servicios interactivos), tamaños de bloques LDPC más cortos son también soportados (esto es, 16200 bits como es conocido a partir de la norma DVB-T2).

Con el fin de eliminar límites inferiores de errores para altas constelaciones de QAM (1024- QAM y superiores) se utiliza un BCH ajustado con corrección de error de 12 bits.

A continuación, las tramas FEC codificadas de LDPC entran en la etapa de BICM (Modulación codificada con intercalado de bits). En este caso, la salida del codificador LDPC es intercalado con bits como en DVB-T2 con la concatenación de intercalado de paridad seguida por el intercalado de torsión de columna y un demultiplexador. Las extensiones del intercalador de bits para las nuevas constelaciones de QAM más altas se incluyen en este documento.

Más adelante, el codificador QAM establece un mapeado de correspondencia con los bits entrantes en símbolos de QAM complejos. El mapeado de QAM está basado en la codificación de Gray y una extensión del mapeado de T2 para 1024-QAM y 4096-QAM se propone.

Para proporcionar ajustes flexibles para hacer frentes a los diferentes requisitos y entornos, se puede modificar la modulación y los parámetros de FEC. El sistema propuesto proporciona dos modos operativos diferentes:

- Para los flujos de difusión, los ajuste de la modulación y de la codificación para cada segmento de datos (esto es, el número relacionado de subportadoras de OFDM) se ajusta exclusivamente en el lado del transmisor. Los

ajustes se seleccionan para garantizar el nivel de calidad de servicio dentro de la red completa. La modulación y codificación para segmento de datos puede cambiarse desde super-trama a super-trama. Cada subportadora dentro de un segmento de datos (también denominado segmento o configuración de datos) tiene la misma modulación y codificación.

- Si la red de cable proporciona un canal de retorno, el receptor puede informar al transmisor sobre su condición de SNR con el fin de optimizar la modulación y codificación elegidas. Esto es de particular importancia para optimizar el rendimiento para los servicios interactivos punto a punto (basados en IP, p.e., tráfico de Internet DOCSIS o de vídeo sobre demanda VoD). Más pequeñas conexiones de multidifusión podrían beneficiarse también de la información de SNR si el transmisor selecciona la modulación y la codificación en función del receptor con el SNR global más desfavorable en el segmento de datos relacionado.

La siguiente etapa es un intercalador temporal que puede reducir el impacto del ruido impulsivo y de otras ráfagas de ruido. El intercalador temporal está alineado para la longitud de trama global y puede desactivarse para servicios críticos en el tiempo, tales como servicios interactivos que requieran baja latencia.

El intercalado de frecuencias se utiliza para promediar la fluctuación de la relación de señal a ruido SNR a través del ancho del segmento de frecuencia. Aunque la arquitectura básica está basada en el intercalador de frecuencia a partir de DVB-T y DVB-T2, el ancho del intercalador de frecuencia es variable y se hace coincidir con el número de subportadoras que están asignadas por el segmento de datos específico. El mapeado y demapeado de memoria específica del intercalador de frecuencias, en el transmisor, así como en el lado del receptor, puede realizarse fácilmente durante la operación.

La señal de salida de cada intercalador de símbolos es mapeada, a continuación, en un segmento de datos (también denominado configuración de datos):

El constructor de símbolos de OFDM combina todos los flujos entrantes diferentes mediante el mapeado de correspondencia de su totalidad en el número necesario relacionado de subportadoras, incluyendo la inserción de la configuración piloto adecuada.

El número global de subportadoras para un símbolo OFDM aumenta con un número creciente de canales de 8 MHz en haces (sistema  $n4k$ ). La alineación de estos segmentos de datos no tiene ninguna restricción de segmentación, según se ilustra en la Figura 22. El único requisito es que el ancho de un segmento de datos (esto es, el número de subportadoras asignadas) no debe ser superior al ancho de banda del receptor (esto es, 8 MHz respectivamente en el ancho de banda de paso del extremo frontal del receptor).

Ancho de banda de canal global ( $n4k$  OFDM)

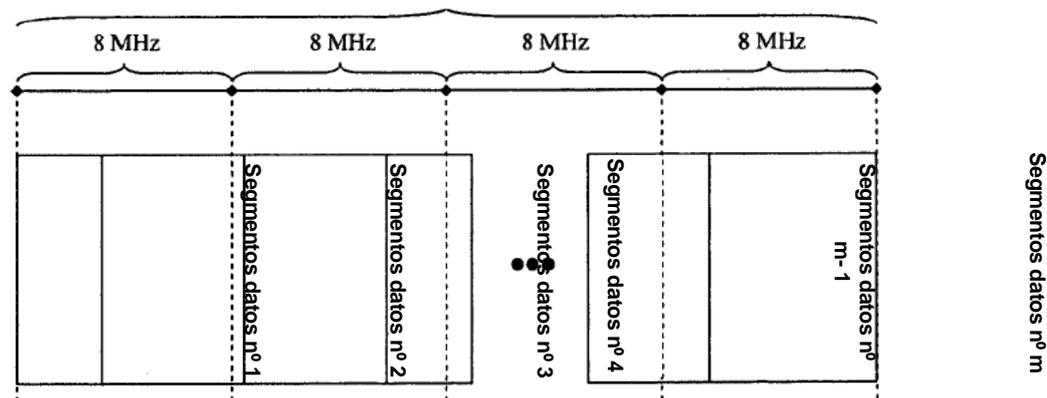


Figura 22: Segmentación de datos en el ancho de banda de canal global (canal de 32 MHz a modo de ejemplo)

La segmentación de frecuencia propuesta proporciona un mapeado muy eficiente de la acumulación de la demanda de ancho de banda de todos los flujos de entrada diferentes en un ancho de banda grande global sin ninguna carga de relleno importante.

En adelante, un intervalo de guarda se propone para cada símbolo OFDM. Este documento ofrece tres diferentes longitudes de intervalo de guarda para proporcionar la posibilidad de optimizar el intervalo de guarda para el entorno específico de la red (esto es, longitud de eco máxima).

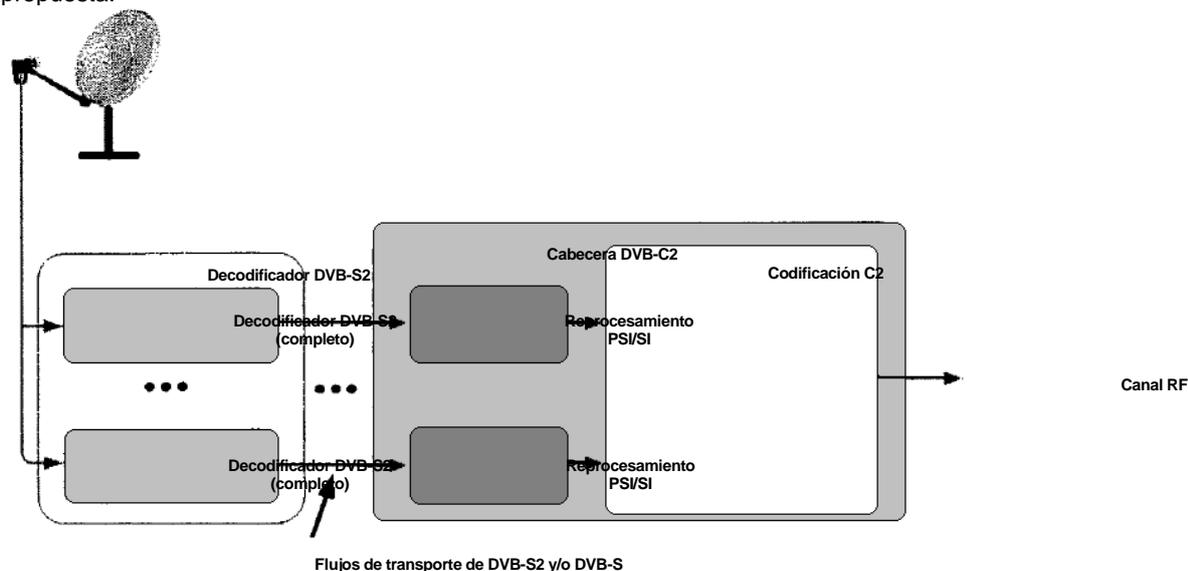
En la sección de entramado final, cada uno de los 320 símbolos OFDM de datos se separan por un preámbulo, que está constituido por una fase de secuencia de formación (que permite todas las funciones de sincronización así

como de estimación de canal inicial importantes) y dos símbolos de señalización L1 modulados en 16.QAM (que contiene toda la información de capa física importante para la trama de posterior entrada).

## 2.4 Transcodificación de servicios de DVB-S / DVB-S2

Para la transcodificación de flujos de satélite en redes de cables C2, el diagrama de bloques ilustrado en la Figura 21 suele ser válido: el nivel de TS se utiliza como interfaz entre la decodificación vía satélite y la codificación C2 específica. Los flujos de salida basados en TS del sistema DVB-S son, por lo tanto, codificados según la cadena de señales superior.

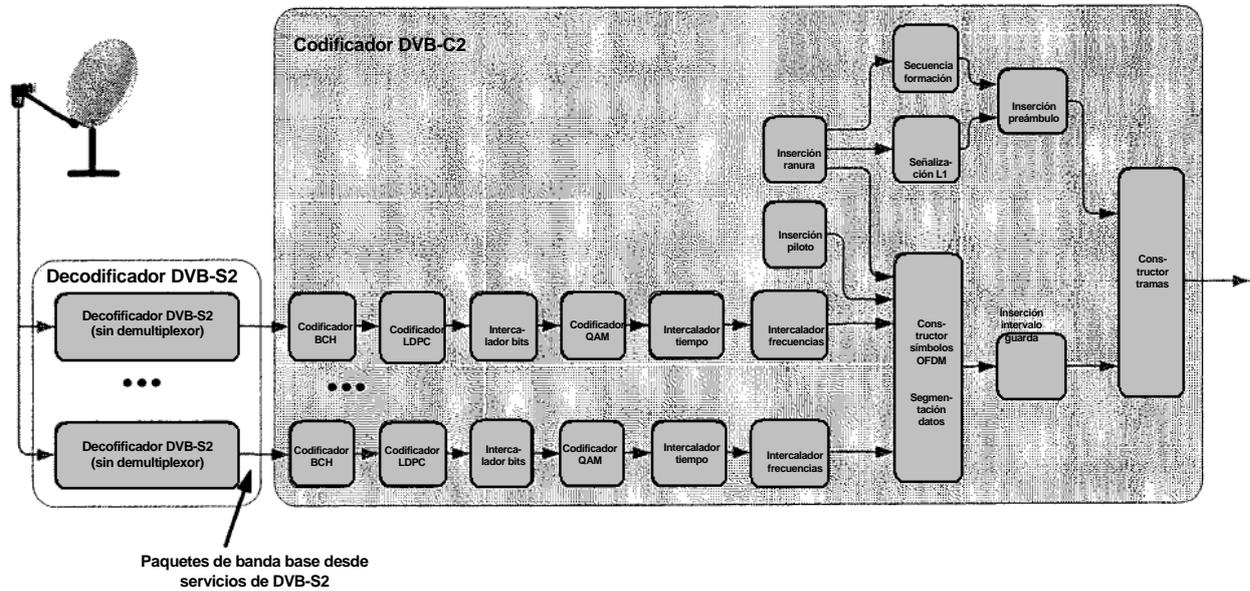
Con el fin de realizar una adaptación correcta de todas las entradas de información de PSI/SI dentro de todos los flujos de transporte, se incluye un bloque de reprocesamiento de PSI/SI adicional en el inicio de la codificación C2 propuesta.



**Figura 23: Transcodificación de DVB-S(2): La interfaz es de nivel TS, incluyendo el procesamiento de PSI/SI**

Nota: El mismo procesamiento basado en TS podría ser aplicable para la transcodificación de los flujos de transporte de DVB-T o DVB-T2 en la red de cable.

Para los extremos de cabecera, de SMATV, que efectúan la transcodificación de servicios de DVB-S2 en más pequeñas redes de cable, el procesamiento de PSI/SI podría no aplicarse (similar a los sistemas de DVB-C SMATV). En este caso no se necesita invertir todas las etapas de codificación para insertar las señales en la red de cable. Además, las señales de DVB-S2 se decodifican solamente hasta los niveles de paquetes de banda base. Estos paquetes de banda base se insertan luego directamente en el sistema C2 propuesto. La Figura 24 representa el diagrama de bloques relacionado.



5 **Figura 24: Diagrama de bloques de un extremo de cabecera de SMATV: Paquetes de banda base de un servicio de DVB-S2 se utilizan como datos de entrada**

10 **3. Descripción del sistema**

15 **3.1 Adaptación de modos**

La adaptación de modo se reutiliza en la medida posible a partir de DVB-S2. El sistema funciona con la entrada de flujo de transporte o la entrada de flujo genérico (protocolo DVB GSE para adaptar un flujo IP en un flujo genérico). Ambos formatos soportan modos de flujo de entrada únicos y múltiples, según se ilustra en la Figura 25.

Esta clase de adaptación de modos permite un ajuste específico del flujo (esto es, TS o GS) del nivel de robustez operativa deseado. Cuanto más alta es la relación SNR, tanto más alto es el modo de "ModCod" utilizado (es decir, combinación de sistema de modulación y modo de FEC seleccionado).

20 En un canal de cable, el nivel de rizado de SNR está limitado en comparación con los sistemas terrestres.

Por lo tanto, el énfasis en esta propuesta es de simplicidad y reducción de la sobrecarga de señalización.

25 De forma similar a DVB-S2, varias configuraciones de flujo se soportan para proporcionar la flexibilidad del sistema requerida:

- Entrada de flujo de transporte única (CCM): Todos los servicios del flujo de entrada están protegidos con el mismo nivel de FEC por el sistema. VCM no está directamente disponible al nivel de flujo de transporte único.
- Entrada de flujo de transporte múltiple (CCM y VCM):
  - Cada flujo de transporte puede protegerse por separado con un nivel de FEC único.
  - La protección puede diferenciarse para distintos flujos de transporte (VCM).

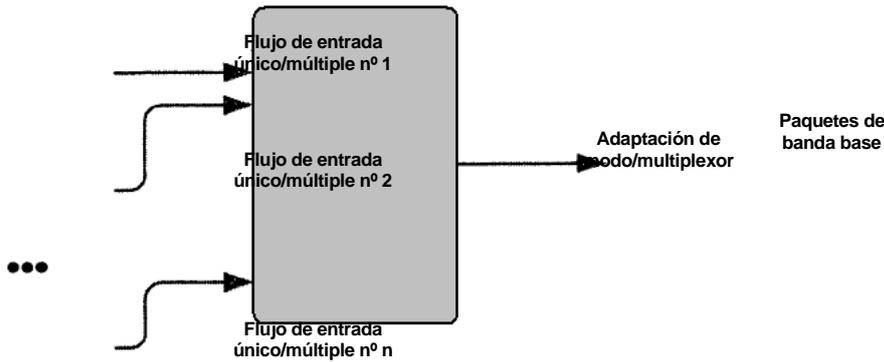


Figura 25: Adaptación de modos para DVB-C2, con soporte de flujos de entrada únicos y múltiples (TS o GS)

5 **3.2 Codificación de FEC**

**3.2.1 BCH**

10 La codificación de BCH se realiza según la norma DVB-S2. El uso de BCH de corrección de 12 errores se propone para todas las tasas de código con el fin de evitar un alto nivel inferior de errores que se considere para las modulaciones de más alto orden (1024 QAM, 4096 QAM) propuestas para DVB-C2.

Código LDPC	Bloque no codificado BCH $K_{bch}$	Bloque codificado BCH $N_{bch}$ Bloque no codificado LDPC $k_{ldpc}$	Corrección de error-t de BCH	$N_{bch}-K_{bch}$
2/3	43 008	43 200	12	192
3/4	48 408	48 600	12	192
4/5	51 648	51 840	12	192
5/6	53 808	54 000	12	192
8/9	57 408	57 600	12	192
9/10	58 128	58 320	12	192

Tabla 3: parámetros de codificación (para FECFRAME normal,  $n_{ldpc} = 64\ 800$ )

Identificador código LDPC	Bloque no codificado BCH $K_{bch}$	Bloque codificado BCH $N_{bch}$ bloque no codificado LDPC $k_{ldpc}$	BCH corrección de error-t	$N_{bch}-K_{bch}$
2/3	10 632	10 800	12	168
3/4	11 712	11 880	12	168
4/5	12 432	12 600	12	168
5/6	13 152	13 320	12	168
8/9	14 232	14 400	12	168

15 **Tabla 4: parámetros de código (para corto FECFRAME  $n_{ldpc} = 16\ 200$ )**

**3.2.2. LDPC**

20 La codificación de LDPC se realiza según la norma DVB-S2. El tamaño del bloque de codificador/decodificador (códec) de LDPC es  $N_{ldpc} = 16200$  o  $64800$ .

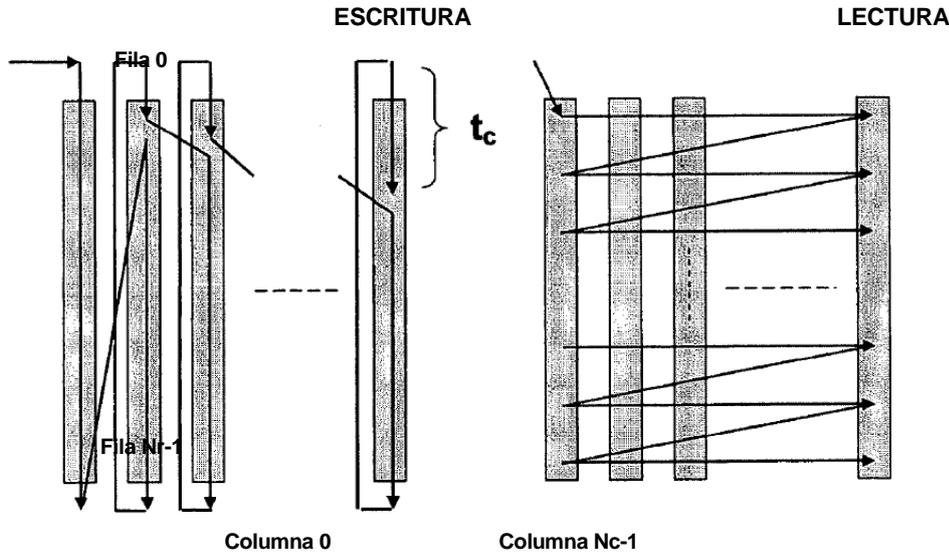
**3.2.3. Dispositivo de intercalado**

25 **3.2.3.1. Intercalador de bits**

Un intercalador de bits habrá de utilizarse para optimizar las asignaciones entre los bits de código LDPC y los bits de símbolos QAM mapeados de Gray. Como en DVB-T2, consistiría en un intercalador de bloques y un demultiplexor.

30 En la parte del intercalador de bloques, según se ilustra en la Figura 26, la salida del codificador de LDPC será intercalada en paridad en primer lugar y luego, almacenará en la memoria de  $N_c$  columnas y  $N_r$  filas. Los datos son

objeto de escritura, columna por columna, con la compensación de columna  $t_c$  y son objeto de lectura fila por fila.



5

Figura 26: Sistema de intercalado de bits

El  $N_c$ -tuplo de salida  $\{b_{0,r}, b_{1,r}, b_{2,r}, \dots, b_{N_c-1,r}\}$  con respecto a la  $r$ -ésima fila se permuta en  $\{y_{0,r}, y_{1,r}, y_{2,r}, \dots, y_{N_c-1,r}\}$  en la parte del demultiplexor, en donde cada  $m$  bits pertenecen a un símbolo de  $2^m$ -QAM.

10

Además de las constelaciones de DVB-T2, 1024 QAM y 4096 QAM se proponen para servicios de difusión. Los parámetros necesarios se ilustran en las tablas 5, 6 y 7.

Modulación	Filas $N_r$		Columnas $N_c$
	$N_{idpc} = 64\ 800$	$N_{idpc} = 16\ 200$	
1024QAM	6480	1620	10
4096QAM	5400	1350	12

15

Tabla 5: Estructura del intercalador de bits (1024QAM, 4096QAM)

Modulación	Columnas $N_c$	$N_{idpc}$	Parámetros torsión $t_c$											
			Col. 0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1024QAM	10	64800	0	3	6	8	11	13	15	17	18	20	-	-
		16200	0	1	2	2	3	3	4	4	5	7		
4096QAM	12	64800	0	0	2	2	3	4	4	5	5	7	8	9
		16200	0	0	0	2	2	2	3	3	3	6	7	7

Tabla 6: Parámetro torsión de columnas  $t_c$  (1024QAM, 4096QAM)

20

Formato de modulación	1024-QAM											
Número de bits de entrada, $i$ para $b_{i,r}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Número de bits de salida, $j$ para $y_{i,r}$	8	0	1	2	3	4	6	5	9	7		
Formato de modulación	4096-QAM											
Número de bits de entrada, $i$ para $b_{i,r}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Número de bits de salida, $j$ para $y_{i,r}$	10	0	1	2	3	4	5	6	8	7	11	9

**Tabla 7: Parámetros para la desmultiplexación de bits a celdas para la tasa de 2/3, 8/9 y 9/10**

<b>Formato de modulación</b>	<b>1024-QAM</b>											
Número de bits de entrada, $i$ para $b_{i,r}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9		
Número de bits de salida, $j$ para $y_{j,r}$	6	4	8	5	0	2	1	3	9	7		
<b>Formato de modulación</b>	<b>4096-QAM</b>											
Número de bits de entrada, $i$ para $b_{i,r}$	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Número de bits de salida, $j$ para $y_{j,r}$	8	0	6	1	4	5	2	3	7	10	11	9

**Tabla 8: Parámetros para la desmultiplexación de bits a celdas para la tasa 3/4, 4/5 y 5/6**

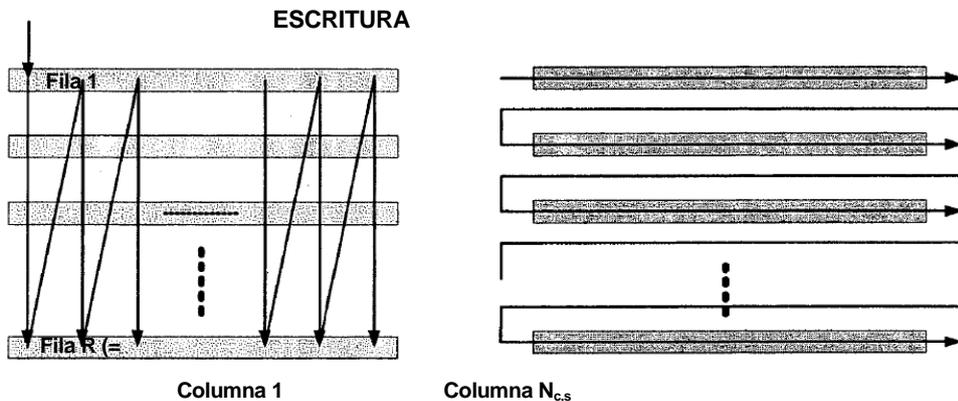
**3.2.3.2. Intercalador de tiempo**

Para mitigar la diferencia del ruido impulsivo o de ráfaga, se propone un intercalador de tiempo para servicios de difusión. La longitud de intercalado del dispositivo intercalador de tiempo se mantiene corta en comparación con DVB-T2.

La Figura 27 ilustra la operación del intercalador de tiempo. El intercalador de tiempo toma la salida procedente del codificador QAM y realiza la escritura de los datos en columnas. Las salidas se transmiten al intercalador de frecuencias mediante la lectura de las celdas del intercalador en filas.

- El número de filas  $R$  es un valor fijo de 40. Este valor supone una tasa de borrado del 2.5% es decir, aproximadamente, uno entre cada 40 símbolos se pierde debido a la interferencia.
- La longitud del intercalador de tiempo está alineada con la longitud de trama (sección 7.5) para mayor simplicidad.
- El número de columnas  $N_L$  en el intercalador de tiempo, coincide con el número de subportadoras en el servicio requerido.
- La utilización del intercalado de tiempo para cada bloque del sistema OFDM segmentado se señala en los paquetes L1.
- Requisito de memoria del transmisor:  $4096 \cdot 12 \cdot 40 = 1966080 = 1.97$  Mbits

Un elemento de interferencia típico puede considerarse como la ráfaga de 577  $\mu$ s recibida desde un teléfono móvil de GSM. Esta duración corresponde a aproximadamente un periodo de símbolo  $n4k$ . Dependiendo de la importancia del borrado, una tasa de código de 9/10 o una tasa de código más fuerte operativamente puede utilizarse para el codificador de LDPC.



**Figura 27: Intercalador de tiempo**

El intercalado de tiempo será opcional para servicios interactivos (utilizando OFDM adaptativo):

- 5 • Servicios con alta calidad de servicio QoS y requisitos de baja latencia (p.e., VoD) deben utilizar el intercalado de tiempo.
- Los servicios que requieran baja latencia (p.e., juegos, basados en TCP/IP) no deben utilizar el intercalado de tiempo.

**3.2.3.3. Intercalador de frecuencias**

En general, el intercalador de frecuencias se utilizará de forma similar para DVB-T2. Puesto que los segmentos de frecuencias variables están permitidos para la recepción de OFDM, el tamaño del intercalador debe calcularse, de forma dinámica por el transmisor así como por el receptor (esto es, el tamaño del intercalador varía dependiendo del número de subportadoras asignadas).

La finalidad del intercalador de frecuencias, que opera en las celdas de datos de un símbolo OFDM, es efectuar el mapeado de correspondencia de las celdas de datos en los  $N_{data}$  portadoras de datos disponibles en cada símbolo.

20 El intercalador de frecuencias procesará las celdas de datos  $X_{m,l} = (x_{m,l,0}, x_{m,l,1}, \dots, x_{m,l,N_{data}-1})$  del símbolo / OFDM de C2-trama  $m$ .

Un parámetro  $M_{max}$  se define entonces en función de la tabla 8.

<b>Tamaño FFT</b>	<b><math>M_{max}</math></b>
4K	<b>4 096</b>

**Tabla 8\_ Valor de  $M_{max}$  para el intercalador de frecuencias**

El vector intercalado  $A_{m,l} = (a_{m,l,0}, a_{m,l,1}, a_{m,l,2}, \dots, a_{m,l,N_{data}-1})$  se define por:

30  $a_{m,l,H(q)} = x_{m,l,q}$  para símbolos pares de la trama ( $l \bmod 2 = 0$ ) para  $q = 0, \dots, N_{data}-1$   
 $a_{m,l,q} = x_{m,l,H(q)}$  para símbolos impares de la trama ( $l \bmod 2 = 1$ ) para  $q = 0, \dots, N_{data}-1$

$H(q)$  es una función de permutación basada en las secuencias  $R'_i$  definidas por lo siguiente. Una palabra binaria de  $(N_r - 1)$  bits  $R'_i$  se define, con  $N_r = \log_2 M_{max}$ , en donde  $R'_i$ , toma los valores siguientes:

35  $i = 0, 1: \quad R'_i [N_r - 2, N_r - 3, \dots, 1, 0] = 0, 0, \dots, 0, 0$   
 $i = 2: \quad R'_i [N_r - 2, N_r - 3, \dots, 1, 0] = 0, 0, \dots, 0, 1$   
 $2 < i < M_{max}: \quad \{ R'_i [N_r - 3, N_r - 4, \dots, 1, 0] = R'_{i-1} [N_r - 2, N_r - 3, \dots, 2, 1];$

en el modo de 4k:  $R'_i [10] = R'_{i-1} [0] \oplus R'_{i-1} [2]$

40 Un vector  $R_i$  se deriva desde el vector  $R'_i$  mediante las permutaciones de bits dadas en la tabla 9

Posiciones de bits $R'_i$	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Posiciones de bits $(H) R_i$	7	10	5	8	1	2	4	9	0	3	6

**Tabla 9: Permutaciones de bits**

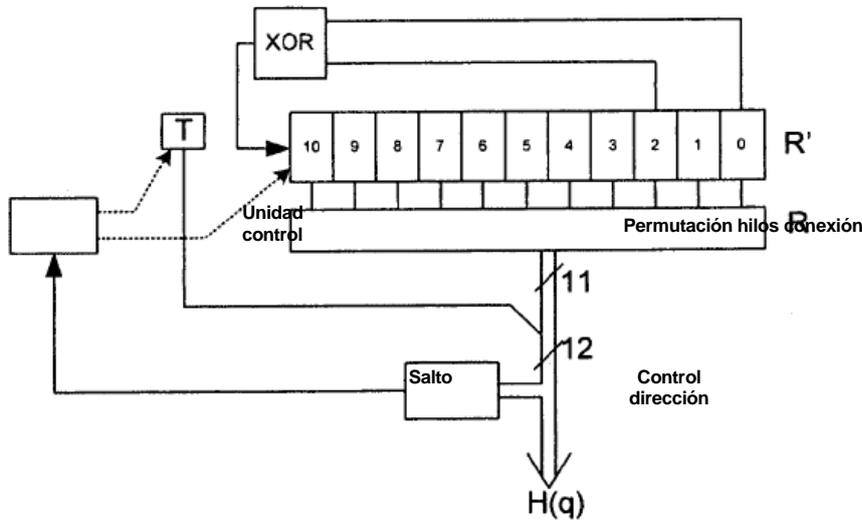
45 La función de permutación  $H(q)$  se define por el algoritmo siguiente:

$q = 0;$   
 para  $(i = 0; i < M_{max}; i = i + 1)$

$$\{ H(q) = (i \bmod 2) \cdot 2^{N_r-1} + \sum_{j=0}^{N_r-2} R_i(j) \cdot 2^j; ;$$

if ( $H(q) < N_{\text{data}}$ )  $q = q+1$ ; }

5 Un diagrama de bloques esquemático del algoritmo utilizado para generar la función de permutación se representa en la Figura 28: sistema de generación de direcciones del intercalador de frecuencias para el modo 4k:



10 **Figura 28: Sistema de generación de direcciones del intercalador de frecuencias para el modo 4k**

La salida del intercalador de frecuencias es el vector de intercalado de celdas de datos.

$$A_{m,l} = (a_{m,l,0}, a_{m,l,1}, a_{m,l,2}, \dots, a_{m,l,N_{\text{data}}-1}) \text{ para símbolo } l \text{ de trama } m.$$

15  $N_{\text{data}}$  se señala en L1 símbolos.

### 3.3. Modulación de subportadoras de QAM

20 La modulación de las subportadoras de OFDM será la modulación de amplitud en cuadratura regular.

(QAM): El uso de las siguientes constelaciones se propone sobre la base de las definiciones de DVB-T2.

- 16-QAM
- 25 • 64-QAM
- 256-QAM

30 Para poder aumentar las tasas de rendimiento del sistema de C2 propuesto, se proponen las siguientes más altas constelaciones para los servicios de difusión.

- 1024-QAM (utilizando mapeado de Gray)
- 35 • 4096-QAM (utilizando mapeado de Gray)

Además, constelaciones de QAM incluso más altas pueden ser aplicables para servicios interactivos que puedan aprovechar las ventajas de la modulación ACM (modulación y codificación adaptativas), esto es, el transmisor y el receptor intercambian mapas de tonos de OFDM que señalizan la constelación de QAM elegida para segmento de datos. El ajuste dependiente de SNR de la constelación seleccionada y de la codificación correspondiente es posible.

**3.4. Parámetros de OFDM**

En esta sección se propone la estructura de OFDM para su uso para cada modo de transmisión. La señal transmitida se organiza en tramas según se describe en el apartado 3.5. Cada trama tiene una duración de  $T_F$  y consiste en  $L_F$  símbolos OFDM. Cada símbolo está constituido por un conjunto de  $K$  portadoras transmitidas con una duración  $T_S$ . Esta constituido de dos partes: una parte útil con una duración  $T_U$  y un intervalo de guarda con una duración  $\Delta$ . El intervalo de guarda consiste en una continuación cíclica de la parte útil,  $T_U$  y se inserta antes de ella.

Los símbolos en una trama de OFDM están numerados desde 1 a  $L_F$ . Todos los símbolos contienen datos y/o información de referencia.

Puesto que la señal de OFDM comprende numerosas portadoras moduladas por separado, cada símbolo puede, a su vez, considerarse como estando dividido en celdas, cada una correspondiente a la modulación realizada en una portadora durante un símbolo.

Los símbolos de OFDM contienen señales piloto que pueden utilizarse para sincronización de trama, sincronización de frecuencia, sincronización de tiempo, estimación de canal y pueden utilizarse también para el seguimiento del ruido de fase.

Las portadoras son indexadas por  $k \in [K_{min}; K_{max}]$  y determinadas por  $K_{min}$  y  $K_{max}$ . El espaciamiento entre portadoras adyacentes es  $1/T_U$  mientras que el espaciamiento entre portadoras  $K_{min}$  y  $K_{max}$  se determina por  $(K-1)/T_U$ .

Los parámetros de OFDM se resumen en la tabla 10. Los valores para los diversos parámetros relacionados con el tiempo se proporcionan en múltiplos del periodo elemental  $T$  y en microsegundos.

Un modo de operación de  $n4k$  se propone como una buena solución de compromiso operativo entre la longitud del símbolo, la sensibilidad de ruido de fase así como la profundidad del lóbulo lateral del espectro. Lo anterior se base en el modo de DVB-H/T2 4k, con un canal de 8 MHz. El ancho de banda del sistema puede extenderse a  $n$  múltiplos de 8 MHz.

La tabla siguiente ilustra los ajustes para varios anchos de banda de canales en donde  $n$  varía desde 1 a 4.

	Ancho de banda de canal de 8 MHz	Ancho de banda de canal de 16 MHz	Ancho de banda de canal de 24 MHz	Ancho de banda de canal de 32 MHz	...
Periodo elemental $T$	7/64 $\mu s$	7/128 $\mu s$	7/192 $\mu s$	7/256 $\mu s$	
Espaciamiento de portadoras (kHz)	2.232	2.232	2.232	2.232	2.232
Duración $T_u$	4096T (448 $\mu s$ )	8192T (448 $\mu s$ )	12288T (448 $\mu s$ )	16384T (448 $\mu s$ )	
Número de portadoras activas	3409	6993	10577	14161	...
Longitudes de intervalos de guarda	1/256 (1.75 $\mu s$ ) 1/128 (3.5 $\mu s$ ) 1/64 (7 $\mu s$ )	1/256 (1.75 $\mu s$ ) 1/128 (3.5 $\mu s$ ) 1/64 (7 $\mu s$ )	1/256 (1.75 $\mu s$ ) 1/128 (3.5 $\mu s$ ) 1/64 (7 $\mu s$ )	1/256 (1.75 $\mu s$ ) 1/128 (3.5 $\mu s$ ) 1/64 (7 $\mu s$ )	1/256 (1.75 $\mu s$ ) 1/128 (3.5 $\mu s$ ) 1/64 (7 $\mu s$ )

**Tabla 10: Modulación de OFDM 4nk para diferentes anchos de banda de canales**

Con la ventaja añadida de la disposición en haces de canales, los valores de OFDM propuestos son muy similares a los pares principales del modo DVB-H/T2 4k, incluyendo el espaciamiento de portadoras así como la duración del símbolo.

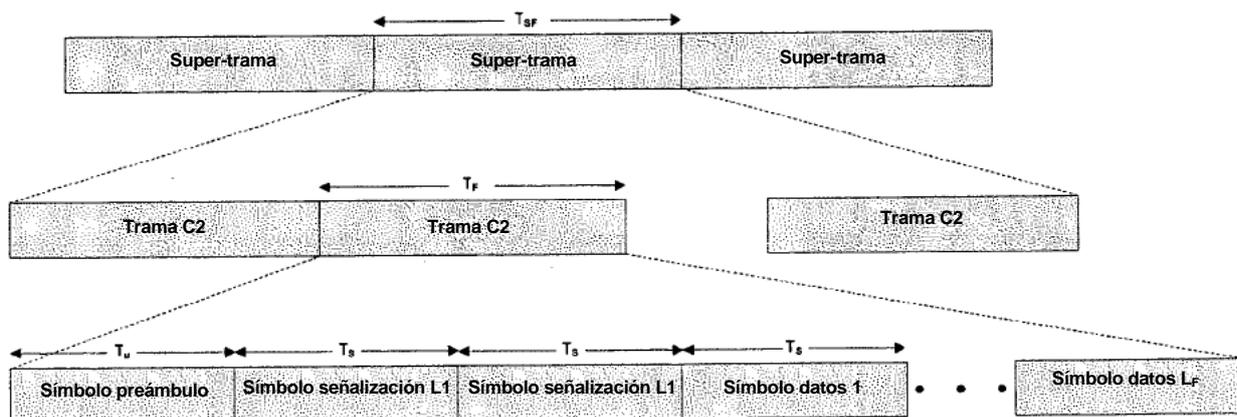
Nota:

Otros anchos de banda de canales pueden obtenerse ajustando el periodo elemental  $T$ . A modo de ejemplo, un ancho de banda de canal de 6 MHz puede derivarse de un canal de 8 MHz cambiando el periodo elemental desde

7/64 μs a 7/48 μs.

**3.5. Construcción de tramas**

5 La estructura de la construcción de tramas se ilustra en la Figura 29, que es similar a la anteriormente descrita en la Figura 16. La super-trama está dividida en C2 tramas que se dividen, además, en símbolos OFDM. Una trama C2 siempre se inicia con un símbolo de preámbulo y luego dos símbolos de señalización de capa 1 y por último, L<sub>F</sub>-3 símbolos de datos.



**Figura 29: Estructura de trama C2**

15 Con la excepción del símbolo de preámbulo que tiene una duración T<sub>u</sub> (sin intervalo de guarda), la duración de cada símbolo en la trama tiene el mismo periodo T<sub>s</sub>. El periodo del símbolo T<sub>s</sub> consiste en la suma de la duración del intervalo de guarda T<sub>GI</sub> y la duración del símbolo útil T<sub>u</sub>.

20 El número de símbolos de datos es fijo en 8 \* longitud símbolo del intercalador de tiempo (sección 3.2.3.2)= 8 \* 40 = 320 símbolos. Una trama C2 tiene un total de L<sub>F</sub>= 323 símbolos que consisten en 320 símbolos de datos, un símbolo de preámbulo (sin intervalo de guarda) y dos símbolos de señalización L1. La carga para señalización es, por lo tanto, 3/323 (aproximadamente 0.9%) para el preámbulo y símbolos de señalización L1.

25 El periodo de trama C2 propuesto es: T<sub>F</sub> = T<sub>u</sub> + 322\*(T<sub>GI</sub> + T<sub>u</sub>)

Longitud intervalo guarda	Periodo de trama
1/64	147.0 mseg
1/128	145.8 mseg
1/256	145.3 mseg

**Tabla 11: Periodos de trama del sistema 4nk para diferentes longitudes del intervalo de guarda**

30 El periodo de una super-trama C2 está en el margen de: 1\*T<sub>F</sub> <= T<sub>SF</sub> <= (2<sup>16</sup> - 1)\* T<sub>F</sub>

35 Los datos de señalización L1 pueden cambiarse solamente en los límites de la super-trama. Para servicios solamente de difusión, el periodo de super-trama puede establecerse en un valor máximo de (2<sup>16</sup> - 1)\* T<sub>F</sub>, que es aproximadamente 2 horas 37 minutos, puesto que los parámetros de señalización L1 no se considera que cambien con frecuencia. Para los servicios interactivos solamente o los servicios mixtos de difusión/interactivos, la longitud de la super-trama puede acortarse según se requiera. El periodo de super-trama se proporciona como un parámetro de señalización L1.

40 El tiempo del salto operativo, sin conocimiento de la posición del segmento de datos de frecuencias, está previsto que requiera hasta dos periodos de tramas C2 completos (288 ms) dependiendo de la temporización relativa del inicio del cambio de canal al inicio de una trama C2.

**3.6. Portadoras piloto en símbolos de datos**

La densidad piloto dispersa se deriva de

- La longitud de retardo máxima del canal de múltiples rutas para determinar la tasa de repetición en la dirección de las frecuencias.
- La frecuencia Doppler máxima del canal de cable para determinar la tasa de repetición en la dirección del tiempo.

5 Puesto que el canal de cable se considera que es cuasi-estático en la dirección del tiempo, la tasa de repetición puede mantenerse baja.

10 Con el fin de optimizar la carga de configuración piloto, la densidad de la configuración piloto dispersa dependerá de la magnitud del intervalo de guarda.

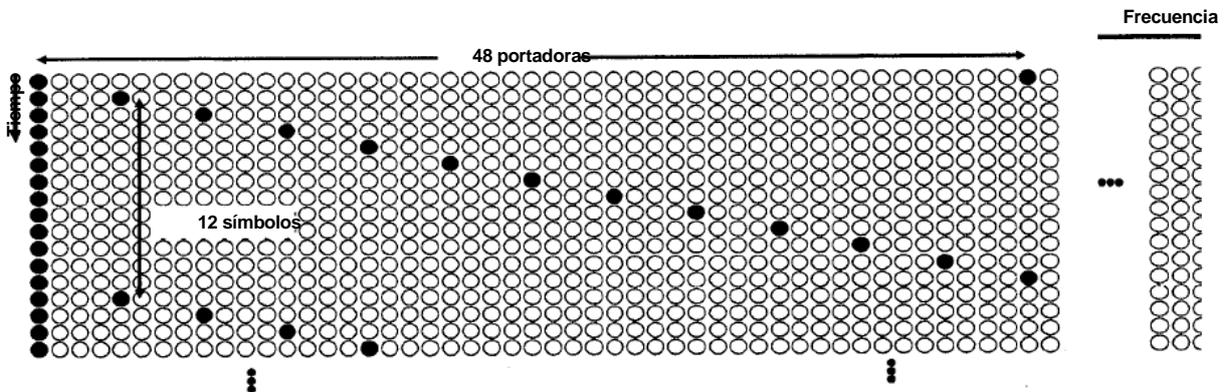
Se proponen las configuraciones piloto siguientes

Modo de OFDM	Longitud intervalo de guarda	Separación de portadoras soporte piloto (x)	Número de símbolos que forman una secuencia piloto dispersa (y)
n4k	1/64	4	12
n4k	1/128	4	24
n4k	1/256	4	48

15 **Tabla 12: Configuraciones piloto dispersar para el sistema C2 propuesto**

La tabla 12 indica el desplazamiento en frecuencia de la posición piloto después de un símbolo que es de cuatro portadoras. La tasa de repetición en la dirección de las frecuencias es x, y (p.e., distancia de 48 portadoras para GI = 1/64).

20 La Figura 30 ilustra la configuración piloto (puntos negros) para una longitud de intervalo de guarda de 1/64.



25 **Figura 30. Ejemplo de configuración piloto (longitud GI = 1/64)**

La primera así como la última portadora de cada símbolo OFDM contendrá siempre portadoras piloto.

30 En conformidad con el criterio de Nyquist, la interpolación de frecuencias autónoma es posible para cada símbolo OFDM por sí mismo. Sin embargo, es posible mejorar la calidad de estimación del canal aplicando una interpolación temporal adicional.

35 Puesto que la interpolación temporal no suele ser necesaria, no se necesitan tampoco los pilotos continuos (CPs). Para calcular el error de fase común (CPE), es suficiente considerar solamente la estimación de canal interpolada en frecuencias.

### 3.7. Preámbulo

40 Un preámbulo define el inicio de una nueva trama C2. El preámbulo debe permitir las funcionalidades siguientes:

- Sincronización de trama y símbolo OFDM inicial.
- Correlación de compensación de desplazamiento inicial (compensaciones de frecuencias y tasas de muestreo).
- Estimación de canal inicial.

45

- Información sobre el parámetro de capa física básico para la trama siguiente:

5

- Intervalo de guarda
- Asignación de subportadora de OFDM
  - Estructura básica de diferentes segmentos de subportadoras
    - Portadora de inicio/parada, ancho de bloque,....
  - Sistema de modulación de subportadoras específico del segmento
  - Ajuste de FEC de subportadoras específicas del segmento.
- Indicación de ranura de frecuencia.

10

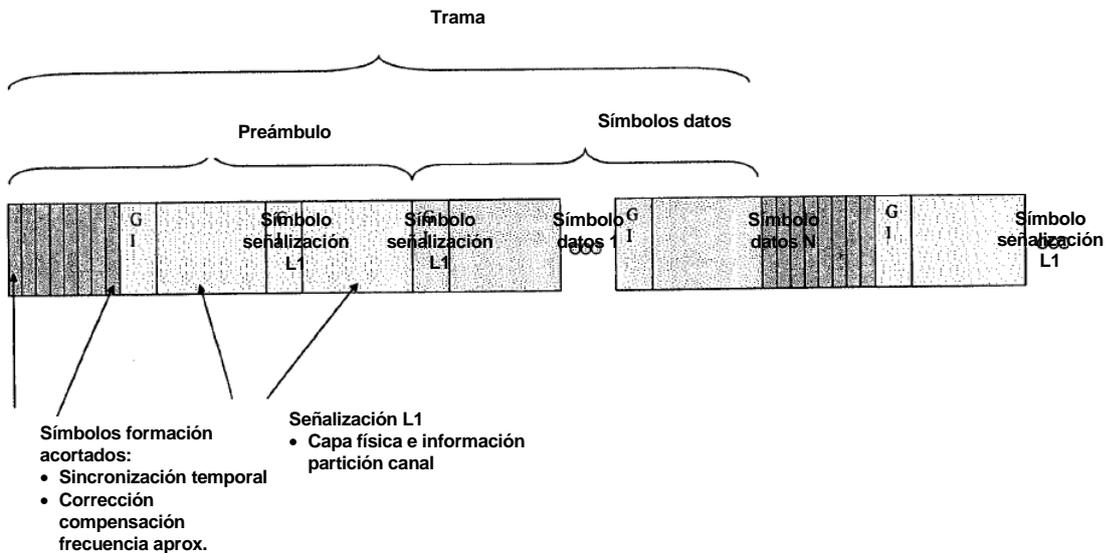
15

El preámbulo está dividido en una fase de secuencia de formación y una fase de señalización L1. La fase de formación consiste en 8 símbolos de formación acortados; la longitud global es un símbolo OFDM (4096 muestras). Los dos símbolos OFDM sucesivos contienen la señalización L1 (incluyendo el intervalo de guarda relacionado).

20

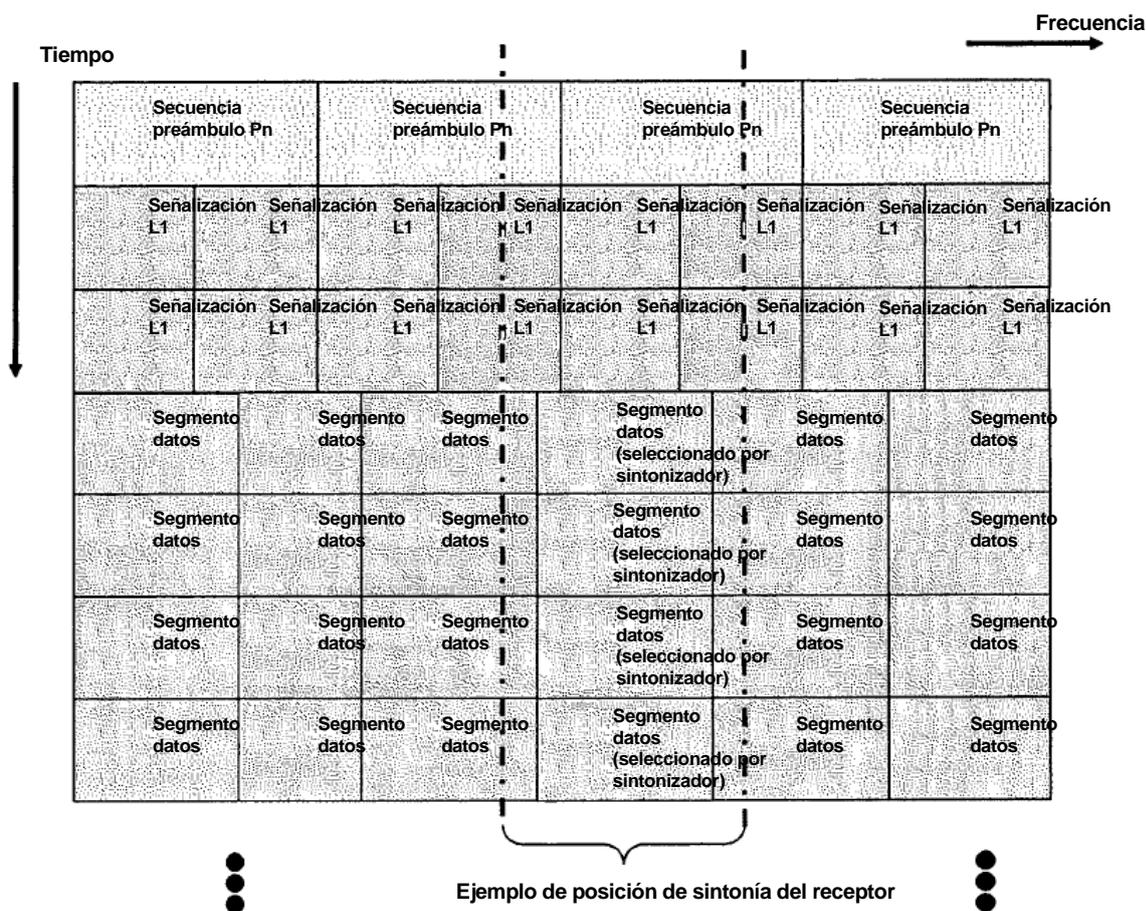
La Figura 31 ilustra la estructura básica de una trama C2 (en el dominio temporal) y la Figura 32, que es similar a la Figura 13 anteriormente descrita, representa la estructura básica de una trama C2 en el dominio de las frecuencias:

25



30

Figura 31: Estructura de trama del sistema DVB-C2 propuesto, en el dominio temporal



5 **Figura 32: Estructura de trama y alineación de preámbulo y parte de datos (ejemplo de 32 MHz)**

El preámbulo propuesto proporciona todas las funcionalidades importantes típicas con independencia de la posición de sintonía.

- 10
- Sincronización de tiempo/trama
  - Estimación de compensación de frecuencia aproximada/fina

15

  - Estimación de canal inicial
  - Señalización de L1

20 La capacidad para realizar todas las funcionalidades de preámbulos, con independencia de la posición de sintonía, permite la utilización de una segmentación de datos arbitraria en el dominio de las frecuencias. En particular, la anchura (ancho de banda) de los segmentos de datos no tiene que estar en alineación con cualquier tamaño de segmento fijo. La funcionalidad de los diferentes bloques se describe a continuación:

25 **3.7.1. Símbolos de formación acortados**

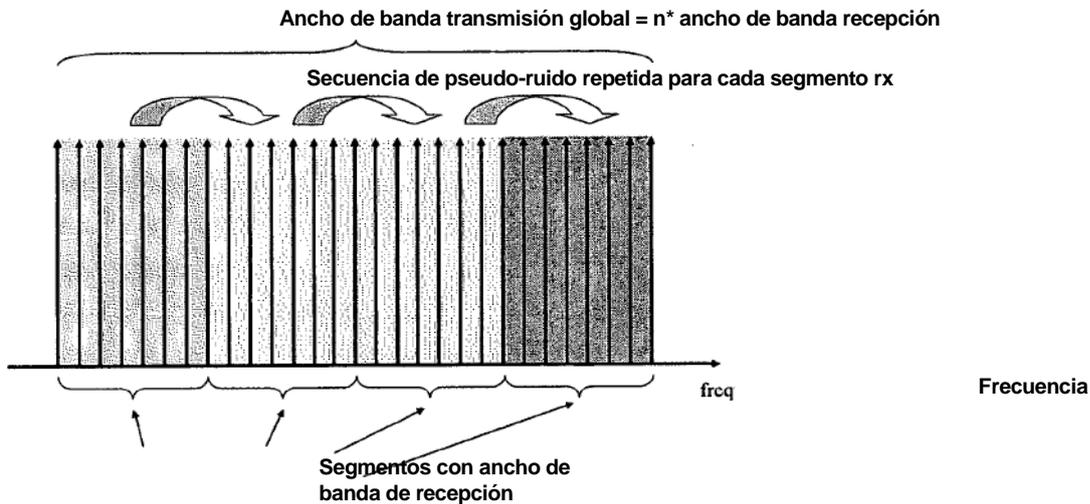
El ancho de banda de la secuencia de preámbulos está limitado al ancho de banda de recepción del receptor segmentado (esto es 8 MHz). El ancho de banda de canal global de la señal de transmisión es igual a un múltiplo de este ancho de banda del receptor (esto es, ancho de banda del sintonizador). La densidad de las portadoras piloto, e los símbolos de formación, se ajusta para cumplir al menos el criterio de Nyquist. Para el modo n4k, se propone el preámbulo siguiente:

- 30
- 8 símbolos de formación acortados (espaciamiento de portadoras piloto = 8)
  - Tasa de repetición del símbolo de formación acortado: 512 muestras

Cada sub-bloque de secuencia de formación es igual al ancho de banda del receptor inicial y contiene una repetición de una secuencia de pseudo-ruido básica con propiedades de correlación optimizadas, lo que permite varias ventajas operativas:

- 5 • Si el sintonizador del receptor selecciona una ventana que coincide con uno de los segmentos equidistantes del ancho de banda de canal de transmisión más amplio, la secuencia de formación se despliega completamente y en una forma optimizada.
- 10 • Si el sintonizador selecciona una frecuencia de sintonía arbitraria dentro del ancho de banda de canal en transmisión, la propiedad de correlación optimizada se retiene todavía debido al comportamiento cíclico de las secuencias de autocorrelación. En el receptor, la secuencia de preámbulos recuperada corresponderá a una versión circularmente desplazada del original en el dominio de las frecuencias. Por lo tanto, la propiedad de autocorrelación básica se aplica todavía en tanto que se siga satisfaciendo la condición de densidad piloto. De este modo, el comportamiento del pseudo-ruido, la baja propiedad de PAPR y las características de autocorrelación óptimas se mantienen para cualquier posición de sintonía. Además, el cálculo de la compensación de desplazamiento de frecuencia aproximado (normalmente realizado en el dominio de la frecuencia) es todavía posible.

20 La Figura 33, que es similar a la Figura 6 anteriormente descrita, muestra la repetición propuesta de la secuencia de pseudo-ruido básica:



**Figura 33: Estructura del símbolo de formación con secuencias repetidas para cada segmento de recepción**

30 Como se indicó con anterioridad, una repetición de 8 secuencias de formación se propone como una solución de compromiso razonable entre la complejidad de correlación y la fiabilidad de sincronización. La secuencia Pn tiene buenas propiedades de autocorrelación global (esto es, buenas propiedades del máximo de correlación) así como propiedades de correlación deslizante adecuadas (esto es, entrega de una meseta de correlación, a modo de ejemplo, secuencia de CAZAC tal como se utilizan en preámbulos de WLAN). Además, la fiabilidad de sincronización aumenta todavía más invirtiendo la última de las ocho secuencias de formación.

35 La secuencia de formación, en su alineación con la trama de 8 MHz, no asigna el ancho de banda completo: dentro de cada repetición, se omiten varias portadoras para cumplir las características espectrales y para permitir una compensación de desplazamiento de la frecuencia adecuada. A modo de ejemplo, con el fin de permitir un margen de captura de 250 kHz, el mismo ancho de banda permanece no utilizado en ambos lados del espectro de secuencias de formación.

### 3.7.2. Señalización L1

45 La señalización L1 proporciona información sobre todos los parámetros específicos de capa física pertinentes.

Según se ilustra en la Figura 32, la señalización L1 sigue la fase de secuencia de formación en cada trama. la duración de la señalización L1 es de dos símbolos OFDM. El ancho de banda de la señal L1 es 4 MHz, cada dos bloques L1 (también denominados configuraciones de señalización) están alineados con la trama de 8 MHz inicial.

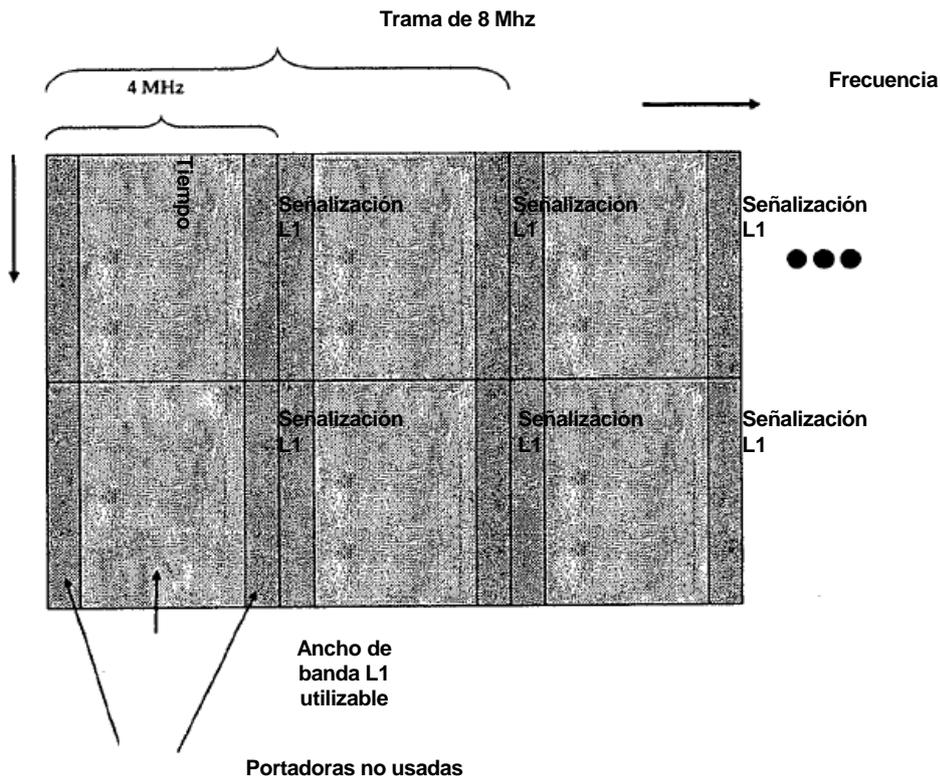
50 El comportamiento en la frecuencia de la señalización L1 tiene que reflejar las características de filtrado típicas de un

receptor así como la máscara del espectro global.

5 Con el fin de permitir una decodificación de L1 adecuada en cada posición de sintonía arbitraria, el bloque L1 no utiliza todas las subportadoras en su bloque de 4 MHz. Además, las características de la banda de guarda desde el ancho de banda de canal global son reutilizadas. En cualquier modo  $n4k$ , 343 subportadoras, en cada límite, no se utilizan para la transmisión de datos (banda de guarda). El mismo número de portadoras no utilizadas se usa para la señal de L1; por lo tanto, el número disponible de portadoras por bloque L1 es:

10  $3584/2 - 2 \cdot 343 = 1106$  portadoras

La Figura 34, que es similar a la Figura 15 anteriormente descrita, ilustra la asignación de portadoras de los símbolos L1 (configuraciones de señalización):



15 **Figura 34: Gammas de frecuencias utilizables de los símbolos de señalización L1**

20 Se propone la siguiente estructura de la señalización L1 (configuraciones de señalización):

n de n4k		4 bits
N actual de n4k		4 bits
Longitud intervalo guarda		2 bits
Longitud de super-trama		16 bits
Número de trama		16 bits
Número de segmentos de datos		5 bits
Bucle sobre segmentos de datos {		
	n – número de segmento	4 bits
	Número inicio portadora	12 bits
	Ancho de segmento de datos (número de portadoras)	12 bits
	Modulación QAM de segmento de datos	3 bits

	Tamaño de bloque LDPC		1 bit
	Tasa de códigos LDPC		3 bits
	Intercalador de tiempo habilitado		1 bit
	Número de ranuras		2 bits
	Bucle sobre ranuras {		
		Número portadora inicio	12 bits
		Ancho de ranura (número de portadoras)	12 bits
	} bucle de ranura final		
	Reprocesamiento de PSI/SI		1 bit
	} final bucle segmento datos		
	Reservado		1 bit
	CRC_32 MIP		32 bits

**Tabla 13: La estructura de señalización L1 de esta Tabla 13 indica que se soportan hasta 32 segmentos de frecuencias diferentes en un solo canal n4k.**

5 Cálculo del número máximo resultante de los resultados de bits de señalización L1 en un número global que se adapta en dos símbolos L1 modulados QAM consecutivos (en la dirección del tiempo) con un ancho de banda de 4 MHz, incluyendo la carga de un sistema FEC adecuado.

Descripción del parámetro:

10	n de n4k	Define el ancho de banda de canal global del sistema de 4nk propuesto como un múltiplo de 8 MHz
15		0000 reservado 0001 8 MHz (n=1) 0010 16 MHz (n=2) 0011 24 MHz (n=3) 0100 32 MHz (n=4)
20	n actual de n4k	Indica la posición del bloque de señalización L1 decodificado dentro del canal n4k completo
25		0000 reservado 0001 0...8 MHz (n=1) 0010 8...16 MHz (n=2) 0011 16...24 MHz (n=3) 0100 24...32 MHz (n=4)
30	Longitud del intervalo de guarda	Define la longitud del intervalo de guarda para todos los símbolos de datos así como para el símbolo L1
35		00 GI = 1/64 01 GI = 1/128 10 GI = 1/256 11 reservado
40	Longitud de super-trama	Este parámetro describe el número de tramas que constituyen una super-trama
40	Número de trama	Permite un conteo de tramas dentro de una super-trama. Al inicio de cada super-trama se efectúa la reposición de este contador.
45	Número de segmentos de datos	Define el número de segmentos de frecuencias en el ancho de banda de canal global
45	Número de n-segmentos	Este parámetro indica la posición de la primera subportadora del segmento de datos (esto es, qué segmento de 8 MHz)
	Número de portadora en inicio	Define la primera portadora en el segmento de datos. La numeración es relativa

a la trama del segmento de 8 MHz relacionado.

	Ancho del segmento de datos	Define el número de subportadoras asignadas para el segmento de datos
5	Modulación QAM de segmento de datos	Este parámetro indica la modulación QAM para el segmento de datos
		000            16-QAM
		001            64-QAM
10		010            256-QAM
		011            1024-QAM
		100            4096-QAM
		101            16384-QAM
		110            65536-QAM
15		111            reservado
	Tamaño de bloque LDPC	Definición del tamaño de bloque LDPC:
		0              16k tamaño de bloque
20		1              64k tamaño de bloque
	Tasa de código de LDPC	Define la tasa de código de LDPC elegida para el segmento de datos:
		000            2/3
25		001            3/4
		010            4/5
		011            5/6
		100            8/9
30		101            9/10
		110 - 111    reservado
	Utilización del intercalador temporal	Indica la utilización del intercalador temporal para este segmento de datos
35	Número de ranuras	Definición de la presencia o número de ranuras en este segmento de datos
		00              ninguna ranura en este segmento de datos
		01              1 ranura en este segmento de datos
40		10              2 ranuras en este segmento de datos
		11              3 ranuras en este segmento de datos
	Inicio de ranura	Define la primera portadora del segmento de datos.
45	Número de portadoras	La numeración es relativa a la trama del segmento de 8 MHz relacionado
	Ancho de ranura	Define el número de subportadoras asignadas para la ranura.
	Reprocesamiento de PSI/SI	Indica si el reprocesamiento de PSI/SI se realiza, o no, en el extremo de cabecera
50		0              procesamiento de PSI/SI inhibido
		1              procesamiento de PSI/SI habilitado
	CRC_32 MIP	Codificación de CRC de 32 bits para bloque de señalización L1

55 **3.7.3. Procedimiento de iniciación**

Esta breve descripción está prevista para ilustrar el tratamiento de los preámbulos en el lado del receptor.

60 Inicialmente, el sintonizar del receptor, p.e., el sintonizador de recepción del aparato receptor 63 ilustrado y explicado en relación con la Figura 18, se sintoniza a una banda de frecuencias arbitraria que está alineada o no alineada con la trama de 8 MHz en las redes de cables. En esta posición, la ventana de sintonía cubre una secuencia de preámbulos completa y dos bloques de señalización L1 completos. Por lo tanto, el receptor es capaz de sincronizar, de realizar una estimación de canal inicial y de extraer la señalización L1. A partir de la señalización L1, p.e., el n actual de información de n4k, el receptor tiene conocimiento de la posición de las configuraciones de señalización recibidas y decodificadas en relación con la trama actual y a continuación, se puede sintonizar a la frecuencia del segmento de datos deseado (el segmento de datos no suele estar alineado con la trama de 8 MHz) y

es capaz de recibir y decodificar todos los segmentos de datos deseados en todas las tramas sucesivas de esta super-trama en esta posición de sintonía.

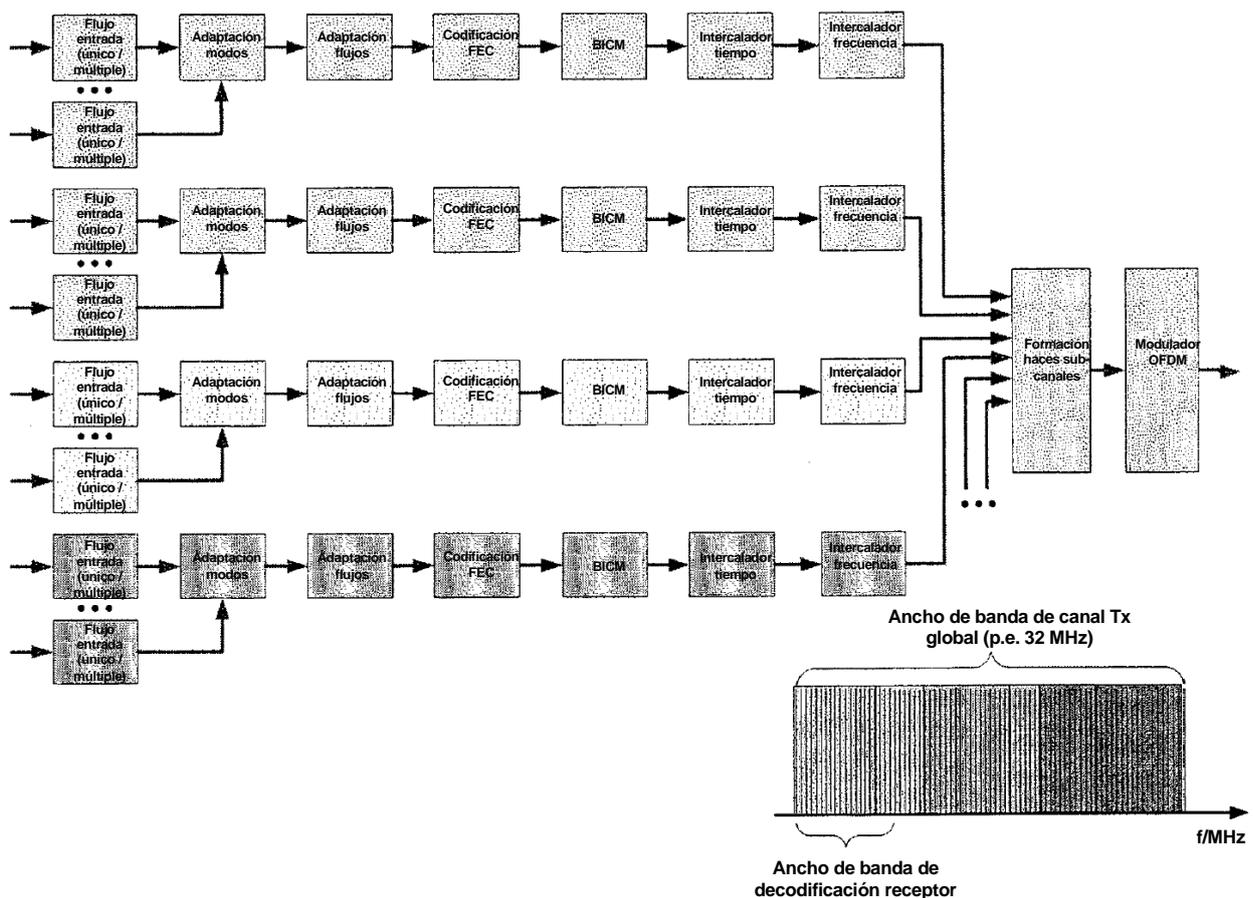
**3.8. Segmentación de datos**

Según se explicó en los apartados anteriores, el preámbulo está diseñado de manera que permita todas las importantes funcionalidades relacionadas con las tramas (esto es, sincronización del receptor, estimación de canal y decodificación L1) en cualquier posición de sintonía.

Por lo tanto, los segmentos de datos, esto es, las configuraciones de datos según se explica en relación con la Figura 10, no necesitan seguir ninguna asignación de segmentos fija. Un número adecuado de subportadoras OFDM puede asignarse a este respecto. La única condición con respecto al ancho de un segmento de datos es que no supere el ancho de banda de recepción (esto es, 8 MHz menos 2\* banda de guarda (p.e., 7.6 MHz)).

Cada segmento de datos tiene un número constante de bits de datos (esto es, portadoras de datos) por segmento de frecuencias y por super-trama. Este número de bits de datos por segmento de datos puede cambiar desde una super-trama a otra super-trama.

La Figura 35 ilustra la construcción de la señal OFDM global como la combinación de varios sub-bloques de OFDM (segmentos de datos). Cada cadena de codificación de señales es objeto de mapeo de correspondencia con el número coincidente de subportadoras.



**Figura 35: Construcción de la señal de OFDM global**

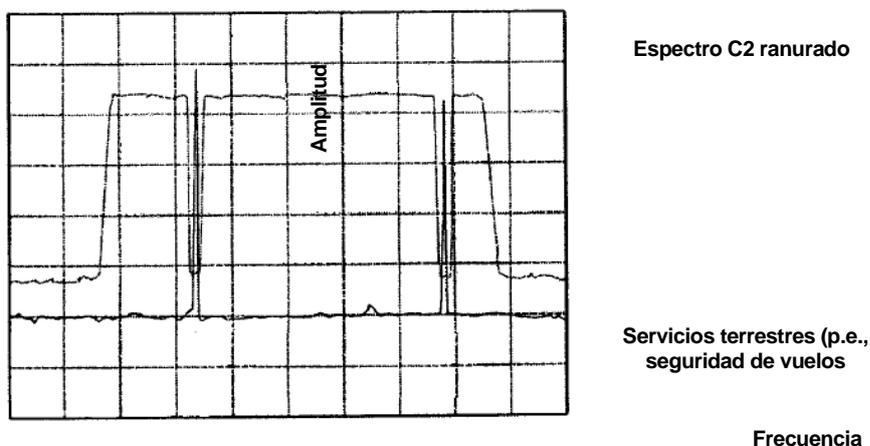
Cuanto más pequeño es el ancho de banda del segmento de datos, tanto más baja es la ganancia de intercalado desde el intercalador de frecuencias. La disposición en haces de varios flujos con los mismos requisitos de QoS, en la adaptación de modos, es un método para desarrollar la diversidad de frecuencias en la mejor forma posible.

### 3.9. Formación de ranuras

5 Los servicios terrestres y el sistema de cable DVB suelen compartir la misma gama de frecuencias. Las interferencias entre ambos servicios reducen la relación de señal a ruido SNR del servicio afectado. La radiación desde las redes de cables perturba la operación de los servicios terrestres. De modo similar, la calidad de transmisión de los servicios de cables sufre por la incorporación de servicios terrestres lo que causa un ruido adicional en el medio de soporte de cable. En la Figura 36 se representa una forma de realización, a modo de ejemplo. La formación de ranuras de portadoras OFDM se utiliza para proteger los diferentes sistemas de comunicación entre sí: las portadoras de OFDM asignadas a las mismas gamas de frecuencias son omitidas de la comunicación de datos.

10 Una forma de realización, a modo de ejemplo, del sistema anteriormente descrito, en el lado terrestre, es los servicios de seguridad de vuelos y muchos más similares.

15



20 **Figura 36: Representación, a modo de ejemplo, del espectro de C2 OFDM ranurado (curva roja) y servicios terrestres (p.e., servicios de seguridad de vuelos, curva azul), que comparten la misma gama de frecuencias**

25 Con el fin de hacer máximo el rendimiento, el ancho de la ranura debe ser lo más estrecho posible, es decir, se deben omitir solamente las subportadoras OFDM que se solapan directamente con dichos servicios terrestres (véase Figura 36).

La posición de las ranuras es parte de la señalización L1: a modo de ejemplo, la primera portadora ranurada y el ancho de ranura son parte de la señalización L1.

### 3.10. Adaptabilidad de OFDM para servicios interactivos

30 Si la red de cable es capaz de un canal de retorno, el sistema C2 propuesto deberá ser utilizable como medio de flujo descendente para servicios de datos interactivos, según se ilustra en la Figura 37.

35 De modo similar al sistema de DVB-C existente, el sistema C2 será capaz de integrar el tráfico de datos de flujo descendente DOCSIS. El canal de flujo ascendente se proporciona en una forma cumplidora de DOCSIS y está fuera del alcance de este documento.

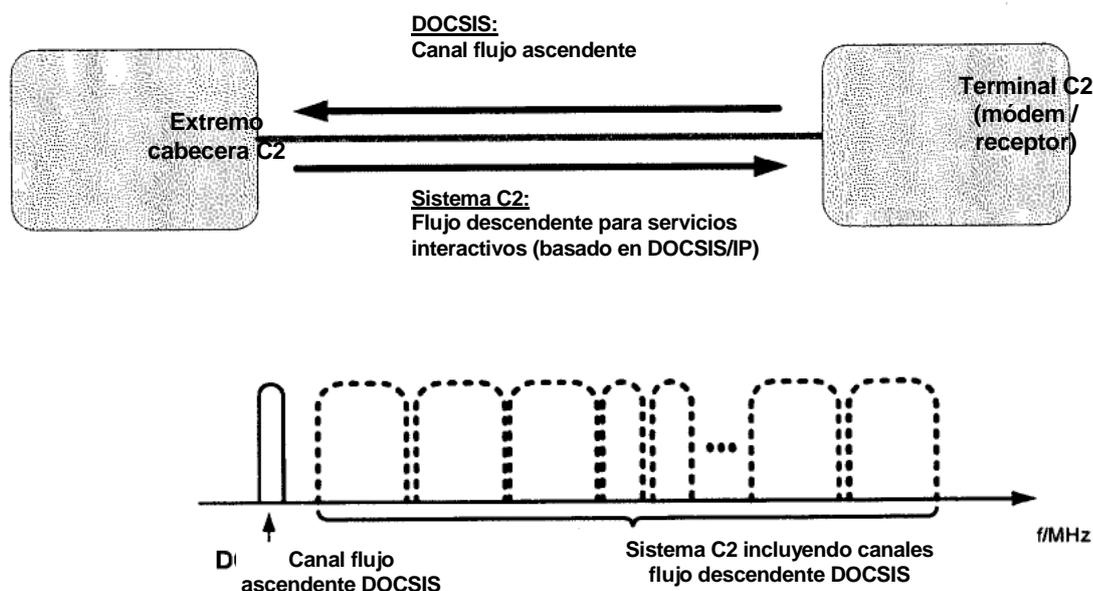


Figura 37: C2 como canal de flujo descendente para datos de DOCSIS

5 Formas de realización, a modo de ejemplo, de estas clases de servicios interactivos son todas las comunicaciones de datos basadas en DOCSIS, incluyendo todos los servicios basados en IP o vídeo sobre demanda (VoD).

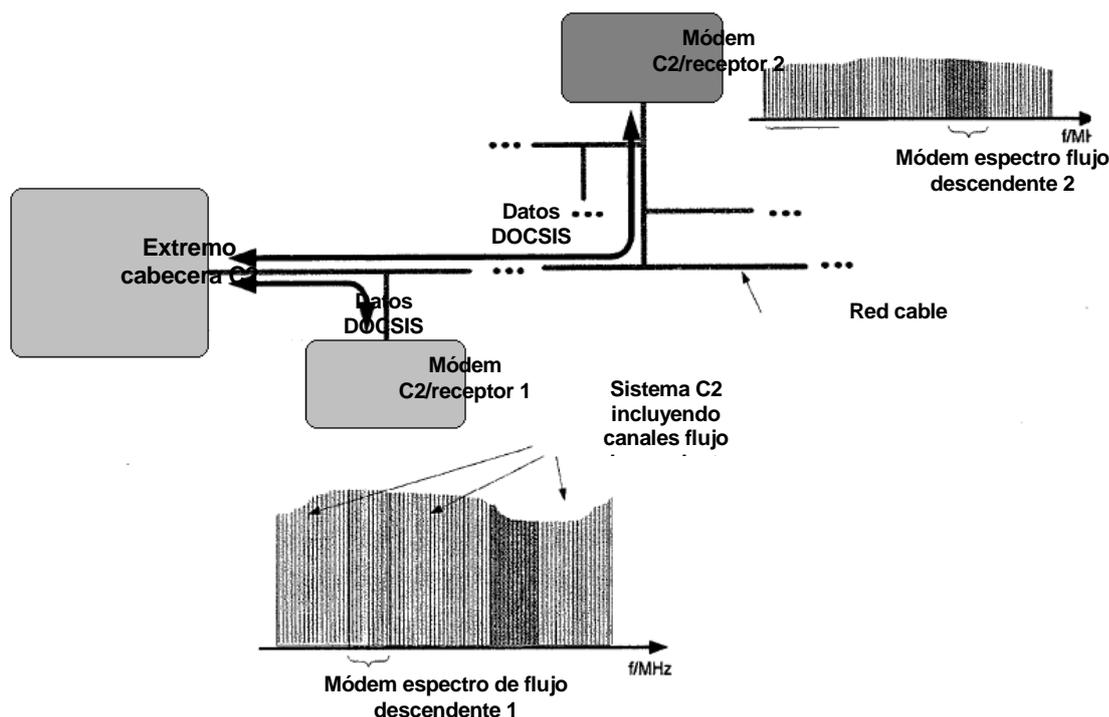


Figura 39: Comunicación de DOCSIS en el sistema C2 propuesto

15 En este escenario operativo, el sistema propuesto es capaz de aprovechar las ventajas de OFDM adaptativo (ACM – codificación y modulación adaptativas): Para los servicios de comunicación punto a punto interactivos, el módem y el transmisor pueden intercambiar sus condiciones de SNR en su segmento de frecuencia asignado con el fin de optimizar su rendimiento de datos. Esta técnica proporciona una protección precisa del segmento de datos así como una adaptación de enlace dinámica a las condiciones de propagación teniendo como objetivo cada terminal individual (módem C2/receptor).

20 En la Figura 38 se ilustra una red de cable, a modo de ejemplo, con el extremo de cabecera C2 y varios receptores

C2/ módems conectados. Dependiendo de las influencias del canal, tales como la atenuación o la fluctuación de múltiples rutas, la relación SNR disponible cambia en cada posición. A modo de ejemplo, el módem C2/receptor 1 está bastante próximo al extremo de cabecera y por lo tanto, cualquier atenuación en el espectro de enlace descendente es baja. El módem informará al extremo de cabecera sobre sus buenas condiciones de canales, el extremo de cabecera selecciona una combinación adecuada de modulación y codificación con una muy alta tasa de rendimiento. Por el contrario, la distancia entre el extremo de cabecera de C2 y el módem/receptor de C2 2 se supone que es muy larga, lo que da lugar a una más alta atenuación en el espectro de recepción. La gama de SNR disponible es, por lo tanto, notablemente más baja, el módem/receptor C2 2 informa al extremo de cabecera de C2 el uso de una combinación más fuerte operativamente de las funciones de modulación y de codificación.

Desde el punto de vista teórico, sería posible señalizar la condición de SNR de cada subportadora OFDM individual de nuevo al extremo de cabecera de C2. Otra alternativa que es ampliamente utilizada en otros sistemas de comunicación tales como PLC (Sistema de Comunicación por la Red Eléctrica) es enviar un valor de la relación SNR por ranura de ancho de banda de coherencia operativa.

Sin embargo, este documento propone utilizar solamente una combinación global de modulación y codificación para cada segmento de datos, que se utiliza para servicios interactivos. Los principales motivos son:

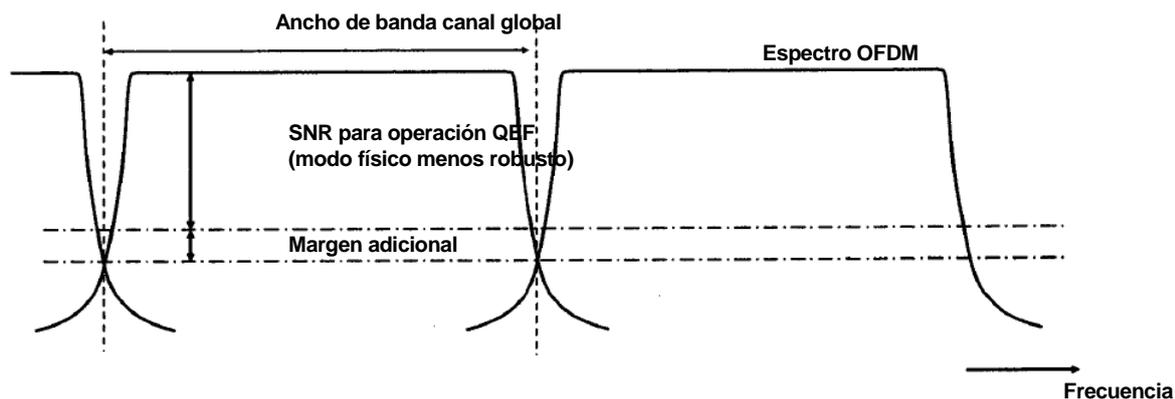
- Complejidad de señalización L1 / Mapa de tonos OFDM: si cada ranura de ancho de banda de coherencia o subportadora se tratara por separado, la cantidad global de datos de señalización de L1 así como los de mapas de tonos de OFDM (es decir, los datos de retorno que contienen información incluyen las condiciones de SNR específicas de las portadoras) aumentaría de forma significativa.
- Rizado de SNR limitado: Debido a los niveles de amplitud bastante bajos de las señales de eco, la variación de la relación de SNR resultante en el segmento de frecuencia relacionado del espectro de recepción no es demasiado grande (p.e., rizado de ranura de frecuencia global inferior a 3 dB). El tratamiento de la relación SNR específica de la portadora suele realizarse utilizando diferentes sistemas de modulación para diferentes subportadoras OFDM, mientras que el segmento de datos completo es codificado con los mismos ajustes operativos de FEC (esto es, codificación de LDPC). El pequeño nivel global del rizado de amplitud no puede cubrirse, de una forma eficiente, por las etapas de SNR bastante altas entre las diferentes constelaciones (p.e., aproximadamente 6 dB entre constelaciones cuadradas próximas).
- Si los segmentos de datos de servicios interactivos seleccionan solamente una modulación global y un ajuste de codificación global, se adaptan muy bien a la arquitectura de C2 propuesta global, en donde a cada flujo de difusión diferente le está permitido utilizar también un ajuste denominado "modcod" específico. A pesar del intercambio adicional de condiciones de SNR entre transmisor y receptor, el sistema utiliza exactamente los mismos mecanismos de segmentación de datos y de señalización L1.

Nota: Los formatos de mensajes de intercambio de condiciones de SNR o combinaciones adecuadas de señalización de modulación y codificación es el sujeto de más altas capas y está fuera del alcance de la presente propuesta.

### 3.11. Modelación del espectro

Con el fin de reducir al mínimo la influencia de la interferencia de canales adyacentes, el espectro de transmisión de DVB-C2 debe cumplir los criterios de máscara del espectro adecuados. Puesto que el sistema C2 propuesto utiliza una modulación OFDM  $n4k$  con muy altas constelaciones de QAM de subportadoras, el nivel de lóbulo lateral en el límite del canal debe ser inferior al valor de la relación SNR requerido para el modo de capa física que demanda el más alto valor de SNR para la recepción de QEF (cuasi libre de errores) en un entorno de AWGN.

La Figura 39 representa dicha relación:

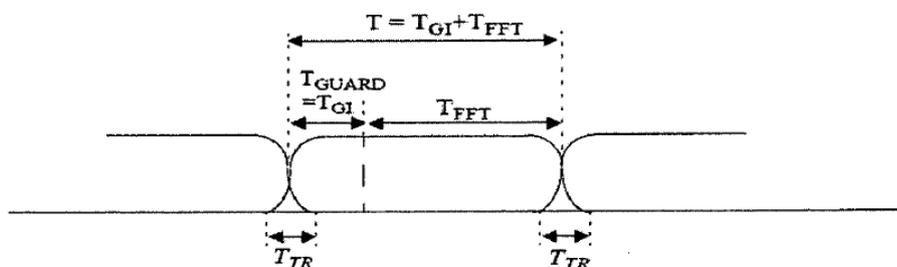


**Figura 39: Espectro OFDM que se solapa entre canales adyacentes**

Para mejorar las características del espectro OFDM fuera de banda y para conseguir el aislamiento requerido entre canales en la frecuencia límite entre dos canales, se requiere una operación de filtrado. Esencialmente, dos métodos son aplicables:

- Formación de ventanas: hace que la amplitud pase suavemente a cero en los límites del símbolo (dominio temporal). La formación de ventanas en el dominio temporal significa que el espectro resultante es una convolución del espectro de la función de formación de ventajas con un conjunto de impulsos a las frecuencias de subportadoras.
- Técnicas de filtrado convencionales (digital y/o analógica).

La formación de ventanas y el filtrado son técnicas duales para reducir el espectro de fuera de banda. El comportamiento en el corte del filtrado convencional presenta un impacto potencial sobre el rendimiento de modos de modulación de subportadoras de alto nivel. Por el contrario, la formación de ventanas en el dominio temporal no genera ninguna degradación del sistema. El inconveniente de la formación de ventanas es un solapamiento parcial entre símbolos consecutivos y la degradación relacionada de la fracción de intervalo de guarda utilizable. La Figura 40 ilustra el principio básico de la formación de ventanas.



**Figura 40: Formación de ventanas de símbolos OFDM en el dominio temporal**

El solapamiento entre símbolos OFDM tiene la duración  $T_{TR}$ . Cuanto mayor es el valor de  $T_{TR}$  tanto más elevado es el nivel en que se reduce el espectro fuera de banda.

El aislamiento del canal final así como la atenuación del lóbulo lateral relacionado ha de investigarse en simulaciones de sistemas de canales adyacentes.

**3.12. PAPR**

Deben investigarse soluciones de baja complejidad para la reducción del PAPR en el lado del transmisor. Mayores tamaños de FFT globales, mediante disposición en haces de canales, están previstos para aumentar el denominado factor de cresta de probabilidad del sistema OFDM en alguna medida. A modo de ejemplo, la utilización de un IFFT de 32K, en el lado del transmisor, está previsto que aumente la magnitud del factor de cresta probabilística del sistema OFDM en menos de 0.5 dB en comparación con un transmisor basado en FFT de 8K.

Además, es conocido que un aumento del orden de magnitud de la modulación QAM no tiene ningún efecto negativo para el factor de cresta de probabilidad para sistema OFDM con magnitudes de FFT de 1K o más altas. Por lo tanto, el problema de optimización para la reducción del factor de cresta para el sistema OFDM propuesto es similar al del DVB-T2.

Conviene señalar que el método de extensión de constelación activa será menos eficiente que en DVB-T2 debido a las constelaciones QAM de alto orden que suelen utilizarse para las transmisiones por cable.

**4. Comportamiento funcional /rendimiento del sistema**

**4.1. Tasas de rendimiento**

Las tablas siguientes indican las diferentes tasas de rendimiento del sistema C2 n4k propuesto para anchos de banda de canal de 8 MHz y 32 MHz. Además, se proporciona una comparación con el rendimiento de DVB-C máximo actual (DVB-C 256-QAM).

El cálculo considera la carga del sistema siguiente:

- Intervalo de guarda (1/64, 128, 1/256)
- Códec LDPC
- Códec BCH
- Carga de configuración piloto
- Carga de formación de tramas (3 símbolos de señalización/preámbulos de entre 323 símbolos)

Nota: La carga de formación de ventanas potencial para aumentar la modelación del espectro de OFDM ya no se considera.

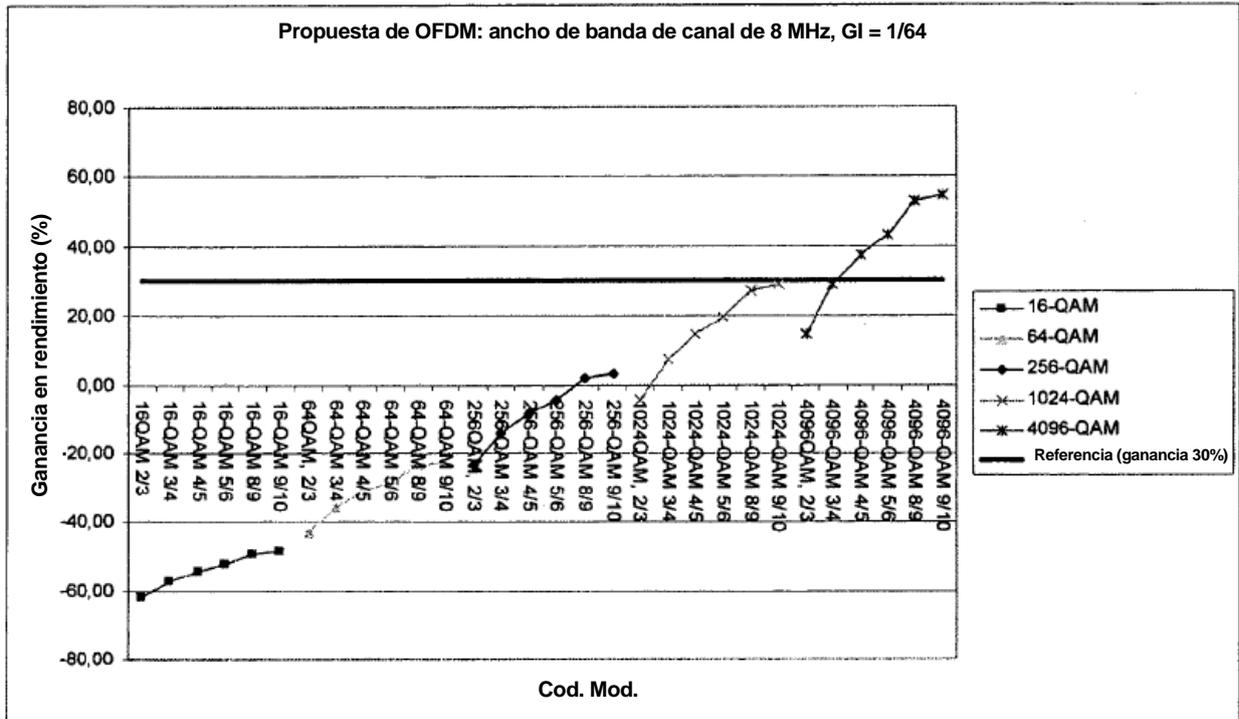
**4.1.1. Canal de 8 MHz (n=1)**

**4.1.1.1. Longitud del intervalo de guarda = 1/64**

QAM	LDPC	Longitud de GI	Rendimiento (MBit/s) (relacionado con el ancho de banda de 8 MHz)	Eficiencia espectral (Bit/Hz)	Ganancia de rendimiento en comparación con DVB-C 256-QAM (en%)
16-QAM	2/3	1/64	19,37	2,42	-62,2
	3/4	1/64	21,78	2,72	-57,5
	4/5	1/64	23,24	2,91	-54,7
	5/6	1/64	24,23	3,03	-52,8
	8/9	1/64	25,83	3,23	-49,6
	9/10	1/64	26,16	3,27	-49,0
64-QAM	2/3	1/64	29,05	3,63	-43,4
	3/4	1/64	32,68	4,08	-36,3
	4/5	1/64	34,86	4,36	-32,0
	5/6	1/64	36,34	4,54	-29,1
	8/9	1/64	38,75	4,84	-24,4
	9/10	1/64	39,24	4,90	-23,5
256-QAM	2/3	1/64	38,74	4,84	-24,5
	3/4	1/64	43,57	5,45	-15,0
	4/5	1/64	46,49	5,81	-9,4
	5/6	1/64	48,46	6,06	-5,5
	8/9	1/64	51,67	6,46	0,7
	9/10	1/64	52,32	6,54	2,0
1024-QAM	2/3	1/64	48,42	6,05	-5,6
	3/4	1/64	54,46	6,81	6,2
	4/5	1/64	58,11	7,26	13,3
	5/6	1/64	60,57	7,57	18,1
	8/9	1/64	64,59	8,07	25,9
	9/10	1/64	65,40	8,17	27,5
4096-QAM	2/3	1/64	58,11	7,26	13,3
	3/4	1/64	65,35	8,17	27,4
	4/5	1/64	69,73	8,72	36,0
	5/6	1/64	72,69	9,09	41,7
	8/9	1/64	77,50	9,69	51,1

QAM	LDPC	Longitud de GI	Rendimiento (MBit/s) (relacionado con el ancho de banda de 8 MHz)	Eficiencia espectral (Bit/Hz)	Ganancia de rendimiento en comparación con DVB-C 256-QAM (en%)
	9/10	1/64	78,48	9,81	53,0

Tabla 14: Tasas de rendimiento para n=1 (8 MHz), GI = 1/64



5

Figura 41: Ganancia en rendimiento de n=1 (8 MHz), GI = 1/64 (comparación de% para DVB-C 256 QAM)

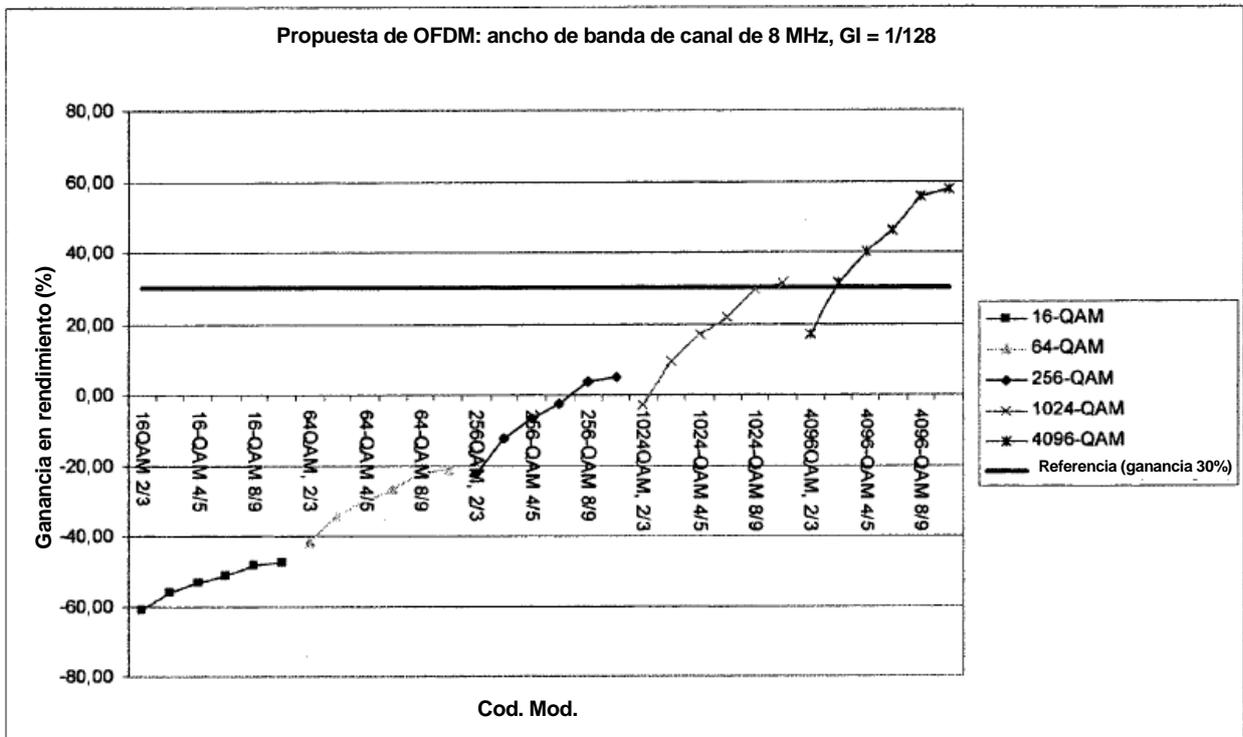
4.1.1.2. Longitud del intervalo de guarda = 1/128

10

QAM	LDPC	Longitud de GI	Rendimiento (MBit/s) (relacionado con el ancho de banda de 8 MHz)	Eficiencia espectral (Bit/Hz)	Ganancia de rendimiento en comparación con DVB-C 256-QAM (en%)
16-QAM	2/3	1/128	19,73	2,47	-61,5
	3/4	1/128	22,19	2,77	-56,7
	4/5	1/128	23,67	2,96	-53,8
	5/6	1/128	24,68	3,08	-51,9
	8/9	1/128	26,31	3,29	-48,7
	9/10	1/128	26,64	3,33	-48,1
64-QAM	2/3	1/128	29,59	3,70	-42,3
	3/4	1/128	33,28	4,16	-35,1
	4/5	1/128	35,51	4,44	-30,8
	5/6	1/128	37,02	4,63	-27,8
	8/9	1/128	39,47	4,93	-23,0
	9/10	1/128	39,96	5,00	-22,1
256-QAM	2/3	1/128	39,45	4,93	-23,1

QAM	LDPC	Longitud de GI	Rendimiento (MBit/s) (relacionado con el ancho de banda de 8 MHz)	Eficiencia espectral (Bit/Hz)	Ganancia de rendimiento en comparación con DVB-C 256-QAM (en%)
	3/4	1/128	44,37	5,55	-13,5
	4/5	1/128	47,34	5,92	-7,7
	5/6	1/128	49,35	6,17	-3,8
	8/9	1/128	52,62	6,58	2,6
	9/10	1/128	53,28	6,66	3,9
1024-QAM	2/3	1/128	49,32	6,16	-3,8
	3/4	1/128	55,47	6,93	8,1
	4/5	1/128	59,18	7,40	15,4
	5/6	1/128	61,69	7,71	20,3
	8/9	1/128	65,78	8,22	28,3
	9/10	1/128	66,61	8,33	29,9
4096-QAM	2/3	1/128	59,18	7,40	15,4
	3/4	1/128	66,56	8,32	29,8
	4/5	1/128	71,02	8,88	38,5
	5/6	1/128	74,03	9,25	44,3
	8/9	1/128	78,94	9,87	53,9
	9/10	1/128	79,93	9,99	55,8

Tabla 15: Tasa de rendimiento para n=1 (8 MHz), GI = 1/128



**Figura 42: Ganancia de rendimiento de n=1 (8 MHz), GI = 1/128 (comparación en% para DVB-C 256 QAM)**

**4.1.1.3. Longitud del intervalo de guarda = 1/256**

QAM	LDPC	Longitud de GI	Rendimiento (MBit/s) (relacionado con el ancho de banda de 8 MHz)	Eficiencia espectral (Bit/Hz)	Ganancia de rendimiento en comparación con DVB-C 256-QAM (en%)
16-QAM	2/3	1/256	19,91	2,49	-61,2
	3/4	1/256	22,39	2,80	-56,3
	4/5	1/256	23,89	2,99	-53,4
	5/6	1/256	24,90	3,11	-51,4
	8/9	1/256	26,55	3,32	-48,2
	9/10	1/256	26,89	3,36	-47,6
64-QAM	2/3	1/256	29,86	3,73	-41,8
	3/4	1/256	33,59	4,20	-34,5
	4/5	1/256	35,83	4,48	-30,1
	5/6	1/256	37,35	4,67	-27,2
	8/9	1/256	39,83	4,98	-22,3
	9/10	1/256	40,33	5,04	-21,4
256-QAM	2/3	1/256	39,82	4,98	-22,4
	3/4	1/256	44,78	5,60	-12,7
	4/5	1/256	47,78	5,97	-6,8
	5/6	1/256	49,81	6,23	-2,9
	8/9	1/256	53,11	6,64	3,5
	9/10	1/256	53,77	6,72	4,8
1024-QAM	2/3	1/256	49,77	6,22	-3,0
	3/4	1/256	55,98	7,00	9,1
	4/5	1/256	59,72	7,47	16,4
	5/6	1/256	62,26	7,78	21,4
	8/9	1/256	66,38	8,30	29,4
	9/10	1/256	67,22	8,40	31,1
4096-QAM	2/3	1/256	59,72	7,47	16,4
	3/4	1/256	67,17	8,40	31,0
	4/5	1/256	71,67	8,96	39,7
	5/6	1/256	74,71	9,34	45,7
	8/9	1/256	79,66	9,96	55,3
	9/10	1/256	80,66	10,08	57,3

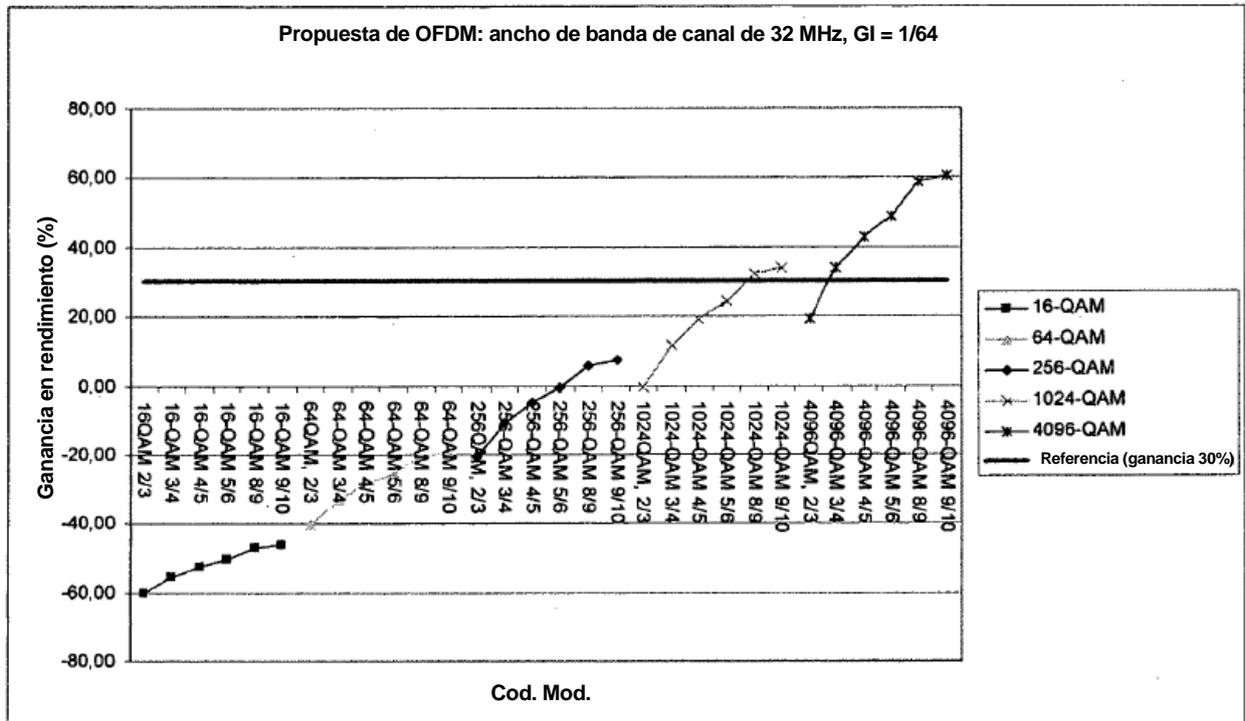
Tabla 16: Tasa de rendimiento para n=1 (8 MHz), GI = 1/256

4.1.2. Canal de 32 MHz (n=4)

5 4.1.2.1. Longitud del intervalo de guarda = 1/64

QAM	LDPC	Longitud de GI	Rendimiento (MBit/s) (relacionado con el ancho de banda de 8 MHz)	Eficiencia espectral (Bit/Hz)	Ganancia de rendimiento en comparación con DVB-C 256-QAM (en%)
16-QAM	2/3	1/64	20,11	2,51	-60,8
	3/4	1/64	22,62	2,83	-55,9
	4/5	1/64	24,14	3,02	-52,9
	5/6	1/64	25,16	3,15	-50,9
	8/9	1/64	26,83	3,35	-47,7
	9/10	1/64	27,17	3,40	-47,0
64-QAM	2/3	1/64	30,17	3,77	-41,2
	3/4	1/64	33,94	4,24	-33,8
	4/5	1/64	36,21	4,53	-29,4
	5/6	1/64	37,74	4,72	-26,4
	8/9	1/64	40,24	5,03	-21,5
	9/10	1/64	40,75	5,09	-20,5
256-QAM	2/3	1/64	40,23	5,03	-21,6
	3/4	1/64	45,25	5,66	-11,8
	4/5	1/64	48,28	6,03	-5,9
	5/6	1/64	50,32	6,29	-1,9
	8/9	1/64	53,66	6,71	4,6
	9/10	1/64	54,33	6,79	5,9
1024-QAM	2/3	1/64	50,29	6,29	-2,0
	3/4	1/64	56,56	7,07	10,3
	4/5	1/64	60,34	7,54	17,7
	5/6	1/64	62,91	7,86	22,7
	8/9	1/64	67,07	8,38	30,8
	9/10	1/64	67,92	8,49	32,4
4096-QAM	2/3	1/64	60,34	7,54	17,7
	3/4	1/64	67,87	8,48	32,3
	4/5	1/64	72,41	9,05	41,2
	5/6	1/64	75,49	9,44	47,2
	8/9	1/64	80,49	10,06	56,9
	9/10	1/64	81,50	10,19	58,9

Tabla 17: Tasa de rendimiento para n=4 (32 MHz), GI = 1/64



5

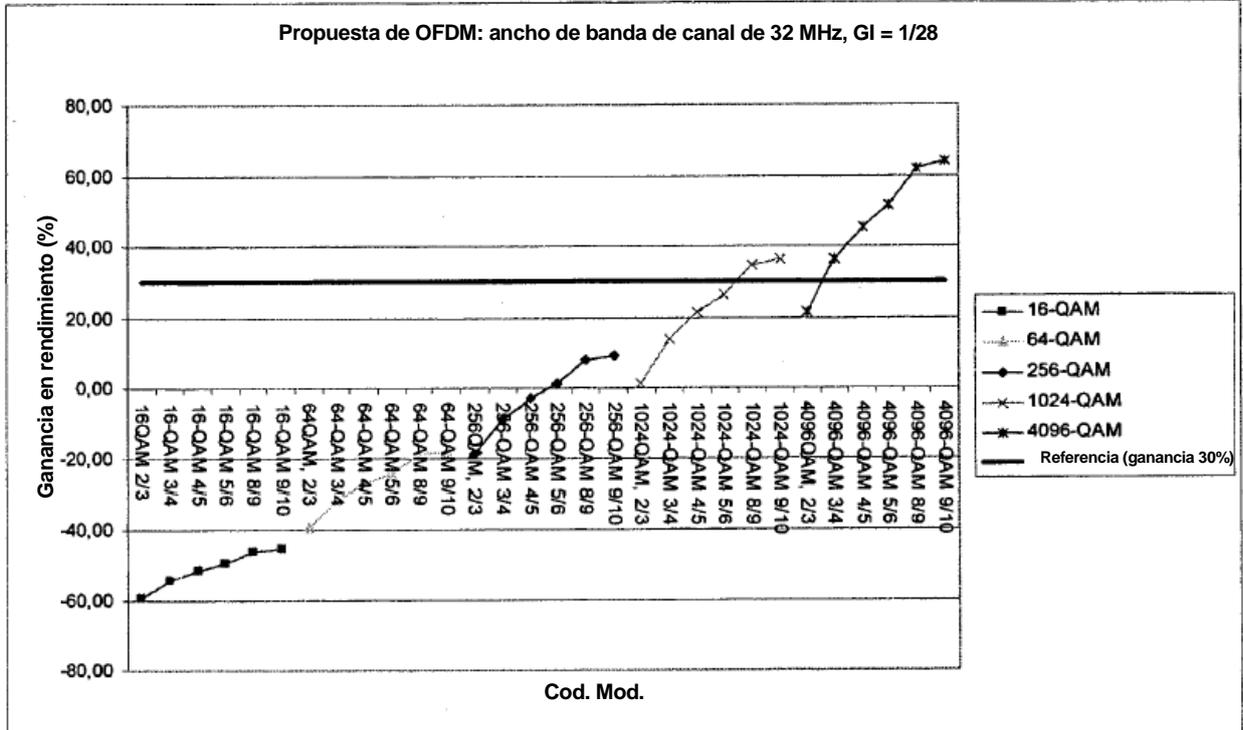
Figura 43: Ganancia en rendimiento de n=4 (32 MHz), GI = 1/64 (comparación en% para DVB-C 256 QAM)

4.1.2.2. Longitud del intervalo de guarda = 1/128

QAM	LDPC	Longitud de GI	Rendimiento (MBit/s) (relacionado con el ancho de banda de 8 MHz)	Eficiencia (Bit/Hz) espectral	Ganancia de rendimiento en comparación con DVB-C 256-QAM (en%)
16-QAM	2/3	1/128	20,49	2,56	-60,1
	3/4	1/128	23,04	2,88	-55,1
	4/5	1/128	24,58	3,07	-52,1
	5/6	1/128	25,63	3,20	-50,0
	8/9	1/128	27,33	3,42	-46,7
64-QAM	9/10	1/128	27,67	3,46	-46,1
	2/3	1/128	30,73	3,84	-40,1
	3/4	1/128	34,56	4,32	-32,6
	4/5	1/128	36,88	4,61	-28,1
	5/6	1/128	38,44	4,81	-25,1
256-QAM	8/9	1/128	40,99	5,12	-20,1
	9/10	1/128	41,50	5,19	-19,1
	2/3	1/128	40,97	5,12	-20,1
	3/4	1/128	46,08	5,76	-10,1
	4/5	1/128	49,17	6,15	-4,1
	5/6	1/128	51,25	6,41	-0,1

QAM	LDPC	Longitud de GI	Rendimiento (MBit/s) (relacionado con el ancho de banda de 8 MHz)	Eficiencia (Bit/Hz) espectral	Ganancia de rendimiento en comparación con DVB-C 256-QAM (en%)
	8/9	1/128	54,65	6,83	6,6
	9/10	1/128	55,34	6,92	7,9
1024-QAM	2/3	1/128	51,22	6,40	-0,1
	3/4	1/128	57,60	7,20	12,3
	4/5	1/128	61,46	7,68	19,8
	5/6	1/128	64,07	8,01	24,9
	8/9	1/128	68,31	8,54	33,2
	9/10	1/128	69,17	8,65	34,9
4096-QAM	2/3	1/128	61,46	7,68	19,8
	3/4	1/128	69,12	8,64	34,8
	4/5	1/128	73,75	9,22	43,8
	5/6	1/128	76,88	9,61	49,9
	8/9	1/128	81,98	10,25	59,8
	9/10	1/128	83,00	10,38	61,8

Tabla 18: Tasas de rendimiento para n=4 (32 MHz), GI = 1/128



**Figura 44: Ganancia de rendimiento de n=4 (32 MHz), GI = 1/128 (comparación en% para DVB-C 256 QAM)**

**4.1.2.3. Longitud del intervalo de guarda = 1/256**

QAM	LDPC	Longitud de GI	Rendimiento (MBit/s) (relacionado con el ancho de banda de 8 MHz)	Eficiencia espectral (Bit/Hz)	Ganancia de rendimiento en comparación con DVB-C 256-QAM (en%)
16-QAM	2/3	1/256	20,67	2,58	-59,7
	3/4	1/256	23,25	2,91	-54,7
	4/5	1/256	24,81	3,10	-51,6
	5/6	1/256	25,86	3,23	-49,6
	8/9	1/256	27,58	3,45	-46,2
	9/10	1/256	27,92	3,49	-45,6
64-QAM	2/3	1/256	31,01	3,88	-39,5
	3/4	1/256	34,88	4,36	-32,0
	4/5	1/256	37,21	4,65	-27,4
	5/6	1/256	38,79	4,85	-24,4
	8/9	1/256	41,36	5,17	-19,3
	9/10	1/256	41,88	5,24	-18,3
256-QAM	2/3	1/256	41,35	5,17	-19,4
	3/4	1/256	46,51	5,81	-9,3
	4/5	1/256	49,62	6,20	-3,3
	5/6	1/256	51,72	6,47	0,9
	8/9	1/256	55,15	6,89	7,5
	9/10	1/256	55,84	6,98	8,9
1024-QAM	2/3	1/256	51,69	6,46	0,8
	3/4	1/256	58,13	7,27	13,3
	4/5	1/256	62,02	7,75	20,9
	5/6	1/256	64,65	8,08	26,1
	8/9	1/256	68,94	8,62	34,4
	9/10	1/256	69,80	8,73	36,1
4096-QAM	2/3	1/256	62,02	7,75	20,9
	3/4	1/256	69,76	8,72	36,0
	4/5	1/256	74,43	9,30	45,1
	5/6	1/256	77,59	9,70	51,3
	8/9	1/256	82,73	10,34	61,3
	9/10	1/256	83,77	10,47	63,3

5

**Tabla 19: Tasas de rendimiento para n=4 (32 MHz), GI = 1/256**

**4.2. Rendimientos del sistema en un canal de AWGN**

10 La Figura 45 ilustra el rendimiento básico de diferentes ajustes de modulación y codificación en el canal de AWGN (BER objetivo = 1E-6).

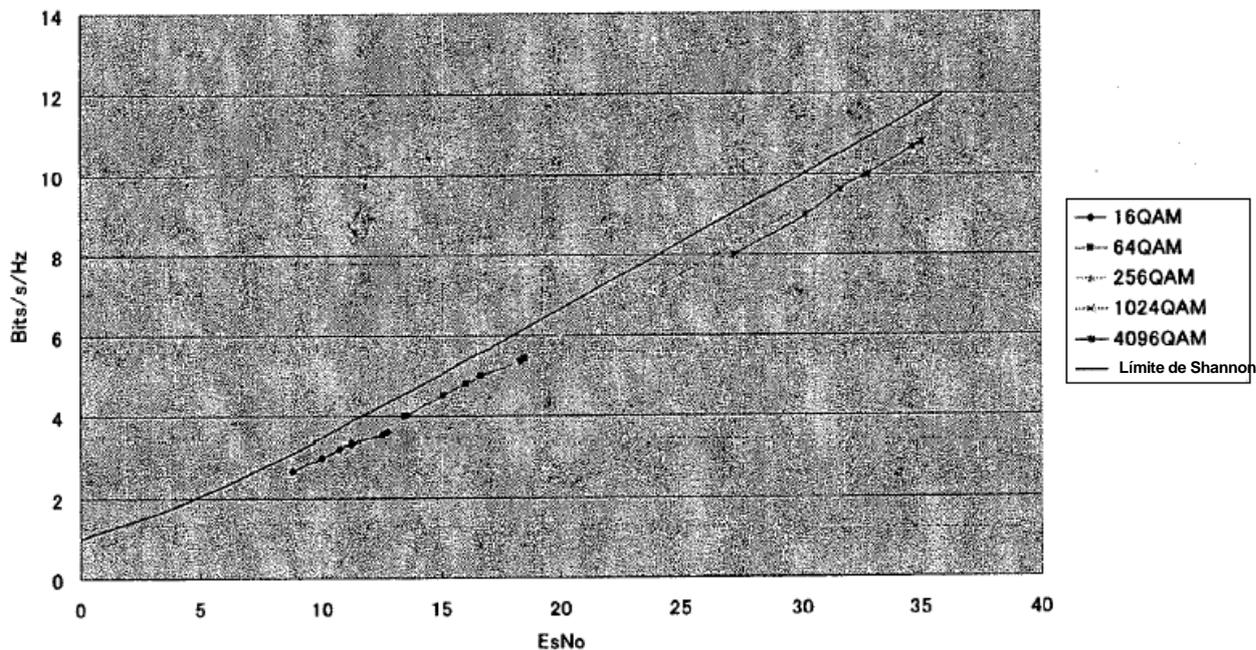
Actualmente, la carga ultrasónica de OFDM (GI, pilotos, bandas de guarda, entramado) no está incluida, de forma global está previsto que sea inferior al 5.5% para el más largo intervalo de guarda de 1/64 y un ancho de banda de canal global de 32 MHz (3.7% para GI = 1/128).

15

**EsNo vs Bits/s/Hz**

(de RHS. R9/10, R8/9, R5/6, R4/5, R3/4, R2/3)

5



**Figura 45: Rendimiento del sistema (canal AWGN)**

10

Desde el punto de vista teórico, DVB-C 256 QAM requiere una relación de señal a ruido SNR de 29.5 dB para el funcionamiento en QEF. Según se ilustra en la Figura 45, 1024-QAM con tasa de código 9/10 requiere aproximadamente la misma relación de señal a ruido.

15

La eficiencia espectral para este modo es 9 bit/Hz. Si la comparamos con la eficiencia espectral de DVB-C 256-QAM ( $6.875 \cdot 188 / 204 = 6.34$  bit/Hz), la ganancia en rendimiento global del sistema propuesto está en el orden de magnitud del 42% (respectivamente, 34.1%, si se incluye el caso más desfavorable de la carga específica de OFDM de 32 MHz).

20

**5. Comparación de la propuesta con los requisitos (a partir de CM-903)**

N°	Requisitos generales	Sistema recomendado
1	Las tecnologías tendrán como objetivo optimizar el uso de canales de cables en redes cableadas modernas. Esto incluye la mejora de la flexibilidad y robustez operativa así como la capacidad de datos de carga útil máxima.	<i>Modulación OFDM hasta 4K QAM en subportadoras, canal de 32 MHz, códec LDPC y numerosas otras características</i>
2	DVB-C2 no debe tener como objetivo principal la coincidencia con DVB-S2 y/o DVB-T2, sino aprovechar completamente sus características distintivas para competir en el mercado de entrega de contenidos. Por lo tanto, las tecnologías de transmisión de flujo descendente que se benefician al máximo de la disponibilidad del canal de retorno deben ser objeto de evaluación. Sin embargo, la especificación de DVB-C2 no dependerá de la disponibilidad de un canal de retorno.	<i>Modulación adaptativa para servicios interactivos</i>
3	Un conjunto de herramientas de parámetros del sistema estará disponible para establecer las aplicaciones a través de las aplicaciones de cliente a empresa, teniendo en cuenta el distinto nivel de rendimiento de la red CATV.	<i>Una diversidad de parámetros del sistema se proporcionan para la optimización del rendimiento de la red</i>
4	La especificación permitirá a los proveedores de servicios en redes de cable tener objetivos individuales de calidad de servicio, incluso	<i>Cumplida en parte – Protección específica del servicio dentro de un</i>

N°	Requisitos generales	Sistema recomendado
	para servicios dentro del mismo múltiplex.	<i>múltiplex no es soportada con el fin de limitar la complejidad de señalización</i>
5	Técnicas adecuadas ya existentes se adoptarán en donde quiera que sea posible.	<i>Numerosos bloques funcionales se reutilizan a partir de DVB-S2 y DVB-T2</i>
6	Habrà de tomarse en cuenta debidamente las características de red de cable previstas (p.e., con fibra hasta el punto de acometida de la instalación, edificio y vivienda, en tanto que sea aplicable)	<i>Uso de la modulación 4k QAM para más altas tasas de datos en redes HFC de más alta calidad</i>
7	Nuevas especificaciones técnicas se aplicarán a funciones en el extremo de transmisión solamente, pero tendrán en cuenta las repercusiones del coste para diferentes dispositivos, tales como receptores o equipos en el extremo de cabecera.	<i>La complejidad del diseño, las necesidades de memoria, etc., se consideran en la propuesta</i>
8	La norma DVB-C no será modificada, ni requerirá cambios para otras especificaciones (p.e., SI) ni hará que cualquier característica existente se haga no válida.	<i>No se requiere realizar modificaciones a las normas/especificaciones existentes</i>
9	Las especificaciones serán neutras en la frecuencia de transmisión dentro de las bandas de frecuencias de cables típicas.	<i>Ninguna restricción</i>
10	Método de la familia DVB: DVB-C2 debe reutilizar las soluciones existentes para interfaz, codificación y modulación, en donde sea adecuado.	<i>Las soluciones de DVB-T2/S2 se reutilizan en donde sea posible</i>
	<b>Requisitos de rendimiento y eficiencia</b>	<b>Sistema recomendado</b>
11	DVB-C2 debe ser capaz de soportar eficientemente la migración desde una red analógica/digital mixta o una red completamente digital y ser capaz de ofrecer un máximo rendimiento/ganancia en ambas redes.	<i>La reducción de potencia de máxima a media se utiliza para reducir al mínimo la interferencia sobre otros canales</i>
12	DVB-C2 debe proporcionar al menos un 30% más de rendimiento en las instalaciones de cables existentes y en las redes domésticas en comparación con 256-QAM (DVB-C).	<i>El uso de sistemas de modulación de 1024 QAM y superiores</i>
13	DVB-C2 permitirá la obtención del beneficio máximo del método multiplex estadístico. A modo de ejemplo, podría desregularse la trama de canal fijo actual.	<i>Ancho de banda de canal flexible en múltiplos de 8 MHz desde 8 – 32 MHz</i>
14	<p>Las redes de cables deben caracterizarse y modelarse sobre un nivel global (p.e., Estados Unidos, Asia y Europa) (incluyendo la red doméstica) y los mejores sistemas de modulación/ FEC deben seleccionarse teniendo en cuenta un modelo realista del canal de cable, incluyendo:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Desarrollo de canales TV analógicos de los sistemas PAL/SECAM/NTSC</li> <li>• Desarrollo de señales digitales diferentes (tales como DVB, DOCSIS, Dvic) y las relaciones de retroceso operativo de señales asociadas a las señales analógicas.</li> <li>• Ruido diferente (blanco, de ráfaga, impulsos), faltas de linealidad y otras interferencias presentes en las redes actuales y futuras.</li> </ul>	<p><i>La arquitectura del sistema proporciona medidas para superar los impedimentos específicos del cable.</i></p> <p><i>Pueden soportarse las frecuencias, a escala mundial, de 8 MHz y 6 MHz a la vez.</i></p> <p><i>Tasas de modulación y codificación adecuadas pueden elegirse basándose en los diferentes requerimientos de canales</i></p>
15	El comportamiento en errores del sistema debe ser adecuado para todo tipo de servicios que puedan realizarse.	<i>Diferentes niveles de protección al nivel de TS o GS</i>
16	El sistema de transmisión de DVB-C2 debe ser capaz de soportar modos de baja potencia para reducir al máximo el consumo de energía en receptores en conformidad con el código de conducta sobre consumo de energía de la Unión Europea.	<i>La recepción segmentada reduce la complejidad</i>
17	Retransmisión sin discontinuidad (p.e., desde DVB-S2 a DVB-C2 o de DVB-T2 a DVB-C2) debe soportarse por completo.	<i>Se soporta la transcodificación desde DVB-S2/T2 a C2</i>
18	La norma DVB-C2 deberá proporcionar un enlace completamente	<i>Mapeado flexible de diferentes</i>

N°	Requisitos generales	Sistema recomendado
	transparente para los protocolos de flujo de transporte, paquetes IP y otros protocolos pertinentes entre la entrada del modulador y la salida del demodulador.	<i>formatos de entrada se soportan</i>
19	El tiempo de zapping (tiempo para sintonizar un receptor desde un servicio a otro) no se aumentará notablemente debido a la introducción de DVB-C2 (en relación con la experiencia del usuario actual de servicios de TV digitales con DVB-C). Para cualquier cambio en el canal de RF, el extremo frontal de DVB-C2 deberá proporcionar una señal cuasi libre de error dentro de un periodo de 300 ms.	<i>Satisface los requisitos para la optimización de la longitud de trama de C2 OFDM</i>
	<b>Requerimientos de compatibilidad en sentido inverso</b>	<b>Sistema recomendado</b>
20	<p>DVB-C2 no será compatible en sentido inverso con DVB-C (en un sentido en que un receptor de DVB-C sea capaz de procesar una señal de DVB-C2). La capacidad para un receptor de DVB-C2 para incluir las funcionalidades de DVB-C debe tratarse como un requisito opcional en la especificación técnica, de modo que</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si éste es un requisito de los intervinientes en el sector para incluir la funcionalidad de DVB-C en los equipos de DVB-C2, los fabricantes de circuitos integrados pueden proporcionar soluciones que cumplan las normas.</li> <li>• Si, a largo plazo, las redes habrán migrado completamente a DVB-C2, también pueden producirse estos circuitos integrados.</li> </ul>	<i>El ancho de banda del sintonizador en el receptor permanece en 8 MHz según se utiliza en los sistemas DVB-C actuales. Esto permite la coexistencia de demoduladores de DVB-C y de DVB-C2 en el mismo receptor.</i>
21	Para las transmisiones de DVB-C2, no habrá ningún requisito para cualquier cambio a los receptores DVB-C existentes. Esto supone un uso continuado de la misma arquitectura de red de cable y las mismas características de canal de cable.	<i>Requisito cumplido</i>
22	Con el fin de permitir una autoinstalación, la norma DVB-C2 debe ser lo más insensible posible a las características típicas de las redes domésticas que utilizan sistemas de cables coaxiales.	<i>Esta propuesta soporta varias opciones de codificación y de intercalado para mitigar las faltas de condiciones ideales en los sistemas cableados en viviendas</i>
	<b>Requerimientos de sistemas interactivos</b>	
22	La especificación estará disponible para contraprestación como un sistema de codificación y modulación alternativo en flujo descendente para los sistemas DOCSIS que utilizan actualmente DVB-C para la opción de tecnología europea del sistema DOCSIS (EuroDOCSIS).	<i>Requerimiento cumplido</i>
23	DVB-C2 incluirá técnicas para mejorar la eficiencia de transporte de datos de IP	<i>Requerimiento cumplido</i>
24	DVB-C2 permitirá la integración rentable en el coste de DVB-C2 en soluciones de Edge QAM para equipos de modulación.	<i>Requerimiento cumplido</i>
25	La especificación deberá proporcionar un modo de baja latencia que cumpla las exigencias de los servicios interactivos que requieran dicho modo.	<i>El intercalador temporal puede desactivarse para servicios que requieran baja latencia</i>

## REIVINDICACIONES

1. Un aparato receptor (63) para recibir señales en un sistema de múltiples portadoras sobre la base de una estructura de trama en un ancho de banda de transmisión, comprendiendo cada trama al menos dos configuraciones de señalización adyacentes entre sí en la dirección de la frecuencia, con cada una de ellas incluyendo datos de señalización mapeados en portadoras de frecuencia y al menos dos configuraciones de datos con datos mapeados en correspondencia con portadoras de frecuencia siguiendo las por lo menos dos configuraciones de señalización en la dirección del tiempo, en el intervalo temporal inmediatamente sucesivo al intervalo temporal en el que están situadas las por lo menos dos configuraciones de señalización, en donde cada una de las configuraciones de datos, sucesivas a las configuraciones de señalización, es respectivamente seguida por configuraciones de datos adicionales en intervalos temporales sucesivos en la dirección del tiempo, en donde todas las configuraciones de datos que se siguen una a otra en la dirección del tiempo presentan la misma estructura en la dirección de la frecuencia, incluyendo cada una de las por lo menos dos configuraciones de señalización y las configuraciones de datos una pluralidad de portadoras de frecuencia, presentando cada una de dichas por lo menos dos configuraciones de señalización la misma longitud, en donde todas las configuraciones de señalización en una trama comprenden datos de señalización idénticos, comprendiendo dicho aparato receptor (63) medios de recepción (65) adaptados para sintonizarse a, y para recibir una parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión, presentando dicha parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión al menos la longitud de una de dichas configuraciones de señalización y cubriendo al menos una configuración de datos a recibirse y  
 20 medios de evaluación (67) adaptados para evaluar los datos de señalización incluidos en una configuración de señalización recibida con el fin de permitir la recepción de dichas al menos dos configuraciones de datos.
2. El aparato receptor (63) según la reivindicación 1, que comprende un medio de reconstrucción (71) adaptado para reconstruir la configuración de señalización original a partir de dicha parte seleccionada recibida de dicho ancho de banda de transmisión.
3. El aparato receptor (63) según la reivindicación 2, en donde dicho medio de reconstrucción (71) está adaptado para redispone las señales recibidas de señalización en la configuración de señalización original en caso de que la parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión a la que está sintonizado el medio de recepción (63), no esté en concordancia con la estructura de configuración de señalización.
4. El aparato receptor (63) según la reivindicación 2, en donde cada trama comprende al menos dos configuraciones de señalización adicionales sucesivas a dichas al menos dos configuraciones de señalización en la dimensión del tiempo, presentando cada una de dichas configuraciones de señalización adicionales la respectiva misma longitud que la correspondiente de una de dichas al menos dos configuraciones de señalización precedentes, en donde dicho medio de reconstrucción (71) está adaptado para redispone las dos o más configuraciones de señalización recibidas una tras otra en la dimensión del tiempo en la configuración de señalización original.
5. El aparato receptor (63) según una de las reivindicaciones 1 a 4, en donde los datos de señalización de las configuraciones de señalización comprenden una codificación de corrección de errores y en donde dicho medio de reconstrucción (71) está adaptado para realizar una decodificación de corrección de errores en dichas señales recibidas de señalización con el fin de reconstruir la configuración de señalización original.
6. El aparato receptor (63) según una de las reivindicaciones 1 a 5, en donde las configuraciones de señalización de cada trama comprenden datos de señalización con la localización de cada configuración de señalización en la trama, en donde dicho medio de evaluación está adaptado para extraer dicha información de localización.
7. El aparato receptor (63) según una de las reivindicaciones 1 a 6, en donde las configuraciones de señalización de cada trama comprenden datos de señalización con el número de configuraciones de datos incluidas en la trama, en donde dicho medio de evaluación (67) está adaptado para extraer dichos datos de señalización con el número de configuraciones de datos a partir de una configuración de señalización recibida.
8. El aparato receptor (63) según una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde las configuraciones de señalización de cada trama comprenden datos de señalización individuales para cada configuración de datos incluida en la trama, en donde dicho medio de evaluación (67) está adaptado para extraer dichos datos de señalización individuales para cada configuración de datos a partir de una configuración de señalización recibida.
9. El aparato receptor (63) según una de las reivindicaciones 1 a 8, en donde dicho medio de recepción (65) está adaptado para sintonizarse con, y para recibir, una parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión, de modo que se permita una recepción optimizada en una configuración de señalización en la parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión a recibirse.
10. El aparato receptor (63) según una de las reivindicaciones 1 a 9, en donde dicho medio de recepción (65) está adaptado para sintonizarse y para recibir una parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión, de modo que

dicha al menos una configuración de datos a recibir esté centrada en relación con la parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión a recibirse.

5 **11.** El aparato receptor (63) según una de las reivindicaciones 1 a 10, en donde dicho medio de recepción (65) está adaptado para sintonizarse con, y para recibir, una parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión sobre la base de los datos de señalización recibidos en una configuración de señalización en una trama anterior.

10 **12.** Un método de recepción para recibir señales transmitidas en un sistema de múltiples portadoras sobre la base de una estructura de trama en un ancho de banda de transmisión, comprendiendo cada trama al menos dos configuraciones de señalización adyacentes entre sí en la dirección de la frecuencia, cada una de ellas con datos de señalización mapeados en correspondencia con portadoras de frecuencia y al menos dos configuraciones de datos con datos mapeados en correspondencia con portadoras de frecuencia que siguen a las al menos dos configuraciones de señalización, en la dirección del tiempo, en el intervalo temporal inmediatamente sucesivo al intervalo temporal en donde están situadas las por lo menos dos configuraciones de señalización, en donde cada una de las configuraciones de datos sucesivas a las configuraciones de señalización es respectivamente seguida por configuraciones de datos adicionales en intervalos temporales sucesivos en la dirección del tiempo, en donde todas las configuraciones de datos que se siguen una a otra en la dirección del tiempo presentan la misma estructura en la dirección de la frecuencia, comprendiendo cada una de las por lo menos dos configuraciones de señalización y las configuraciones de datos una pluralidad de portadoras de frecuencia, presentando cada una de dichas al menos dos configuraciones de señalización la misma longitud, en donde todas las configuraciones de señalización en una trama comprenden datos de señalización idénticos que comprenden las etapas de  
 15 la recepción de una parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión, presentando dicha parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión al menos la longitud de una de dichas configuraciones de señalización y cubriendo al menos una configuración de datos a recibir y evaluando los datos de señalización incluidos en una configuración de señalización recibida con el fin de permitir la recepción de dichas al menos dos configuraciones de datos.  
 20  
 25

30 **13.** El método de recepción según la reivindicación 12, que comprende la etapa de reconstruir la configuración de señalización original a partir de dicha parte seleccionada recibida de dicho ancho de banda de transmisión.

**14.** El método de recepción según la reivindicación 13 en donde en dicha etapa de reconstrucción, las señales recibidas de señalización son redispuestas en la configuración de señalización original en caso de que la parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión no esté en concordancia con la estructura de la configuración de señalización.

35 **15.** El método de recepción según la reivindicación 13, en donde cada trama comprende al menos dos configuraciones de señalización adicionales sucesivas a dichas al menos dos configuraciones de señalización en la dimensión del tiempo, presentando cada una de dichas configuraciones de señalización adicionales la respectiva misma longitud que la correspondiente de dichas al menos dos configuraciones de señalización precedentes, en donde en dicha etapa de reconstrucción las dos o más configuraciones de señalización recibidas, sucesivas una a la otra en la dimensión del tiempo, están redispuestas en la configuración de señalización original.  
 40

**16.** El método de recepción según una de las reivindicaciones 12 a 15, en donde los datos de señalización de las configuraciones de señalización comprenden una codificación de corrección de errores y en donde en dicha etapa de reconstrucción, se realiza una decodificación de corrección de errores en dichas señales recibidas de señalización con el fin de reconstruir la configuración de señalización original.  
 45

**17.** El método de recepción según una de las reivindicaciones 12 a 16, en donde las configuraciones de señalización de cada trama comprenden datos de señalización con la localización de cada configuración de señalización en la trama, en donde dicha información de localización es extraída desde una configuración de señalización recibida.  
 50

**18.** El método de recepción según una de las reivindicaciones 12 a 17, en donde las configuraciones de señalización de cada trama comprenden datos de señalización con el número de configuraciones de datos incluidas en la trama, en donde en dicha etapa de evaluación dichos datos de señalización con el número de configuraciones de datos se extraen desde una configuración de señalización recibida.  
 55

**19.** El método de recepción según una de las reivindicaciones 12 a 18, en donde las configuraciones de señalización de cada trama comprenden datos de señalización individuales para cada configuración de datos incluida en la trama, en donde en dicha etapa de evaluación dichos datos de señalización individuales para cada configuración de datos, son extraídos desde una configuración de señalización recibida.  
 60

**20.** El método de recepción según una de las reivindicaciones 12 a 19, en donde una parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión se recibe de modo que esté permitida una recepción optimizada de una configuración de señalización en la parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión.

21. El método de recepción según una de las reivindicaciones 12 a 20, en donde una parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión se recibe de modo que dicha al menos una configuración de datos a recibir esté centrada en relación con la parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión que se va a recibir.
- 5 22. El método de recepción según una de las reivindicaciones 12 a 21, en donde una parte seleccionada de dicho ancho de banda de transmisión se recibe sobre la base de los datos de señalización recibidos en una configuración de señalización de una trama anterior.
- 10 23. Un sistema para transmitir y recibir señales, que comprende un aparato transmisor (54) para transmitir señales en un sistema de múltiples portadoras sobre la base de una estructura de trama, comprendiendo cada trama al menos dos configuraciones de señalización adyacentes entre sí en la dirección de la frecuencia y al menos dos configuraciones de datos sucesivas a las por lo menos dos configuraciones de señalización en la dirección del tiempo, en el intervalo temporal inmediatamente sucesivo al intervalo temporal en el que están situadas las por lo menos dos configuraciones de señalización, en donde cada una de las configuraciones de datos sucesivas a las configuraciones de señalización es respectivamente seguida por configuraciones de datos adicionales en intervalos temporales sucesivos en la dirección del tiempo, en donde todas las configuraciones de datos que son sucesivas entre sí en la dirección del tiempo presentan la misma estructura en la dirección de la frecuencia, comprendiendo cada una de las por lo menos dos configuraciones de señalización y las configuraciones de datos una pluralidad de portadoras de frecuencia, comprendiendo dicho aparato transmisor:
- 15 medios de mapeado de correspondencia de señalización (57), adaptados para el mapeado de datos de señalización en portadoras de frecuencia de cada una de dichas al menos dos configuraciones de señalización en una trama, presentando cada configuración de señalización la misma longitud, en donde todas las configuraciones de señalización en una trama comprenden datos de señalización idénticos,
- 20 medios de mapeado de datos (58, 58', 58'') adaptados para el mapeado de correspondencia de datos en las portadoras de frecuencia de dichas al menos dos configuraciones de datos en una trama,
- 25 medios de transformación (60), adaptados para transformar dichas configuraciones de señalización y dichas configuraciones de datos desde el dominio de la frecuencia al dominio del tiempo con el fin de generar una señal de transmisión del dominio del tiempo y
- 30 medios de transmisión (61), adaptados para transmitir dicha señal de transmisión del dominio del tiempo, comprendiendo dicho sistema además un aparato receptor (63) según una de las reivindicaciones 1 a 11 adaptado para recibir dicha señal de transmisión del dominio del tiempo desde dicho aparato transmisor (54).
- 35 24. Un método para transmitir y recibir señales, que comprende un método de transmisión para transmitir señales en un sistema de múltiples portadoras sobre la base de una estructura de trama, comprendiendo cada trama al menos dos configuraciones de señalización adyacentes entre sí en la dirección de la frecuencia y al menos dos configuraciones de datos sucesivas a las por lo menos dos configuraciones de señalización en la dirección del tiempo, en el intervalo temporal inmediatamente sucesivo al intervalo temporal en el que están situadas las por lo menos dos configuraciones de señalización, en donde cada una de las configuraciones de datos, sucesivas a las configuraciones de señalización, está respectivamente seguida por configuraciones de datos adicionales en intervalos temporales sucesivos en la dirección del tiempo, en donde todas las configuraciones de datos, sucesivas una tras otra, en la dirección del tiempo, presentan la misma estructura en la dirección de la frecuencia, comprendiendo cada una de las por lo menos dos configuraciones de señalización y las configuraciones de datos una pluralidad de portadoras de frecuencia, comprendiendo dicho método de transmisión las etapas de mapeado de correspondencia de los datos de señalización en portadoras de frecuencia de cada una de dichas por lo menos dos configuraciones de señalización en una trama,
- 40 presentando cada configuración de señalización la misma longitud, en donde todas las configuraciones de señalización en una trama comprenden datos de señalización idénticos, el mapeado de datos en portadoras de frecuencia de dichas al menos dos configuraciones de datos en una trama, transformando dichas configuraciones de señalización y dichas configuraciones de datos desde el dominio de la frecuencia al dominio del tiempo con el fin de generar una señal de transmisión en el dominio del tiempo y
- 45 la transmisión de dicha señal de transmisión en el dominio del tiempo, comprendiendo además dicho método un método de recepción según una de las reivindicaciones 12 a 22 adaptado para recibir dicha señal de transmisión en el dominio del tiempo.
- 50

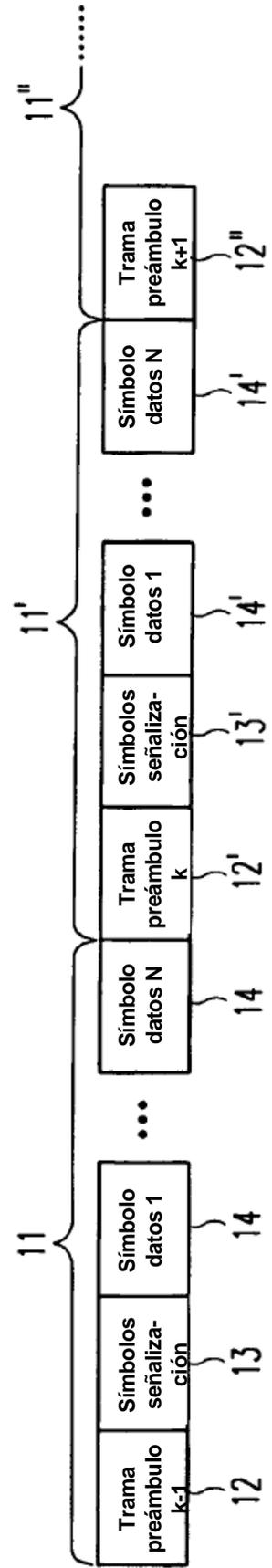
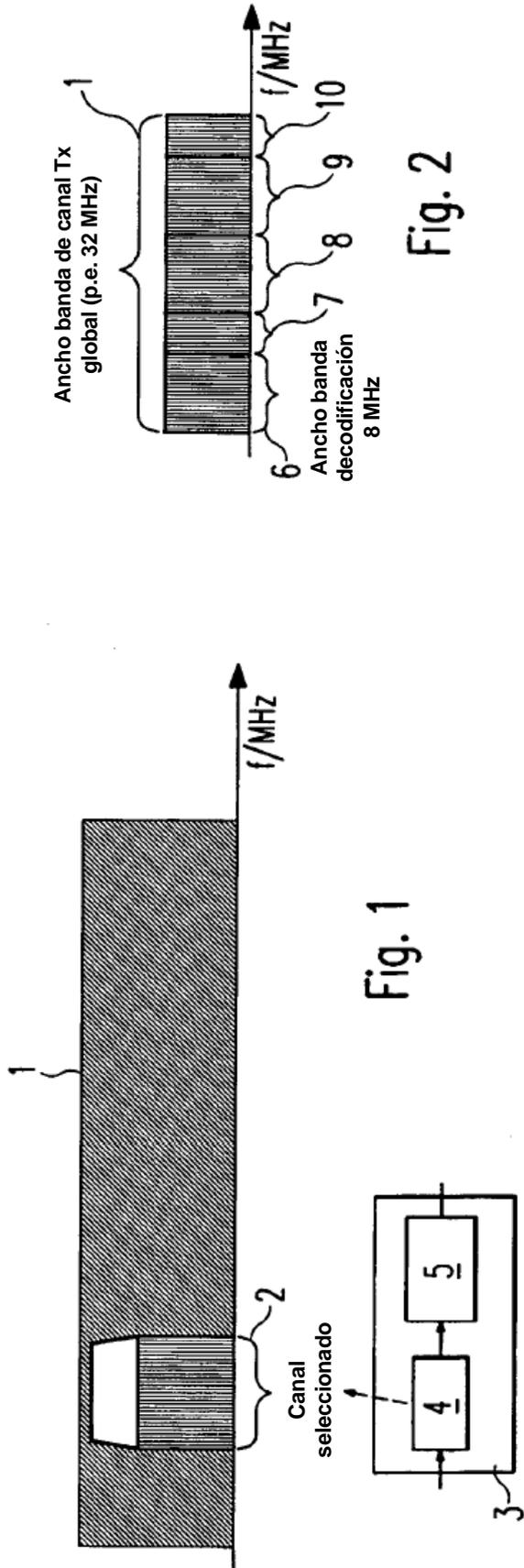
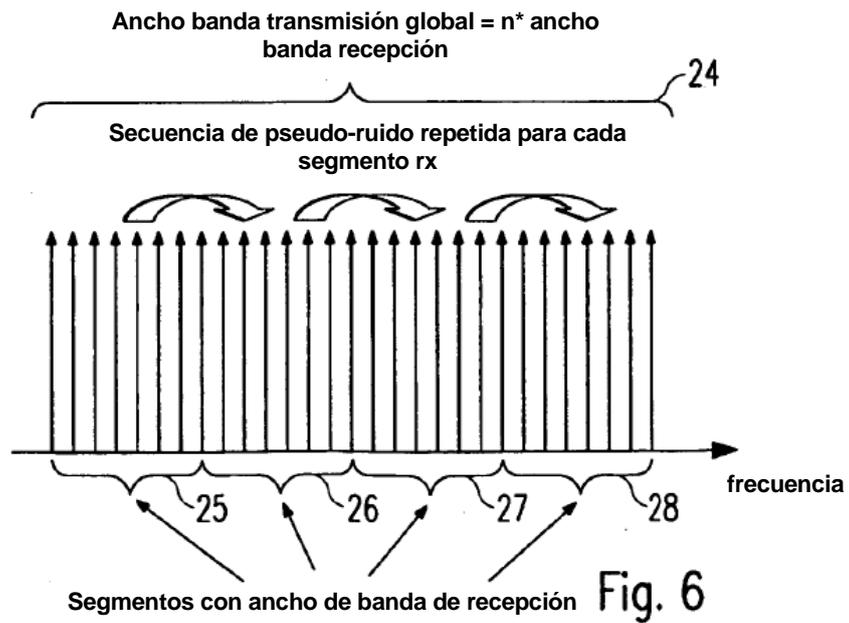
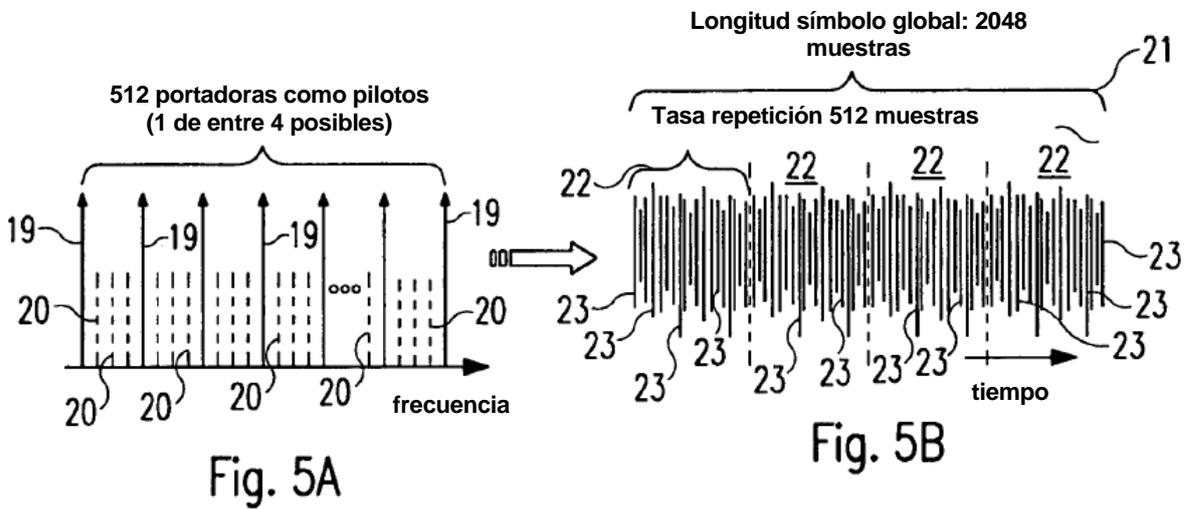
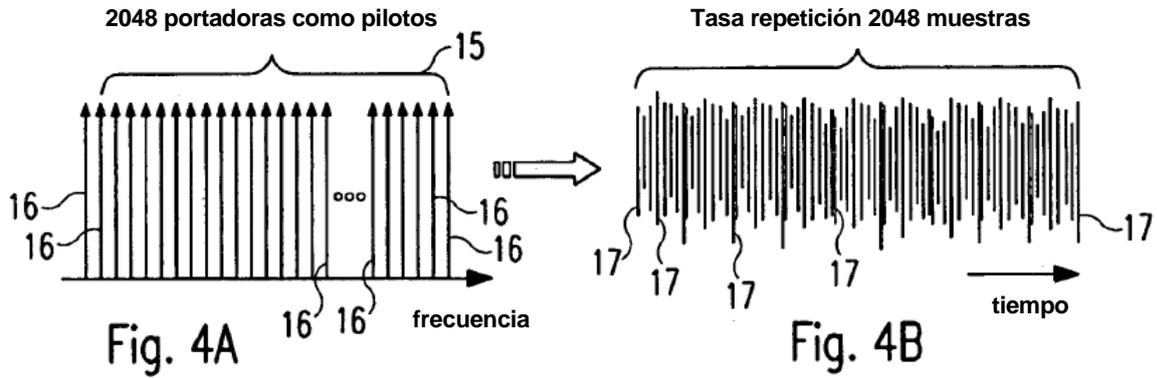


Fig. 3



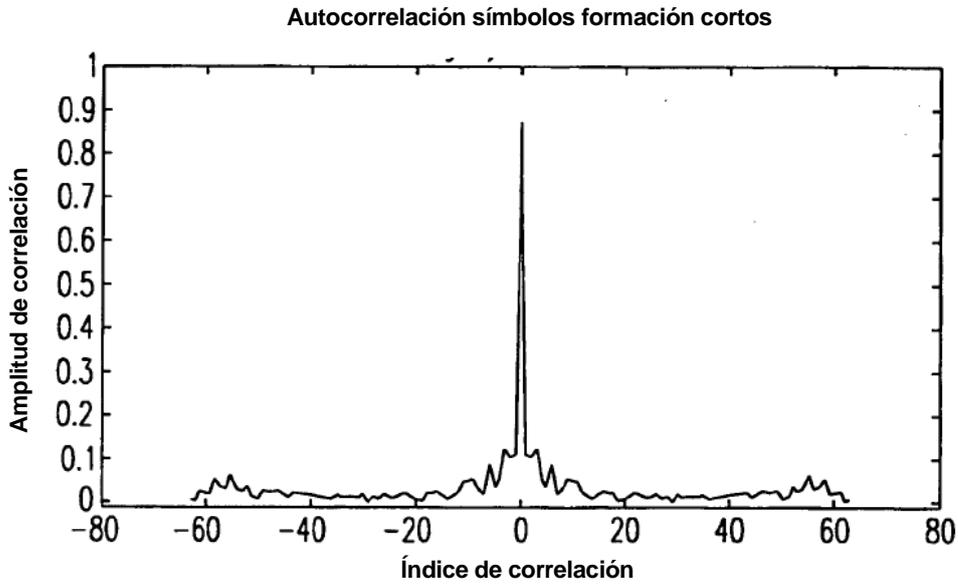


Fig. 7

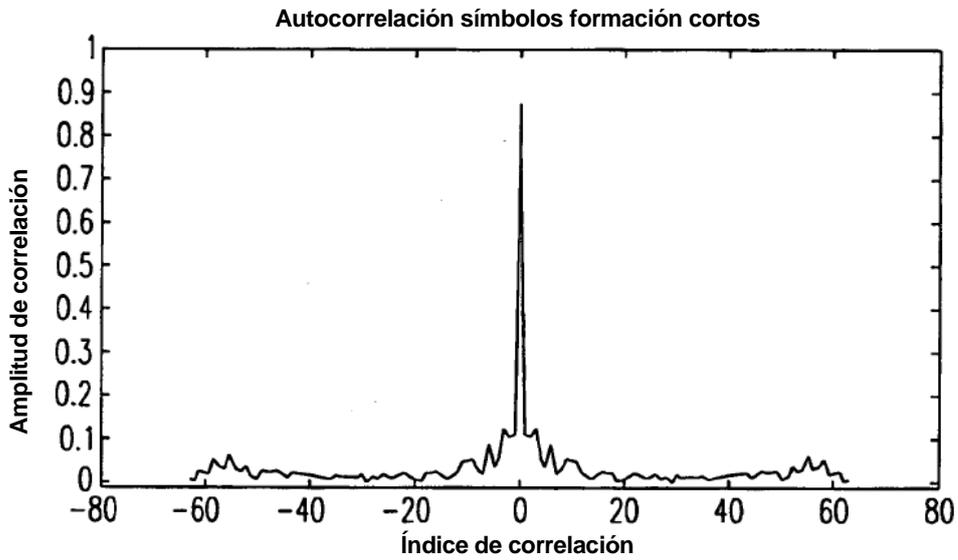


Fig. 8

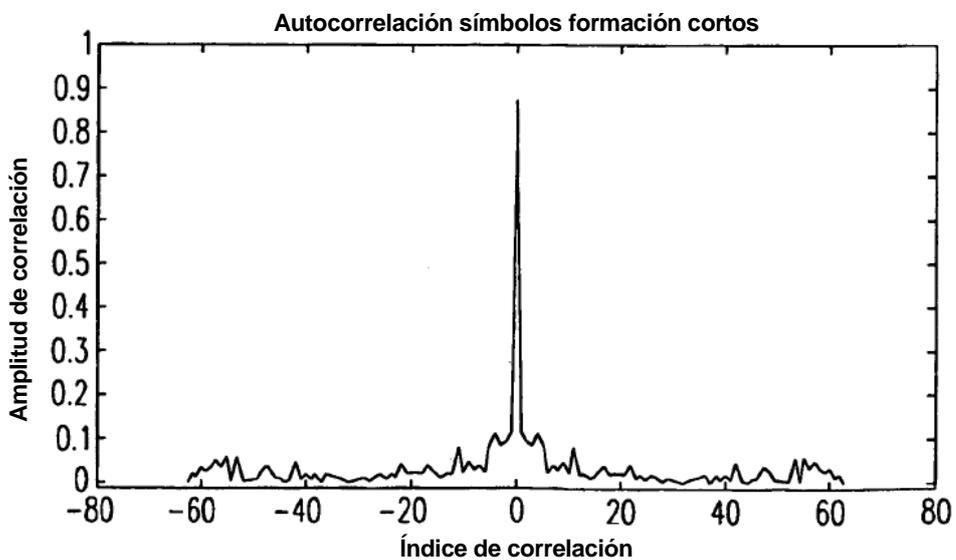


Fig. 9

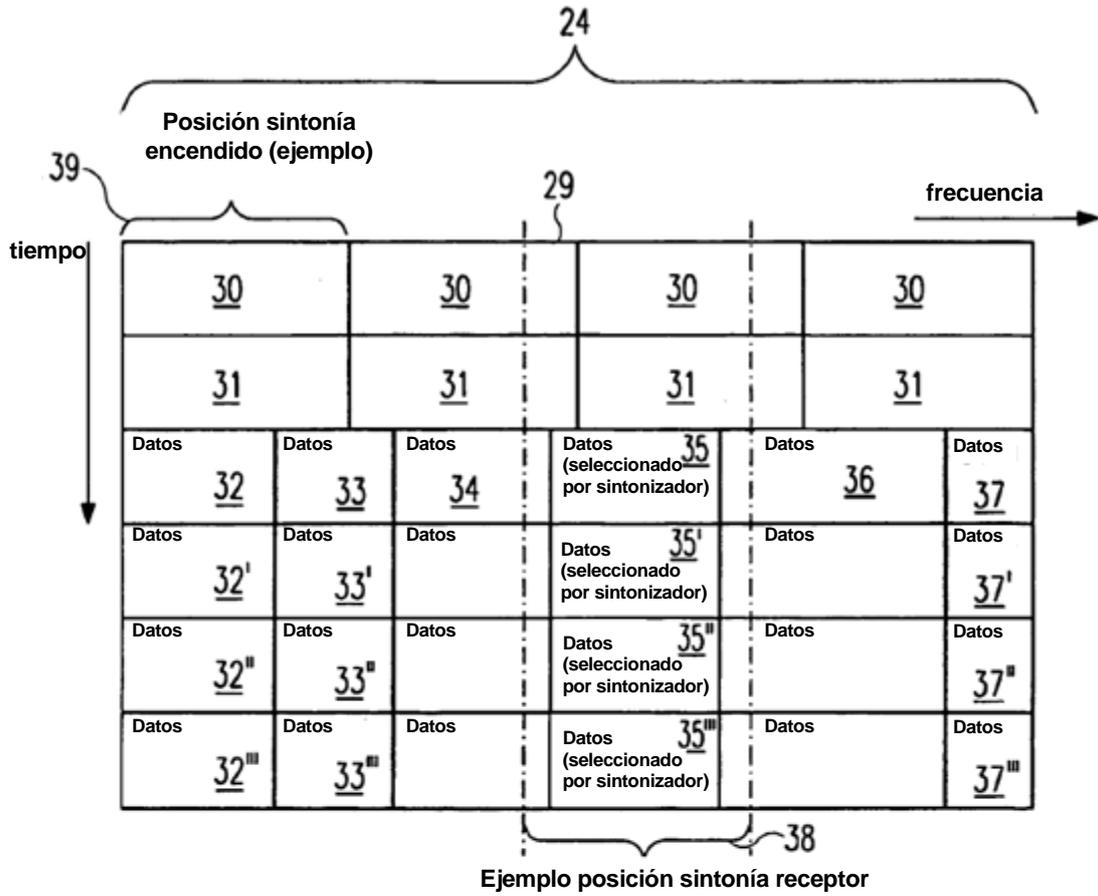


Fig. 10

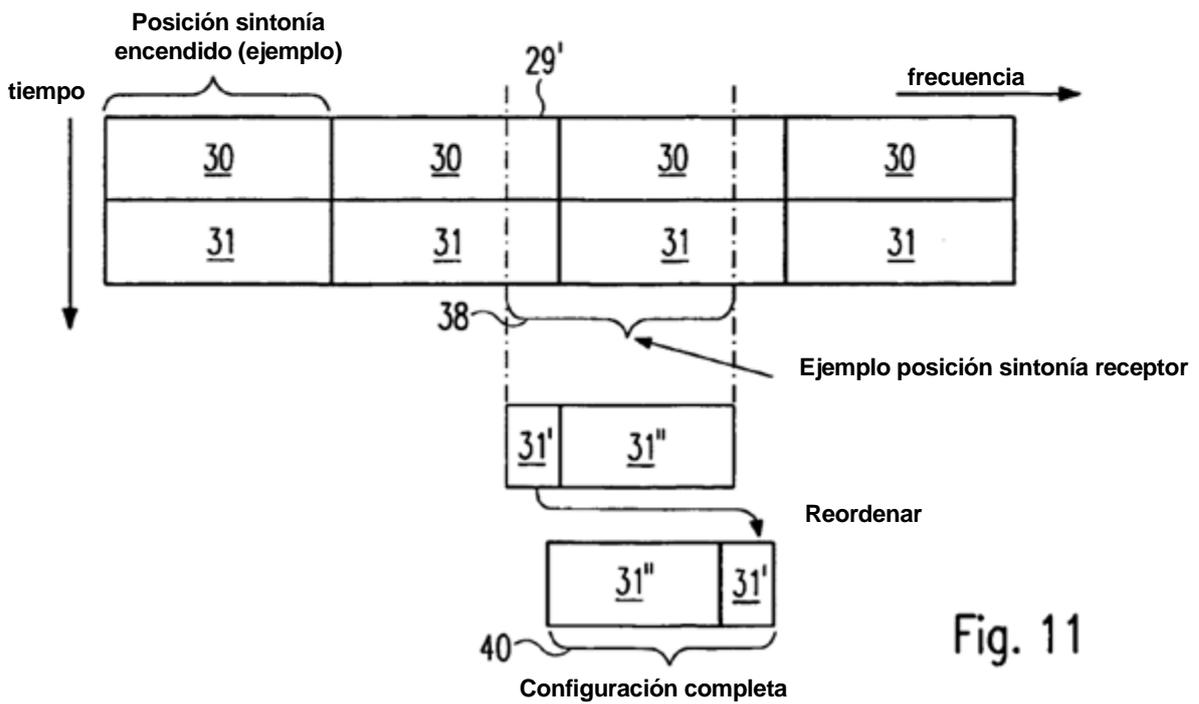


Fig. 11

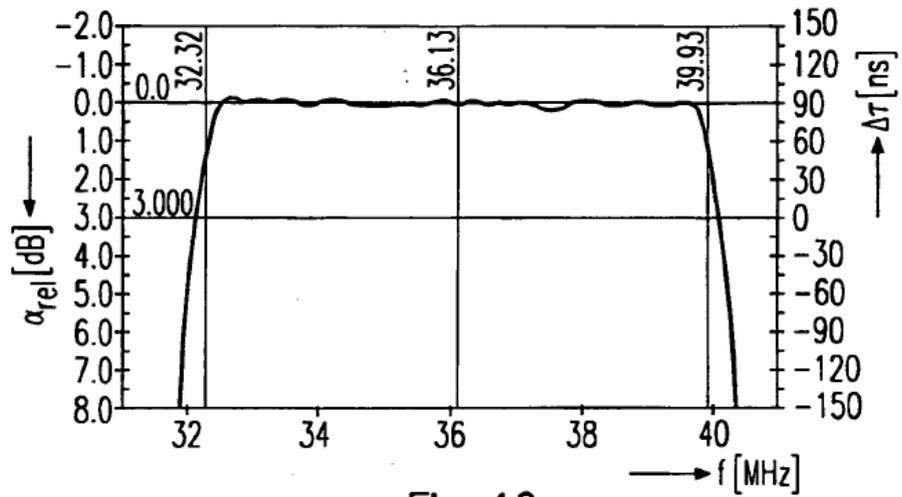
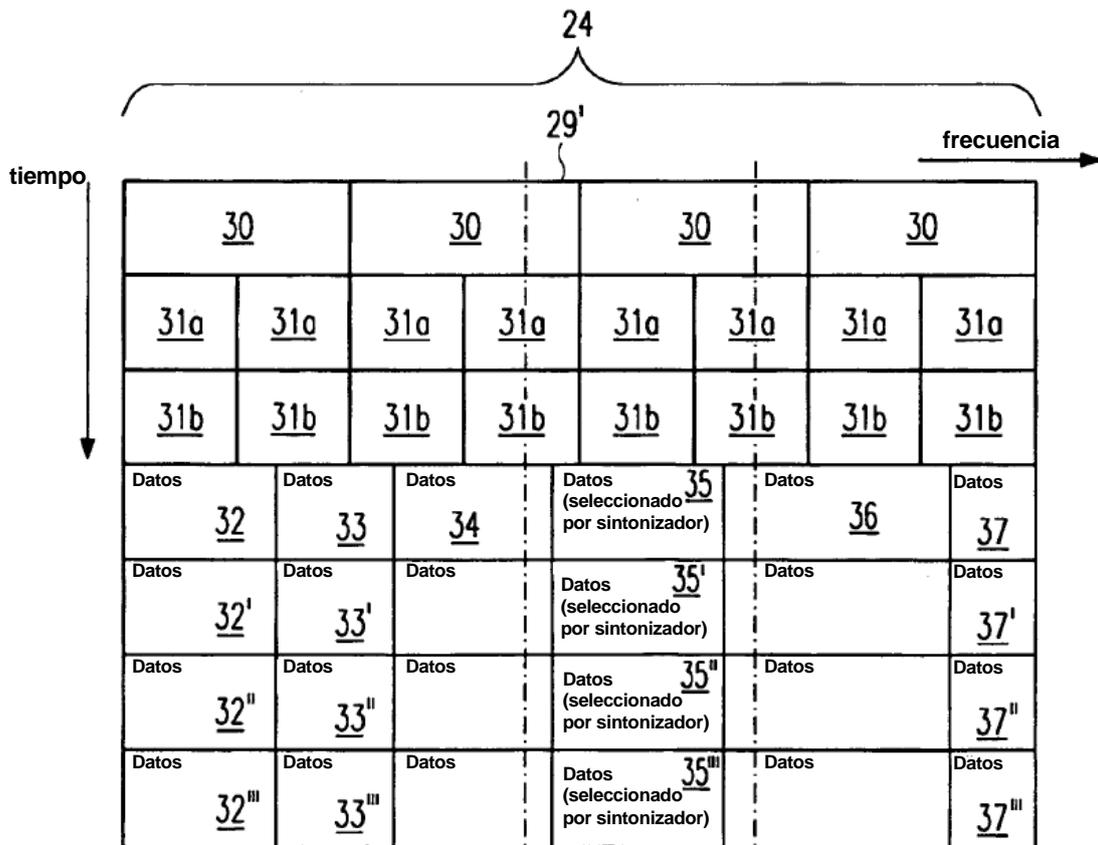


Fig. 12



Ejemplo posición sintonía receptor

Fig. 13

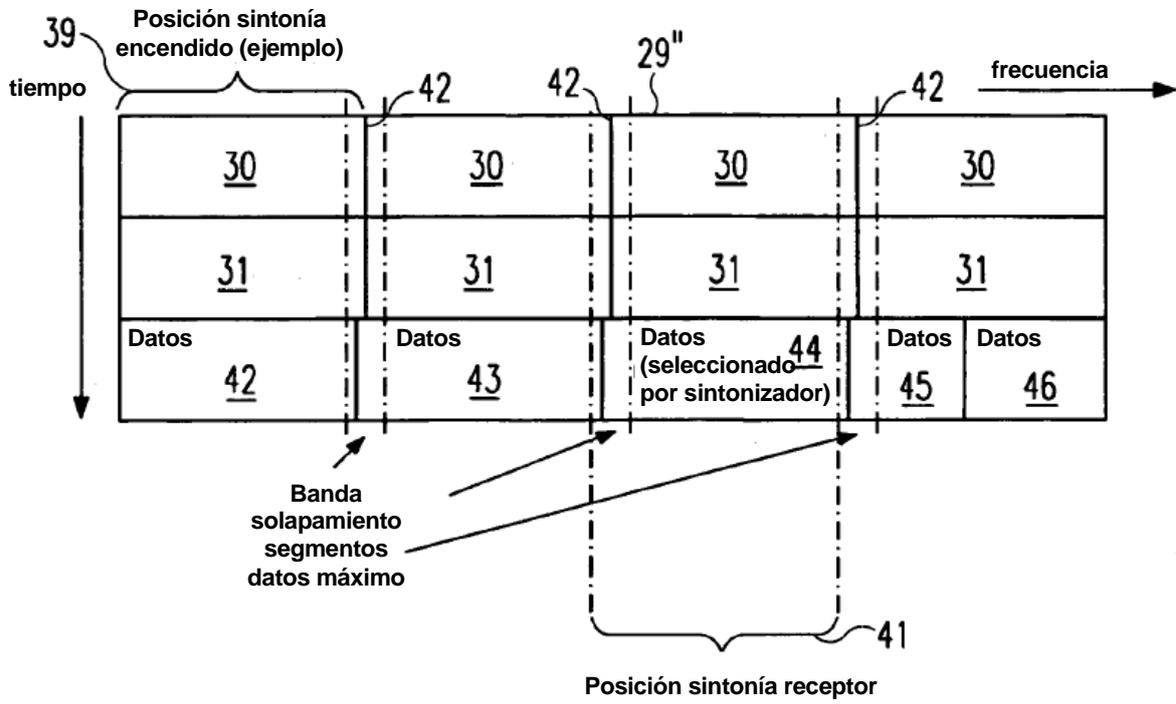


Fig. 14

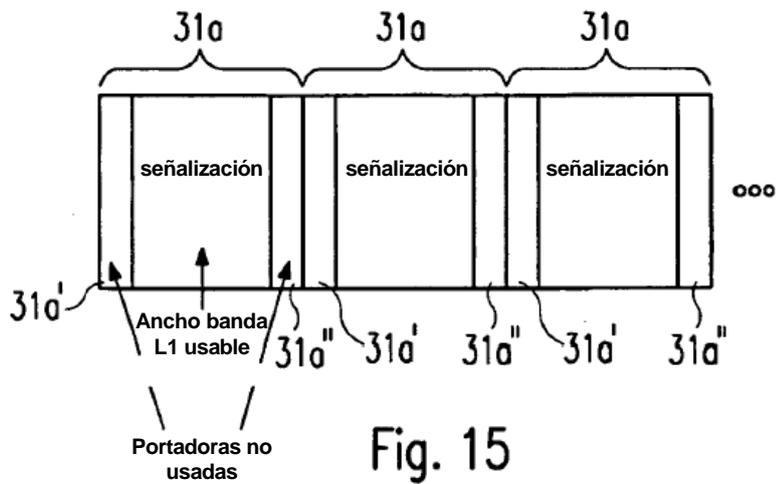


Fig. 15

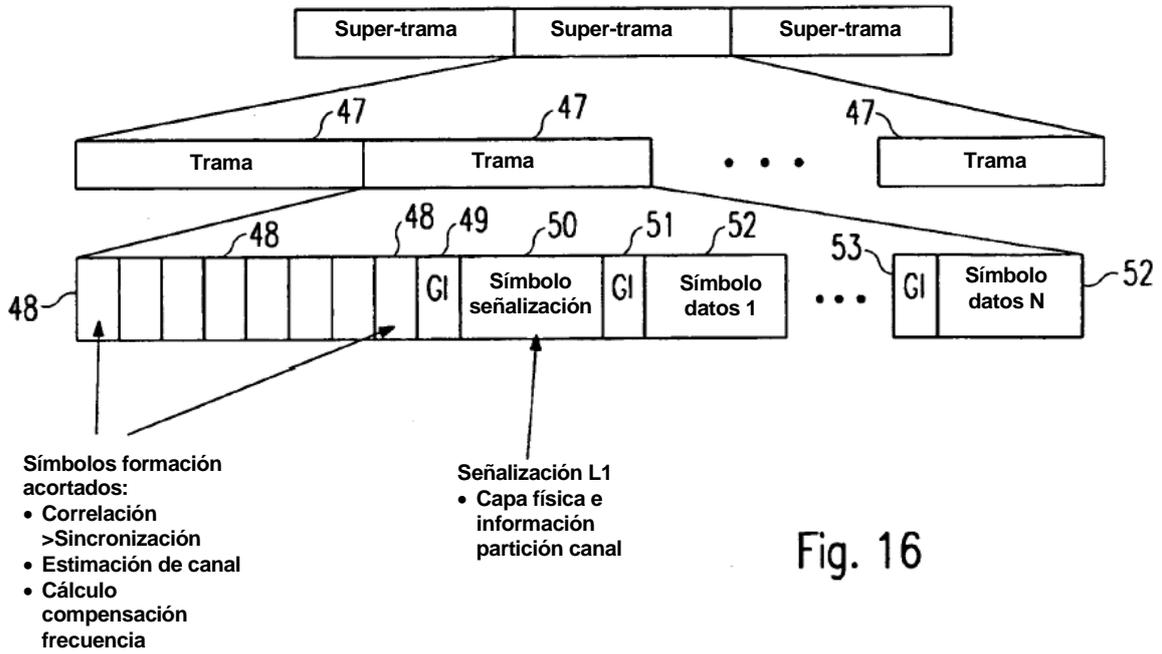


Fig. 16

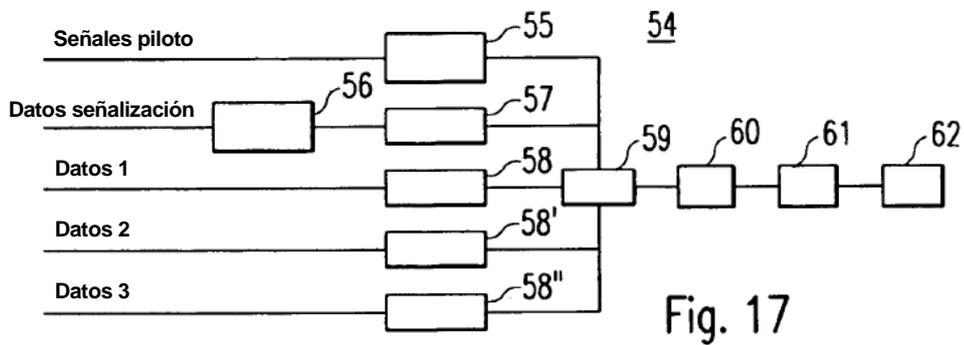


Fig. 17

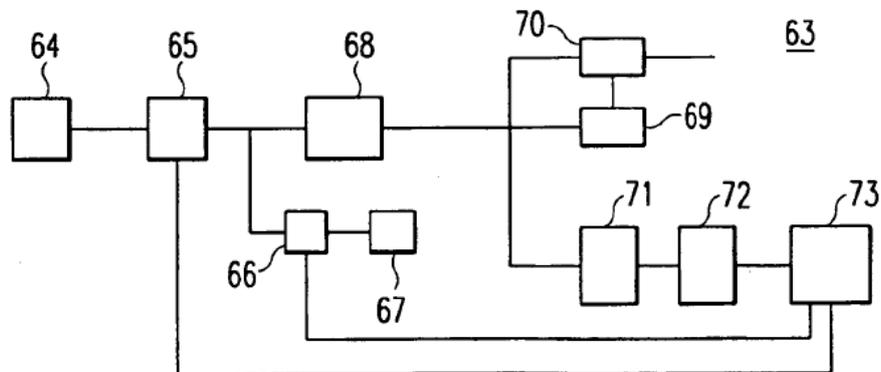


Fig. 18