



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 304 656**

51 Int. Cl.:
H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Número de solicitud europea: **05025909 .2**

86 Fecha de presentación : **28.11.2005**

87 Número de publicación de la solicitud: **1662737**

87 Fecha de publicación de la solicitud: **31.05.2006**

54 Título: **Aparato y método para reducir una proporción de pico a potencia media en un sistema de comunicación multi-soporte.**

30 Prioridad: **26.11.2004 RU 2004134537**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
16.10.2008

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
16.10.2008

73 Titular/es: **Samsung Electronics Co., Ltd.**
416 Maetan-dong, Yeongtong-gu
Suwon-si, Gyeonggi-do, KR

72 Inventor/es: **Rog, Andrey Leonidivich;**
Strashnov, Aleksandr Yurievich;
Lee, Hyeon-Woo;
Park, Seong-III y
Kim, Do-Young

74 Agente: **Ungría López, Javier**

ES 2 304 656 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

Aparato y método para reducir un proporción de pico a potencia media en un sistema de comunicación multi-soporte.

5

Antecedentes de la invención**1. Campo de la invención**

La presente invención se refiere en general a un sistema de comunicación que usa un multi-soporte y, más particularmente, a un aparato y un método para minimizar la Proporción de Pico a Potencia Media (PAPR) en un sistema de comunicación de Multiplexado de División de Frecuencia Ortogonal (OFDM).

2. Descripción de la técnica relacionada

15

Se está investigando ahora activamente un esquema OFDM para transmisión de datos a alta velocidad en canales con cable o inalámbricos. El esquema OFDM, que transmite datos usando múltiples soportes es un tipo especial de esquema de Modulación de Soporte Múltiple (MCM) en el que una secuencia de símbolos en serie se convierte en una secuencia de símbolos en paralelo y las secuencias de símbolos en paralelo se modulan con una pluralidad de subsoportes mutuamente ortogonales (o canales de subsoporte) antes de transmitirlo.

20

De acuerdo con el esquema OFDM convencional, se transmite una pluralidad de subsoportes mientras que se mantiene la ortogonalidad entre ellos, consiguiendo de esta manera una eficacia de transmisión óptima con una alta velocidad de transmisión de datos. Adicionalmente, el esquema OFDM tiene una buena frecuencia de uso y es robusto contra la pérdida de intensidad multi-trayectoria de manera que puede conseguir la eficacia de transmisión óptima con una alta velocidad de transmisión de datos. Adicionalmente, el esquema OFDM puede reducir la Interferencia Inter-Símbolo (ISI) usando el intervalo de seguridad, puede simplificar el diseño del ecualizador y que es robusto contra el ruido del impulso.

25

Adicionalmente, el sistema de comunicación OFDM puede mostrar un rendimiento de sistema normal cuando se usa una señal que tiene una pequeña PAPR. Más específicamente, el sistema de comunicación OFDM es un sistema de comunicación multi-soporte que usa una pluralidad de subsoportes de manera que la ortogonalidad entre los soportes es importante en el sistema de comunicación OFDM. Por lo tanto, la fase se ajusta para cada subsoporte mientras que se mantiene la ortogonalidad entre los subsoportes. Sin embargo, cuando la fase cambia durante el transcurso de la transmisión de señal a través de los subsoportes, los subsoportes pueden solapar entre sí. En consecuencia, la señal de solapamiento provocada por el cambio de fase puede salir del intervalo lineal de un amplificador en el sistema de comunicación OFDM y se hace imposible conseguir una transmisión o recepción de señal normal. Por lo tanto, es necesario que el sistema de comunicación OFDM use una señal que tenga la PAPR mínima.

30

35

Como la minimización de la PAPR es un factor importante para mejorar el rendimiento del sistema de comunicación OFDM, se han examinado diversos esfuerzos de investigación para minimizar la PAPR. Los esquemas existentes para minimizar la PAPR incluyen un esquema de limitación, un esquema de codificación de bloques y un esquema de control de fase. En lo sucesivo en este documento, los esquemas para minimizar la PAPR se describirán brevemente.

40

De acuerdo con el sistema de limitación, cuando una señal supera un tamaño predeterminado la parte que sobrepasa el tamaño predeterminado se recorta de la señal para reducir la PAPR. Es muy fácil implementar el esquema de limitación porque simplemente recortar la señal de manera que la señal recortada no supere el tamaño predeterminado es todo lo que se requiere para implementar el esquema de limitación. Sin embargo el sistema de limitación genera distorsión en banda debido al funcionamiento no lineal, que aumenta la Tasa de Error de Bit (BER) y permite la interferencia entre canales adyacentes debido al ruido de limitación fuera de banda.

45

50

De acuerdo con el esquema de codificación de bloques, un esquema de codificación se aplica a subsoportes redundantes para reducir la PAPR de todos los subsoportes. El esquema de codificación de bloques tiene una capacidad de corrección de error porque aplica el esquema de codificación. Adicionalmente, el esquema de codificación de bloques puede reducir la PAPR sin distorsionar la señal. Sin embargo, el esquema de codificación de bloques tiene una muy mala eficacia de espectro cuando el número de subsoportes es demasiado grande. Además, el esquema de codificación de bloques requiere una tabla de consulta excesivamente grande o una matriz de generación excesivamente grande que aumenta la complejidad del funcionamiento.

55

El esquema de control de fase puede clasificarse brevemente en dos tipos de esquema que incluyen un esquema de Cartografiado Selectivo (SLM) y un esquema de Secuencia de Transmisión Parcial (PTS). De acuerdo con el esquema SLM, un número M de secuencias estadísticamente independientes que tienen una longitud de N se multiplican por datos idénticos que tienen una longitud de N y la secuencia que tiene la menor PAPR entre las secuencias se selecciona y se transmite. Adicionalmente, de acuerdo con el esquema PTS, un bloque de datos que tiene una longitud de N se divide en un número M de sub-bloques y cada uno de los M subbloques se somete a un IFFT de (L+P) puntos. El número M de sub-bloques sometidos a IFFT de (L+P) puntos se multiplica cada uno por un parámetro de fase para minimizar la PAPR y la suma de los productos de las multiplicaciones se transmite. El esquema SLM y el esquema

60

65

ES 2 304 656 T3

PTS pueden reducir eficazmente la PAPR. Sin embargo estos dos esquemas requieren la operación IFFT para cada uno de los sub-bloques M, aumentando de esta manera la complejidad del mismo.

5 El documento US 2004/0136314 A1 describe un aparato de transmisión de señales y un método para minimizar la proporción de pico a potencia media. El aparato correspondiente comprende un divisor sub-banda para dividir los datos de información de señales del subsoporte en señales sub-banda. Las señales del subsoporte de información adicional se insertan en las señales del subsoporte de datos de información que indican si se inserta una secuencia fantasma y un bit de dirección que indica una posición de una sub-banda en la que la secuencia fantasma tiene que insertarse. Para insertar una secuencia fantasma se proporciona también un insertador de secuencia fantasma. Un bloque de transformada de Fourier rápida inversa genera una primera y segunda señales de símbolo OFDM y un controlador determina el valor de bit asignado y un valor de bit dirigido de la información adicional. Finalmente, un transmisor transmite al menos una de la primera y segunda señales de salida desde los bloques IFFT sobre la conexión descendente.

Sumario de la invención

15 Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato y un método para minimizar una PAPR en un sistema de comunicación inalámbrico de banda ancha en el que dicha reducción se consigue con una alta capacidad de transmisión y sin un proceso de corrección de señales.

20 El objeto se resuelve mediante las características de las reivindicaciones independientes.

Las realizaciones ventajosas de la invención se describen mediante las reivindicaciones dependientes.

Breve descripción de los dibujos

25 El anterior y otros objetos, características y ventajas de la presente invención resultarán más evidentes a partir de la siguiente descripción detallada tomada junto con los dibujos adjuntos en los que:

30 La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un transmisor de un sistema de comunicación OFDM convencional;

La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un receptor de un sistema de comunicación OFDM convencional;

35 La Figura 3 es un diagrama de bloques para ilustrar el funcionamiento de un transmisor con una redundancia de subsoporte en un sistema de comunicación OFDM convencional;

40 La Figura 4 es un diagrama de bloques para ilustrar esquemáticamente un transmisor de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama de flujo para ilustrar esquemáticamente un procedimiento de procesamiento de señales mediante el transmisor de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

45 La Figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un receptor de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 7 es un diagrama de flujo de un proceso para el procesamiento de señales en el receptor de acuerdo con una realización de la presente invención;

50 La Figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un receptor de un sistema de comunicación OFDM de acuerdo con una realización preferida de la presente invención;

La Figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un transmisor de un sistema de comunicación OFDM de acuerdo con una realización preferida de la presente invención; y

55 La Figura 10 es un gráfico que ilustra el rendimiento de la presente invención.

Descripción detallada de la realización preferida

60 En lo sucesivo en este documento, las realizaciones preferidas de la presente invención se describirán en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. En la siguiente descripción los mismos elementos se designarán con los mismos números de referencia aunque se muestren en diferentes dibujos.

65 Adicionalmente, se proporcionan diversas definiciones específicas encontradas en la siguiente descripción sólo para ayudar a la comprensión general de la presente invención y es evidente para los especialistas en la técnica que la presente invención puede implementarse sin dichas definiciones. Adicionalmente, en la siguiente descripción de la presente invención se omitirá una descripción detallada de las funciones y configuraciones conocidas incorporadas en este documento cuando puedan entorpecer la comprensión de la materia principal de la presente invención.

ES 2 304 656 T3

La presente invención se refiere a un sistema de comunicación de Acceso Inalámbrico de Banda Ancha (BWA) y propone un aparato y un método para reducir una PAPR en un sistema de comunicación usando un esquema OFDM (sistema de comunicación OFDM). Aunque la siguiente descripción trata sólo con el sistema de comunicación OFDM, el sistema de comunicación OFDM es sólo un ejemplo y la presente invención no se limita al sistema de comunicación OFDM. En lugar de ello, la presente invención puede aplicarse a todos los sistemas de comunicación inalámbricos usando multi-soportes para mejorar la calidad de comunicación en los sistemas de comunicación inalámbricos.

De acuerdo con el método propuesto por la presente invención, para reducir una PAPR en un sistema de comunicación OFDM los símbolos se clasifican en símbolos completos y sub-símbolos (por ejemplo semi-símbolos) y se detecta un valor de pico para cada símbolo. Cuando el valor de PAPR es mayor que un umbral predeterminado establecido en el sistema, el semi-símbolo se transmite para reducir la PAPR.

Adicionalmente, el sistema de comunicación OFDM puede mostrar un rendimiento del sistema normal cuando se usa una señal que tiene una pequeña PAPR.

Como se ha indicado anteriormente, el sistema de comunicación OFDM es un sistema de comunicación multi-soporte que usa una pluralidad de subsoportes de manera que la ortogonalidad entre los subsoportes es importante en el sistema de comunicación OFDM. Por lo tanto, la fase se ajusta para cada subsoporte mientras que se mantiene la ortogonalidad entre los subsoportes. Sin embargo, cuando la fase cambia durante el transcurso de la transmisión de señales a través del subsoporte, los subsoportes pueden solaparse entre sí. Después, la señal de solapamiento provocada por el cambio de fase puede salirse del intervalo lineal de un amplificador en el sistema de comunicación OFDM y se hace imposible conseguir una transmisión/recepción normal de la señal. Por lo tanto, es necesario que el sistema de comunicación OFDM use una señal que tenga la PAPR mínima.

La Figura 1 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un transmisor de un sistema de comunicación OFDM convencional. Más específicamente, el transmisor ilustrado en la Figura 1 incluye un codificador de corrección de error hacia delante (FEC) 101, un intercalador/cartografiador 103, una unidad de transformada de Fourier inversa (IFFT) 105, un insertador del intervalo de seguridad 107, un procesador de radiofrecuencia (RF) 109 y una antena de transmisión (Tx) 111.

Haciendo referencia a la Figura 1, cuando los datos a transmitir (incluyendo los bits de datos de usuario y bits de datos de control) aparecen en el transmisor OFDM, los datos se introducen al codificador FEC 101. En lo sucesivo en este documento, los bits de datos de usuario y los bits de datos de control se denominarán "bits de datos de información". El codificador FEC 101 codifica los bits de datos de información de entrada de acuerdo con un esquema de codificación predeterminado y las salidas de los datos codificados al intercalador/cartografiador 103. El esquema de codificación puede ser un esquema de codificación convolucional o un sistema de codificación turbo con una tasa de codificación predeterminada.

El intercalador/cartografiador 103 intercala y modula los bits codificados de la salida desde el codificador FEC 101 de acuerdo con un esquema de intercalado predeterminado y un esquema de modulación predeterminado, generando de esta manera símbolos modulados. Después, el intercalador/cartografiador 103 saca los símbolos modulados generados a la unidad IFFT 105. El esquema de modulación puede ser un esquema QPSK (Tecleado de Desplazamiento de Cuadratura de Fase) y un esquema 8PSK (Tecleado de Desplazamiento de Fase), QAM (Modulación de Amplitud de Cuadratura) o un esquema 16QAM.

La unidad IFFT 105 realiza IFFT sobre la señal desde el intercalador/cartografiador 103 y saca la señal IFFT al insertador del intervalo de seguridad 107. El insertador del intervalo de seguridad 107 inserta un intervalo de seguridad en la señal de la unidad IFFT 105 y después saca la señal al procesador RF 109. El intervalo de seguridad se inserta para retirar la interferencia entre un símbolo OFDM previo transmitido a un momento de símbolo OFDM previo y un símbolo OFDM actual a transmitir a un momento de símbolo OFDM actual en un sistema de comunicación OFDM.

Para insertar el intervalo de seguridad, puede usarse un método de prefijo cíclico o un método de postfijo cíclico. En el método de prefijo cíclico, un número predeterminado de últimas muestras de un símbolo OFDM en un dominio temporal se copian y se insertan en un símbolo OFDM válido y en el método de postfijo cíclico un número predeterminado de primeras muestras de un símbolo OFDM en un dominio temporal se copian e insertan en un símbolo OFDM válido.

El procesador RF 109 procesa la señal de la unidad IFFT 105 de manera que la señal puede transmitirse a través de un canal real. Después, el procesador RF 109 transmite la señal procesada a través de la antena Tx 111. El procesador RF 109 incluye normalmente un filtro y una unidad final frontal para realizar la operación en relación con la conversión de señal RF en la trayectoria RF, incluyendo filtración digital.

La Figura 2 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un receptor de un sistema de comunicación OFDM convencional. Más específicamente, el receptor ilustrado en la Figura 2 incluye una antena de recepción (Rx) 201, un procesador RF 203, un extractor del intervalo de seguridad 205, una unidad transformada de Fourier rápida (FFT) 207, un desintercalador/descartografiador 209 y un descodificador FEC 211.

ES 2 304 656 T3

Cuando la señal transmitida desde el transmisor se recibe a través de la antena Rx 201 la señal recibida contiene ruido añadido a la señal cuando la señal se hace pasar a través del canal de múltiples trayectorias. La señal recibida a través de la antena (Rx) 201 se introduce al procesador RF 203, que convierte a la baja la señal en una señal de una frecuencia intermedia (IF) y después saca la señal convertida a la baja al extractor del intervalo de seguridad 205.

El extractor del intervalo de seguridad 205 recibe la señal del procesador RF 203, elimina el intervalo de seguridad de la señal recibida y después saca la señal a la unidad FFT 207. La unidad 207 realiza FFT en la salida de señal del extractor del intervalo de seguridad 205 y después saca la señal sometida a FFT al desintercalador/descartografiador 209.

El desintercalador/descartografiador 209 desintercala y desmodula la señal de la unidad FFT 207 de acuerdo con esquemas correspondientes al esquema de intercalado y al esquema de modulación usados en el transmisor y después lo saca con el decodificador FEC 211. El decodificador FEC 211 descodifica la señal del desintercalador/descartografiador 209 de acuerdo con un esquema de descodificación correspondiente al esquema de codificación empleado en el transmisor y después saca la misma señal que los bits de datos de información transmitidos desde el transmisor.

El IFFT realizado en el transmisor puede definirse mediante la ecuación (1) a continuación.

$$x_n = \frac{1}{\sqrt{N}} \sum_{k=0}^{N-1} X_k e^{j2\pi nk/N}, \quad 0 \leq n \leq N-1, \quad \dots (1)$$

En la ecuación (1) X_k denota una amplitud compleja de un subsoporte.

En el sistema OFDM, los parámetros PAPR se determinan y definen mediante la ecuación (2) a continuación.

$$PAPR = 10 \log \left(\frac{\|x\|_{\infty}^2}{\varepsilon[\|x\|_2^2]/N} \right) \quad \dots (2)$$

En la ecuación (2), x puede tomar diferentes valores. Por lo tanto, se da la vuelta a la probabilidad de la señal cuando las magnitudes de PAPR superan el valor de $PAPR_0$ especificado como se muestra en la ecuación (3) a continuación.

$$Pr(PAPR > PAPR_0) \quad \dots (3)$$

La patente de Estados Unidos número 6.424.681 "Peak to Average Power Ratio Reduction" describe un método de reducción del valor de PAPR por redundancia de subsoportes. Es decir, una parte de los subsoportes se usa para transmitancia de señal de información, es decir, los subsoportes se modulan mediante símbolos de información y otra parte de los subsoportes se usan para generación de una señal de corrosión que se extrae de la señal de tiempo resultante que se consigue en la salida de IFFT y que conduce a una reducción del valor de $PAPR_0$ a uno y el mismo valor de probabilidad.

El método de reducción de PAPR como se ha descrito anteriormente normalmente se denomina método de "Reserva de tono (TR)". De acuerdo con el método TR una parte de los subsoportes, es decir, los tonos que no se usan para transmisión de señal de información se señalan entre los subsoportes totales. En el receptor, los tonos que no se usan para transmitir una señal de información se ignoran y las señales de información se restauran desde los otros tonos. Como resultado, la estructura del receptor puede simplificarse.

Uno de los métodos TR representativos es el algoritmo de gradiente. El algoritmo de gradiente puede obtenerse aplicando el esquema de limitación al método TR. De acuerdo con el algoritmo de gradiente, una señal que tiene una característica de impulso se genera usando los tonos que no se usan para la transmisión de señal de información y la señal de salida de la unidad IFFT se somete entonces a la limitación usando la señal generada que tiene las características de impulso. Entonces, si la señal generada que tiene las características de impulso se añade a la señal de salida de la unidad IFFT, la distorsión de datos ocurre sólo en los tonos que no se usan para la transmisión de señal de información y no ocurre en el otro dominio de frecuencia.

El proceso descrito anteriormente puede expresarse mediante las ecuaciones (4) a (7) a continuación. Más específicamente, una parte de los subsoportes se modula mediante la señal de información X_k que se define mediante la ecuación (4) a continuación.

$$X_k = \begin{cases} X_k, & k \in \{i_1, i_2, \dots, i_L\} \\ 0, & k \in \{i_1, i_2, \dots, i_L\} \end{cases} \dots\dots (4)$$

5

En la ecuación (4), cero indica que los subsoportes no están modulados por los símbolos de información (es decir, se hacen redundantes). Los subsoportes redundantes se modulan mediante la secuencia de bits seleccionada especialmente y pueden expresarse mediante la ecuación (5) a continuación.

10

$$C_k = \begin{cases} C_k, & k \in \{i_1, i_2, \dots, i_L\} \\ 0, & k \in \{i_1, i_2, \dots, i_L\} \end{cases} \dots\dots (5)$$

15

Haciendo referencia a las ecuaciones (4) y (5), las señales de información se localizan a los subsoportes distintos de los subsoportes redundantes como se indica con la ecuación (4) y las señales de corrección se asignan a los otros subsoportes redundantes distintos de los subsoportes de la ecuación (4), como se indica en la ecuación (5). Más específicamente, entre las señales de información una señal de (X+C), que se obtiene añadiendo una señal de entrada predeterminada X y una señal de corrección C, se produce a través de la unidad IFFT del transmisor. En la salida de IFFT, la señal generada puede expresarse mediante la ecuación (6) a continuación.

20

$$\mathbf{x} + \mathbf{c} = Q(\mathbf{X} + \mathbf{C}) \dots\dots (6)$$

25

En la ecuación (6) Q denota una matriz IFFT generada por los elementos $q_{n,k} = \frac{1}{\sqrt{N}} e^{j2\pi kn/N}$ mostrados en la ecuación (1).

30

Adicionalmente los símbolos C_k de la ecuación (5) se seleccionan para minimizar la PAPR como se muestra en la ecuación (7) a continuación.

35

$$PAPR(\mathbf{c}^*) = \frac{\min_{\mathbf{c}} \|\mathbf{x} + \mathbf{c}\|_{\infty}^2}{\epsilon(\|\mathbf{x}\|_2^2)/N} < \frac{\|\mathbf{x}\|_{\infty}^2}{\epsilon(\|\mathbf{x}\|_2^2)/N} \dots\dots (7)$$

40

Cuando la señal de entrada X tiene una mayor PAPR, una señal apropiada, por ejemplo la señal de corrosión C para reducir la PAPR de la señal de entrada X, se busca y se encuentra la señal de corrección C se añade entonces a la señal de entrada X para reducir la PAPR de la señal resultante (X+C).

45

La Figura 3 es un diagrama de bloques para ilustrar el funcionamiento de un transmisor con una redundancia de subsoporte en un sistema de comunicación OFDM convencional. Más específicamente, la Figura 3 ilustra esquemáticamente un transmisor multi-soporte que usa el método TR para reducir la PAPR.

50

Haciendo referencia a la Figura 3, un convertidor de serie a paralelo (S/P) 301 convierte datos de entrada en datos en paralelo y después saca los datos en paralelo convertidos a una pluralidad de moduladores que incluyen un primer modulador 303 a través de un sexto modulador 313. Es decir, la señal de información de entrada se distribuye a una pluralidad de subsoportes mediante el convertidor de serie a paralelo 301. Para distribuir la señal de información, algunos de los subsoportes no se usan, es decir, se dejan como subsoportes redundantes.

55

Cada uno del primer modulador 303 al sexto modulador 313 recibe la señal desde el convertidor de serie a paralelo 301, modula la señal a través de un esquema de modulación ajustado por adelantado en el sistema y después saca la señal modulada al desmultiplexador 315. El desmultiplexador 315 multiplexa las señales desde el primer modulador 303 al sexto modulador 313 y después saca una señal multiplexada al núcleo del motor 317. Es decir, los subsoportes modulados se multiplexan en una señal mediante el desmultiplexador 315. El núcleo del motor 317 reduce el valor de PAPR realizando la corrección de señal para una señal desde el desmultiplexador 315 y después saca la señal corregida. Es decir, el núcleo del motor 317 realiza la corrección para reducir el valor de PAPR de la señal de salida desde el multiplexador 315.

60

La corrección descrita anteriormente se realiza añadiendo a la señal X una señal de corrección C que proporciona a la señal de salida un valor de PAPR que no traspasa el umbral predeterminado $PAPR_0$.

65

ES 2 304 656 T3

La selección de los valores óptimos de la señal de corrección C es una tarea matemática bastante difícil, que requiere un presupuesto costoso en tiempo significativo y potencia de ordenador. Adicionalmente, la reducción de la capacidad de transmisión de canales es otra desventaja del método de la patente de Estados Unidos citada anteriormente debido al hecho de que algunos soportes se usan no para la transmisión de símbolos de información sino sólo para la generación de señales de corrección.

Por lo tanto, la presente invención propone un método para minimizar la PAPR mientras que se mantiene una alta capacidad de transmisión a través del procedimiento de corrección que ha fallado. Más específicamente, de acuerdo con la propuesta de la presente invención para reducir una PAPR en un sistema de comunicación OFDM, los símbolos se clasifican en símbolos enteros y sub-símbolos, por ejemplo semi-símbolos y se detecta un valor de pico para cada pico. Cuando un valor de PAPR correspondiente es mayor que un umbral predeterminado establecido en el sistema, el semi-símbolo se transmite para reducir la PAPR.

Por consiguiente el transmisor de acuerdo con la presente invención incluye una unidad IFFT adicional y el receptor incluye un detector de símbolo para detectar un símbolo completo o un semi-símbolo y una memoria intermedia adicional para recoger el símbolo completo.

El resultado técnico se consigue por aplicación de un nuevo método de reducción de PAPR basado en el hecho de que no todos los símbolos de multi-soporte tienen muestreo de señal con desviaciones de amplitud anómalas. Es decir, la gran mayoría de símbolos no superan el umbral de $PAPR_0$ predeterminado y, en consecuencia, no requieren ningún medio de reducción adicional. Una cantidad relativamente insignificante de símbolos incluyen muestras anómalas.

Se propone dividir estos símbolos en diversos sub-símbolos, por ejemplo en dos, cada uno de los cuales incluye el número disminuido de subsoportes modulados en los datos de entrada. Los subsoportes restantes no se usan y tienen una aptitud cero. Por consiguiente, los sub-símbolos no tendrán desviaciones de amplitud anómalas debido a que la probabilidad de generación de pico anómalo se reduce mediante la disminución de la cantidad de subsoporte.

El receptor de acuerdo con la presente invención detecta también los sub-símbolos disminuidos, realiza la desmodulación y después multiplexa los sub-símbolos en una señal. Para la desmodulación de acuerdo con la presente invención se usa un desintercalador modificado. También, la multiplexación de los sub-símbolos desmodulados en una señal se realiza de manera que la salida es una serie de símbolos de información que se ajustan con la secuencia del símbolo multi-soporte completo modulado. Posteriormente, el procesamiento adicional (por ejemplo, descodificación) se realiza de una manera similar a la del receptor común.

La Figura 4 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un transmisor de acuerdo con una realización de la presente invención. Más específicamente, la Figura 4 ilustra esquemáticamente el transmisor multi-soporte que usa un esquema de división de símbolos para reducir la PAPR. Haciendo referencia a la Figura 4, el transmisor de acuerdo con la presente invención incluye un divisor de símbolos 401, una pluralidad de moduladores que incluyen un primer modulador 403 a un sexto modulador 413, un desmultiplexador 415 y un detector de picos 417.

En el transmisor ilustrado la Figura 4, cuando hay datos de información a transmitir, los datos de información se introducen en el divisor de símbolos 401. El divisor de símbolos 401 divide los datos de información en señales de información correspondientes a subsoportes y después saca las señales de información al primer modulador 403 al sexto modulador 413. En este caso, las señales de información pueden distribuirse a todos los subsoportes o a algunos de los subsoportes accesibles, por ejemplo a la mitad de todos los subsoportes accesibles. Cuando las señales de información pueden distribuirse a algunos de los subsoportes accesibles, el símbolo del multi-soporte se transmite a diversas etapas como se ilustra en la Figura 5. Por ejemplo, en caso de doble división, una primera parte del símbolo se transmite a una primera etapa y la segunda parte del símbolo se transmite a una segunda etapa. Este proceso se describirá posteriormente con más detalle con referencia a la Figura 5.

Cada uno del primer modulador 403 al sexto modulador 413 recibe la señal, es decir, el subsoporte desde el divisor del símbolo 401 modula el subsoporte de acuerdo con el esquema de modulación establecido por adelantado en el sistema y después saca el subsoporte modulado al desmultiplicador 415. El desmultiplicador 415 multiplexa las señales desde el primer modulador 403 al sexto modulador 413 hacia un símbolo de tiempo y después saca el símbolo de tiempo al detector de pico 417. El detector de pico 417 detecta un valor de pico para el símbolo desde el multiplexador 415, determina si el símbolo se ha dividido y si el símbolo tiene una desviación de amplitud anómala y después saca datos correspondientes a la determinación.

La Figura 5 es un diagrama de flujo para ilustrar esquemáticamente el procesamiento de señales mediante un transmisor de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. Más específicamente, la Figura 5 ilustra la división de símbolo y la detección de pico mediante el transmisor. Se observa, sin embargo, que aunque la Figura 5 ilustra en detalle el algoritmo de división de símbolo en dos sub-símbolos, la presente invención no se limita al ejemplo ilustrado sino que puede aplicarse cuando el símbolo se divide en más de dos sub-símbolos.

Haciendo referencia a la Figura 5, cuando los datos se introducen en la etapa 501 los datos de entrada se hacen pasar al divisor de símbolo 401. El divisor 401 determina dividir el símbolo en sub-símbolos en la etapa 503. En la etapa 503, el detector de pico 417 juega un papel importante en la determinación de si el símbolo se divide en sub-símbolos. Es decir, el detector de pico 417 compara el impulso de tiempo sintetizado con el umbral de $PAPR_0$ y

ES 2 304 656 T3

después informa sobre el resultado de la comparación al divisor de símbolo 401. Posteriormente, el divisor de símbolo 401 toma una decisión sobre la división de acuerdo con el resultado informado.

5 Específicamente, cuando el resultado informado del detector de pico muestra que es innecesario que el divisor de símbolo 401 divida el símbolo, el proceso transcurre a la etapa 505 en la que el divisor de símbolo 401 genera y saca un símbolo completo.

10 La salida de símbolo completo del divisor de símbolo 401 se modula usando subsoportes mediante el primer modulador 403 al sexto modulador 413 en la etapa 511. Después, en la etapa 513 los símbolos completos de los moduladores se convierten en un símbolo temporal a través de una conversión en serie IFFT en el desmultiplexador 415. Posteriormente, el símbolo temporal se introduce en el detector del pico 417 y el detector del pico 417 detecta un pico del símbolo temporal en la etapa 515.

15 En la etapa 517, el detector de pico 417 compara la potencia de pico del símbolo de tiempo con el umbral pre-determinado de $PAPR_0$ establecido por adelantado en el sistema. Cuando la potencia de pico detectada del símbolo temporal no supera el umbral de $PAPR_0$, el símbolo temporal se transmite a la salida en la etapa 519. Sin embargo, cuando la potencia de pico detectada del símbolo temporal supera el umbral, es decir, cuando un pico anómalo se detecta para el símbolo, los símbolos completos no se transmiten a la salida. Es decir, cuando un pico anómalo se detecta para el símbolo, el detector de pico 417 informa de la detección al divisor de símbolo 401. Posteriormente, el divisor de símbolo 401 divide el símbolo completo basándose en el informe del detector de pico 417.

20 Como se ha indicado anteriormente, la Figura 5 corresponde al caso en el que cada símbolo completo se divide en dos sub-símbolos (semi-símbolos), es decir, si se determina que la división de símbolos es necesaria en la etapa 503, el divisor de símbolos 401 divide el símbolo completo en dos sub-símbolos, transmite un primer sub-símbolo (una semi parte del símbolo completo en la primera fase) en la etapa 507 y después transmite un segundo sub-símbolo (la otra semi-parte del símbolo completo) en la segunda fase en la etapa 509.

30 Posteriormente, cada una de las salidas de los dos sub-símbolos del divisor de símbolo 401 se modula usando subsoportes mediante el primer modulador 403 al sexto modulador 413 en la etapa 511. En la etapa 513, los sub-símbolos de los moduladores se convierten en un símbolo temporal mediante conversión en serie e IFFT en el desmultiplexador 415. En este caso, como sólo la mitad de los subsoportes se usan para la generación del símbolo temporal, no se detecta que se cruce el umbral en la etapa 517. Por lo tanto, de acuerdo con la presente invención, dos semi-símbolos que no lo superan se transmiten en serie a la salida en lugar de un símbolo multi-soporte completo que supera el umbral anómalo.

35 El proceso descrito anteriormente puede conducir a un aumento de la duración de la transmisión del marco de información. Sin embargo, como la proporción porcentual de símbolos anómalos

40 Para acelerar la generación de símbolos multi-soporte, la modulación y conversión de símbolo completo y su primera parte desde el dominio de frecuencia al dominio temporal tienen que realizarse simultáneamente. Posteriormente, la primera parte del símbolo se extrae de la salida en caso de fijación de pico anómala en el detector de pico 417.

45 La Figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un receptor de acuerdo con una realización de la presente invención. Más específicamente, la Figura 6 ilustra una construcción esquemática de un receptor multi-soporte usando un esquema de división de símbolos para reducir la PAPR.

50 Como se ilustra en la Figura 6, el receptor de acuerdo con una realización de la presente invención incluye un convertidor de serie a paralelo (unidad FFT) 601, un detector de símbolo 603, un desmodulador 605 y un desintercalador 607. El convertidor de serie a paralelo (unidad FFT) 601 convierte los datos de entrada de un dominio temporal en símbolos paralelos de un dominio de frecuencia y saca los símbolos convertidos a los detectores de símbolo 603. El detector de símbolo 603 comprueba si cada uno de los símbolos del convertidor de serie a paralelo (unidad FFT) 601 es un símbolo completo. Como las frecuencias para transmisión de símbolo de información para división se conocen (son fijas), el detector de símbolos 603 analiza la amplitud de señal en los subsoportes que no se modulan, es decir que tienen una amplitud cero en el caso de división del símbolo en sub-símbolos. Por ejemplo, es posible diagnosticar la llegada de un semi-símbolo no completo mediante comparación de la suma de amplitud de la señal (por ejemplo, módulo de envoltura complejo) en estos subsoportes o suma del cuadrado de la amplitud con el umbral R_0 .

60 Si se detecta un símbolo no completo, el desmodulador 605 desmodula sólo los subsoportes en los que se transmite la información. Por consiguiente, el desintercalador 607 convierte los símbolos transmitidos en los subsoportes seleccionados en secuencia de símbolo temporal. Por lo tanto, la conversión se realiza de manera que la secuencia temporal permanece igual que durante la transmisión del símbolo.

65 Cuando se realiza el primer procesado de semi-símbolo, el receptor procesa el segundo semi-símbolo. Por consiguiente, no hay necesidad de detectar la llegada de señal no completa porque está claro que el segundo semi-símbolo tiene que seguir al primero.

La Figura 7 es un diagrama de flujo de un procesamiento de señales en el receptor de acuerdo con una realización de la presente invención. Más específicamente, la Figura 7 ilustra un algoritmo de procesamiento de una señal de

ES 2 304 656 T3

multi-soporte con división de sub-símbolos. Se observa sin embargo que aunque el algoritmo ilustrado en la Figura 7 es para división de símbolos en dos sub-símbolos, la presente invención no se limita al ejemplo ilustrado, sino que puede aplicarse cuando el símbolo se divide en más de dos sub-símbolos.

5 Haciendo referencia a la Figura 7, los datos se introducen en la etapa 701. En las etapas 703 y 705 se determina si la señal de entrada para datos de entrada es un símbolo completo o un semi-símbolo. Cuando la señal de entrada es un semi-símbolo, el proceso vuelve a la etapa 701 en la que se recibe otro semi-símbolo. Sin embargo, cuando la señal de entrada es un símbolo completo el proceso transcurre a la etapa 707, de donde se sacan los datos.

10 La Figura 8 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un receptor de un sistema de comunicación OFDM de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. Más específicamente, el receptor del sistema de comunicación OFDM ilustrado en la Figura 8 incluye una antena de recepción (Rx) 801, un procesador RF 803, un extractor del intervalo de seguridad 805, una unidad FFT 807, un detector de símbolo 809, un desintercalador/descartografiador 811 y un descodificador FEC 813.

15 Cuando la señal transmitida desde un transmisor se recibe mediante la antena Rx 801, la señal recibida contiene ruido añadido a la señal mientras que la señal pasa a través del canal multi-trayectoria. La señal recibida a través de la antena Rx 801 se introduce en el procesador RF 803 y el procesador RF 803 convierte a la baja la señal recibida a través de la antena Rx en una señal de una frecuencia intermedia (IF) y después saca la señal convertida a la baja al extractor del intervalo de seguridad 805.

20 El extractor del intervalo de seguridad 805 recibe la señal del procesador RF 803, retira el intervalo de seguridad de la señal recibida y después saca la señal a la unidad FFT 807. La unidad FFT 807 realiza FFT sobre la salida de las señales del extractor del intervalo de seguridad 805 y después saca la señal sometida a FFT al detector de símbolos 809.

25 El detector de símbolos 809 detecta la presencia de un símbolo no completo, por ejemplo, detecta la presencia de un símbolo en el que sólo la mitad de los subsoportes se modulan mediante la señal de información y la parte restante tiene una amplitud cero, es decir, está ausente. Después, el detector de símbolo 809 saca el símbolo detectado al desintercalador/descartografiador 811.

30 Después de una detección de símbolo no completa el desintercalador/descartografiador 811 realiza dicha desmodulación del símbolo no completo como se ha descrito anteriormente que tiene en cuenta que no todos los subsoportes se usaron para la transmisión de información.

35 Después de la desmodulación de todos los sub-símbolos que forman el símbolo completo inicial los sub-símbolos se multiplexan en un flujo de información de salida de manera que el orden del símbolo desmodulado se ajusta con el orden del símbolo del flujo de información inicial que se envía adicionalmente al descodificador FEC 813.

40 La Figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra esquemáticamente un transmisor de un sistema de comunicación OFDM de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. Haciendo referencia a la Figura 9, el transmisor incluye un codificador FEC 901, un intercalador/cartografiador 903, un divisor de símbolo 905, una pluralidad de unidades IFFT 907 a 909, un detector de pico 911, un insertador del intervalo de seguridad 913, un procesador RF 915 y una antena Tx 917.

45 Cuando los datos a transmitir (incluyendo los bits de datos de usuario y los bits de datos de control) llegan al transmisor OFDM, los datos se introducen al codificador FEC 901. Como se ha indicado anteriormente, los bits de datos de usuario y los bits de datos de control se denominan en este documento "bits de datos de información".

50 El codificador FEC 901 codifica los bits de datos de información de entrada de acuerdo con un esquema de codificación predeterminado y saca los datos codificados al intercalador/cartografiador 903. El esquema de codificación puede ser un esquema de codificación convolucional o un esquema de codificación turbo que tiene una tasa de codificación predeterminada. El intercalador/cartografiador 903 intercala y modula los bits codificados de salida desde el codificador FEC 901 de acuerdo con un esquema de intercalado predeterminado y un esquema de modulación predeterminado, generando de esta manera símbolos modulados.

55 El intercalador/cartografiador 903 saca los símbolos modulados generados al divisor de símbolo 905. El esquema de modulación puede ser un esquema QPSK (Tecleado de Desplazamiento de Cuadratura de Fase), un esquema 8PSK (Tecleado de Desplazamiento de Fase), un QAM (Modulación de la Amplitud de la Cuadratura) o un esquema 16QAM (Modulación de la Amplitud de la Cuadratura).

60 El divisor de símbolo 905 genera una secuencia de símbolo completo o al menos dos secuencias de sub-símbolo usando la salida de la señal desde el intercalador/cartografiador 903 y después saca la secuencia generada de símbolo completo o las secuencias de sub-símbolo a la unidad IFFT correspondiente, por ejemplo, la unidad IFFT 907 y/o la unidad IFFT 909.

65 Cada una de las unidades IFFT 907 a 909 realiza IFFT sobre la señal desde el intercalador/cartografiador 903 o el divisor de símbolo 905 y saca la señal sometida a IFFT al detector de pico 911. En este caso, las unidades IFFT 907 a

ES 2 304 656 T3

909 reciben la secuencia de símbolo completo o al menos dos secuencias de sub-símbolo desde el divisor de símbolo 905 que convierten simultáneamente la secuencia o secuencias de entrada en una secuencia de símbolo de dominio temporal y después sacan la secuencia o secuencias convertidas al detector de pico 911.

5 Aunque el transmisor ilustrado en la Figura 9 incluye una pluralidad de unidades IFFT, la presente invención no se limita al ejemplo mostrado en la Figura 9. En lugar de ello, el transmisor de acuerdo con la presente invención puede incluir una unidad IFFT que puede realizar una operación apropiada para la división de símbolos. Adicionalmente, la unidad IFFT única puede implementarse adaptativamente apropiadamente para la división de símbolos de acuerdo con la instalación del sistema. Por ejemplo cuando el símbolo se divide en semi-símbolos el transmisor puede incluir
10 una o dos unidades IFFT.

El detector del pico 911 recibe la secuencia de símbolo completo o al menos dos secuencias de sub-símbolo desde las unidades IFFT 907 a 909 y detecta la presencia de un valor de pico de los símbolos. Cuando el detector de pico 911 detecta un pico anómalo, el detector de pico 911 informa de la detección al divisor de símbolo 905, de manera
15 que el divisor de símbolo 905 realiza la división del símbolo. Cuando el detector de pico 911 no detecta un pico anómalo, el detector de pico 911 saca la secuencia de símbolo correspondiente al insertador del intervalo de seguridad 913.

El insertador del intervalo de seguridad 913 inserta un intervalo de seguridad en las señales del detector de pico 911 y después saca la señal al procesador RF 915. El intervalo de seguridad retira la interferencia entre un símbolo OFDM previo transmitido a un tiempo de símbolo OFDM previo y un símbolo OFDM actual a transmitir a un tiempo de símbolo OFDM actual en un sistema de comunicación OFDM. Para insertar el intervalo de seguridad, puede usarse un método de prefijo cíclico o un método de postfijo cíclico. En el método de prefijo cíclico, un número predeterminado de últimas muestras de un símbolo OFDM en un dominio temporal se copian e insertan en un símbolo OFDM válido y
20 en el método de postfijo cíclico un número predeterminado de primeras muestras de un símbolo OFDM en un dominio de tiempo se copian e insertan en un símbolo OFDM válido.

El procesador RF 915 procesa las señales del insertador del intervalo de seguridad 913 de manera que la señal puede transmitirse a través de un canal real. Después, el procesador RF 915 transmite la señal procesada a través de al
25 antena Tx 917. El procesador RF 915 incluye un filtro predeterminado y una unidad de extremo frontal para realizar el funcionamiento respecto a la compresión de señal RF en la trayectoria RF incluyendo filtrado digital.

Como se ha descrito anteriormente, la presente invención propone un aparato y un método para minimizar la PAPR en un sistema de comunicación. De acuerdo con el método de minimización de PAPR de la invención, cuando el valor de pico del símbolo OFDM supera un nivel permisible máximo el símbolo OFDM se divide en más de un sub-símbolo para reducir la PAPR.
35

En lo sucesivo en este documento, el rendimiento de la presente invención se analizará basándose en los resultados de simulación de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. Se supone que los parámetros de simulación como se muestra en la tabla 1 a continuación se usaron en la simulación. La simulación muestra un sobrecaudal como se muestra en la tabla 2.
40

45 TABLA 1

Paquetes totales	30.000
Símbolos 16QAM por paquete	148
Sub-soportes reservados para símbolos de semi-datos	-26, -24, -23, -18, -16, -15, -14, -11, -9, -5, -4, -1, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 13, 14, 15, 22, 24, 26

ES 2 304 656 T3

TABLA 2

Ganancia de potencia, dB	Símbolos adicionales	Muestras de sobre flujo antes del filtro	Muestras de sobre flujo después del filtro	Muestras de sobre flujo fuera del intervalo de seguridad	Disminución de la velocidad, %
2	339	0	2	0	0,008
2,5	1601	0	13	0	0,036
3	6312	0	50	0	0,14
3,5	20525	0	127	0	0,46
4	59754	1	356	1	1,35

Los resultados de la simulación como se muestran en la Tabla 2 muestran que es posible un aumento de la ganancia de potencia media de 4 dB mientras que la reducción de velocidad de datos es sólo del 1,35%.

Para comparación, en caso de una reserva de 6 tonos, la reducción de velocidad de datos es del 12,5% (6/48).

La Figura 10 es un gráfico que ilustra el rendimiento de la presente invención. En primer lugar, los cálculos demuestran que usando el método reivindicado es posible conseguir una reducción del mejor valor de PAPR análogo en comparación con el método basado en la redundancia del subsoporte sin una reducción significativa de la tasa de información (reducción en el alcance del 1-10%).

La Figura 10 ilustra los resultados de una modulación que se realizó para estimar la eficacia del método de la presente invención, es decir, el método de división de símbolo. Los resultados se presentan en comparación con el método reiterativo basado en la redundancia del subsoporte.

Haciendo referencia a la Figura 10 se usaron los siguientes parámetros de modulación:

- Símbolos pares 10^7
- Modulación 16 QAM
- Para 64 puntos de IFFT
 - Método de redundancia de tono:
 - cantidad de tonos redundantes 10% (6)
 - integración de la cantidad del método de gradiente 2 y 4
 - Método de división de símbolos:
 - Umbral 8 dB y 9 dB
- Para IFFT de 256 puntos
 - Método de redundancia de tono:
 - Cantidad de tonos redundantes 10% (25)
 - Integración de la cantidad del método de gradiente 2 y 30

ES 2 304 656 T3

- Método de división de símbolos:

- Umbral 8,8 dB y 9,5 dB

5 Los cálculos para IFFT de 64 puntos demuestran que al umbral de división de símbolos de 8 dB, la pérdida de velocidad de información son del 10%, correspondiente a una pérdida de velocidad similar a la redundancia del 10% de los tonos. Al umbral de división de 9 dB, la pérdida de velocidad es del 1,9%.

10 Los cálculos para IFFT de 256 puntos demuestran que al umbral de división de símbolos de 8,8 dB, la pérdida de velocidad de información es del 10% y corresponde a pérdidas de velocidad similares a la redundancia del 10% de los tonos. Al umbral de división de 9,5 dB, la pérdida de velocidad es del 2,6%.

15 A pesar de la división de símbolos de OFDM, alguno de los subsoportes de información no se usan. Surge la posibilidad de combinar el método reivindicado con el método de redundancia del subsoporte. En este caso, el impulso de corrección se genera en los subsoportes. Esto conduce a una reducción de PAPR adicional cuando se cruza el umbral de amplitud de señal (capacidad instantánea) en cualquier sub-símbolo.

20 Como se ha descrito anteriormente, la presente invención proporciona un aparato y un método que reduce una PAPR en un sistema de comunicación inalámbrico de banda ancha. Adicionalmente, la presente invención puede conseguir la reducción de PAPR con una alta capacidad de transmisión sin un proceso de corrección de señales.

25 De acuerdo con el método propuesto por la presente invención los símbolos se clasifican en símbolos completos y sub-símbolos. Cuando el valor de PAPR de cada símbolo es mayor que un umbral predeterminado establecido en el sistema, los sub-símbolos se transmiten de manera que reducen eficazmente la PAPR.

Aunque la presente invención se ha mostrado y descrito con referencia a ciertas realizaciones de la misma, los especialistas en la técnica entenderán que pueden realizarse diversos cambios en la forma y detalles de la misma sin alejarse del alcance de la invención como se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

30

35

40

45

50

55

60

65

ES 2 304 656 T3

REIVINDICACIONES

1. Un método de procesamiento de señales mediante un transmisor para reducir una proporción de pico a potencia media, PAPR, en un sistema de comunicación multi-soporte comprendiendo el método en las etapas de:

a) introducir (501) bits de datos de información o datos de entrada en el transmisor;

b) convertir (511) un símbolo completo o sub-símbolo en subsoportes en paralelo;

c) modular (511) los subsoportes en paralelo;

d) generar (513) un símbolo de transmisión convirtiendo el subsoporte modulado por IFFT y conversión en serie;

e) comparar (517) una PAPR del símbolo de transmisión con un umbral establecido en el sistema;

f) sacar el símbolo de transmisión como un símbolo completo incluyendo sólo el símbolo de información cuando PAPR del símbolo de transmisión no supera el umbral;

g) dividir (503, 505, 509) el símbolo completo en al menos dos sub-símbolos cuando la PAPR del símbolo de transmisión supera el umbral y realizar las etapas b) a e) con cada uno de los sub-símbolos,

en el que cada uno de los sub-símbolos incluye un número reducido de subsoportes modulados mediante los datos de entrada, teniendo los subsoportes restantes no usados una amplitud cero y produciendo cada sub-símbolo como un símbolo de transmisión.

2. Un método para procesamiento de señales mediante un receptor para reducir la proporción de pico a potencia media PAPR en un sistema de comunicación multi-soporte comprendiendo el método en las etapas de:

a) detectar (701) un símbolo de recepción;

b) comprobar (703, 705) si el símbolo de recepción detectado es un símbolo completo que transmite sólo símbolos de información o un sub-símbolo que transmite sólo una parte de los símbolos de información analizando la amplitud de señal en los subsoportes que no se modulan y tienen un amplitud cero, en el que las frecuencias para dividir en sub-símbolos se conocen;

c) desmodular los subsoportes del símbolo completo detectado; o

d) desmodular sólo los subsoportes que transmiten símbolos de información desde los sub-símbolos detectados; y

3. Un aparato para transmisión de señales para realizar el método de la reivindicación 1 que comprende:

un divisor de símbolos (401, 905) adaptado para realizar la etapa g);

un convertidor de serie a paralelo adaptado para realizar la etapa b);

al menos un modulador (403, 405, 407, 409, 411, 413, 907, 909) adaptado para realizar la etapa c);

un multiplexador (415) adaptado para realizar la etapa d)

un detector de pico adaptado para realizar la etapa e); y

una unidad de transmisión (917) para transmitir el símbolo de transmisión generado, en el que los sub-símbolos se transmiten en serie.

4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el detector de pico se adapta para informar sobre la detección del divisor de símbolo cuando la PAPR del símbolo de transmisión supera el umbral.

5. El aparato de acuerdo con la reivindicación 3, en el que el desmultiplexador incluye al menos una unidad IFFT (907, 909) que corresponde al número de subsoportes modulados.

6. Un aparato para recepción de señales para realizar el método de la reivindicación 2, que comprende:

un detector de símbolos (603, 809) adaptado para realizar las etapas a) y b),

un desmodulador (605) adaptado para realizar las etapas c) y d)

un desintercalador/descartografiador (607, 811) para convertir los subsoportes desmodulados en un símbolo.

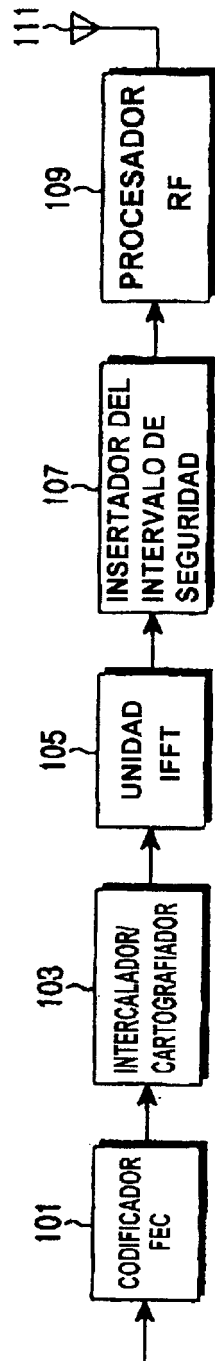


FIG.1

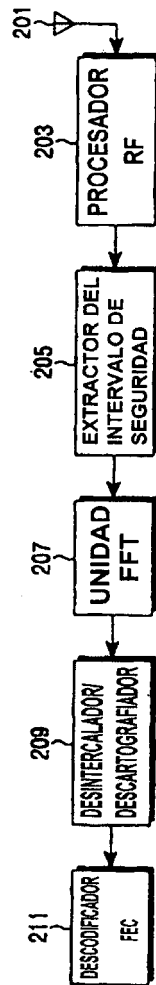


FIG.2

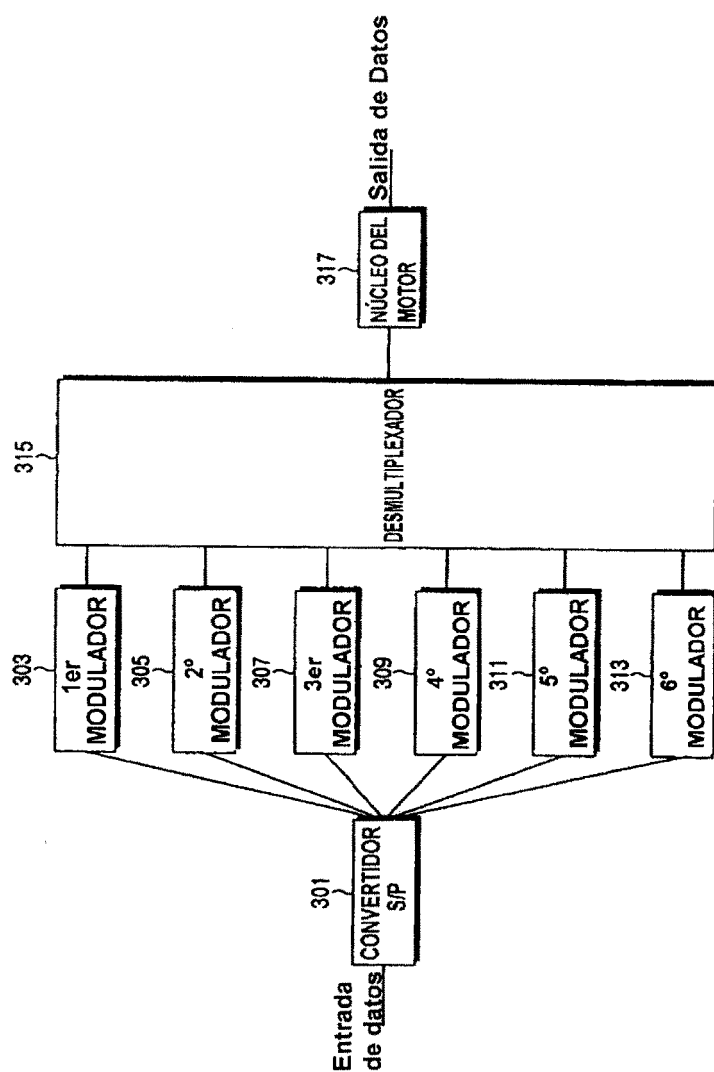


FIG.3

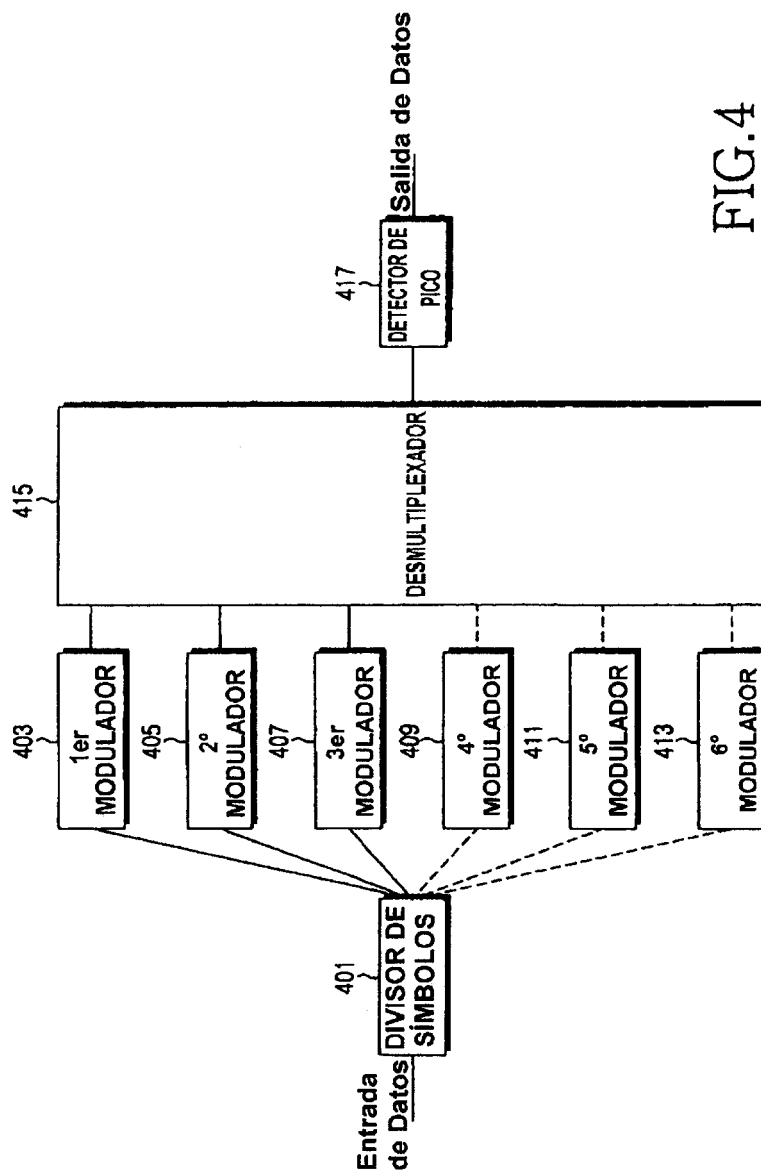


FIG.4

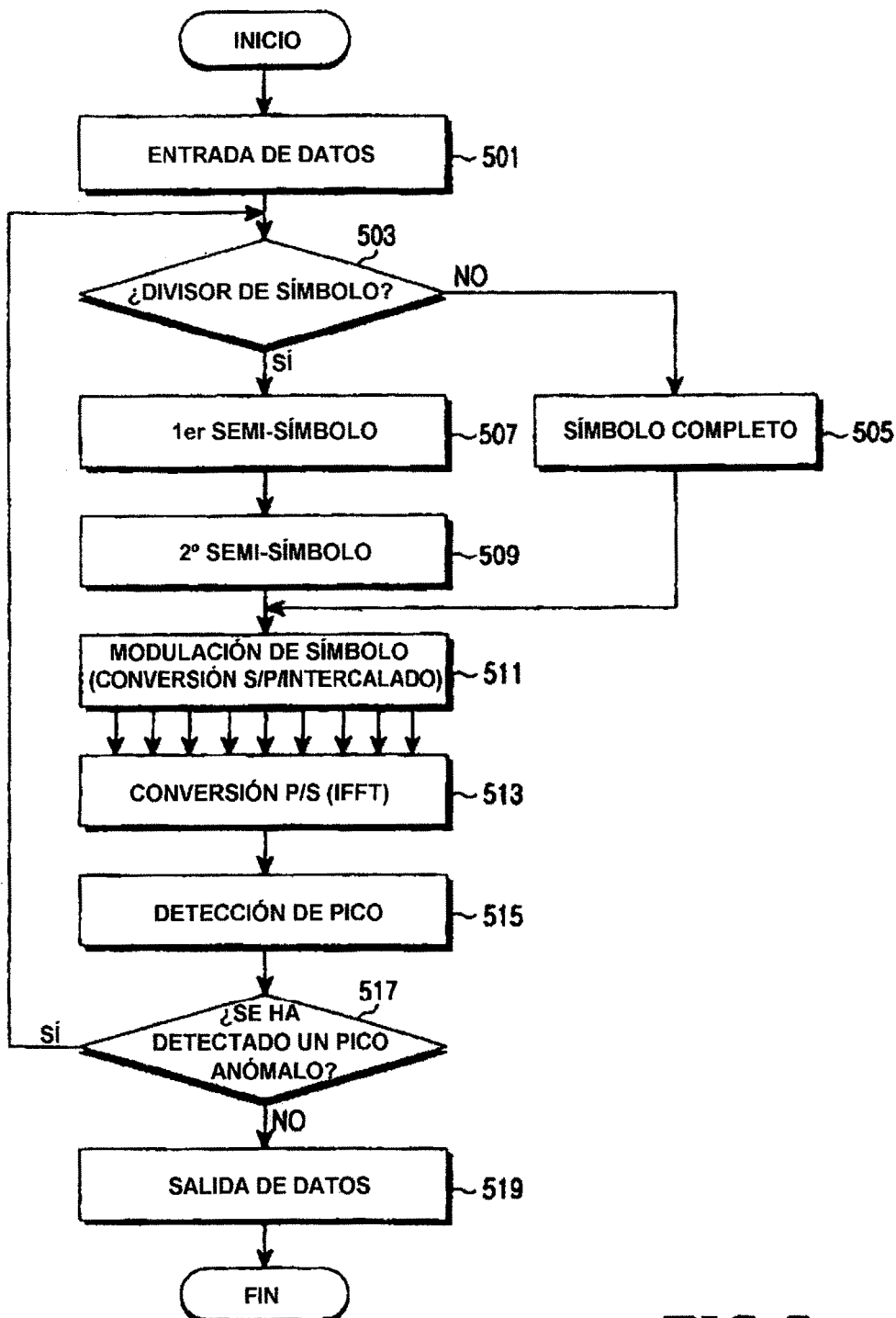


FIG.5

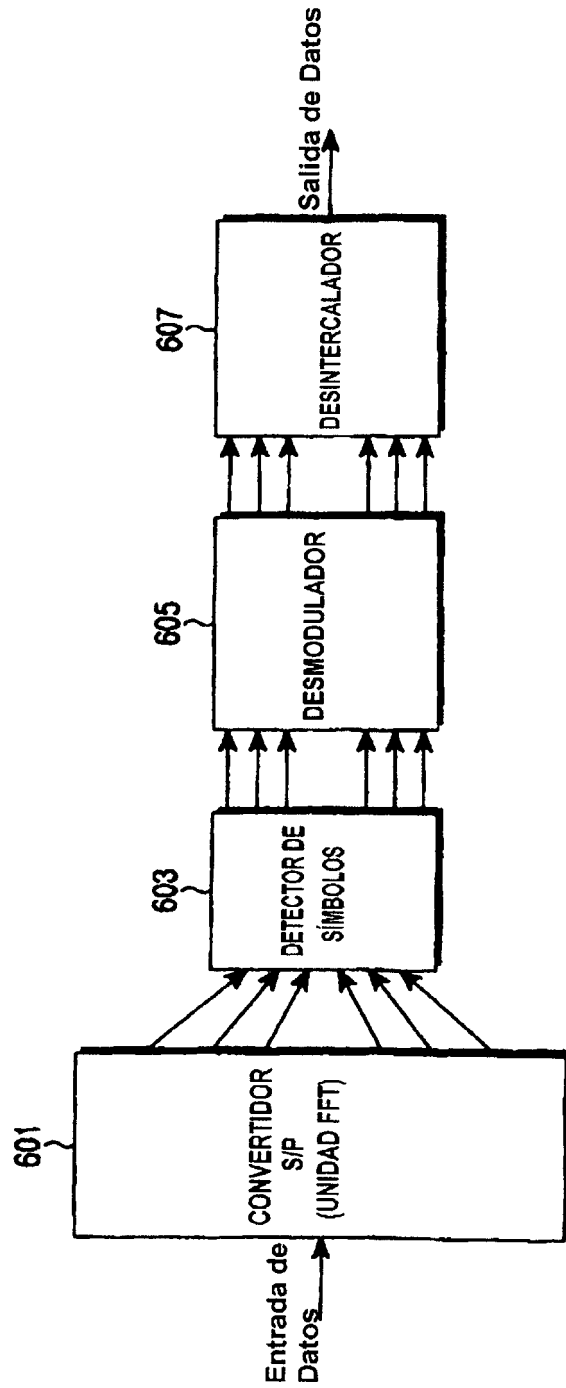


FIG.6

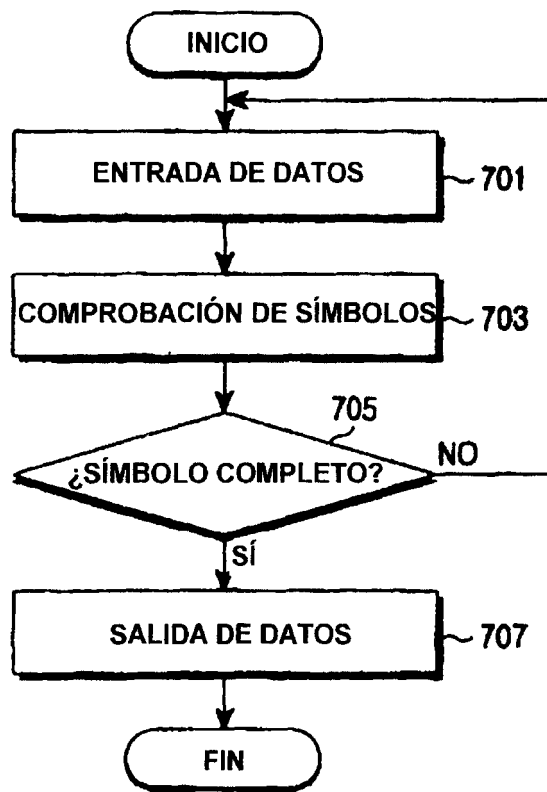


FIG.7

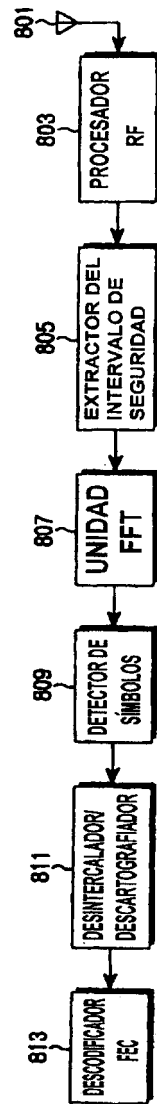


FIG. 8

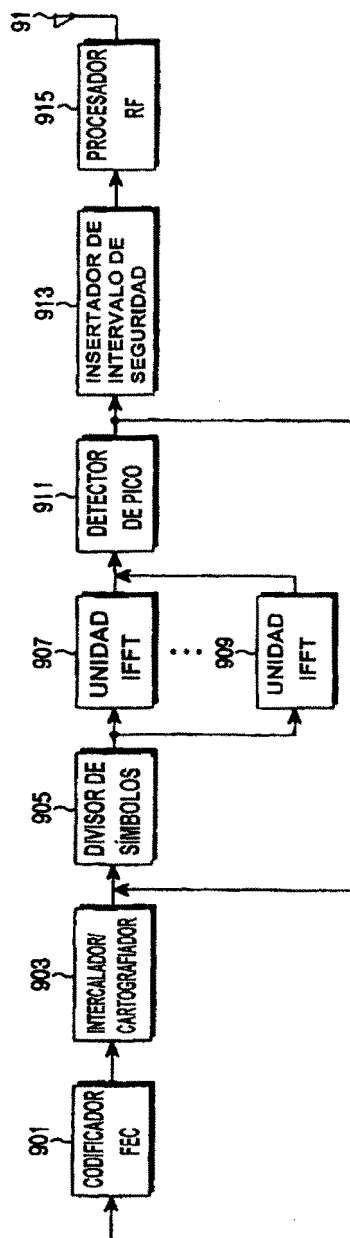


FIG.9

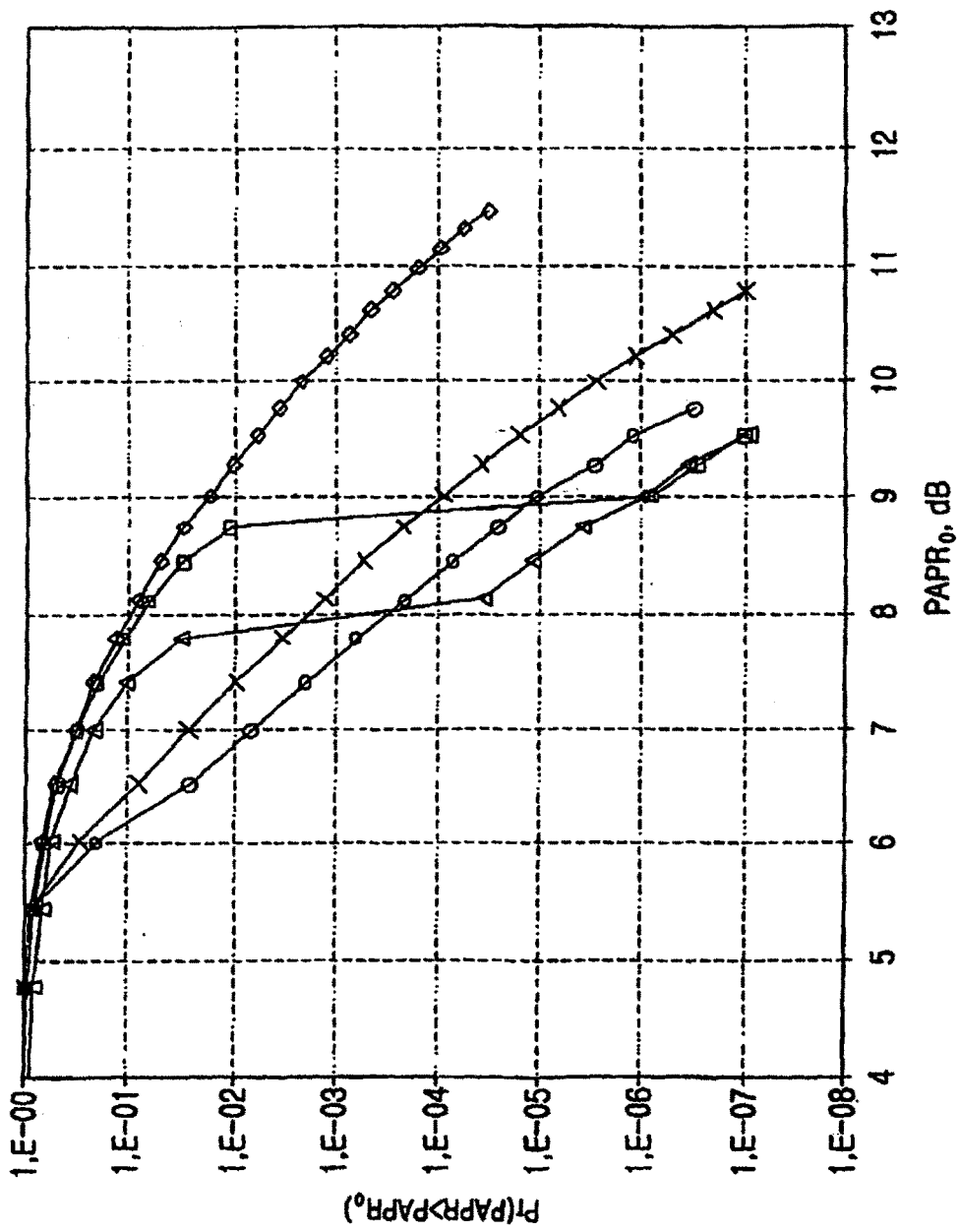


FIG.10