

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 322**

51 Int. Cl.:

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.05.2009** **E 09007118 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.12.2017** **EP 2136523**

54 Título: **Procedimiento y dispositivo para transmitir y recibir un tren de datos en un sistema de transmisión de múltiples portadoras**

30 Prioridad:

18.06.2008 DE 102008028924

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

13.02.2018

73 Titular/es:

**ROHDE & SCHWARZ GMBH & CO. KG (100.0%)
MÜHLDORFSTRASSE 15
81671 MÜNCHEN, DE**

72 Inventor/es:

SCHAEFER, ANDREW, DR.

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 654 322 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

Procedimiento y dispositivo para transmitir y recibir un tren de datos en un sistema de transmisión de múltiples portadoras

5 La invención se refiere a un procedimiento y a un dispositivo para transmitir y recibir un tren de datos en un sistema de transmisión de múltiples portadoras.

10 En los sistemas de transmisión actuales se utilizan normalmente procedimientos de una sola portadora con una única subportadora –por ejemplo señales de transmisión en un sistema de transmisión con modulación QAM, PSK, CPM o FSK– o procedimientos de múltiples portadoras con muchas subportadoras –preferiblemente señales de transmisión en un sistema de transmisión OFDM–. Con respecto a los antecedentes tecnológicos, remitimos por ejemplo al documento WO98/43373 A1.

15 Los procedimientos de una sola portadora se aplican principalmente en sistemas de transmisión con un volumen de transmisión de datos comparativamente pequeño, en caso de una tasa de símbolos o un ancho de banda entre menor y normal, dado que con el aumento de la tasa de símbolos o del ancho de banda en un sistema de transmisión digital aparece una mayor medida de interferencias entre símbolos y, por lo tanto, es necesaria una corrección más costosa de la señal de recepción, que no se sigue por motivos de costes y/o viabilidad.

20 En los procedimientos de múltiples portadoras, la información que se ha de transmitir se distribuye entre varias subportadoras. En relación con un procedimiento de una sola portadora, disminuye el ancho de banda por subportadora, mientras que aumenta la duración de símbolo. El aumento de la duración de símbolo causa menores interferencias entre símbolos y, por lo tanto, una realización más fácil de la corrección de señal. El procedimiento OFDM empleado normalmente como procedimiento de múltiples portadoras utiliza, en el procesamiento de señales de la banda base del emisor y el receptor, unidades de transformación rápida de Fourier o unidades de transformación rápida de Fourier inversas, que producen en el intervalo temporal respuestas a impulsos rectangulares y por lo tanto limitadas en el tiempo y, por consiguiente, subportadoras correspondientes sin limitación de banda con un flanco en la zona espectral. Así pues, el ancho de banda necesario para las subportadoras está aumentado en relación con el ancho de banda utilizado para la transmisión de datos en la subportadora. Para mantener lo más pequeña posible esta ineficacia en relación con el ancho de banda, en los sistemas de transmisión OFDM se utiliza el mayor número posible de subportadoras dentro del ancho de banda total del sistema –por ejemplo en el procedimiento OFDM según el estándar WiMAX 128, 512, 1.024 o 2.056 subportadoras–. Por consiguiente, el procedimiento OFDM resulta adecuado principalmente para la transmisión de un volumen de transmisión de datos comparativamente grande.

35 Para la transmisión de un volumen de transmisión de datos de tamaño medio se presta un procedimiento de múltiples portadoras con un número mediano escalable de subportadoras –entre una y 128 subportadoras–.

40 La escalabilidad del sistema de transmisión presupone una escalabilidad correspondiente en los distintos participantes –emisores y receptores– del sistema de transmisión. Si en algunos participantes la escalabilidad está restringida a causa de una capacidad limitada de procesamiento de señales, estos participantes en el tráfico de datos de un sistema de transmisión de este tipo no pueden ni siquiera recibir una parte correspondiente a sus recursos de procesamiento de señales del volumen de transmisión total y, por lo tanto, se retiran del tráfico de datos del sistema de transmisión.

45 El documento US 2001/050926 A1 da a conocer un procedimiento y un dispositivo para la transmisión de un tren de datos en varias portadoras y presenta las funciones de procesamiento de señales necesarias para ello de codificación, entrelazamiento, modulación y ensamblado.

50 De esta publicación se desprende sobre el diseño de la velocidad de código del codificador ECC solamente que la longitud en bits del mensaje codificado es mayor que la longitud del mensaje fuente en la medida de la redundancia realizada. Adicionalmente se desprende de la descripción que el codificador ECC realiza una, así llamada, EEP (=Equal-Error-Protection (protección proporcional contra errores)), es decir que los bits de datos del tren de datos original están equipados con la misma redundancia en el tren de datos codificado y, por lo tanto, la velocidad de código es constante en todo el tren de datos. De esta publicación no se desprende un diseño de la velocidad de código en la cantidad de señales de subportadora.

55 Por lo tanto, el objetivo de la invención es crear un sistema de transmisión, en particular también para la radiotransmisión, en el que los participantes con recursos de procesamiento de señales limitados puedan recibir al menos una parte correspondiente a sus recursos de procesamiento de señales limitados del volumen de transmisión total.

60 El objetivo se logra mediante un procedimiento para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras con las características de la reivindicación 1, mediante un procedimiento para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras con las características de la reivindicación 5, mediante un dispositivo para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras con las características de la reivindicación 9 y mediante un dispositivo para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras con las características de la reivindicación 11.

65 Según la invención, en el procedimiento y en el dispositivo para enviar un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras, se lleva a cabo una codificación del tren de datos con una velocidad de código R , que es menor o igual que la mínima cantidad inversa $1/P$ de subportadoras, de la señal de transmisión de múltiples portadoras, procesables respectivamente en todos los receptores, y un entrelazamiento subsiguiente de unidades de datos consistentes en una o varias palabras de código del tren de datos codificado. De este modo, el

contenido de información incluido en cada palabra de datos o en cada sucesión de palabras de datos del tren de datos no codificado se duplica en un factor de $1/R$ en la palabra de código correspondiente o en la sucesión de palabras de código correspondiente.

Mediante el entrelazamiento de primeras unidades de datos en el tren de datos codificado se consigue que, independientemente del código o del tipo de código utilizado –por ejemplo código de bloque, código convolucional, código iterativo, etc., – e independientemente del tipo de entrelazador –por ejemplo entrelazador (*interleaver*) de bloques o entrelazador de convolución–, el contenido de información, el contenido de información incluido respectivamente en cada una de las palabras de código respectivamente utilizadas en el proceso de entrelazamiento individual, se transmita respectivamente a todas las palabras de código entrelazadas del tren de datos entrelazado producidas en cada caso mediante el proceso de entrelazamiento individual.

Mediante un multiplexor inverso se distribuyen sucesivamente las distintas palabras de código entrelazadas del tren de datos entrelazado entre una cantidad de canales de datos de emisión correspondiente a la cantidad de subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras, en los que un respectivo modulador para modular el tren de datos parcial asignado al canal de datos de emisión respectivo está conectado a una subportadora correspondiente de la señal de transmisión de múltiples portadoras.

La cantidad de palabras de código entrelazadas asignada respectivamente a cada canal de datos de emisión mediante multiplexado inverso del tren de datos entrelazado multiplicada por la longitud de la palabra de código entrelazada individual corresponde a la cantidad de palabras de código utilizadas en cada caso en el entrelazamiento del tren de datos de palabras de código, de manera que el contenido de información de cada palabra de código no entrelazada utilizada en cada caso en un proceso de entrelazamiento está incluido en las palabras de código entrelazadas asignadas respectivamente a cada canal de datos de emisión y, por lo tanto, en cada canal de datos de emisión se transfiere el contenido de información idéntico de la corriente de datos no codificada.

Dado que la velocidad de código R está definida como la relación k/n de las unidades de datos de información k de una palabra de código con respecto a las unidades de datos totales n de una palabra de código –unidades de datos de información k de una palabra de código y unidades de datos redundantes $n-k$ de una palabra de código– y, según la invención, está diseñada para que sea menor o igual que la mínima cantidad inversa $1/P$ de subportadoras, del sistema de transmisión de múltiples portadoras, respectivamente procesables en cada receptor, cada palabra de código del tren de datos codificado presenta, al menos, tanta redundancia que a través de cada canal de datos de emisión se asigna este contenido de información respectivamente a cada subportadora de la señal de transmisión de múltiples portadoras de cada palabra de código del tren de datos codificado.

En el procedimiento según la invención y en el dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras está prevista una cantidad de canales de datos de recepción, correspondiente a la capacidad de procesamiento de señales existente en el receptor, que presentan en cada caso un demodulador para demodular la señal de transmisión de múltiples portadoras recibida en el tren de datos transmitido en la subportadora respectiva de la señal de transmisión de múltiples portadoras y un ecualizador para ecualizar el tren de datos demodulado en el canal de datos de recepción respectivo.

Los trenes de datos con palabras de código entrelazadas demodulados y corregidos en los distintos canales de datos de recepción se alimentan a un desentrelazador común para desentrelazar las distintas palabras de código entrelazadas del tren de datos demodulado y corregido.

Un decodificador montado a continuación del desentrelazador tiene disponible, incluso en caso de existir sólo un único canal de datos de recepción para cada palabra de código por transferir del tren de datos por transmitir, en cada caso una sola “copia” del contenido de información transmitido en una sola subportadora de la señal de transmisión de múltiples portadoras y distorsionado por la transmisión, para estimar a partir del mismo el contenido de información necesario para una comunicación mínima entre el emisor y del receptor de las distintas palabras de código del tren de datos por transmitir. Si el receptor presenta varios canales de datos de recepción, el decodificador está en condiciones de determinar mejor el contenido de información incluido respectivamente en cada palabra de código del tren de datos y, de este modo, hacer posible una comunicación optimizada entre el emisor y el receptor. En caso de una cantidad de canales de datos de recepción correspondiente a la cantidad de subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras, el decodificador puede determinar óptimamente el contenido de información incluido en cada palabra de código del tren de datos y, por lo tanto, hacer posible una comunicación óptima entre el emisor y el receptor.

El modulador previsto en cada canal de datos de emisión y el demodulador correspondiente previsto en el canal de datos de recepción correspondiente pueden modular o demodular el tren de datos parcial respectivo en un procedimiento de modulación o demodulación idéntico para todas las subportadoras, idéntico para varias subportadoras o específico de la subportadora. De este modo, en caso de utilizarse un procedimiento de modulación o demodulación idéntico para varias subportadoras o específico de la subportadora, los receptores con una capacidad de procesamiento de señales limitada pueden demodular sólo las corrientes de datos parciales de la subportadora correspondiente que están moduladas en un procedimiento de modulación correspondiente al o a los procedimientos de demodulación utilizados en el o los demoduladores del receptor.

En cada canal de datos de emisión, en caso de aplicarse una codificación encadenada, puede estar previsto respectivamente un codificador interno para codificar internamente el tren de datos asignado al canal de datos de emisión respectivo y en el canal de datos de recepción correspondiente al canal de datos de emisión respectivo, a continuación del demodulador respectivo, puede estar previsto un decodificador interno para decodificar internamente el tren de datos demodulado respectivo. El codificador interno previsto en cada canal de datos de

emisión y el decodificador interno correspondiente previsto en el canal de datos de recepción correspondiente pueden codificar o decodificar el tren de datos parcial respectivo en un procedimiento de codificación o decodificación idéntico para todas las subportadoras, idéntico para varias subportadoras o específico de la subportadora. De este modo, en caso de utilizarse un procedimiento de codificación o decodificación idéntico para varias subportadoras o específico de la subportadora, los receptores con capacidad de procesamiento de señales limitada pueden decodificar sólo las corrientes de datos parciales de la subportadora correspondiente que estén codificadas en un procedimiento de codificación correspondiente al o a los procedimientos de decodificación utilizados en el o los decodificadores internos del receptor.

En el receptor puede también estar prevista una cantidad limitada de trenes de datos demodulados respectivamente en los distintos canales de datos de recepción para un seguimiento en la corrección respectiva y en el desentrelazador común y el decodificador común. Con este fin están dispuestos en cada canal de datos de recepción, en cada caso después del demodulador, un comparador y conmutador. El comparador compara el nivel de señal del tren de datos demodulado respectivo con una magnitud de referencia, por ejemplo con un nivel de señal de referencia. El conmutador conecta el tren de datos demodulado respectivo directamente al ecualizador respectivo en caso de un nivel de señal del tren de datos demodulado respectivo que sea mayor que el nivel de señal de referencia.

Los distintos receptores pueden además ponerse de acuerdo, en el marco de un proceso de adaptación, para utilizar en cada caso una cantidad idéntica de canales de datos de recepción para las respectivas demodulación y corrección del tren de datos transmitido en la subportadora respectiva de la señal de transmisión de múltiples portadoras. En este caso se puede también reducir correspondientemente la cantidad de canales de datos de emisión y mantener un servicio de comunicación de datos reducido entre todos los participantes de la red de transmisión.

El procedimiento según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras, el procedimiento según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras, el dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras y el dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras se explican a continuación detalladamente por medio del dibujo. Las figuras del dibujo muestran:

- Figura 1A, un diagrama de bloques de una primera forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras,

- Figura 1B, un diagrama de bloques de la primera forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras con un procedimiento de múltiples portadoras OFDM-Offset-QAM (multiplexado por división de frecuencias ortogonales-modulación de amplitud en cuadratura desplazada),

- Figura 1C, un diagrama de bloques de una segunda forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras,

- Figura 2A, un diagrama de bloques de una primera forma de realización del dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras,

- Figura 2B, un diagrama de bloques de una primera forma de realización del dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras con un procedimiento de múltiples portadoras OFDM-Offset-QAM,

- Figura 2C, un diagrama de bloques de una segunda forma de realización del dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras,

- Figura 2D, un diagrama de bloques de una tercera forma de realización del dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras,

- Figura 3, un diagrama de flujo del procedimiento según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras y

- Figura 4, un diagrama de flujo del procedimiento según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras.

A continuación se explican las distintas formas de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras por medio de las figuras 1A, 1B y 1C, y del dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras por medio de las figuras 2A, 2B, 2C y 2D.

En la primera forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos, en la figura 1A, un tren de datos sin codificar $d[i]$ con datos útiles se convierte en un tren de datos codificado $d'[i]$ con palabras de código en un codificador de canal 1. El codificador de canal 1 descompone el tren de datos sin codificar $d[i]$ en una sucesión de palabras de datos con, en cada caso, una cantidad k constante de datos útiles y genera una sucesión de palabras de código con, en cada caso, una cantidad n constante de datos codificados. La relación entre la cantidad k de datos útiles de cada palabra de datos sin codificar y la cantidad n de datos codificados de cada palabra de código, que normalmente es menor de uno, se determina mediante la velocidad de código R del codificador de canal 1.

En este contexto, el contenido de información de la palabra de datos individual no se aumenta en la medida de la cantidad k de datos útiles de una palabra de datos en el codificador de canal 1 en el proceso de codificación. Más bien se generan, a partir del contenido de información de una palabra de datos del tren de datos sin codificar, en el

codificador de canal 1, en la palabra de código correspondiente a la palabra de datos respectiva, una cantidad de redundancias –“copias” o “duplicados” del contenido de información– correspondiente al factor $1/R$.

Como codificador de canal 1 puede emplearse cualquier tipo de codificador de canal –por ejemplo un codificador de bloques, un codificador convolucional, un codificador iterativo, etc.– que transforme una cantidad k determinada de datos útiles de un tren de datos sin codificar de acuerdo con su velocidad de código $R = k/n$ en una cantidad n determinada de datos codificados de un tren de datos codificado. En este contexto es irrelevante si en cada caso se amplían bloques de varias palabras de datos del tren de datos sin codificar, en el caso de un codificador de bloques, para obtener bloques de varias palabras de código del tren de datos codificado o si se enlazan entre sí una sucesión de palabras de datos del tren de datos sin codificar de acuerdo con la estructura de autómatas de estado de un codificador convolucional para generar una sucesión de palabras de código del tren de datos codificado. Más bien es decisivo que el contenido de información incluido en una cantidad determinada de palabras de datos del tren de datos sin codificar se reproduzca de acuerdo con el factor $1/R$ y las “copias del contenido de información” estén incluidas en la cantidad correspondiente de palabras de código del tren de datos codificado.

En un entrelazador 2 subsiguiente al codificador de canal 1 se entrelazan, unas en otras, unidades de datos del tren de datos con palabras de código $d[i]$ para generar un tren de datos con palabras de código entrelazadas $d'[i]$. De este modo se garantiza que las “copias” o los “duplicados” del contenido de información incluido en una cantidad determinada de palabras de datos del tren de datos sin codificar $d[i]$ estén incluidas uniformemente en una cantidad correspondiente de palabras de código del tren de datos codificado con palabras de código entrelazadas $d'[i]$.

Como tipo de entrelazador 2 puede utilizarse un tipo de entrelazador compatible con el tipo de codificador de canal – por ejemplo entrelazador de bloques en combinación con codificador de bloques o entrelazador convolucional en combinación con codificador convolucional – para conseguir un entrelazamiento adaptado lo mejor posible a la estructura de codificación y por lo tanto al tipo de generación de contenido de información redundante en las distintas palabras de código del tren de datos codificado $d[i]$ y por lo tanto conseguir la mejor distribución posible del contenido de información redundante de las distintas palabras de código del tren de datos con palabras de código $d[i]$ entre una pluralidad de palabras de código entrelazadas del tren de datos con palabras de código entrelazadas $d'[i]$.

El multiplexor inverso 3 situado a continuación del entrelazador 2 distribuye las palabras de código entrelazadas del tren de datos con palabras de código entrelazadas $d'[i]$, respectivamente generadas en, en cada caso, un proceso de entrelazamiento, entre una cantidad N de canales de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ correspondiente a la cantidad N de subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras. Los trenes de datos parciales con palabras de código entrelazadas $d_0'[i], d_1'[i], \dots, d_{N-1}'[i]$ asignados en las salidas del multiplexor inverso 3 respectivamente a cada uno de los canales de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ a partir de todo el tren de datos con palabras de código entrelazadas $d'[i]$ de la entrada del multiplexor inverso 3 tienen respectivamente una cantidad de palabras de código entrelazadas que corresponde a la cantidad de palabras de código del tren de datos codificado $d[i]$ alimentada al proceso de entrelazamiento individual del entrelazador 2 y que está multiplicada por la longitud respectiva de la palabra de código entrelazada. De este modo, el contenido de información incluido en cada palabra de código del tren de datos con palabras de código $d[i]$ se transfiere a cada tren de datos parcial con palabras de código entrelazadas $d_0'[i], d_1'[i], \dots, d_{N-1}'[i]$.

Los trenes de datos parciales con palabras de código entrelazadas $d_0'[i], d_1'[i], \dots, d_{N-1}'[i]$ transferidos en cada canal de datos de emisión se modulan en cada caso a la subportadora $s_0(t), s_1(t), \dots, s_{N-1}(t)$ respectiva de una señal de transmisión de múltiples portadoras en un modulador $4_0, 4_1, \dots, 4_{N-1}$ perteneciente a la subportadora respectiva de la señal de transmisión de múltiples portadoras. Los distintos moduladores $4_0, 4_1, \dots, 4_{N-1}$ pueden tratarse, en una primera subvariante de la primera forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras, de moduladores de un procedimiento de modulación idéntico –por ejemplo modulación Offset-QAM en combinación con un procedimiento de múltiples portadoras de tipo multiplexado por división de frecuencias ortogonales (*Orthogonal-Frequency-Division-Multiplexing* [multiplexado por división de frecuencias ortogonales] (OFDM))– o, en una segunda subvariante de la primera forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras, en cada caso de diferentes procedimientos de modulación pertenecientes a la subportadora respectiva o a un grupo de subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras.

La utilización de un procedimiento de modulación específico de la subportadora posibilita el acceso comparativamente fácil de receptores con capacidad de procesamiento de señales reducida únicamente a las subportadoras, de la señal de transmisión de múltiples portadoras, que están moduladas en un procedimiento de modulación compatible con el procedimiento de demodulación utilizado en el demodulador del receptor.

En un sumador 5 se reúnen las distintas subportadoras $s_0(t), s_1(t), \dots, s_{N-1}(t)$ para obtener la señal de transmisión de múltiples portadoras $s(t)$.

En la figura 1B está representada la primera forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras de un procedimiento de múltiples portadoras OFDM con modulación Offset-QAM, que presenta una eficacia de ancho de banda ideal y, debido a la ortogonalidad entre símbolos sucesivos en el tiempo y vecinos desde el punto de vista espectral, no presenta interferencias entre símbolos ni de canales vecinos.

Los trenes de datos parciales con palabras de código entrelazadas $d_0'[i], d_1'[i], \dots, d_{N-1}'[i]$ asignados respectivamente a los distintos canales de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ por el multiplexor inverso 3 se distribuyen mediante, en cada caso, un distribuidor $6_0, 6_1, \dots, 6_{N-1}$ en, en cada caso, un tren de datos parcial con palabras de código entrelazadas $d_{R,0}'[i], d_{R,1}'[i], \dots, d_{R,N-1}'[i]$ para el canal en fase del canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ respectivo y, en cada caso,

un tren de datos parcial con palabras de código entrelazadas $d_{l,0}'[i], d_{l,1}'[i], \dots, d_{l,N-1}'[i]$ para el canal de cuadratura del canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ respectivo. Con ello se generan, en los momentos i pares, los trenes de datos parciales con palabras de código entrelazadas $d_{R,0}'[i], d_{R,1}'[i], \dots, d_{R,N-1}'[i]$ para el canal en fase del canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ respectivo —línea continua de conmutador de los distribuidores $6_0, 6_1, \dots, 6_{N-1}$ — y, en los momentos i impares, los trenes de datos parciales con palabras de código entrelazadas $d_{l,0}'[i], d_{l,1}'[i], \dots, d_{l,N-1}'[i]$ para el canal de cuadratura del canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ respectivo. La frecuencia de reloj i' de los trenes de datos parciales $d_{R,0}'[i], d_{R,1}'[i], \dots, d_{R,N-1}'[i]$ para los canales en fase y de los trenes de datos parciales $d_{l,0}'[i], d_{l,1}'[i], \dots, d_{l,N-1}'[i]$ para los canales de cuadratura está por lo tanto reducida en la entrada del distribuidor $6_0, 6_1, \dots, 6_{N-1}$ respectivo en un factor de dos en relación con la frecuencia de reloj de los i trenes de datos parciales con palabras de código entrelazadas $d_0'[i], d_1'[i], \dots, d_{N-1}'[i]$.

Los distintos trenes de datos parciales con palabras de código entrelazadas $d_{l,0}'[i], d_{l,1}'[i], \dots, d_{l,N-1}'[i]$ en el canal de cuadratura del canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ respectivo se alimentan respectivamente a un retardador $7_0, 7_1, \dots, 7_{N-1}$ para retardar el tren de datos parcial respectivo en la medida de media duración de símbolo $T/2$. Los trenes de datos con palabras de código entrelazadas $d_{l,0}'[i], d_{l,1}'[i], \dots, d_{l,N-1}'[i]$ del canal de cuadratura del canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ respectivo retardados respectivamente en la medida de media duración de símbolo y los trenes de datos parciales con palabras de código entrelazadas $d_{R,0}'[i], d_{R,1}'[i], \dots, d_{R,N-1}'[i]$ del canal en fase del canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ respectivo no retardados se suman en un sumador $8_0, 8_1, \dots, 8_{N-1}$ y se multiplican en un multiplicador $9_0, 9_1, \dots, 9_{N-1}$ subsiguiente por, en cada caso, un factor $f_0^i, f_1^i, \dots, f_{N-1}^i$ específico del canal de emisión o de la subportadora. De este modo se realiza la típica asignación de símbolo Offset-QAM (*Offset-QAM-Symbol-Mapping*) según la ecuación (1A) y (1B):

$$d_m''(i'') = d_m''(i) = d_m(2 \cdot i) = \begin{cases} -d_{R,m}''(2 \cdot i) & \text{par} & \text{de} \\ j \cdot d_{R,m}''(2 \cdot i) & \text{impar} & \text{ade} \end{cases} \quad (1A)$$

$$d_m''(i'') = d_m''(i' + \frac{i'}{2}) = d_m''(2 \cdot i + 1) = \begin{cases} j \cdot d_{l,m}''(2 \cdot i) & \text{par} & \text{de} \\ -d_{l,m}''(2 \cdot i) & \text{impar} & \text{ade} \end{cases} \quad (1B)$$

Los trenes de datos parciales $d_0'[i], d_1'[i], \dots, d_{N-1}'[i]$ modulados por Offset-QAM en los distintos canales de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ se modulan de acuerdo con la transmisión de múltiples portadoras OFDM, por medio de un transformador rápido de Fourier inverso 10, a las distintas subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras, presentando las distintas subportadoras las frecuencias equidistantes m/T .

Las señales de subportadora $s_0(V), s_1(V), \dots, s_{N-1}(V)$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras OFDM-Offset-QAM $s(V)$, generadas respectivamente en las distintas salidas del transformador rápido de Fourier inverso 10, se limitan en cuanto a la banda en los distintos filtros de emisor $11_0, 11_1, \dots, 11_{N-1}$ de una batería de filtros, que presentan respectivamente una función de transmisión $G_0^{(p)}(z), G_1^{(p)}(z), \dots, G_{N-1}^{(p)}(z)$ con un flanco adaptado con límites de banda en la duración de símbolo inversa positiva o negativa $\pm 1/T$, para conseguir una ortogonalidad de la señal de transmisión de múltiples portadoras en el intervalo de tiempo y de frecuencia y, por lo tanto, una eficacia de banda óptima.

Dado que cada señal de subportadora $s_0(V), s_1(V), \dots, s_{N-1}(V)$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras $s(V)$ presenta, de manera condicionada por la transformación de Fourier en el transformador rápido de Fourier inverso 10, respectivamente una periodicidad de exploración igual a $\Delta t = T/N$ y, por el filtrado en los distintos filtros de emisor $11_0, 11_1, \dots, 11_{N-1}$, una limitación de banda igual a la frecuencia límite $f_g = 1/T$, la frecuencia de exploración de las distintas señales de subportadora $s_0(V), s_1(V), \dots, s_{N-1}(V)$ de banda limitada de la señal de transmisión de múltiples portadoras $s(V)$ se aumenta en cada caso en un explorador ascendente $12_0, 12_1, \dots, 12_{N-1}$ en la medida del factor de muestreo ascendente $N/2$ para cumplir el criterio de Nyquist $-\Delta t \leq 1/2 f_g = T/2$.

Por último se reúnen las distintas señales de subportadora $s_0(V), s_1(V), \dots, s_{N-1}(V)$ para obtener la señal de transmisión de múltiples portadoras $s(V)$ mediante los sumadores $14_0, 14_1, \dots, 14_{N-2}$ y los elementos de retardo $13_1, \dots, 13_{N-1}$, que provocan en cada caso una serialización consistente en cuanto al tiempo de las distintas señales de subportadora $s_0(V), s_1(V), \dots, s_{N-1}(V)$ generadas de forma simultánea en las respectivas salidas del transformador rápido de Fourier inverso 10.

En la Figura 1C está representada una segunda forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras. Las características idénticas a las de la primera forma de realización conservan los mismos símbolos de referencia y ya no se explicarán en detalle.

Como distinción con respecto a la primera forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras, la codificación de canal se realiza en dos etapas. El codificador de canal externo 1' de la segunda forma de realización corresponde al codificador de canal 1 de la primera forma de realización. Análogamente, el entrelazador externo 2' de la segunda forma de realización corresponde al entrelazador 2 de la primera forma de realización.

Adicionalmente, la segunda forma de realización presenta en cada canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ respectivamente un codificador de canal interno $15_0, 15_1, \dots, 15_{N-1}$.

El procedimiento de codificación de canal utilizado respectivamente en cada codificador de canal interno $15_0, 15_1, \dots, 15_{N-1}$ es, en una primera subvariante de la segunda forma de realización, en cada caso idéntico, pero diferente con respecto al procedimiento de codificación de canal del codificador de canal externo 1'. La ampliación de la codificación de canal a una codificación de canal encadenada con codificadores de canal externos e internos
 5 posibilita la combinación de diferentes tipos de codificación de canal con sus ventajas específicas, que se complementan mutuamente y garantizan un rendimiento de codificación optimizado en relación con una codificación de canal sencilla, especialmente en caso de grandes exigencias de transmisión –por ejemplo redes de transmisión *ad hoc* en el ámbito militar–.

En una segunda subvariante de la segunda forma de realización, que es más esencial para el caso de aplicación de diferentes capacidades de procesamiento de señales de los distintos participantes receptores, los codificadores de canal $15_0, 15_1, \dots, 15_{N-1}$ posicionados en cada uno de los canales de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ funcionan respectivamente según un procedimiento de codificación de canal específico de la subportadora, o determinados grupos de codificadores de canal $15_0, 15_1, \dots, 15_{N-1}$ posicionados en, en cada caso, un canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ presentan respectivamente un procedimiento de codificación de canal idéntico. De este modo, al igual que en la utilización de un procedimiento de modulación específico de la subportadora o específico del grupo de subportadoras presentada en la primera forma de realización, existe la posibilidad de que los receptores con capacidad de procesamiento de señales reducida accedan de forma comparativamente fácil únicamente a las subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras que estén codificadas en un procedimiento de codificación compatible con el procedimiento de decodificación utilizado en el decodificador de canal interno del receptor.
 10

Naturalmente, queda cubierta también la combinación de un procedimiento de modulación específico de la subportadora o específico del grupo de subportadoras en cada uno de los moduladores del canal de datos de emisión respectivo de la segunda subvariante de la primera forma de realización con un procedimiento de codificación de canal específico de la subportadora o específico del grupo de subportadoras en cada uno de los codificadores de canal del canal de datos de emisión respectivo de la segunda subvariante de la segunda forma de realización de la invención.
 15

Opcionalmente, cada canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ puede presentar, a continuación del codificador de canal interno $15_0, 15_1, \dots, 15_{N-1}$ respectivo, en cada caso un entrelazador interno $16_0, 16_1, \dots, 16_{N-1}$, que, en relación con el entrelazador externo 2', realice en cada caso distribuciones adicionales del contenido de información mutuamente redundante en las distintas palabras de código entrelazadas de los distintos trenes de datos parciales con palabras de código entrelazadas $d_0'[i], d_1'[i], \dots, d_{N-1}'[i]$.
 20

En la primera forma de realización del dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la Figura 2A, que corresponde a la primera forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la Figura 1A, los distintos trenes de datos $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$, que son transmitidos en las señales de subportadora recibidas $r_0(t), r_1(t), \dots, r_{P-1}(t)$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras recibida $r(t)$ y distorsionados por el canal de transmisión, son demodulados en, en cada caso, un demodulador $17_0, 17_1, \dots, 17_{P-1}$, que está posicionado en cada caso en uno de los en total P canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$, de la subportadora respectiva.
 25

La cantidad P de canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ y, por lo tanto, de demoduladores $17_0, 17_1, \dots, 17_{P-1}$ en un receptor depende de la capacidad de procesamiento de señales existente en el receptor. En caso de una capacidad de procesamiento de señales suficiente, la cantidad P de canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ corresponde a la cantidad N de subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras y, por lo tanto, a la cantidad N de canales de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$. En caso de una capacidad de procesamiento de señales reducida, la cantidad P de canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ está correspondientemente reducida.
 30

El procedimiento de demodulación utilizado respectivamente en los distintos demoduladores $17_0, 17_1, \dots, 17_{P-1}$ corresponde al procedimiento de modulación utilizado en los moduladores $4_0, 4_1, \dots, 4_{N-1}$ correspondientes del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras. Así pues el procedimiento de modulación utilizado puede, en una primera subvariante, ser idéntico en cada uno de los demoduladores $17_0, 17_1, \dots, 17_{P-1}$ o, en una segunda subvariante, ser específico de la subportadora o específico del grupo de subportadoras en cada uno de los demoduladores $17_0, 17_1, \dots, 17_{P-1}$.
 35

A continuación de los distintos demoduladores $17_0, 17_1, \dots, 17_{P-1}$ están conectados en cada canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivamente unos equalizadores de señales $18_0, 18_1, \dots, 18_{P-1}$, que eliminan de los trenes de datos parciales demodulados $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ las interferencias entre símbolos y/o de canales vecinos que eventualmente aparezcan.
 40

Los trenes de datos parciales corregidos $\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}'[i]$ en cada uno de los, en total, P canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ se alimentan a un desentrelazador 19, que es correspondiente al entrelazador 2 del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras. Se trata, en función del tipo de entrelazamiento utilizado en el entrelazador 2, de un desentrelazador (*deinterleaver*) de bloques o de un desentrelazador convolucional. Tras el desentrelazado de los trenes de datos parciales corregidos $\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}'[i]$ de los distintos canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$, se forma un solo tren de datos desentrelazado con palabras de código desentrelazadas $\tilde{d}''[i]$. Las palabras de código desentrelazadas del
 45
 50
 55
 60

tren de datos desentrelazado $\tilde{d}''[i]$ incluyen en cada caso una cantidad de "copias" o "duplicados", distorsionadas o distorsionados por el canal de transmisión, del contenido de información incluido respectivamente en las palabras de código correspondientes del tren de datos con palabras de código $d[i]$ que corresponde a la cantidad P de subportadoras demoduladas $r_0(t), r_1(t), \dots, r_{P-1}(t)$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras recibida $r(t)$.

5 En un decodificador de canal común 20, situado a continuación del desentrelazador 19, se determinan sobre la base del procedimiento de decodificación utilizado, a partir de las distintas palabras de código desentrelazadas del tren de

datos desentrelazado $\tilde{d}''[i]$, los datos útiles incluidos en una estimación $\hat{d}[i]$ para el tren de datos sin codificar $d[i]$ que se ha de enviar. Si la cantidad P de canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ corresponde a la cantidad N de subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras y, por lo tanto, a la cantidad N de canales de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$, el decodificador de canal común 20 puede reconstruir en el receptor con una calidad de datos máxima a realizar –correspondientemente con una tasa de errores de bit minimizada– todos los datos útiles del tren de datos $d[i]$ enviado y el receptor dispone de todos los datos útiles del tren de datos $d[i]$ enviado. La comunicación de datos entre el emisor y un receptor de este tipo funciona en muy gran medida sin pérdida de datos.

10 En caso de una cantidad P de canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ reducida en relación con la cantidad N de subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras, el decodificador de canal común 20 está sólo de forma limitada en condiciones de reconstruir los datos útiles del tren de datos $d[i]$ enviado. La calidad de los datos útiles del tren de datos $d[i]$ enviado estimados en el decodificador de canal 20 está reducida con una tasa de errores de bit elevada. Por consiguiente, la comunicación de datos entre el emisor y un receptor de este tipo está limitada a cierta comunicación básica de datos útiles esenciales.

15 El procedimiento de decodificación utilizado corresponde al procedimiento de codificación empleado en el codificador de canal 1 correspondiente del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras. En atención a una optimización del rendimiento de codificación puede realizarse también una decodificación iterativa, realimentando estimaciones $\hat{d}_0[i], \hat{d}_1[i], \dots, \hat{d}_{P-1}[i]$ para los trenes de datos parciales $d_0[i], d_1[i], \dots, d_{P-1}[i]$ asignados a los, en cada caso, en total P canales de datos de emisión a los ecualizadores de señal $18_0, 18_1, \dots, 18_{P-1}$ posicionados respectivamente en los P canales de datos de recepción correspondientes –véanse los caminos de señales en trazos–. De este modo, la ecualización de señales de los

20 trenes de datos parciales $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ demodulados en los, en total, P canales de datos de recepción y transmitidos respectivamente en, en total, P señales de subportadora $r_0(t), r_1(t), \dots, r_{P-1}(t)$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras recibida $r(t)$ puede optimizarse sucesivamente y, por lo tanto, también puede mejorarse sucesivamente el proceso de decodificación que sigue a la ecualización de señales sucesivamente optimizada.

25 En la figura 2B está representada la primera forma de realización del dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras, en la que la señal de transmisión de múltiples portadoras se obtiene mediante un procedimiento de múltiples portadoras OFDM con modulación Offset-QAM. Esta forma de realización corresponde a la primera forma de realización, representada en la figura 1B, del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras de un procedimiento de múltiples portadoras OFDM con modulación Offset-QAM.

30 La señal de transmisión de múltiples portadoras $r(V)$ recibida de forma serial en el receptor se paraleliza mediante los distintos elementos de retardo $21_1, 21_2, \dots, 21_{P-1}$ para una división en, en total, P canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ y para una lectura simultánea en las, en total, P entradas del transformador rápido de Fourier 24. La frecuencia de exploración de la señal de transmisión de múltiples portadoras $r(V)$ paralelizada en los distintos canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ se reduce en cada caso en la medida del factor de muestreo descendente $N/2$ mediante, en cada caso, un explorador descendente $22_0, 22_1, \dots, 22_{P-1}$ posicionado en el canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo, para anular de nuevo el aumento de la frecuencia de exploración de las distintas señales de subportadora $s_0(V), s_1(V), \dots, s_{N-1}(V)$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras $s(V)$ en los exploradores ascendentes $12_0, 12_1, \dots, 12_{N-1}$ de la primera forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras en la medida del factor de muestreo ascendente $N/2$.

35 A continuación de los distintos exploradores descendentes $22_0, 22_1, \dots, 22_{P-1}$ están dispuestos respectivamente, en los distintos canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$, unos filtros de recepción $23_0, 23_1, \dots, 23_{P-1}$ que están realizados como filtros adaptados y por lo tanto tienen, de acuerdo con el criterio de filtro adaptado según la ecuación (2), una función de transmisión $F_0^{(p)}(z), F_1^{(p)}(z), \dots, F_{P-1}^{(p)}(z)$ con un flanco adaptado con límites de banda en la duración de símbolo inversa positiva o negativa $\pm 1/T$ análogamente a la función de transmisión $G_0^{(p)}(z), G_1^{(p)}(z), \dots, G_{N-1}^{(p)}(z)$ de los filtros de emisor $11_0, 11_1, \dots, 11_{N-1}$:

40 La frecuencia de exploración de la señal de transmisión de múltiples portadoras $r(V)$ paralelizada en los distintos canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ se reduce en cada caso en la medida del factor de muestreo descendente $N/2$ mediante, en cada caso, un explorador descendente $22_0, 22_1, \dots, 22_{P-1}$ posicionado en el canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo, para anular de nuevo el aumento de la frecuencia de exploración de las distintas señales de subportadora $s_0(V), s_1(V), \dots, s_{N-1}(V)$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras $s(V)$ en los exploradores ascendentes $12_0, 12_1, \dots, 12_{N-1}$ de la primera forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras en la medida del factor de muestreo ascendente $N/2$.

45 A continuación de los distintos exploradores descendentes $22_0, 22_1, \dots, 22_{P-1}$ están dispuestos respectivamente, en los distintos canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$, unos filtros de recepción $23_0, 23_1, \dots, 23_{P-1}$ que están realizados como filtros adaptados y por lo tanto tienen, de acuerdo con el criterio de filtro adaptado según la ecuación (2), una función de transmisión $F_0^{(p)}(z), F_1^{(p)}(z), \dots, F_{P-1}^{(p)}(z)$ con un flanco adaptado con límites de banda en la duración de símbolo inversa positiva o negativa $\pm 1/T$ análogamente a la función de transmisión $G_0^{(p)}(z), G_1^{(p)}(z), \dots, G_{N-1}^{(p)}(z)$ de los filtros de emisor $11_0, 11_1, \dots, 11_{N-1}$:

50 A continuación de los distintos exploradores descendentes $22_0, 22_1, \dots, 22_{P-1}$ están dispuestos respectivamente, en los distintos canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$, unos filtros de recepción $23_0, 23_1, \dots, 23_{P-1}$ que están realizados como filtros adaptados y por lo tanto tienen, de acuerdo con el criterio de filtro adaptado según la ecuación (2), una función de transmisión $F_0^{(p)}(z), F_1^{(p)}(z), \dots, F_{P-1}^{(p)}(z)$ con un flanco adaptado con límites de banda en la duración de símbolo inversa positiva o negativa $\pm 1/T$ análogamente a la función de transmisión $G_0^{(p)}(z), G_1^{(p)}(z), \dots, G_{N-1}^{(p)}(z)$ de los filtros de emisor $11_0, 11_1, \dots, 11_{N-1}$:

55
$$f_m(v) = g_m^*(-v) \quad \text{con } i t \quad m = 0, 1, \dots, P-1 \quad (2)$$

Los filtros de recepción $23_0, 23_1, \dots, 23_{P-1}$ efectúan, análogamente a los filtros de emisor $11_0, 11_1, \dots, 11_{N-1}$, una ortogonalización, en el intervalo de tiempo y de frecuencia, de las distintas subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras $r(V)$ recibida y, por lo tanto, una optimización de la eficacia de ancho de banda.

La demodulación de los trenes de datos parciales $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$, que se transmiten en las distintas subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras $r(V)$ recibida, reducida por lo que se refiere a la frecuencia de exploración y filtrada, de sus subportadoras se realiza en el transformador rápido de Fourier 24.

A continuación tiene lugar la desasignación de símbolo Offset-QAM (*Offset-QAM-Symbol-Demapping*) inversa a la asignación de símbolo Offset-QAM (*Offset-QAM-Symbol-Mapping*) del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras. Para ello, los trenes parciales demodulados $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ de los distintos canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ se multiplican en el multiplicador $25_0, 25_1, \dots, 25_{P-1}$ respectivo por el factor $j^0, j^1, \dots, j^{(P-1)}$ específico del canal de datos de recepción, que está configurado de manera exactamente inversa con respecto al factor j^0, j^1, \dots, j^{N-1} específico del canal de datos de emisión de los multiplicadores $9_0, 9_1, \dots, 9_{N-1}$ posicionados en los distintos canales de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$.

Tras la multiplicación se llevan a cabo la formación de los trenes de datos parciales demodulados $\tilde{d}_{R,0}[i], \tilde{d}_{R,1}[i], \dots, \tilde{d}_{R,P-1}[i]$ para el canal en fase del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo mediante el formador de parte real $26_0, 26_1, \dots, 26_{P-1}$ respectivo y la formación de los trenes de datos parciales demodulados $\tilde{d}_{I,0}[i], \tilde{d}_{I,1}[i], \dots, \tilde{d}_{I,P-1}[i]$ para el canal de cuadratura del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo mediante el formador de parte imaginaria $27_0, 27_1, \dots, 27_{P-1}$ respectivo.

En el canal de cuadratura respectivo del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo se retardan los distintos trenes de datos demodulados $\tilde{d}_{I,0}[i], \tilde{d}_{I,1}[i], \dots, \tilde{d}_{I,P-1}[i]$ en un respectivo retardador $28_0, 28_1, \dots, 28_{P-1}$ en la medida de media duración de símbolo $T/2$ análogamente a los retardadores $7_0, 7_1, \dots, 7_{N-1}$ de la modulación Offset-QAM del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la Figura 1B.

Los trenes de datos parciales demodulados $\tilde{d}_{R,0}[i], \tilde{d}_{R,1}[i], \dots, \tilde{d}_{R,P-1}[i]$ del canal en fase del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo y los trenes de datos parciales demodulados $\tilde{d}_{I,0}[i], \tilde{d}_{I,1}[i], \dots, \tilde{d}_{I,P-1}[i]$, retardados en la medida de media duración de símbolo $T/2$, del canal de cuadratura del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo se reducen en los exploradores descendentes $29_0, 29_1, \dots, 29_{P-1}$ o $30_0, 30_1, \dots, 30_{P-1}$ en su frecuencia de exploración en la medida del factor de muestreo descendente 2, para alimentar al decodificador de canal 20, tras la equalización de señales y la reunión de los trenes de datos parciales corregidos $\tilde{d}_{R,0}'[i], \tilde{d}_{R,1}'[i], \dots, \tilde{d}_{R,P-1}'[i]$ del canal en fase del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo y los trenes de datos parciales corregidos $\tilde{d}_{I,0}'[i], \tilde{d}_{I,1}'[i], \dots, \tilde{d}_{I,P-1}'[i]$ del canal de cuadratura del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo en el desentrelazador 19, un tren de datos $\tilde{d}''[i]$ que presenta la misma frecuencia de reloj i que el tren de datos $d[i]$ que se ha de enviar.

Los trenes de datos parciales $\tilde{d}_{R,0}[i], \tilde{d}_{R,1}[i], \dots, \tilde{d}_{R,P-1}[i]$ del canal en fase del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo y los trenes de datos parciales $\tilde{d}_{I,0}[i], \tilde{d}_{I,1}[i], \dots, \tilde{d}_{I,P-1}[i]$ del canal de cuadratura del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo reducidos en su frecuencia de exploración en la medida del factor 2 se alimentan a los equalizadores de señales $18_0, 18_1, \dots, 18_{P-1}$ posicionados en el canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo para generar trenes de datos parciales corregidos $\tilde{d}_{R,0}'[i], \tilde{d}_{R,1}'[i], \dots, \tilde{d}_{R,P-1}'[i]$ en el canal en fase del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo y trenes de datos parciales corregidos $\tilde{d}_{I,0}'[i], \tilde{d}_{I,1}'[i], \dots, \tilde{d}_{I,P-1}'[i]$ en el canal de cuadratura del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo.

Por último se realizan, de acuerdo con la descripción de la primera forma de realización del dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la figura 2A, el desentrelazado de los trenes de datos parciales corregidos $\tilde{d}_{R,0}'[i], \tilde{d}_{R,1}'[i], \dots, \tilde{d}_{R,P-1}'[i]$ del canal en fase del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo y de los trenes de datos parciales corregidos $\tilde{d}_{I,0}'[i], \tilde{d}_{I,1}'[i], \dots, \tilde{d}_{I,P-1}'[i]$ del canal de cuadratura del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo en el desentrelazador 19 y la decodificación de canal de las distintas palabras de código desentrelazadas del tren de datos desentrelazado $\tilde{d}''[i]$ en el decodificador de canal 20 para determinar datos útiles de una estimación $\hat{d}[i]$ para el tren de datos sin codificar $d[i]$ que se ha de enviar.

En la figura 2C está representada una segunda forma de realización del dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras, que corresponde a la segunda

forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras representada en la figura 1C.

La decodificación está realizada como decodificación encadenada, para lograr un rendimiento de decodificación optimizado, especialmente en caso de grandes exigencias de transmisión.

5 El decodificador de canal externo 20' de la segunda forma de realización corresponde al decodificador de canal 20 de la primera forma de realización. Análogamente, el entrelazador externo 19' de la segunda forma de realización corresponde al entrelazador 19 de la primera forma de realización. Adicionalmente, la segunda forma de realización presenta en cada canal de datos de recepción 0,1,...,P-1 respectivamente un decodificador de canal interno 32₀,32₁,...,32_{P-1}.

10 En una primera subvariante de la segunda forma de realización, el procedimiento de decodificación de canal utilizado respectivamente en cada decodificador de canal interno 32₀,32₁,...,32_{P-1} es en cada caso idéntico, pero diferente del procedimiento de decodificación de canal del decodificador de canal externo 20'.

En una segunda subvariante de la segunda forma de realización, que es más esencial para el caso de aplicación de diferentes capacidades de procesamiento de señales de los distintos participantes receptores, los decodificadores de canal 32₀,32₁,...,32_{P-1} posicionados en cada uno de los canales de datos de recepción 0,1,...,P-1 funcionan respectivamente, análogamente al procedimiento de codificación de canal de los codificadores de canal 15₀,15₁,...,15_{N-1} de la segunda subvariante de la segunda forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la figura 1C, según un procedimiento de decodificación de canal específico de la subportadora o específico del grupo de subportadoras. De este modo, al igual que en el caso de la utilización de un procedimiento de modulación específico de la subportadora o específico del grupo de subportadoras presentado en la primera forma de realización, existe la posibilidad de que los receptores con una capacidad de procesamiento de señales reducida accedan de forma comparativamente fácil únicamente a las subportadoras o a los grupos de subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras que estén codificadas o codificados con un procedimiento de codificación del codificador de canal interno respectivo compatible con el procedimiento de decodificación de canal utilizado en el decodificador de canal interno del receptor.

Opcionalmente, cada canal de datos de recepción 0,1,...,P-1 puede presentar respectivamente, análogamente a los entrelazadores internos 16₀,16₁,...,16_{N-1} de los distintos canales de datos de emisión 0,1,...,N-1 de la segunda forma de realización del dispositivo según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la figura 1C, antes de cada uno de los decodificadores de canal internos 32₀,32₁,...,32_{P-1} en cada caso un desentrelazador interno 31₀,31₁,...,31_{P-1}.

En una tercera forma de realización del dispositivo según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la figura 2D, un receptor con capacidad de procesamiento de señales reducida procesa por lo que se refiere a la ecualización de señales y la decodificación de canal sólo los trenes de datos parciales $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ transmitidos en las respectivas subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras y demodulados que se reciban comparativamente libres de perturbaciones. Como magnitud de referencia para determinar una recepción comparativamente libre de perturbaciones de un tren de datos parcial puede servir el nivel de señal del tren de datos parcial respectivo, que está reducido correspondientemente en caso de una atenuación fuerte en la banda de frecuencias de la subportadora correspondiente.

Para la supresión de un tren de datos parcial $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras $r(t)$ recibida comparativamente perturbado están dispuestos, en cada canal de datos de recepción 0,1,...,P-1, a continuación de los demoduladores 17₀,17₁,...,17_{P-1} respectivos, unos comparadores 33₀,33₁,...,33_{P-1} que comparan el nivel de señal del tren de datos parcial $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ respectivo con un nivel de señal de referencia elegido adecuadamente y, si se determina que el nivel de señal del tren de datos parcial $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ respectivo es inferior al nivel de señal de referencia, transmiten la transmisión del tren de datos parcial $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ respectivo a los ecualizadores de señales 18₀,18₁,...,18_{P-1} respectivos en un conmutador 34₀,34₁,...,34_{P-1} subsiguiente al comparador 33₀,33₁,...,33_{P-1} respectivo.

A continuación se explica el procedimiento según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras por medio del diagrama de flujo de la figura 3.

En el primer paso de procedimiento S10 se codifica el tren de datos $d[i]$ que se ha de enviar con un procedimiento de codificación de canal adecuado. La velocidad de código R ha de elegirse aquí según la invención de manera que sea menor o igual que la mínima cantidad inversa $1/P_{\text{MIN}}$ de canales de datos de recepción realizados en uno o varios de los receptores de la red de transmisión. Así pues, el tren de datos codificado $d[i]$ incluye, en sus palabras de código correspondientes a las palabras de datos, una cantidad de "copias" o "duplicaciones" del contenido de información incluido en una o varias palabras de datos sucesivas del tren de datos sin codificar $d[i]$ que corresponde a la cantidad mínima de canales de datos de recepción.

Como procedimiento de codificación de canal puede aplicarse cualquier tipo adecuado de procedimiento de codificación de canal –por ejemplo codificación por bloques, codificación convolucional, turbocodificación, etc.–. En caso de realizarse una codificación encadenada, la codificación de canal del paso de procedimiento S10 constituye la codificación de canal externa, que está combinada con la codificación de canal interna implementada en el paso de procedimiento S40.

En el siguiente paso de procedimiento S20 se realiza el entrelazamiento del tren de datos codificado $d'[j]$ con un procedimiento de entrelazamiento adecuado. El tipo de procedimiento de entrelazamiento debe adaptarse al tipo de procedimiento de codificación –por ejemplo entrelazador de bloques en combinación con codificador de bloques o entrelazador convolucional en combinación con codificador convolucional–, para conseguir un entrelazamiento o una distribución uniforme de las “copias” o los “duplicados”, incluidas en las palabras de código del tren de datos codificado $d'[j]$, del contenido de información incluido en las distintas palabras de datos del tren de datos sin codificar $d[j]$ entre las distintas palabras de código entrelazadas del tren de datos entrelazado $d''[j]$.

En el paso de procedimiento S30 subsiguiente se realiza la división uniforme del tren de datos entrelazado $d''[j]$ en una cantidad de trenes de datos parciales $d_0''[j], d_1''[j], \dots, d_{N-1}''[j]$ correspondiente a la cantidad N de subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras mediante una multiplexado inversa.

Los trenes de datos parciales $d_0''[j], d_1''[j], \dots, d_{N-1}''[j]$ asignados en el paso de procedimiento S30 anterior a los, en total, N canales de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ se codifican individualmente en cada caso con un procedimiento de codificación de canal interno en caso de aplicarse una codificación encadenada en el paso de procedimiento S40 realizado opcionalmente. El procedimiento de codificación de canal interno presenta en este caso ventajas adicionales –por ejemplo dominio de, así llamados, errores impulsivos– en relación con el procedimiento de codificación de canal externo empleado y, de este modo, optimiza la calidad de codificación. El procedimiento de codificación de canal utilizado en la codificación de canal interna puede ser idéntico para todos los trenes de datos parciales $d_0''[j], d_1''[j], \dots, d_{N-1}''[j]$ o ser en cada caso diferente para trenes de datos parciales $d_0''[j], d_1''[j], \dots, d_{N-1}''[j]$ individuales o para todos ellos (modulación específica de la subportadora o específica del canal de datos de emisión o específica del grupo de subportadoras o específica del grupo de canales de datos de emisión).

El paso de procedimiento S50, realizado también opcionalmente, contiene un entrelazamiento interno de los distintos trenes de datos parciales $d_0''[j], d_1''[j], \dots, d_{N-1}''[j]$ con un tipo de procedimiento de entrelazamiento compatible con el tipo de procedimiento de codificación de canal interna.

En el paso de procedimiento S60 final se realiza la modulación de cada uno de los trenes de datos parciales $d_0''[j], d_1''[j], \dots, d_{N-1}''[j]$ a la señal de subportadora $s_0(V), s_1(V), \dots, s_{N-1}(V)$ correspondiente y la reunión aditiva de las distintas señales de subportadora $s_0(V), s_1(V), \dots, s_{N-1}(V)$ para obtener la señal de transmisión de múltiples portadoras $s(V)$. El procedimiento de modulación utilizado puede ser idéntico para todos los trenes de datos parciales $d_0''[j], d_1''[j], \dots, d_{N-1}''[j]$ –preferiblemente una modulación OFDM-Offset-QAM– o ser en cada caso diferente para trenes de datos parciales $d_0''[j], d_1''[j], \dots, d_{N-1}''[j]$ individuales o para todos ellos (modulación específica de la subportadora o específica del canal de datos de emisión o específica del grupo de subportadoras o específica del grupo de canales de datos de emisión).

Según el diagrama de flujo de la figura 4, el procedimiento según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras comienza, en el primer paso de procedimiento

S100, con la demodulación de los distintos trenes de datos parciales $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ de las correspondientes señales de subportadora $r_0(t), r_1(t), \dots, r_{P-1}(t)$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras recibida $r(t)$ en, en cada caso, uno de los demoduladores $17_0, 17_1, \dots, 17_{P-1}$, que están dispuestos respectivamente en uno de los, en total, P canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$. El procedimiento de demodulación utilizado en el demodulador $17_0, 17_1, \dots, 17_{P-1}$ del canal de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ respectivo corresponde al procedimiento de modulación del modulador $4_0, 4_1, \dots, 4_{N-1}$ del canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ respectivo que procesa la misma subportadora. Por consiguiente, el procedimiento de demodulación puede, análogamente al procedimiento de modulación utilizado en los distintos moduladores $4_0, 4_1, \dots, 4_{N-1}$ del canal de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ respectivo, ser idéntico en todos los demoduladores $17_0, 17_1, \dots, 17_{P-1}$ o ser diferente en demoduladores $17_0, 17_1, \dots, 17_{P-1}$ individuales o en todos ellos (demodulación específica de la subportadora o específica del canal de datos de recepción o específica del grupo de subportadoras o específica del grupo de canales de datos de recepción).

En el siguiente paso de procedimiento S110, que se lleva a cabo opcionalmente, se identifican trenes de datos parciales demodulados $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ individuales que, debido a perturbaciones en la banda de frecuencias de la subportadora correspondiente, están perturbados y por lo tanto ya no se siguen en el procesamiento de señales del receptor. Como magnitud de referencia para determinar un tren de datos parcial $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ comparativamente libre de perturbaciones se utiliza preferiblemente el nivel de señal del

tren de datos parcial demodulado $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$. Sin embargo, la invención cubre también la utilización de otras magnitudes de referencia de los distintos trenes de datos parciales demodulados $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$, como por ejemplo el coeficiente de distorsión o la distancia señal-ruido. Si se utiliza el nivel de señal como magnitud de referencia, se compara el nivel de señal de cada tren de datos parcial demodulado $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ con un nivel de señal de referencia idéntico seleccionado adecuadamente.

Si el nivel de señal de uno o varios trenes de datos parciales demodulados $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ es inferior al nivel de señal de referencia, en el paso de procedimiento S120 subsiguiente, que también se lleva a cabo opcionalmente, no se transfiere al procesamiento de señales subsiguiente el tren de datos parcial demodulado $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ respectivo.

En caso de utilizarse un entrelazamiento interno de los trenes de datos parciales $d_0''[j], d_1''[j], \dots, d_{N-1}''[j]$ en los distintos canales de datos de emisión $0, 1, \dots, N-1$ en el paso de procedimiento S50 del procedimiento según la invención para

enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la Figura 3, se realiza de manera correspondiente en el siguiente paso de procedimiento S130, que también se lleva a cabo opcionalmente, un desentrelazado interno de los distintos trenes de datos parciales $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ demodulados y transmitidos.

5 En caso de aplicarse una codificación de canal encadenada, en el paso de procedimiento S140 subsiguiente, que también se lleva a cabo opcionalmente, se decodifican en los distintos canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ los distintos trenes de datos parciales $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ demodulados y transmitidos con un procedimiento de decodificación de canal interno, que corresponde al procedimiento de codificación en el caso de la codificación interna según el paso de procedimiento S40 del procedimiento según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la figura 3. Por lo tanto, el procedimiento de codificación utilizado en la decodificación interna puede ser idéntico en todos los decodificadores de canal internos $32_0, 32_1, \dots, 32_{P-1}$ o ser diferente en decodificadores de canal internos $32_0, 32_1, \dots, 32_{P-1}$ individuales o en todos ellos (decodificación específica de la subportadora o específica del canal de datos de recepción o específica del grupo de subportadoras o específica del grupo de canales de datos de recepción).

10
15 En el paso de procedimiento S150 subsiguiente se realiza en los distintos ecualizadores de señales $18_0, 18_1, \dots, 18_{P-1}$ de los distintos canales de datos de recepción $0, 1, \dots, P-1$ la corrección de los trenes de datos parciales $\tilde{d}_0[i], \tilde{d}_1[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}[i]$ demodulados y transmitidos.

En el siguiente paso de procedimiento S160, los trenes de datos parciales corregidos $\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}'[i]$ se alimentan al desentrelazador externo 19 o 19' para desentrelazar los distintos

20 trenes de datos parciales corregidos $\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}'[i]$ y para formar un tren de datos total desentrelazado $\tilde{d}''[i]$, correspondiendo el procedimiento de desentrelazado utilizado en el desentrelazado externo al procedimiento de entrelazamiento en el entrelazamiento externo en el paso de procedimiento S20 del procedimiento según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la figura 3.

25 En el paso de procedimiento S170 final se realiza la decodificación de canal externa con un procedimiento de decodificación de canal correspondiente al procedimiento de codificación de canal del codificador de canal externo en el paso de procedimiento S10 del procedimiento según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la figura 3.

30 La invención no está limitada a las formas de realización y subvariantes presentadas del dispositivo según la invención y del procedimiento según la invención para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras y del dispositivo según la invención y del procedimiento según la invención para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras. La invención cubre en particular, además del procedimiento de transmisión de múltiples portadoras OFDM-Offset-QAM presentado, también otros procedimientos de transmisión de múltiples portadoras con una eficacia de ancho de banda optimizada.

35

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras de un emisor a varios receptores, con los siguientes pasos de procedimiento:
- 5 • codificar el tren de datos ($d[l]$) en un tren de datos de palabras de código ($d'[l]$) con una velocidad de código menor o igual que un valor que resulta de una inversión de una cantidad mínima de señales de subportadora ($s_0(t), s_1(t), \dots, s_{N-1}(t)$), del sistema de transmisión de múltiples portadoras ($s(t)$), procesables respectivamente en cada receptor,
 - 10 • entrelazar unidades de datos de al menos una palabra de código del tren de datos de palabras de código ($d'[l]$) en un tren de datos con palabras de código entrelazadas ($d''[l]$),
 - demultiplexar el tren de datos con palabras de código entrelazadas ($d''[l]$) a distintos canales de datos de emisión correspondientes a las distintas subportadoras de la señal de transmisión de múltiples portadoras ($s(t)$),
 - modular las palabras de código entrelazadas, del tren de datos con palabras de código entrelazadas ($d_0'[l], d_1'[l], \dots, d_{N-1}'[l]$), asignadas respectivamente al canal de datos de emisión respectivo, a una señal de subportadora ($s_0(t), s_1(t), \dots, s_{N-1}(t)$) perteneciente al canal de datos de emisión (0,1,...,N-1) respectivo y
 - 15 • reunir todas las señales de subportadora ($s_0(t), s_1(t), \dots, s_{N-1}(t)$) con las palabras de código entrelazadas, del tren de datos con palabras de código entrelazadas ($d_0'[l], d_1'[l], \dots, d_{N-1}'[l]$), asignadas respectivamente al canal de datos de emisión (0,1,...,N-1) respectivo para obtener una señal de transmisión de múltiples portadoras ($s(t)$).
2. Procedimiento para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la reivindicación 1, caracterizado por que la cantidad de palabras de código entrelazadas asignada respectivamente a cada canal de datos de emisión (0,1,...,N-1) mediante una demultiplexado del tren de datos con palabras de código entrelazadas ($d''[l]$), multiplicada por la longitud de la palabra de código entrelazada individual, corresponde a la cantidad de palabras de código utilizadas en cada caso en el entrelazamiento del tren de datos de palabras de código ($d''[l]$).
3. Procedimiento para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la reivindicación 1 o 2, caracterizado por que la modulación de las palabras de código entrelazadas, del tren de datos con palabras de código entrelazadas ($d''[l]$), asignadas en cada caso al respectivo canal de datos de emisión (0,1,...,N-1), a una subportadora perteneciente al canal de datos de emisión (0,1,...,N-1) respectivo se realiza con un procedimiento de modulación específico del canal de datos de emisión (0,1,...,N-1) respectivo.
4. Procedimiento para enviar un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que la codificación del tren de datos ($d[l]$) es una codificación externa del tren de datos ($d[l]$) y, tras la demultiplexado, se realiza una codificación interna de las palabras de código entrelazadas, del tren de datos con palabras de código entrelazadas ($d_0'[l], d_1'[l], \dots, d_{N-1}'[l]$), asignadas en cada caso al canal de datos de emisión (0,1,...,N-1) respectivo, con un procedimiento de codificación interno específico del canal de datos de emisión (0,1,...,N-1) respectivo.
5. Procedimiento para recibir en un receptor un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras, que ha sido enviado con un procedimiento de las reivindicaciones 1 a 4, con los siguientes pasos de procedimiento:
- 45 • demodular en, en cada caso, un canal de datos de recepción (0,1,...,P-1) la señal de transmisión de múltiples portadoras recibida ($r(t)$) en al menos un tren de datos con palabras de código entrelazadas ($\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}'[i]$) transmitido en una respectiva señal de subportadora ($r_0(t), r_1(t), \dots, r_{P-1}(t)$) de la señal de transmisión de múltiples portadoras recibida $r(t)$ y corregir el tren de datos demodulado ($\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}'[i]$) respectivo en el canal de datos de recepción respectivo,
 - dependiendo de la capacidad de procesamiento de señales del receptor respectivo la cantidad mínima de canales de datos de recepción (0,1,...,P-1) en los que los trenes de datos con palabras de código entrelazadas transmitidos respectivamente en las distintas señales de subportadora ($r_0(t), r_1(t), \dots, r_{P-1}(t)$) de la señal de transmisión de múltiples portadoras recibida $r(t)$ se demodulan y se corrigen respectivamente, y
 - desentrelazar y decodificar de manera correspondiente a la codificación todos los trenes de datos ($\tilde{d}_0''[i], \tilde{d}_1''[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}''[i]$) de la señal de transmisión de múltiples portadoras ($r(t)$) demodulados y corregidos respectivamente en los distintos canales de recepción.
6. Procedimiento para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la reivindicación 5, **caracterizado por que**, tras la demodulación del tren de datos con palabras de código entrelazadas transmitido en cada caso en la respectiva señal de subportadora ($r_0(t), r_1(t), \dots, r_{P-1}(t)$) de la señal de transmisión de múltiples portadoras ($r(t)$), el nivel de señal del tren de datos ($\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}'[i]$) demodulado en el canal de datos de recepción respectivo se compara con un nivel de señal de referencia y sólo se corrige y se decodifica el tren de datos ($\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{P-1}'[i]$) demodulado en el canal de datos de recepción respectivo cuyo nivel de señal sea mayor que el nivel de señal de referencia.

7. Procedimiento para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la reivindicación 5 o 6, caracterizado por que la decodificación de todos los trenes de datos $(\tilde{d}_0''[i], \tilde{d}_1''[i], \dots, \tilde{d}_{p-1}''[i])$ respectivamente demodulados y corregidos en los distintos canales de recepción es una decodificación externa de todos los trenes de datos $(\tilde{d}_0''[i], \tilde{d}_1''[i], \dots, \tilde{d}_{p-1}''[i])$ respectivamente demodulados y corregidos en los distintos canales de datos de recepción y, tras la demodulación, se realiza una decodificación interna, correspondiente a una codificación interna, del tren de datos con palabras de código entrelazadas $(\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{p-1}[i])$ demodulado en cada caso en el canal de datos de recepción respectivo.
8. Procedimiento para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras según una de las reivindicaciones 5 a 7, caracterizado por que todos los receptores desmodulan y corrigen respectivamente, en función de un proceso de adaptación que tiene lugar entre todos los receptores, en cada caso una cantidad idéntica de trenes de datos con palabras de código entrelazadas transmitidos respectivamente en distintas señales de subportadora $(r_0(t), r_1(t), \dots, r_{p-1}(t))$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras $(r(t))$ en una cantidad idéntica de canales de datos de recepción.
9. Dispositivo para transmitir un tren de datos $(d[i])$ en una señal de transmisión de múltiples portadoras $(s(t))$ a varios receptores, para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 4, con un codificador $(1;1')$ para codificar el tren de datos $(d[i])$ en un tren de datos de palabras de código $(d'[i])$ con una velocidad de código que es menor o igual que un valor que resulta de una inversión de una cantidad mínima de señales de subportadora $(s_0(t), s_1(t), \dots, s_{N-1}(t))$, de la señal de transmisión de múltiples portadoras $(s(t))$, procesables respectivamente en cada receptor, un entrelazador (2) para entrelazar unidades de datos del tren de datos de palabras de código $(d'[i])$ en un tren de datos con palabras de código entrelazadas $(d''[i])$, un demultiplexador (3) para demultiplexar el tren de datos con palabras de código entrelazadas $(d''[i])$ a distintos canales de datos de emisión $(0,1,\dots,N-1)$ correspondientes a las distintas señales de subportadora $(s_0(t), s_1(t), \dots, s_{N-1}(t))$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras $(s(t))$, un modulador $(4_0, 4_1, \dots, 4_{N-1})$ para modular el tren de datos con palabras de código entrelazadas $(d_0'[i], d_1'[i], \dots, d_{N-1}[i])$, asignado respectivamente al canal de datos de emisión $(0,1,\dots,N-1)$ respectivo, a una señal de subportadora $(s_0(t), s_1(t), \dots, s_{N-1}(t))$, de la señal de transmisión de múltiples portadoras $(s(t))$, perteneciente al canal de datos de emisión $(0,1,\dots,N-1)$ respectivo y un sumador (5) para reunir todas las señales de subportadora $(s_0(t), s_1(t), \dots, s_{N-1}(t))$ para obtener la señal de transmisión de múltiples portadoras $(s(t))$.
10. Dispositivo para transmitir un tren de datos en una señal de transmisión de múltiples portadoras según la reivindicación 9, caracterizado por que el codificador $(1;1')$ es un codificador externo $(1')$ y después del demultiplexador (3) está conectado un codificador interno $(15_0, 15_1, \dots, 15_{N-1})$ para codificar internamente el tren de datos con palabras de código entrelazadas $(d_0'[i], d_1'[i], \dots, d_{N-1}[i])$ asignado respectivamente al canal de datos de emisión $(0,1,\dots,N-1)$ respectivo con un procedimiento de codificación interna específico para el canal de datos de emisión $(0,1,\dots,N-1)$ respectivo.
11. Dispositivo para recibir un tren de datos transmitido en una señal de transmisión de múltiples portadoras, para llevar a cabo un procedimiento según una de las reivindicaciones 5 a 8, con un demodulador $(17_0, 17_1, \dots, 17_{p-1})$ conectado en serie respectivamente en al menos un canal de datos de recepción para demodular la señal de transmisión de múltiples portadoras recibida $(r(t))$ en al menos un tren de datos $(\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{p-1}[i])$ transmitido en una señal de subportadora $(r_0(t), r_1(t), \dots, r_{p-1}(t))$ respectiva de la señal de transmisión de múltiples portadoras recibida $(r(t))$ con un ecualizador $(18_0, 18_1, \dots, 18_{p-1})$ para ecualizar el tren de datos $(\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{p-1}[i])$ demodulado y con un desentrelazador $(19;19')$ conectado a continuación de todos los canales de datos de recepción para desentrelazar los trenes de datos $(\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{p-1}[i])$ demodulados en los distintos canales de datos de recepción y con un decodificador $(20;20', 32_0, 32_1, \dots, 32_{p-1})$, correspondiente al codificador $(1;1')$ del lado de emisión, para decodificar el tren de datos desentrelazado $(d''[i])$, dependiendo de la capacidad de procesamiento de señales del receptor respectivo la cantidad de canales de datos de recepción en los que los trenes de datos con palabras de código entrelazadas transmitidos respectivamente en las distintas señales de subportadora $(r_0(t), r_1(t), \dots, r_{p-1}(t))$ de la señal de transmisión de múltiples portadoras $(r(t))$ se desmodulan y se corrigen respectivamente.
12. Dispositivo para recibir un tren de datos en un receptor de un sistema de transmisión de múltiples portadoras según la reivindicación 11, caracterizado por que en cada canal de datos de recepción, después del demodulador $(17_0, 17_1, \dots, 17_{p-1})$, están conectados, en cada caso, un comparador $(33_0, 33_1, \dots, 33_{p-1})$ para comparar el nivel de señal del tren de datos $(\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{p-1}[i])$ demodulado en el canal de datos de recepción respectivo con una señal de referencia y, en cada caso, un conmutador $(34_0, 34_1, \dots, 34_{p-1})$ para conectar el tren de datos demodulado $(\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{p-1}[i])$ al desentrelazador $(19;19')$ y al decodificador $(20;20')$ en caso de un nivel de señal del tren de datos demodulado $(\tilde{d}_0'[i], \tilde{d}_1'[i], \dots, \tilde{d}_{p-1}[i])$ mayor que el nivel de señal de referencia.

13. Dispositivo para recibir un tren de datos en un receptor de un sistema de transmisión de múltiples portadoras según la reivindicación 11 o 12, caracterizado por que el decodificador (20;20') es un decodificador externo (20') y en cada canal de datos de recepción, después del demodulador (17₀,17₁,...,17_{P-1}), está conectado un decodificador interno (32₀,32₁,...,32_{P-1}), correspondiente al codificador interno (15₀,15₁,...,15_{N-1}), para decodificar internamente el

5 tren de datos demodulado ($\tilde{d}_0'[i]$, $\tilde{d}_1'[i]$,..., $\tilde{d}_{P-1}'[i]$).

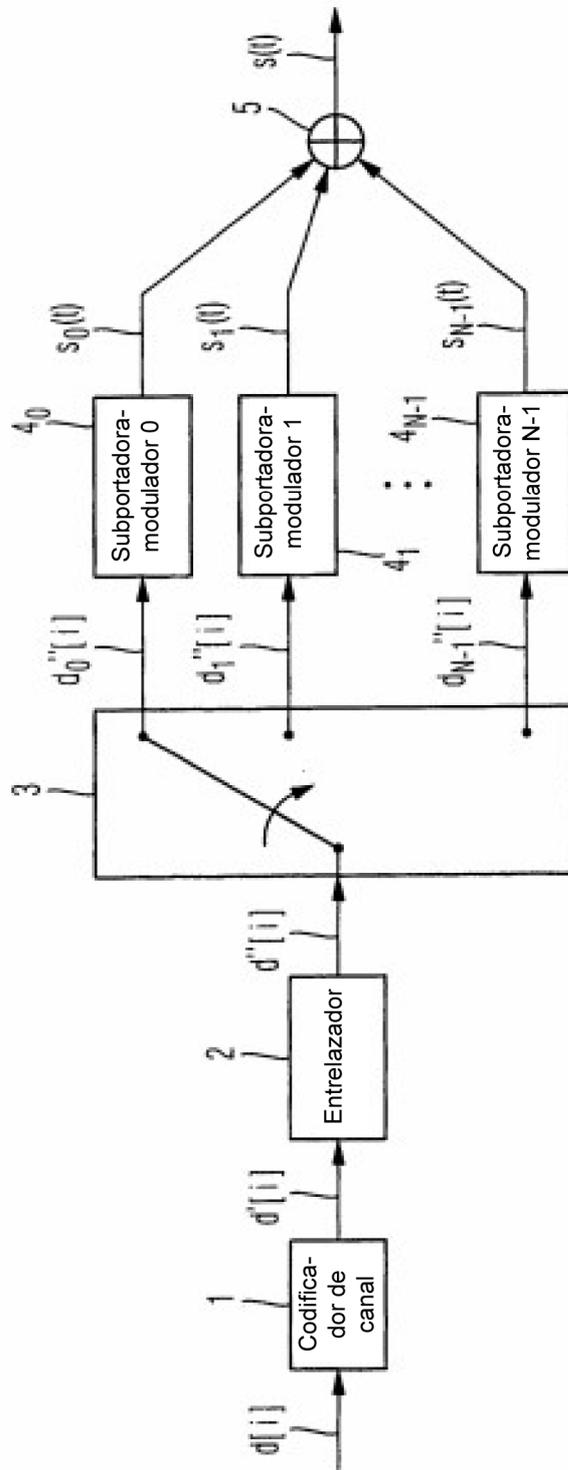


Figura 1A

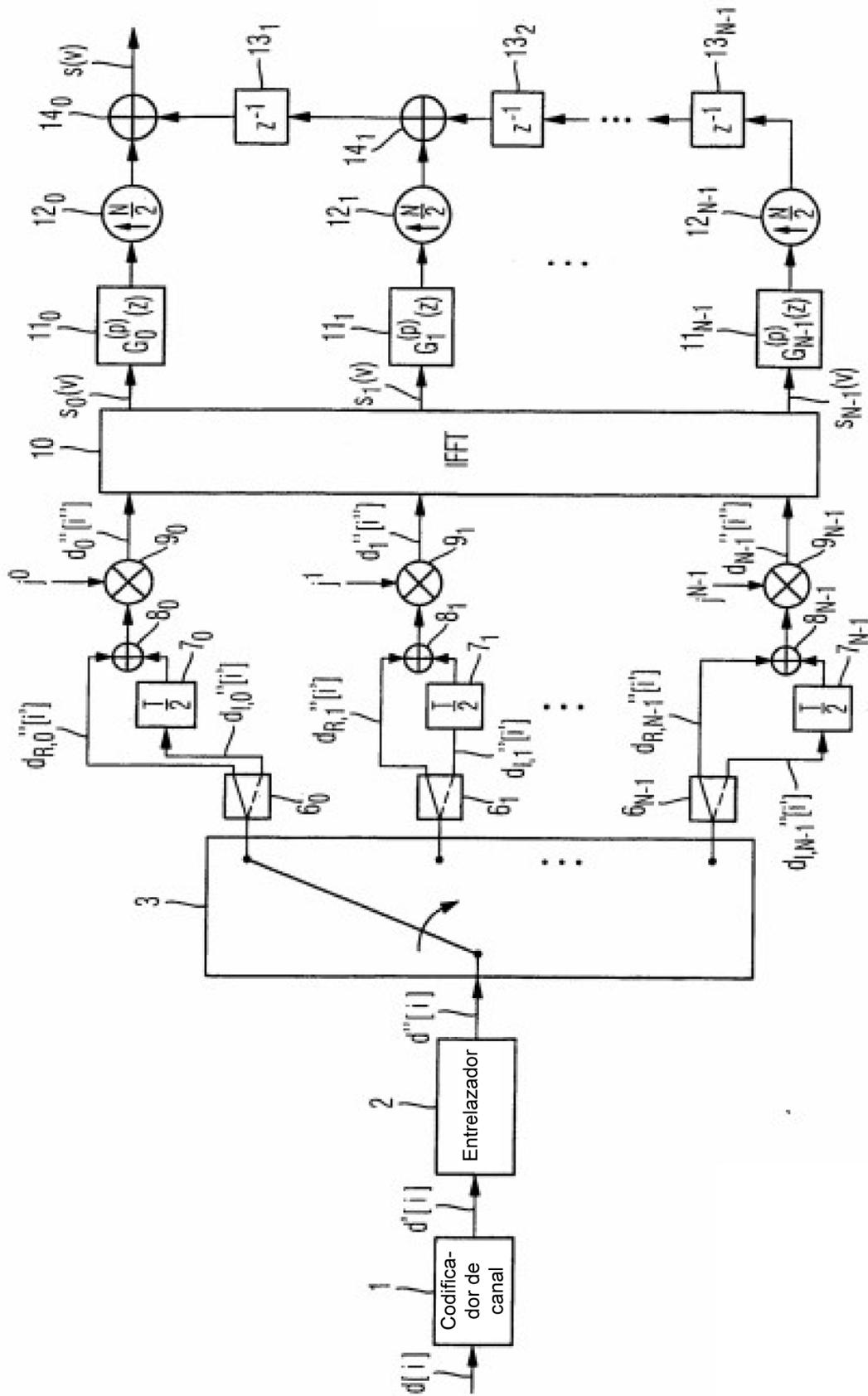


Figura 1B

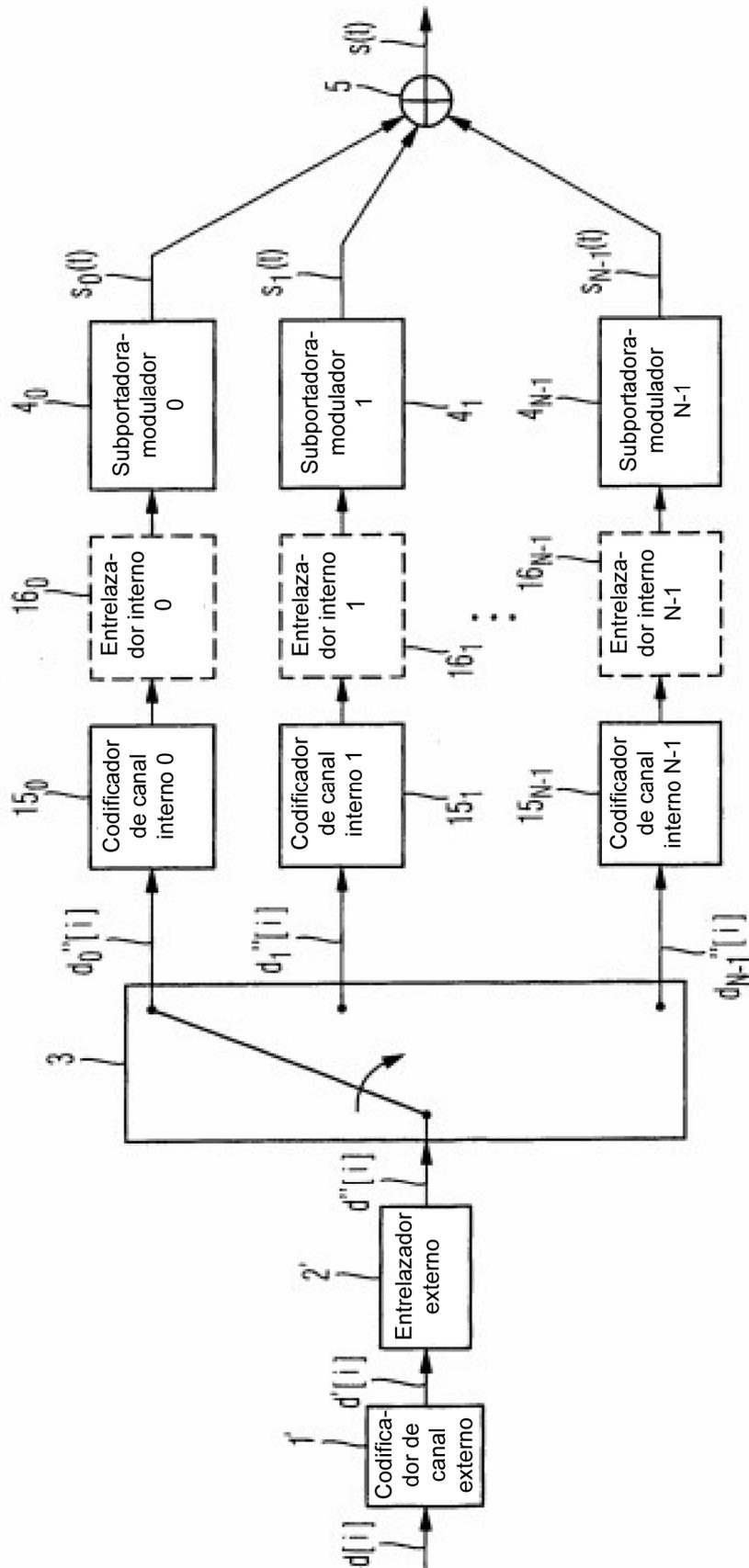


Figura 1C

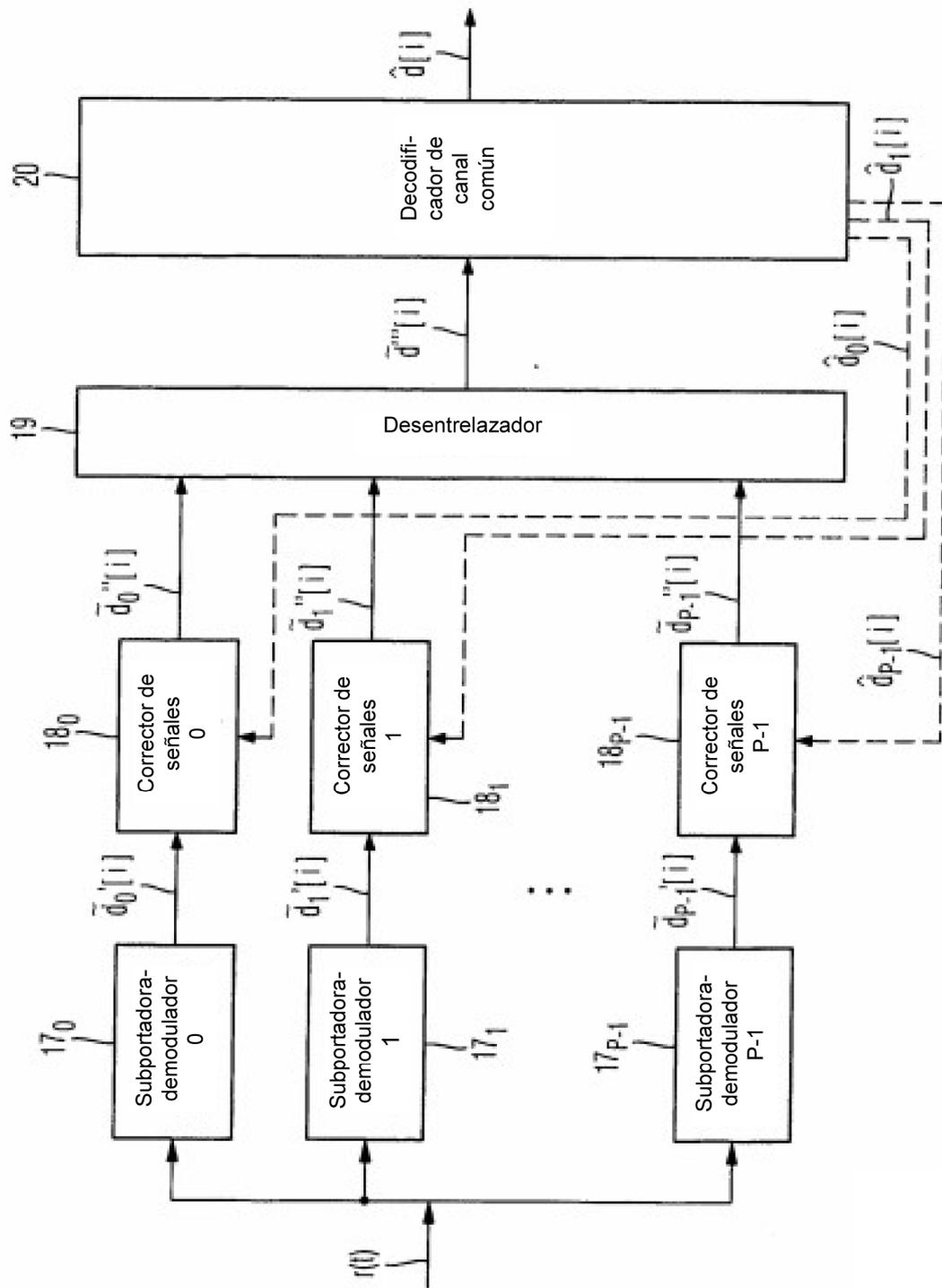


Figura 2A

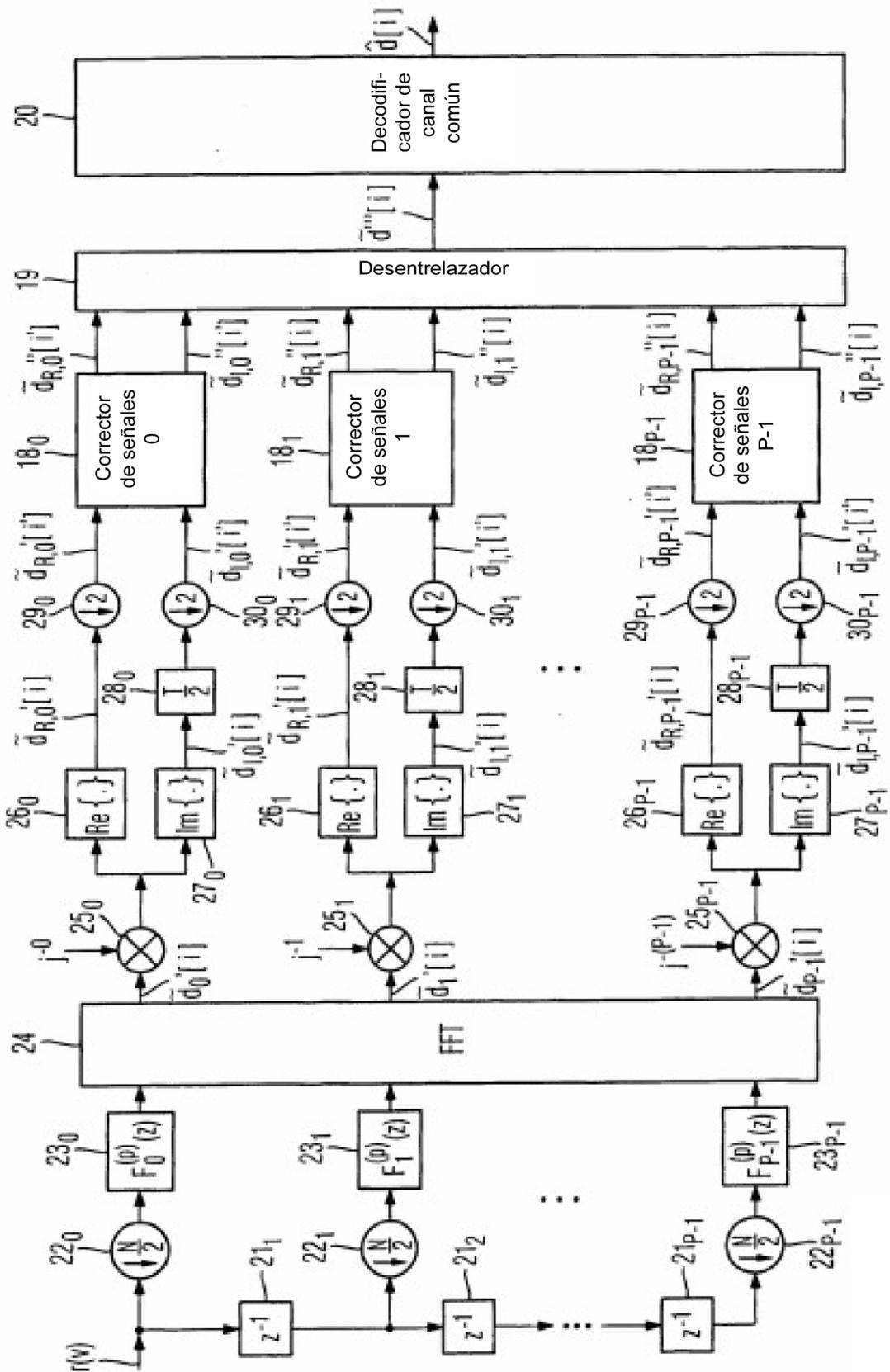


Figura 2B

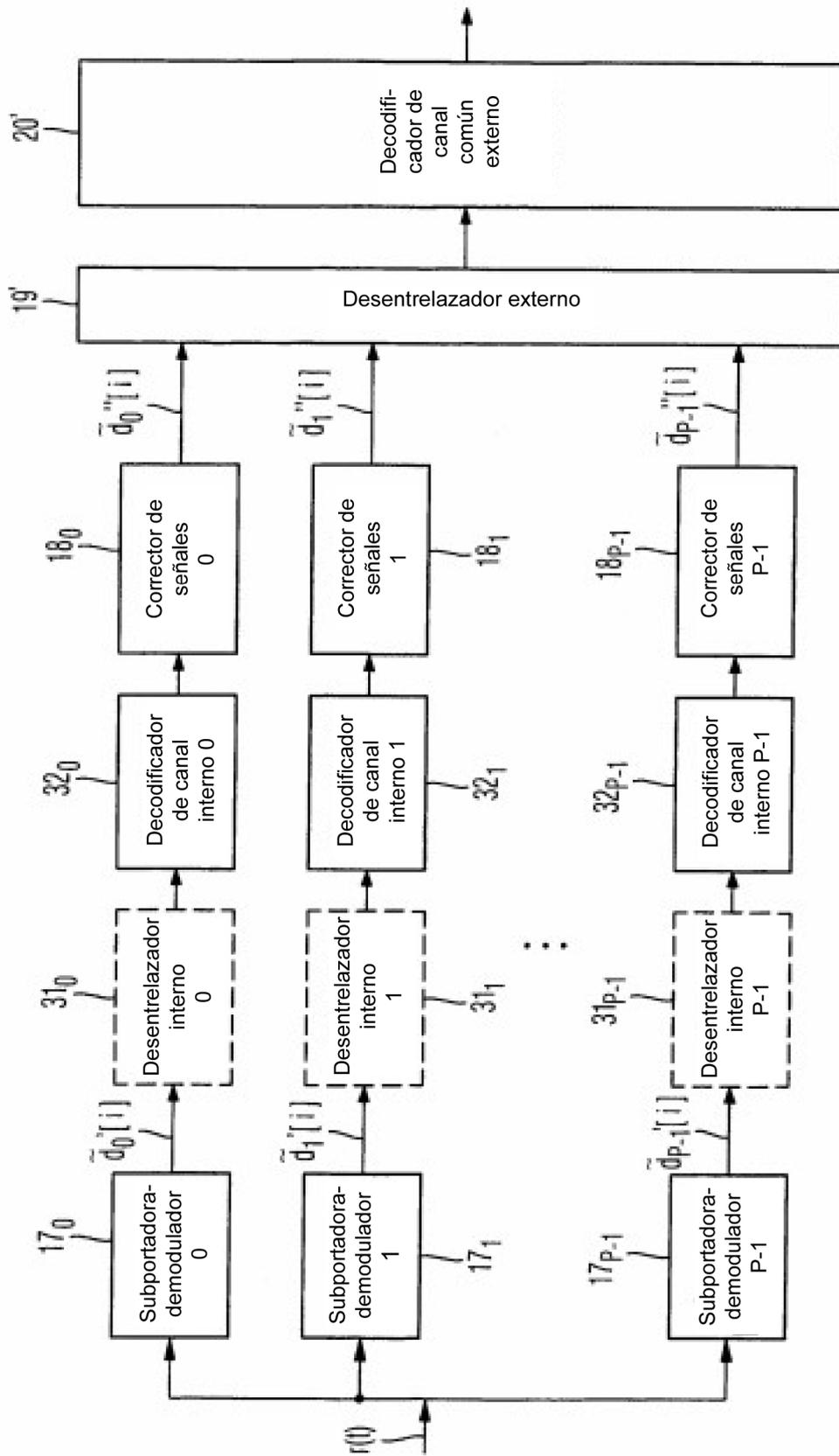


Figura 2C

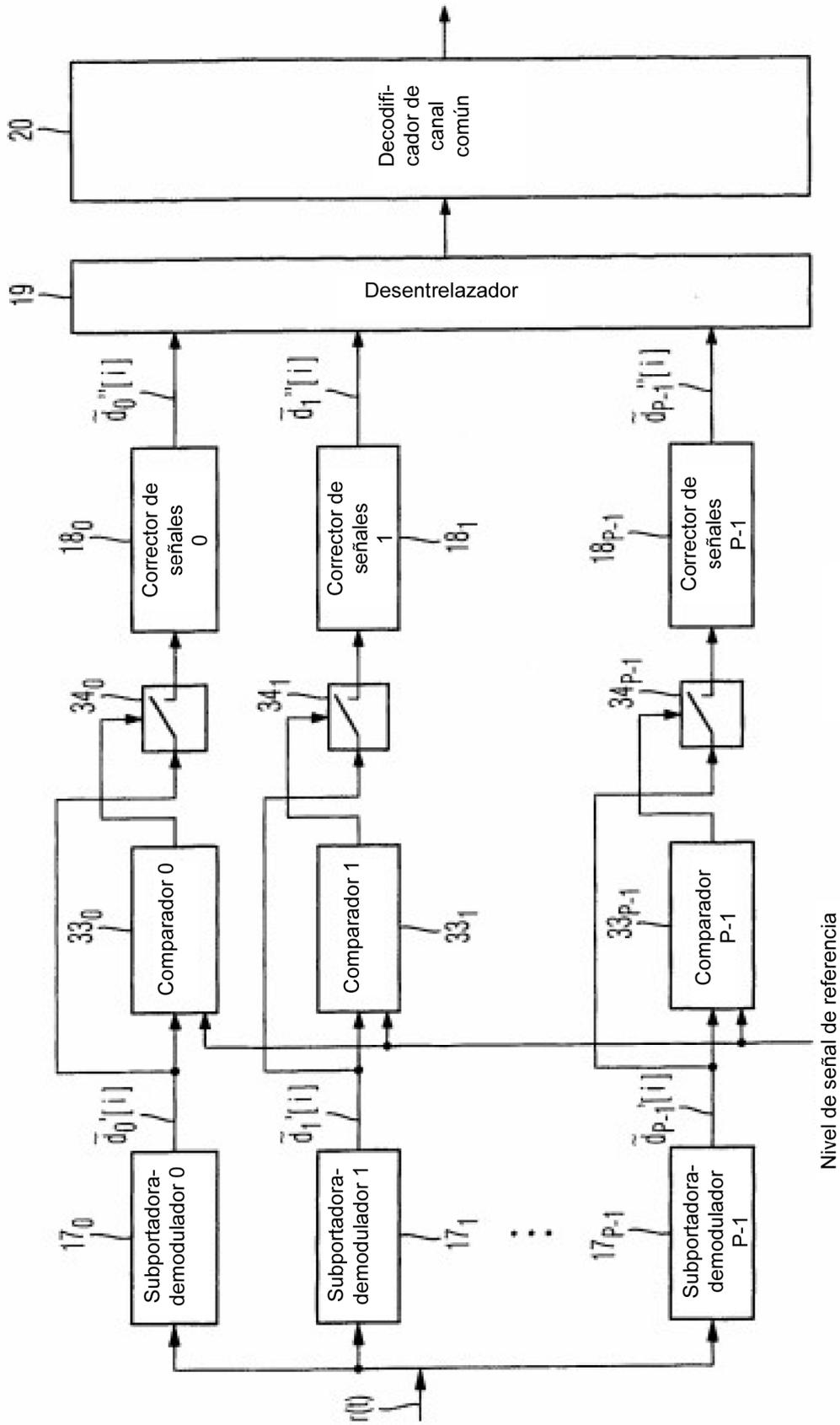


Figura 2D

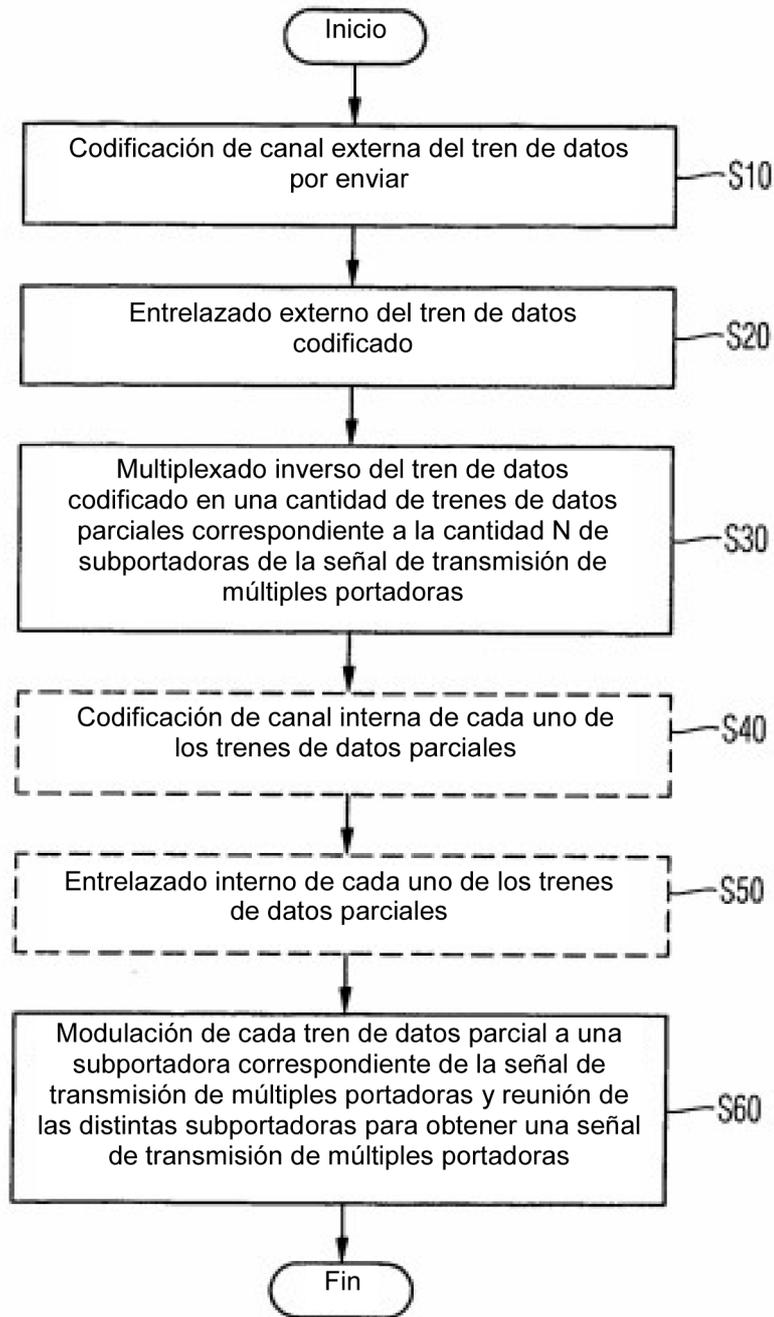


Figura 3

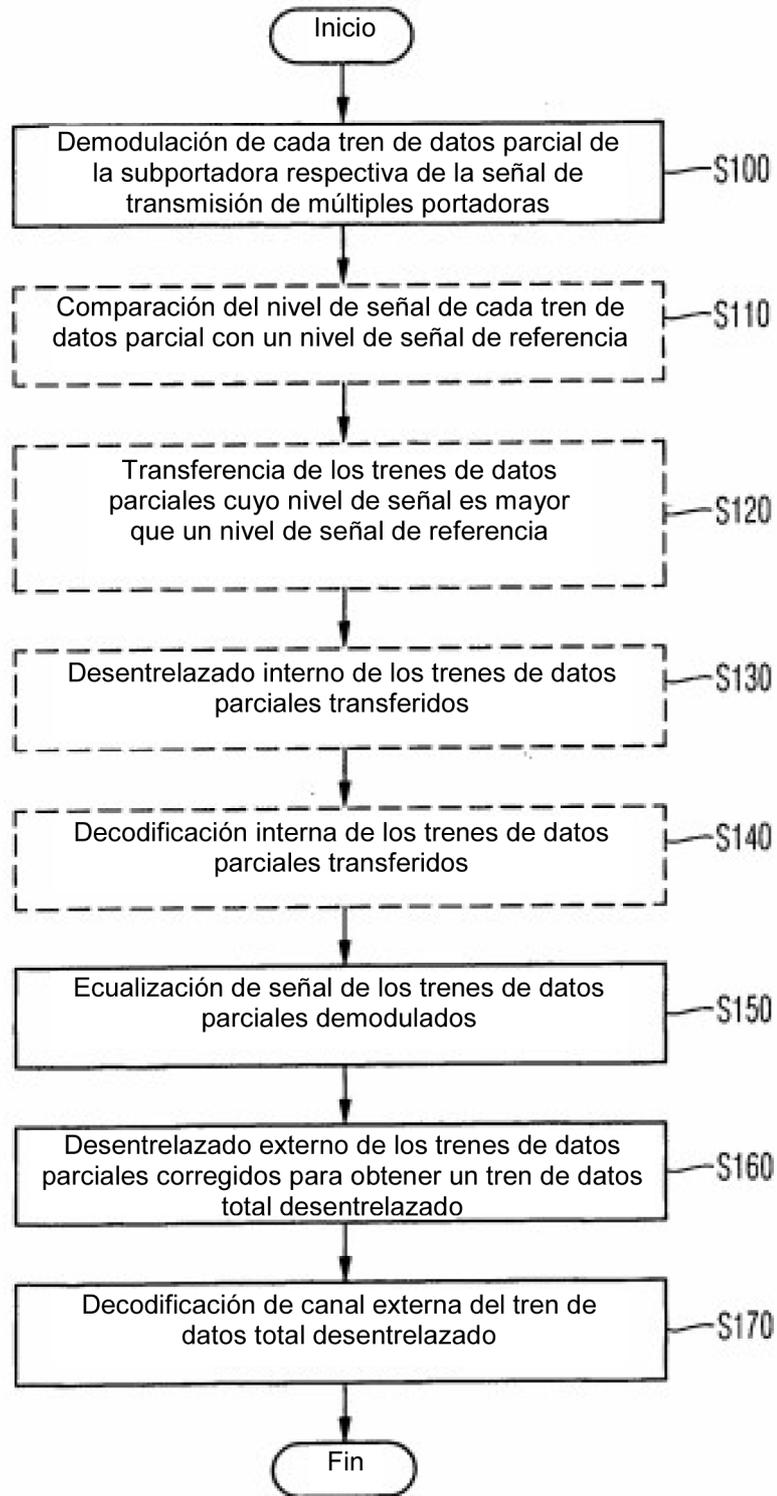


Figura 4

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

10

• WO 9843373 A1 [0002]

• US 2001050926 A1 [0007]