(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 548 846**

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

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.06.2008** **E 13176187 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.07.2015** **EP 2685692**

(54) Título: **Aparato y método para reducir la relación de potencia pico a potencia promedio en un sistema de multiplexación por división de frecuencia ortogonal**

(30) Prioridad:

04.06.2007 KR 20070054544
14.01.2008 KR 20080004125
18.02.2008 KR 20080014651
18.03.2008 KR 20080025142

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.10.2015

(73) Titular/es:

SAMSUNG ELECTRONICS CO., LTD (100.0%)
129, Samsung-ro, Yeongtong-gu, Suwon-si
Gyeonggi-do 443-742, KR

(72) Inventor/es:

YUN, SUNG-RYUL;
KIM, JAE-YOEL;
LEE, HAK-JU;
JEONG, HONG-SIL y
MYUNG, SE-HO

(74) Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 548 846 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 la relación de potencia pico a potencia promedio en un sistema de multiplexación por división de frecuencia ortogonal.

Campo de la invención

Esta solicitud es una solicitud divisional del documento EP12150429.4 (EP-A-2442512).

1. Campo de la invención

La presente invención se relaciona de manera general con un sistema de comunicación móvil, y en particular, con un método y aparato para reducir la relación de potencia pico a potencia promedio (PAPR) en un sistema de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM).

2. Descripción de la Técnica Relacionada

El OFDM se aplica ampliamente a las tecnologías de transmisión digital tales como Radiodifusión de Audio Digital (DAB), Televisión Digital, Red de Área Local Inalámbrica (WLAN), Modo de transferencia Asíncrono Inalámbrico (WATM), etc. Aunque el esquema OFDM es similar al esquema de Multiplexación de División de Frecuencia (FDM), el esquema OFDM tiene una característica que puede obtener la eficiencia de transmisión óptima durante la transmisión de datos a alta velocidad al transmitir los datos mientras que se mantiene la ortogonalidad entre los múltiples subportadores, y también puede obtener la eficiencia de transmisión óptima durante la transmisión de datos a alta velocidad ya que tiene alta eficiencia de frecuencia y es robusta contra el desvanecimiento multitrayecto.

Además, el OFDM tiene alta eficiencia de frecuencia y es robusto contra de desvanecimiento selectivo de frecuencia debido a que se utilizan espectros de frecuencia sobre una base de solapamiento, y puede reducir un efecto Interferencia de Símbolo Inter (ISI) al utilizar un intervalo de guarda. Adicionalmente, el OFDM permite diseño individual para una estructura de hardware de un ecualizador, y es robusto contra ruidos de impulso. Debido a tales ventajas, el OFDM se está utilizando activamente para los sistemas de comunicación.

Sin embargo, a pesar de sus muchas ventajas, el sistema OFDM provoca un alta relación de potencias pico a promedio (PAPR) debido a la modulación multi-portadora, es decir, debido a que el OFDM transmite datos utilizando múltiples portadores, la señal OFDM final tiene un cambio significativo, ya que la amplitud de señal llega a ser la suma de las amplitudes de los portadores. Además, si las fases de los portadores son coincidentes entre sí, la amplitud tiene un valor muy alto.

Tal una señal PAPR alta, sin embargo, puede salir de un rango de operación lineal de un Amplificador de Alta Potencia (HPA). Por lo tanto, la señal PAPR alta puede sufrir de distorsión después de que pasa a través del HPA, provocando una reducción en el desempeño del sistema.

Para resolver los problemas de PAPR alta del sistema OFDM, se han proporcionado varias técnicas de reducción PAPR, e incluyen Clipping, Coding, SeLected Mapping (SLM), Partial Transmit Sequence (PTS), Tone Injection (TI), Tone Reservation (TR), etc.

De las técnicas de reducción de PAPR, el esquema TR reserva tonos L en los subportadores N, y no transmite datos sobre los tonos reservados L para reducir el PAPR. En este caso, un receptor no tiene en cuenta los tonos L que no han transmitido la señal de información, y restaura las señales de información solo sobre los tonos (N-L), que contribuyen a una disminución en la complejidad de la estructura receptora.

Un algoritmo de gradiente es uno de los métodos típicos para utilizar los tonos reservados L para reducir el PAPR en el esquema TR. El algoritmo de gradiente se proporciona al aplicar un método similar a la técnica Clipping el esquema R.

El algoritmo de gradiente se utiliza para generar señales que tienen las características de impulso utilizando los tonos L que no transmiten señal de información, y para recortar señales de salida de la Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT). Si las señales que tienen las características de impulso se agregan a las señales de salida de IFFT, solo ocurre distorsión de datos sobre los tonos L, y no ocurre distorsión de datos en las otras regiones de frecuencia.

En la técnica Clipping, los ruidos generados por el recorte pueden afectar todos los subportadores. Sin embargo, en la técnica TR, los ruidos generados por el recorte afectan solo algunos subportadores reservados en lugar de afectar todos los subportadores.

El algoritmo de gradiente optimiza las formas de onda del impulso de tal manera que el pico de las señales de salida IFFT se reduce en el dominio de tiempo. Las señales reducidas con PAPR, que se generan al agregar una suma de las formas de onda del impulso optimizadas por el algoritmo de gradiente a las señales de salida de IFFT, se transmiten a un receptor.

Luego el receptor, debido a que ya tiene la información sobre las posiciones de los tonos L, solo necesita recibir los datos sobre los subportadores restantes excepto para los tonos reservados L.

Con referencia a los dibujos acompañantes, el método TR se describirá ahora.

La Figura 1 es un diagrama que ilustra una estructura de un transmisor basado en el esquema TR general.

Una señal de entrada en el punto (N-L) (X) 105 y una señal de tono reservado L 110 se introducen a una unidad de reserva de tono 120, y la unidad de reserva de tono 120 reserva la señal de tono reservado L 110 en una posición subportadora previamente acordada entre un transmisor y un receptor. En este caso, cero (0) se inserta en los tonos L, sin datos transmitidos al respecto. Cuando los datos paralelos X y una suma de los tonos reservados L, salen de la unidad de reserva de tono 120, se introducen a una unidad IFFT de punto N 130, la unidad IFFT de punto N 130 realiza un cálculo IFFT sobre los datos de entrada, y envía el resultado a un convertidor Paralelo Serie (P/S) 140. Luego el convertidor P/S 140 genera una señal de salida de dominio de tiempo X al procesar la señal de salida. Luego, una unidad de algoritmo de gradiente 150 transmite una señal de transmisión X+C obtenida al agregar una señal C generada por la unidad de algoritmo de gradiente 150 a la señal de salida X de la unidad IFFT 130. En este caso, la unidad de algoritmo de gradiente 150 calcula la señal C de tal manera que se reduce un PAPR de la señal de salida X, utilizando una lectura de forma de onda de impulso desde una memoria 160.

Se determina la señal C agregada a tonos L para reducir el PAPR como sigue. Los subportadores L se reservan previamente y se utilizan para un código C; se fijan las posiciones de los subportadores L mediante la unidad de reserva de tono 120 durante su transmisión inicial y permanecen sin cambios durante la transmisión de datos. El código C se puede expresar como la Ecuación (1).

$$C_k = \begin{cases} C_k, & k \in \{i_1, i_2, \cdots, i_L\} \\ 0, & k \notin \{i_1, i_2, \cdots, i_L\} \end{cases} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

En la Ecuación (1), k denota un índice de la unidad de reserva de tono 120. En este caso, se reserva una señal de entrada X en un subportador diferente al código C como se muestra en la Ecuación (2). “I” significa la posición de tono reservado en cada FFT.

$$X_k = \begin{cases} X_k, & k \notin \{i_1, i_2, \cdots, i_L\} \\ 0, & k \in \{i_1, i_2, \cdots, i_L\} \end{cases} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Se logra la minimización de PAPR al optimizar estos subportadores L. C se optimiza por la Ecuación (3) de tal manera que PAPR es bajo.

$$\tilde{C} = Arg \min_{C} \left(\max_{n=0 \cdots N-1} |x_n + c_n| \right) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (3)$$

En la Ecuación (3), c_n denota un valor del elemento $n^{ésimo}$ de un vector de dominio de tiempo obtenido al realizar IFFT sobre un vector C. Para encontrar una señal optimizada de C, se realiza el cálculo de Ecuación (3). Para resolver la Ecuación (3), se debe realizar un cálculo lineal del complejo. En la implementación actual, sin embargo, se utiliza el algoritmo de gradiente, que puede obtener el rendimiento similar solo con un simple cálculo.

El código C se optimiza con el fin de anular el valor pico de un vector x. Si x^{clip} se define como un vector donde x se recorta a un cierto nivel A, la Ecuación (4) se deriva de esto.

$$x - x^{clip} = \sum_i \beta_i \delta[n - m_i] \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (4)$$

En la Ecuación (4), β_i denota un valor de recorte, m_i, denota una posición donde se corta un vector correspondiente, y δ denota una función de impulso.

Si c se define como en la Ecuación (5) adelante, se puede derivar la Ecuación (6) de esta, haciendo posible reducir

el valor pico de un símbolo de transmisión.

$$c = -\sum_i \beta_i \delta[n - m_i] \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (5)$$

$$x + c = x^{clip} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (6)$$

Por lo tanto, c se puede interpretar como una suma de funciones de impulso retrasadas y escalada. Sin embargo, en el dominio de frecuencia, Ĉ = FFT(c) tiene un valor diferente a cero en posiciones más frecuentes, y distorsiona los valores de los símbolos de datos excepto para las posiciones reservadas L. Por lo tanto, en el dominio de frecuencia, una forma de onda que tiene una característica de una función de impulso, que se afecta solo en las posiciones reservadas L y no se afecta en las otras posiciones, se debe utilizar para recorte.

Se diseña una forma de onda que tiene las características de impulso como sigue.

Por ejemplo, 1_L es un vector que tiene un valor 1 en posiciones reservadas L y un valor 0 en las posiciones restantes, y p se define como la Ecuación (7).

$$\mathbf{p} = p[n] = [p_0 p_1 \cdots p_{N-1}] = \frac{\sqrt{N}}{L} IDFT(\mathbf{1}_L) \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (7)$$

En la Ecuación (7), $p_0 = 1$, $p_1 \cdots p_{N-1}$ y cada uno tiene un valor mucho más pequeño comparada con p_0. Cuando $p[((n-m_i))_N]$ se define como un valor obtenido por desplazamiento circular p por m_i, aún cuando el valor se somete a Transformada Discreta de Fourier (DFT), solo varía su fase y el valor tiene un valor 0 en las posiciones diferentes a las posiciones reservadas L en el dominio de frecuencia.

En el diseño la forma de honda que tiene las características de impulso como se estableció anteriormente, la forma de honda no llega a ser similar a la forma de onda de impulso ideal a menos que la forma de honda se diseñe de tal manera que un tamaño de el $p_1 \cdots p_{N-1}$ restante excepto para p_0 es pequeño. Como el tamaño de $p_1 \cdots p_{N-1}$ es más pequeño, un cambio en el tamaño de otras señales en las posiciones excepto para la posición de p_0 es más pequeño durante la ejecución del recorte. Si $p_1 \cdots p_{N-1}$ se diseñan para ser más grandes, el pico de las otras señales se puede incrementar de nuevo en el proceso de recorte, provocando una disminución en el rendimiento de reducción PAPR.

Debido a que las posiciones de tonos reservados L determinan una forma de onda de impulso y la forma de onda de impulso ejerce influencia sobre el rendimiento de reducción PAPR como se estableció anteriormente, se determina previa y generalmente una posición de tono reservado bien diseñada en la aplicación a un método de reserva de tono al sistema OFDM. También se almacena previamente una forma de onda de impulso de dominio de tiempo generada por este tono reservado. A través de este proceso, es posible evitar el cálculo de posiciones de tonos reservados y una forma de onda de impulso para cada símbolo.

La Figura 2 ilustra una estructura de trama de un sistema de comunicación de radiodifusión general. Diversos símbolos OFDM constituyen una trama, y una estructura de tonos piloto muestra una estructura dispersa donde las posiciones de los tonos piloto cambian en cada símbolo OFDM. Debido a que se utilizan tales tonos piloto para la estimación de canal, los tonos piloto no deben experimentar interferencia y/o distorsión.

Sin embargo, cuando se utiliza la estructura establecida anteriormente de tonos reservados predeterminados, puede ocurrir una colisión entre los tonos reservados y los tonos piloto en la estructura de trama de la Figura 2.

La Figura 3 ilustra una colisión que ocurre entre los tonos piloto y los tonos reservados cuando se utiliza un tono reservado basado en el esquema de reserva de tono convencional en la estructura de trama de la Figura 2.

En otras palabras, aunque no ocurre colisión entre los tonos reservados y los tonos piloto en el caso 301 de la Figura 3, puede ocurrir una colisión entre los tonos reservados y los tonos piloto en los casos 303, 305, y 307. Por lo tanto, hay una demanda de un aparato y método para diseñar y gestionar los tonos reservados mientras que se evita la colisión entre los tonos piloto y los tonos reservados.

La solicitud de patente US 2005/100108 da a conocer la determinación de posiciones de tono reservado y tono de datos para reducir la PAPR en un sistema de comunicación OFDM. Las posiciones de tono se asignan para la transmisión y se usan para la recepción.

Resumen de la invención

Un aspecto de la presente invención es resolver por lo menos los problemas y/o desventajas y proporcionar por lo menos las ventajas descritas adelante. De acuerdo con lo anterior, un aspecto de la presente invención es proporcionar un método y aparato para diseñar y gestionar los tonos reservados que son adecuados para una estructura de trama de un sistema de comunicación donde se utilizan los tonos reservados para la reducción PAPR.

Otro aspecto de la presente invención es proporcionar un método y aparato para diseñar y gestionar los tonos reservados mientras que se evita una colisión entre los tonos piloto y tonos reservados en una estructura de trama de un sistema de comunicación.

En las reivindicaciones independientes se describen aspectos de la invención. Las reivindicaciones dependientes describen modalidades ventajosas.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un método para reducir la relación de potencia pico a potencia promedio (PAPR) utilizando tonos reservados en un aparato de transmisión de un sistema de comunicación de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal. El método incluye detectar un intervalo de separación subportador y un número de símbolos espaciados basados en un patrón piloto predeterminado luego de recepción de señal, y determinar las posiciones de tonos reservados desplazados obtenidas al desplazar las posiciones de tonos reservados asignados a un símbolo predeterminado durante el número de los símbolos espaciados en intervalos del intervalo de separación; determinar una forma de onda de impulso obtenida al rotar una fase de un valor complejo de un impulso almacenado en una memoria, utilizar las posiciones determinadas de los tonos reservados de dominio de frecuencia de cada símbolo; calcular un sustraendo para un PAPR de una señal de salida utilizando la forma de onda de impulso rotada de fase; y reducir un PAPR de una señal de entrada al realizar un algoritmo de gradiente utilizando la forma de onda de impulso rotada de fase.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de transmisión para reducir un aparato reducir una Relación de Potencias Pico a Promedio (PAPR) utilizando tonos reservados en un sistema de comunicación de Multiplexación por División De Frecuencia Ortogonal. El aparato de transmisión incluye una memoria para almacenar un número de y posiciones de tonos reservados asignados a un símbolo predeterminado, y una forma de onda de impulso basada en las posiciones de tonos reservados; un controlador para detectar un intervalo de separación subportador y el número de símbolos espaciados basados en un patrón piloto predeterminado luego de recepción de señal, determinar las posiciones de tonos reservados desplazados obtenidas al desplazar las posiciones de tonos reservados asignados a un símbolo predeterminado durante el número de los símbolos espaciados en intervalos del intervalo de separación, y determinar una nueva forma de onda de impulso generada al rotar una fase de un valor complejo de acuerdo con las posiciones determinadas de los tonos reservados desplazados; una unidad de reserva de tono para reservar datos, pilotos y tonos reservados en una posición subportadora para cada símbolo de acuerdo con una señal de control desde el controlador; y una unidad de algoritmo de gradiente para calcular un sustraendo para un PAPR utilizando una forma de onda de impulso actualizada recibida desde el controlador, y agregar el sustraendo calculado para el PAPR a una señal de entrada.

De acuerdo con otro aspecto adicional de la presente invención, se proporciona un método para reducir una Relación de Potencias Pico a Promedio (PAPR) utilizando tonos reservados en un aparato de recepción de un sistema de comunicación de Multiplexación por División De Frecuencia Ortogonal. El método incluye detectar un intervalo de separación subportador y un número de símbolos espaciados basados en un patrón piloto disperso predeterminado luego de recepción de señal, y determinar las posiciones de tonos reservados desplazados obtenidas al desplazar las posiciones de tonos reservados predeterminados durante el número de los símbolos espaciados en intervalos del intervalo de separación; extraer señales de datos transmitidas en posiciones excepto para la posición de tonos reservados en cada símbolo utilizando la posición determinada de tonos reservados; y realizar demodulación en las señales de datos extraídos.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la presente invención, se proporciona un aparato de recepción para recibir una señal OFDM que tiene una Relación de Potencias Pico a Promedio reducida (PAPR) utilizando tonos reservados en un sistema de comunicación de Multiplexación por División De Frecuencia Ortogonal. El aparato de recepción incluye una memoria para almacenar un número de y posiciones de tonos reservados asignados a un símbolo predeterminado; un controlador para detectar un intervalo de separación subportador y un número de símbolos espaciados basados en un patrón piloto disperso predeterminado luego de recepción de señal, y determinar las posiciones de tonos reservados desplazados obtenidas al desplazar las posiciones de tonos reservados predeterminados durante el número de los símbolos espaciados en intervalos del intervalo de separación; un extractor de señal de tono de datos para extraer señales de datos transmitidas en posiciones excepto para la posición de tonos reservados en cada símbolo, utilizando información en la posición de tonos reservados recibidos desde el controlador; y un demodulador de datos para realizar la demodulación en la salida de señales desde el extractor de señal de tono de datos.

Breve descripción de los dibujos

Lo anterior y otros aspectos, rasgos y ventajas de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada cuando se toman en conjunto con los dibujos acompañantes en los que:

La Figura 1 es un diagrama que ilustra una estructura de un transmisor basado en el esquema TR general;

La Figura 2 es un diagrama que ilustra una estructura de trama en la varían que las posiciones de los subportadores de datos y tonos piloto;

La Figura 3 es un diagrama que ilustra una colisión que ocurre entre tonos piloto y tonos reservados en el esquema de reserva de tono convencional;

La Figura 4 es un diagrama que ilustra una estructura de trama diseñada para evitar una colisión entre los pilotos dispersos y tonos reservados de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Figura 5 es un diagrama de bloque que ilustra una estructura de un aparato de transmisión basado en TR de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Figura 6 es un organigrama que ilustra un método para reducir PAPR por medio del aparato de transmisión basado en TR de acuerdo con una modalidad de la presente invención;

La Figura 7 es un diagrama que ilustra una estructura piloto dispersa en una estructura de trama de un sistema de Radiodifusión de Vídeo Digital (DVB);

La Figura 8 es un diagrama de bloque que ilustra una estructura de un aparato de recepción con base en TR de acuerdo con una modalidad de la presente invención; y

La Figura 9 es un organigrama que ilustra una operación de recepción del aparato de recepción de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

Descripción detallada de las modalidades preferidas

Las modalidades preferidas de la presente invención se describirá ahora en detalle con referencia a los dibujos adjuntos. En la siguiente descripción, se ha omitido una descripción detallada de las funciones conocidas y las configuraciones incorporadas aquí para claridad y concisión.

Como se describió anteriormente, la estructura piloto en una trama del sistema de comunicación varía de acuerdo con el símbolo OFDM. Por lo tanto, el método de diseño de tono reservado convencional no se puede aplicar intacto en el esquema de reserva de tono de acuerdo con la presente invención, de tal manera que subiste una necesidad de un método de diseño de tono reservado que se adapta a la estructura de trama.

La estructura piloto de la Figura 2 se compone de pilotos continuos que permanecen en un subportador predeterminado sobre diversos símbolos OFDM, y pilotos dispersos, que existen solo en un símbolo OFDM y se distribuyen uniformemente en el dominio de frecuencia.

En la trama que tiene la estructura piloto dispersa, debido a que las posiciones piloto son diferentes en cada símbolo OFDM, también se puede variar la posición de tonos reservados. Por lo tanto, cada símbolo OFDM debe tener diferentes tonos reservados.

Sin embargo, si cada símbolo OFDM tiene diferentes tonos reservados, las formas de onda del impulso generadas con los tonos reservados también tienen diferentes señales. De acuerdo con lo anterior, el sistema debe almacenar información sobre todas las formas de onda del impulso en una memoria. Cuando los símbolos OFDM N_{Trama} se presentan en una trama, un valor complejo necesario para almacenar las formas de onda del impulso llega a ser N_{Trama}xNFFT, donde NFFT denota un tamaño FFT, es decir, el tamaño de memoria necesario para almacenar los incrementos de las formas de onda del impulso con el número de símbolos OFDM en la trama.

La presente invención proporciona un método para aplicar un tono reservado a cada símbolo OFDM en una trama, en lugar de aplicar diferentes tonos reservados a cada símbolo OFDM.

Con respecto a la estructura piloto dispersa en la Figura 2, los tonos piloto se desplazan a intervalos predeterminados en cada símbolo OFDM. Con el uso de tales características, la presente invención puede evitar la colisión entre los tonos reservados y pilotos dispersos al desplazar aún la posición de los tonos reservados en los mismos intervalos como los pilotos dispersos.

La Figura 4 ilustra una estructura de trama diseñada para evitar una colisión entre los pilotos dispersos y los tonos reservados de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

La estructura de trama mostrada en la Figura 4 evita una colisión entre los tonos reservados y los tonos piloto al configurar las posiciones de tonos reservados diseñados en un símbolo OFDM de tal manera que un intervalo entre ambos es igual a un intervalo de desviación de tonos de piloto dispersos.

Si se reutiliza un tono reservado en cada símbolo, es posible resolver el problema de aumento de memoria que ocurre, cuando se debe almacenar una posición del tono reservado para cada símbolo.

Si la posición del tono reservado se desplaza circularmente en el dominio de frecuencia, con respecto a una forma de onda de impulso generada por el tono reservado, el valor complejo del tono reservado permanece sin cambios y solo cambia la fase del tono reservado. Debido a que el cambio de la fase corresponde a un intervalo de desviación de la posición de tono reservado, es posible determinar el cambio en la fase provocado por el intervalo de desplazamiento de la posición de tono reservado cuando solo se conoce la información de fase inicial.

Por lo tanto, el método de la presente invención para desplazar una posición de tono de reserva de acuerdo con un patrón piloto y modificar una forma de onda de impulso también se puede aplicar a todos los símbolos OFDM en la trama.

La Figura 5 es un diagrama de bloque que ilustra una estructura de un aparato de transmisión basado en TR de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

Con referencia a la Figura 5, una señal de entrada en el punto (N-L) (X) 505 y una señal de tono reservado L 510 se introducen a una unidad de reserva de tono 520, y la unidad de reserva de tono 520 reserva la señal de tono reservado L 510 en una posición subportadora previamente acordada entre un transmisor y un receptor. En este caso, se inserta cero (0) en los tonos L, sin datos transmitidos al respecto.

Cuando los datos paralelos X y una suma de los tonos reservados L se introducen a una unidad IFFT de punto N 530, la unidad IFFT de punto N 530 realiza un cálculo IFFT sobre los datos de entrada. Después de eso, un convertidor Paralelo Serie (P/S) 540 envía una señal de dominio tiempo x.

Luego, el aparato de transmisión agrega una señal C, generada por una unidad de algoritmo de gradiente 550, a la señal de salida x de la unidad IFFT 530, y transmite la señal X+C resultante al receptor. En este caso, la unidad de algoritmo de gradiente 550 calcula la señal C de tal manera que se reduce el PAPR de la señal de salida x, utilizando una lectura de forma de onda de impulso desde una memoria 560.

Se almacena el número de y posiciones de tonos reservados predeterminados de acuerdo con el tamaño de OFDM, mostrado en la Tabla 4, en la memoria 560, es decir, como la memoria 560 almacena en ella un patrón de posición de tono reservado designado a un símbolo predeterminado en el dominio de frecuencia, en lugar de almacenar la información de posición de diferentes tonos reservados de dominio de frecuencia para cada símbolo, el patrón de posición de tono reservado se utiliza para determinar las posiciones de tonos reservados desplazados para cada símbolo.

Adicionalmente, la memoria 560 almacena señales que tienen forma de impulso calculadas utilizando la Ecuación (7) de acuerdo con la posición de tonos reservados.

Un controlador 570 detecta la información en el número de y posiciones de tonos reservados predeterminados desde la memoria 560 luego de recepción de señal, para determinar las posiciones de tonos reservados que están libres de colisión con los datos y pilotos de acuerdo con el tamaño de OFDM y las posiciones piloto, y transmite la información de posición determinada a la unidad de reserva de tono 520.

El controlador 570 determina la posición de tonos reservados de acuerdo con el símbolo OFDM en la trama, en el siguiente método.

El controlador 570 detecta un intervalo de separación subportador y el número de símbolos espaciados basados en un patrón piloto predeterminado, y determina las posiciones de tonos reservados desplazados obtenidas al desplazar las posiciones de tonos reservados asignados a un símbolo predeterminado para (durante) el número de los símbolos espaciados en los intervalos de separación.

El controlador 570 puede utilizar la Ecuación (9) para determinar las posiciones de los tonos reservados desplazados. El controlador 570 transfiere la información de posición determinada de los tonos reservados que corresponden a cada símbolo en la unidad de reserva de tono 520.

El controlador 570 ajusta una fase de la forma de onda de impulso mediante el intervalo de desplazamiento calculado para cada índice de símbolo OFDM, y transfiere la forma de onda de impulso ajustada a fase a la unidad de algoritmo de gradiente 550. Aún cuando la posición de tonos reservados se desplaza circularmente, no cambia un tamaño de la forma de onda de impulso, haciendo posible mantener el mismo rendimiento de reducción PAPR.

La unidad de reserva de tono 520 designa tonos reservados a un símbolo OFDM de tal manera que no ocurre la colisión entre los tonos reservados y los datos y pilotos, utilizando la información de posición de los tonos reservados que corresponde a cada símbolo OFDM, proporcionada desde el controlador 570.

Sin embargo, con respecto al intervalo de desplazamiento, la unidad de reserva de tono 520, en lugar del controlador 570, puede calcular el intervalo de desplazamiento y enviar el intervalo de desplazamiento al controlador 570 de tal manera que el controlador 570 puede calcular la fase.

La Figura 6 es un organigrama que ilustra un método para reducir PAPR por medio del aparato de transmisión basado en TR de acuerdo con una modalidad de la presente invención.

Con referencia a la Figura 6, cuando se inicia una trama en la etapa 610, el aparato de transmisión detecta posiciones piloto para cada símbolo OFDM en la etapa 620. El aparato de transmisión determina las posiciones de datos y tonos reservados utilizando las posiciones piloto detectadas en la etapa 630. Para esta determinación, el aparato de transmisión calcula un valor de desplazamiento subportador para prevenir que las posiciones piloto se solapen desde la posición de tonos reservados, y determina los datos y posición de tonos reservados basados en el valor de desviación determinado.

El método para determinar la posición de tonos reservados incluye detectar un intervalo de separación subportador y el número de símbolos espaciados basados en un patrón piloto predeterminado luego de recepción de señal, y determinar las posiciones de tonos reservados desplazados obtenidas al desplazar las posiciones de tonos reservados asignados a un símbolo predeterminado durante el número de símbolos espaciados en los intervalos de separación. Se pueden calcular las posiciones de los tonos reservados desplazados utilizando la Ecuación (9). Después de eso, en la etapa 640, el aparato de transmisión determina una forma de onda de impulso al rotar una fase del valor complejo almacenado en una memoria utilizando el valor de desviación determinado. El aparato de transmisión realiza un algoritmo de gradiente utilizando la forma de onda de impulso rotada de fase en la etapa 650, y reduce el PAPR de las señales de salida IFFT en la etapa 660. Después de reducir el PAPR, el aparato de transmisión repite el proceso de transformación sobre el siguiente símbolo OFDM, es decir, el aparato de transmisión determina, en la etapa 670, si el aparato de transmisión ha realizado el proceso de reducción de PAPR a través del último símbolo OFDM en la trama. Si se determina que el aparato de transmisión ha realizado el proceso de reducción de PAPR a través del último símbolo OFDM en la trama, el aparato de transmisión finaliza el proceso.

Sin embargo, si se determina en la etapa 670 que el símbolo OFDM correspondiente no es el último símbolo OFDM en la trama, el aparato de transmisión aumenta el índice del símbolo OFDM en la etapa 680, y luego retorna a la etapa 620.

Se describirá ahora un método TR de ejemplo de acuerdo con la presente invención, que se aplica en un sistema de comunicación de radiodifusión.

La Figura 7 ilustra una estructura piloto dispersa en una estructura de trama de un sistema de Radiodifusión de Vídeo Digital (DVB). De 8192 tonos, 6817 tonos excepto para 1375 bandas de guarda que se componen de datos, pilotos, y tonos reservados. Se expresa un patrón de los pilotos como la Ecuación (8).

$$\{k = k_{\min} + [4x((l-1) \bmod 20) + 20p]p \text{ entero}, p \in [0;342]\} \quad \textbf{(8)}$$

En la Ecuación (8), k denota un índice tono, k_{min} denota el índice de tono mínimo, y *l* denota un índice OFDM.

Si se sitúan los pilotos dispersos en intervalos de 20 tonos como se muestra en la Figura 7, los pilotos dispersos experimentan desviación circular en intervalos de 4 subportadores cuando se incrementa un símbolo OFDM.

La posición de tonos reservados aplicada en la presente invención es como se muestra en la Tabla 1. TR muestra 75 posiciones de tonos reservado.

Tabla 1

Índice de Tono Reservado
85 195 278 346 506 517 644 683 783 919 1021 1084 1125 1250 1285 1413 1493 1618 1730 1847 1937 1996 2075 2175 2247 2313 2423 2549 2587 2736 2870 2925 3054 3142 3207 3255 3359 3441 3512 3621 3708 3761 3835 3954 4012 4163 4184 4281 4374 4538 4591 4695 4773 4910 4967 5064 5194 5255 5287 5370 5514 5539 5659 5801 5963 5991 6108 6216 6236 6343 6466 6523 6577 6654 6756

La posición de tonos reservados en la Tabla 1 experimenta desplazamientos circulares en intervalos de 4 tonos como los pilotos dispersos. Por lo tanto, la posición de tonos reservados en la Tabla 1 se incrementa en el índice de tono por 0, 4, 8, 12 y 16, cuando se incrementa el símbolo OFDM.

El DVB, que es el estándar de radiodifusión Europeo, considera diversos tamaños de OFDM, y soporta los modos 1K, 2K, 4K, 8K, 16K y 32K como sigue. La Tabla 2 muestra los tamaños de OFDM, el número de tonos de datos, y el número de tonos reservados.

Tabla 2

	modo 1K	modo 2K	modo 4K	modo 8K	modo 16K	modo 32K
Número de subportadores	1024	2048	4096	8192	16384	32768
Número de tonos de datos	853	1705	3409	6817	13633	27265
Número de tonos reservados	9	18	36	72	144	288

Aquí, los pilotos dispersos tiene un patrón similar a la estructura mostrada en la Figura 7, y puede tener diversos patrones modificados. Por ejemplo, a diferencia de los pilotos dispersos mostrados en la Figura 7, los pilotos dispersos se pueden diseñar en intervalos de 12 subportadores.

Luego, se pueden diseñar los tonos reservados en consideración de los pilotos con base en el ambiente de la Tabla 2, y la posición detallada de los tonos reservados es como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3

modo 1k (9)
79,306,368,392,428,674,707,748,823
modo 2k (18)
66,125,219,326,369,606,722,729,825,93 8,999,1257,1459,1468,1474,1641,1649,1 673
modo 4k (36)
191,260,320,475,535,599,602,620,823,826,1185,1197,1334,1358,1435,1481,1496,1586, 1627,1678,1913,1979,2042,2074,2162,2322,2351,2371,2584,2699,2777,3018,30 31,3125,3307,3341
modo 8k (72)
101,118,172,182,317,429,551,1158,1247,1359,1424,1442,1456,1551,1660,1709,1791,1798,1947,1961,1965, 1976,2069,2091,2128,2342,2420,2492,2551,2552,3082,3135,31 75,3391,3427,3671, 3812,3824,3837,3856,3898,3903,4097,4203,4226,4242,4258,4331,4487,4532,45 78,4667,4805,4854, 4862,5140,5168,5216,5239,5561,5588,5603,5768,5791,5966,6347,6458,6462,65 19,6592,6706,6801

(continuación)

modo 16k (144)
5,8,15,16,18,19,45,114,118,143,225,242,307,365,366,377,383,418, 477,794,869,1065,1131,1148,1288,1310,1363,1365,2159,2222,2288,2311,2369,2385,2442,2693, 2816,2860,2899,2919,2930,3101,3270,3299,3657,4156,4510,4720,5025,5068,53 20,5570,5633,5695, 5774,5824,5840,6294,6429,6500,6749,7112,7191,7229,7402,7505,7630,7643,76 76,7694,7715,7747, 7806,7863,8138,8241,8595,8711,8781,8813,9015,9103,9136,9262,9294,9304,93 15,9320,9404,9422, 9690,9750,9807,9810,9873,10074,10221,10490,10551,10602,10623,10670,1069 9,10766,10917,10982,11074,11142, 11310,11322,11403,11411,11601,11670,11692,11723,12115,12116,12125,12338
,12365,12412,12477,12513,12608,12616, 12647,12698,12748,12826,12914,12945,12986,13157,13180,13198,13288,13375 ,13378,13450,13533,13541,13578,13603
modo 32k (288)
101,117,174,233,353,479,527,549,658,751,915,1005,1029,1077,1089,1363,1408, 1419, 1422,1432,1523,1587,1593,1699,1870,2031,2358,2512,2542,2714,2874,2914,29 32,2998,3074,3088, 3207,3446,3462,3618,3620,3716,3767,3881,3899,3914,4156,4172,4432,4484,44 90,4627,4655,4845, 4961,4982,4984,5058,5406,5457,5536,5651,5726,5735,5781,5831,5915,6058,60 95,6127,6281,6441, 6502,6626,6742,6870,6940,6958,7737,7781,7794,7858,7876,7891,7989,8070,80 86,8234,8270,8285, 8416,8420,8798,8829,8837,8985,9245,9251,9629,9671,9815,9863,9968,9969,10 014,10384,10407,10450, 10482,10545,10580,10631,10769,11380,11407,11654,11719,11804,12236,12260 ,12280,12323,12331,12351,12426,12524, 12561,12667,12750,12907,12958,12980,13073,13096,13406,13492,13677,13709 ,13828,13913,13948,13967,13996,14214, 14234,14282,14300,14370,14495,14642,14686,14956,15016,15366,15467,15508 ,15525,15537,15917,16035,16106,16147, 16354,16434,16491,16559,16587,16708,16724,16763,16799,16949,16987,17163 ,17176,17215,17255,17296,17354,17630, 17698,17778,17779,17786,17923,18190,18259,18378,18546,18635,18667,18790 ,18819,18935,19059,19315,19367,19396, 19582,19653,19674,19802,19827,19895,19917,20123,20130,20182,20566,20780 ,20806,20827,20834,20848,21026,21057, 21082,21092,21230,21402,21476,21570,21610,21834,21862,22005,22019,22162 ,22217,22360,22640,22707,22882,22929, 23063,23186,23253,23309,23395,23399,23442,23445,23564,23571,23795,23851 ,23883,23931,24309,24362,24374,24403, 24424,24447,24574,24758,24880,24921,25187,25216,25371,25426,25487,25509 ,25567,25593,25611,25790,25798,25814,
25841,25894,25930,26126,26167,26169,26239,26276,26277,26512,26559,26572 ,26654,26756,27091,27116,27247,27251

Los tonos reservados en la Tabla 3 cada uno genera una señal que tiene una forma de un impulso como la Ecuación (7). Adicionalmente, la posición de tonos reservados se diseñan de tal manera que un tamaño del $p_1 \cdots p_{N-1}$ restante excepto para p_0 tiene un valor pequeño.

Otro ejemplo de los tonos reservados establecidos anteriormente es como se muestra en la Tabla 4. El siguiente ejemplo muestra las posiciones de tonos reservados diseñadas en consideración de diversos tipos de pilotos dispersos y pilotos continuos, que están bajo la discusión en DVB-T2.

Tabla 4

Tamaño de FFT (Número de portadores reservados)	Índices de portador reservado
1K (10)	109, 117, 122, 129, 139, 321, 350, 403, 459, 465
2K (18)	250, 404, 638, 677, 700, 712, 755, 952, 1125, 1145, 1190, 1276, 1325, 1335, 1406, 1431, 1472, 1481
4K (36)	170, 219, 405, 501, 597, 654, 661, 745, 995, 1025, 1319, 1361, 1394, 1623, 1658, 1913, 1961, 1971, 2106, 2117, 2222, 2228, 2246, 2254, 2361, 2468, 2469, 2482, 2637, 2679, 2708, 2825, 2915, 2996, 3033, 3119
8K (72)	111, 115, 123, 215, 229, 392, 613, 658, 831, 842, 997, 1503, 1626, 1916, 1924, 1961, 2233, 2246, 2302, 2331, 2778, 2822, 2913, 2927, 2963, 2994, 3087, 3162, 3226, 3270, 3503, 3585, 3711, 3738, 3874, 3902, 4013, 4017, 4186, 4253, 4292, 4339, 4412, 4453, 4669, 4910, 5015, 5030, 5061, 5170, 5263, 5313, 5360, 5384, 5394, 5493, 5550, 5847, 5901, 5999, 6020, 6165, 6174, 6227, 6245, 6314, 6316, 6327, 6503, 6507, 6545, 6565
16K (144)	109, 122, 139, 171, 213, 214, 251, 585, 763, 1012, 1021, 1077, 1148, 1472, 1792, 1883, 1889, 1895, 1900, 2013, 2311, 2582, 2860, 2980, 3011, 3099, 3143, 3171, 3197, 3243, 3257, 3270, 3315, 3436, 3470, 3582, 3681, 3712, 3767, 3802, 3979, 4045, 4112, 4197, 4409, 4462, 4756, 5003, 5007, 5036, 5246, 5483, 5535, 5584, 5787, 5789, 6047, 6349, 6392, 6498, 6526, 6542, 6591, 6680, 6688, 6785, 6860, 7134, 7286, 7387, 7415, 7417, 7505, 7526, 7541, 7551, 7556, 7747, 7814, 7861, 7880, 8045, 8179, 8374, 8451, 8514, 8684, 8698, 8804, 8924, 9027, 9113, 9211, 9330, 9479, 9482, 9487, 9619, 9829, 10326, 10394, 10407, 10450, 10528, 10671, 10746, 10774, 10799, 10801, 10912, 11113, 11128, 11205, 11379, 11459, 11468, 11658, 11776, 11791, 11953, 11959, 12021, 12028, 12135, 12233, 12407, 12441,12448, 12470, 12501, 12548, 12642, 12679, 12770, 12788, 12899, 12923, 12939, 13050, 13103, 13147, 13256, 13339, 13409
32K (288)	164, 320, 350, 521, 527, 578, 590, 619, 635, 651, 662, 664, 676, 691, 723, 940, 1280, 1326, 1509, 1520, 1638, 1682, 1805, 1833, 1861, 1891, 1900, 1902, 1949, 1967, 1978, 1998, 2006, 2087, 2134, 2165, 2212, 2427, 2475, 2555, 2874, 3067, 3091, 3101, 3146, 3188, 3322, 3353, 3383, 3503, 3523, 3654, 3856, 4150, 4158, 4159, 4174, 4206, 4318, 4417, 4629, 4631, 4875, 5104, 5106, 5111, 5131, 5145, 5146, 5177, 5181, 5246, 5269, 5458, 5474, 5500, 5509, 5579, 5810, 5823, 6058, 6066, 6098, 6411, 6741, 6775, 6932, 7103, 7258, 7303, 7413, 7586, 7591, 7634, 7636, 7655, 7671, 7675, 7756, 7760, 7826, 7931, 7937, 7951, 8017, 8061, 8071, 8117, 8317, 8321, 8353, 8806, 9010, 9237, 9427, 9453, 9469, 9525, 9558, 9574, 9584, 9820, 9973, 10011, 10043, 10064, 10066, 10081, 10136, 10193, 10249, 10511, 10537, 11083, 11350, 11369, 11428, 11622, 11720, 11924, 11974, 11979, 12944, 12945, 13009, 13070, 13110, 13257, 13364, 13370, 13449, 13503, 13514, 13520, 13583, 13593, 13708, 13925, 14192, 14228, 14235, 14279, 14284, 14370, 14393, 14407, 14422, 14471, 14494, 14536, 14617, 14829, 14915, 15094, 15138, 15155, 15170, 15260, 15283, 15435, 15594, 15634, 15810, 16178, 16192, 16196,16297, 16366, 16498, 16501, 16861, 16966, 17039, 17057, 17240, 17523, 17767, 18094, 18130, 18218, 18344, 18374, 18657, 18679, 18746, 18772, 18779, 18786, 18874, 18884, 18955, 19143, 19497, 19534, 19679, 19729, 19738, 19751, 19910, 19913, 20144, 20188, 20194, 20359, 20490, 20500, 20555, 20594, 20633, 20656, 21099, 21115, 21597, 22139, 22208, 22244, 22530, 22547, 22562, 22567, 22696, 22757, 22798, 22854, 22877, 23068, 23102, 23141, 23154, 23170, 23202, 23368, 23864, 24057, 24215, 24219, 24257, 24271, 24325, 24447, 25137, 25590, 25702, 25706, 25744, 25763, 25811, 25842, 25853, 25954, 26079, 26158, 26285, 26346, 26488, 26598, 26812, 26845, 26852, 26869, 26898, 26909, 26927, 26931, 26946, 26975, 26991,27039

La Tabla 4 muestra la posición de tonos reservados diseñados en consideración de los pilotos dispersos y pilotos continuos del sistema DVB. En el sistema DVB, los pilotos dispersos tienen 8 patrones mostrados en la Tabla 5. Se determina el patrón piloto disperso de acuerdo con un subportador de separación (x) del patrón piloto, y el número (y) de símbolos OFDM para separar los pilotos dispersos.

En otras palabras, (x) significa el número de sub-portadores en dos símbolos consecutivos, (y) significa el número de símbolos que retorna a la misma forma de piloto disperso.

Tabla 5

Patrón piloto	Separación de subportador (x)	Número (y) de símbolos OFDM
PP1	3	4
PP2	6	2
PP3	6	4
PP4	12	2
PP5	12	4
PP6	24	2
PP7	24	4
PP8	6	16

en la Tabla 5, un patrón piloto disperso #1 PP1 representa el patrón piloto disperso de la Figura 2. Como se estableció anteriormente, las posiciones de tono reservado de la Tabla 4 se desplazan durante los símbolos OFDM y en intervalos de x subportadores de acuerdo con el patrón piloto disperso.

La Ecuación (9) expresa la posición de tonos reservados con base en el patrón piloto disperso.

$$S_l = \{ i_k + x * (l \bmod y) | i_k \in S_0, 0 \le k < N_{RT}, 0 \le l < D_L \} \qquad \ldots\ldots\ldots\ldots (9)$$

En la Ecuación (9), S_0 denota las posiciones de tono reservado de Tabla 4, N_{RT} denota el número de tonos reservados, y D_L denota el número de símbolos de datos.

Con referencia a La Figura 8, se describirá ahora un aparato de recepción que corresponde al aparato de transmisión.

Con referencia a la Figura 8, se introducen las señales recibidas de dominio de tiempo que corresponden a un símbolo OFDM a un convertidor Serie Paralelo (S/P) 800. Luego el convertidor S/P 800 convierte en paralelo las señales de dominio de tiempo de entrada, y envía las señales paralelas a una unidad FFT de punto N 810. La unidad FFT de punto N 810 realiza el FFT sobre las señales de entrada paralelas para convertir las señales de dominio de tiempo en las señales de dominio de frecuencia. Las señales transformadas con FFT se introducen a un extractor de señal de tono de datos 820.

Una memoria 850 envía la posición de tonos reservados previamente almacenados allí, y las posiciones de tonos reservados de salida se introducen a un controlador 840.

La memoria 850, similar a la memoria 560 en el aparato de transmisión, almacena el número de tonos reservados designados con un símbolo y la posición de tonos reservados de dominio de frecuencia con base en el tamaño de OFDM, como se muestra en la Tabla 4, es decir, como la memoria 850 almacena un patrón de posición de tono reservado designado a un símbolo predeterminado en el dominio de frecuencia, en lugar de almacenar información de posición de diferentes tonos reservados de dominio de frecuencia para cada símbolo, el patrón de posición de tono reservado se aplica a cada símbolo.

Luego el controlador 840 ajusta las posiciones de tonos reservados de acuerdo con las posiciones de tono piloto en un símbolo OFDM recibidas en el receptor utilizando el método de la presente invención de tal manera que las posiciones de tonos reservados no colisionan, y luego se envía la posición de tonos reservados ajustados al extractor de señal de tono de datos 820.

En otras palabras, el controlador 840, similar al controlador 570 en el aparato de transmisión, detecta un intervalo de separación subportador de un patrón piloto disperso y el número de símbolos, y determina la posición de tonos reservados desplazada al desplazar la posición de tonos reservados predeterminada se muestra en la Tabla 4 mediante el intervalo de separación del subportador durante el número de símbolos. La posición de tonos reservados desplazada se puede calcular utilizando la Ecuación (9).

Luego el extractor de señal de tono de datos 820 extrae las señales de las posiciones restantes, excepto para las posiciones de tonos reservados recibidas desde el controlador 840 entre las señales de dominio de frecuencia

recibidas desde la unidad FFT 810, es decir, se extrae las señales de las posiciones de tonos de datos. Las salidas de las señales desde el extractor de señal de tono de datos 820 se introducen a un demodulador de datos 830 donde las señales de salida experimentan demodulación de datos.

Con referencia a la Figura 9, se describirá ahora una operación de recepción del aparato de recepción.

Con referencia a la Figura 9, cuando se inicua una trama en la etapa 910, un receptor detecta posiciones piloto para cada símbolo OFDM en la etapa 920. En la etapa 930, el receptor determina los datos y las posiciones de tonos reservados utilizando las posiciones piloto detectadas. En el proceso para determinar los datos y posiciones de tonos reservados, el receptor calcula un valor de desplazamiento subportador para prevenir que las posiciones piloto se solapen desde las posiciones de tonos reservados, y determina los datos y posiciones de tonos reservados con base en el valor de desviación determinado.

Después de eso, en la etapa 940, el receptor extrae las señales de datos transmitidas en las posiciones excepto para las posiciones de tonos reservados utilizando las posiciones de tono determinadas, y se ingresan las señales de datos extraídos a un demodulador de datos para la demodulación de los mismos. Después de la operación de recepción, el receptor repite el proceso de transformación anterior sobre el siguiente símbolo OFDM.

En otras palabras, el receptor determina en la etapa 950 si el receptor ha realizado el proceso de recepción a través del último símbolo OFDM en la trama. Si se determina que el receptor ha realizado el proceso de recepción hasta en el último símbolo OFDM, el receptor finaliza todo el proceso. Sin embargo, si se determina en la etapa 950 que el símbolo OFDM correspondiente no es el último símbolo OFDM en la trama, el receptor incrementa el índice del símbolo OFDM en la etapa 960, y luego retorna a la etapa 920.

Aunque la operación incluye aquí una serie de procesos para detectar posiciones piloto en la etapa 920 y determinar posiciones de tonos reservados y posiciones de tono de datos, que están libres de colisión con las posiciones piloto, en la etapa 930, para un mejor entendimiento de la presente invención, la determinación del tono reservado y las posiciones de tono de datos en la etapa 930 se puede implementar mediante un método para almacenar previamente el tono reservado y las posiciones de tono de datos en una memoria para cada símbolo OFDM.

Como es evidente a partir de la anterior descripción, la presente invención puede resolver el problema de que posiciones de tonos reservados colisiones con posiciones piloto cuando las posiciones piloto son diferentes para cada símbolo OFDM de acuerdo con la estructura de trama, y se puede desplazar circularmente como las posiciones de tonos reservados en la misma forma como se desplazan circularmente las posiciones piloto, resolviendo de esta manera el problema de colisión entre los tonos reservados y los pilotos.

Aunque la invención se ha mostrado y descrito con referencia a una cierta modalidad preferida de la misma, se entendería por aquellos expertos en la técnica que se pueden hacer varios cambios en forma y detalle sin apartarse del alcance de la invención como se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para asignar un conjunto de tonos reservados (301) para reducir una Relación de Potencias Pico a Promedio, PAPR, en un aparato de transmisión de un sistema de comunicación de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal, OFDM, el método comprende:

recibir una o más señales OFDM que tienen datos en tonos de datos y pilotos en tonos piloto;

asignar tonos reservados a cada símbolo OFDM utilizando información de posición de tonos reservados de un conjunto de tonos reservados S_l que corresponde a cada símbolo OFDM;

en donde tal información de posición está basada en valores de desplazamiento que están basados en un intervalo de separación subportador x y un número de símbolos espaciados y de un patrón piloto disperso e índices de símbolo OFDM I;

de tal manera que las posiciones de tono reservado del conjunto de tonos reservados S_l para cada uno de dichos símbolos OFDM están basadas en dichos valores de desplazamiento en relación con cada uno de un conjunto de subportadores i_k de un conjunto de tonos reservados S_0 predeterminado,

de tal manera que las posiciones de tono reservado están libres de colisión con posiciones de tono de datos y posiciones de tono piloto de acuerdo con el tamaño de OFDM y las posiciones de tono piloto.

2. Método de acuerdo con la reivindicación 1, en donde dichas posiciones de tono piloto corresponden a una estructura piloto dispersa en la que los tonos piloto tienen posiciones de tono piloto desplazadas en intervalos predeterminados en símbolos OFDM sucesivos, y los tonos reservados tienen posiciones de tono reservado desplazadas en los mismos intervalos que los tonos piloto en símbolos OFDM sucesivos tal como para evitar la colisión entre posiciones de tono reservado y posiciones de tono piloto dispersas.

3. Un método para utilizar un conjunto de tonos reservados que se ha utilizado para reducir una Relación de Potencias Pico a Promedio PAPR en un aparato de recepción de un sistema de comunicación de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal OFDM, el método comprende:

detectar (920) posiciones piloto para símbolos OFDM recibidos;

determinar (930) posiciones de tono reservado y posiciones de tono de datos, que están libres de colisión con las posiciones piloto, determinación que se implementa al utilizar posiciones de tono reservado y posiciones de tono de datos almacenadas previamente en una memoria para cada símbolo OFDM;

formando parte los tonos reservados con dichas posiciones de tono reservado almacenadas previamente, de un conjunto de tonos reservados S_l para símbolos OFDM basados en valores de desplazamiento en relación con cada uno de un conjunto de subportadores i_k de un conjunto de tonos reservados S_0 predeterminado;

estando basados dichos valores de desplazamiento en un intervalo de separación subportador x y un número de símbolos espaciados y de un patrón piloto disperso e índices de símbolo OFDM I.

4. El método de acuerdo con la reivindicación 3 que comprende las siguientes etapas:

extraer (940) señales de tono de datos de las posiciones de tono de datos e introducir las señales de datos extraídas en un demodulador de datos para demodular dichas señales de tono de datos.

5. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el conjunto de tonos reservados (301) se define por la siguiente ecuación:

$$S_l = \{ i_k + x * (l \bmod y) | i_k \in S_0, 0 \le l < D_L \}$$

donde DL denota el número de los símbolos OFDM.

6. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en donde el conjunto de tonos reservados S_0 predeterminado se muestra en la siguiente tabla:

Tamaño de FFT (Número de portadores reservados)	Tonos reservados
1K (10)	109, 117, 122, 129, 139, 321, 350, 403, 459, 465
2K (18)	250, 404, 638, 677, 700, 712, 755, 952, 1125, 1145, 1190, 1276, 1325, 1335, 1406, 1431, 1472, 1481
4K (36)	170, 219, 405, 501, 597, 654, 661, 745, 995, 1025, 1319, 1361, 1394, 1623, 1658, 1913, 1961, 1971, 2106, 2117, 2222, 2228, 2246, 2254, 2361, 2468, 2469, 2482, 2637, 2679, 2708, 2825, 2915, 2996, 3033, 3119
8K (72)	111, 115, 123, 215, 229, 392, 613, 658, 831, 842, 997, 1503, 1626, 1916, 1924, 1961, 2233, 2246, 2302, 2331, 2778, 2822, 2913, 2927, 2963, 2994, 3087, 3162, 3226, 3270, 3503, 3585, 3711, 3738, 3874, 3902, 4013, 4017, 4186, 4253, 4292, 4339, 4412, 4453, 4669, 4910, 5015, 5030, 5061, 5170, 5263, 5313, 5360, 5384, 5394, 5493, 5550, 5847, 5901, 5999, 6020, 6165, 6174, 6227, 6245, 6314, 6316, 6327, 6503, 6507, 6545, 6565
16K (144)	109, 122, 139, 171, 213, 214, 251, 585, 763, 1012, 1021, 1077, 1148, 1472, 1792, 1883, 1889, 1895, 1900, 2013, 2311, 2582, 2860, 2980, 3011, 3099, 3143, 3171, 3197, 3243, 3257, 3270, 3315, 3436, 3470, 3582, 3681, 3712, 3767, 3802, 3979, 4045, 4112, 4197, 4409, 4462, 4756, 5003, 5007, 5036, 5246, 5483, 5535, 5584, 5787, 5789, 6047, 6349, 6392, 6498, 6526, 6542, 6591, 6680, 6688, 6785, 6860, 7134, 7286, 7387, 7415, 7417, 7505, 7526, 7541, 7551, 7556, 7747, 7814, 7861, 7880, 8045, 8179, 8374, 8451, 8514, 8684, 8698, 8804, 8924, 9027, 9113, 9211, 9330, 9479, 9482, 9487, 9619, 9829, 10326, 10394, 10407, 10450, 10528, 10671, 10746, 10774, 10799, 10801, 10912, 11113, 11128, 11205, 11379, 11459, 11468, 11658, 11776, 11791, 11953, 11959, 12021, 12028, 12135, 12233, 12407, 12441, 12448, 12470, 12501, 12548, 12642, 12679, 12770, 12788, 12899, 12923, 12939, 13050, 13103, 13147, 13256, 13339, 13409
32K (288)	164, 320, 350, 521, 527, 578, 590, 619, 635, 651, 662, 664, 676, 691, 723, 940, 1280, 1326, 1509, 1520, 1638, 1682, 1805, 1833, 1861, 1891, 1900, 1902, 1949, 1967, 1978, 1998, 2006, 2087, 2134, 2165, 2212, 2427, 2475, 2555, 2874, 3067, 3091, 3101, 3146, 3188, 3322, 3353, 3383, 3503, 3523, 3654, 3856, 4150, 4158, 4159, 4174, 4206, 4318, 4417, 4629, 4631, 4875, 5104, 5106, 5111, 5131, 5145, 5146, 5177, 5181, 5246, 5269, 5458, 5474, 5500, 5509, 5579, 5810, 5823, 6058, 6066, 6098, 6411, 6741, 6775, 6932, 7103, 7258, 7303, 7413, 7586, 7591, 7634, 7636, 7655, 7671, 7675, 7756, 7760, 7826, 7931, 7937, 7951, 8017, 8061, 8071, 8117, 8317, 8321, 8353, 8806, 9010, 9237, 9427, 9453, 9469, 9525, 9558, 9574, 9584, 9820, 9973, 10011, 10043, 10064, 10066, 10081, 10136, 10193, 10249, 10511, 10537, 11083, 11350, 11369, 11428, 11622, 11720, 11924, 11974, 11979, 12944, 12945, 13009, 13070, 13110, 13257, 13364, 13370, 13449, 13503, 13514, 13520, 13583, 13593, 13708, 13925, 14192, 14228, 14235, 14279, 14284, 14370, 14393, 14407, 14422, 14471, 14494, 14536, 14617, 14829, 14915, 15094, 15138, 15155, 15170, 15260, 15283, 15435, 15594, 15634, 15810, 16178, 16192, 16196, 16297, 16366, 16498, 16501, 16861, 16966, 17039, 17057, 17240, 17523, 17767, 18094, 18130, 18218, 18344, 18374, 18657, 18679, 18746, 18772, 18779, 18786, 18874, 18884, 18955, 19143, 19497, 19534, 19679, 19729, 19738, 19751, 19910, 19913, 20144, 20188, 20194, 20359, 20490, 20500, 20555, 20594, 20633, 20656, 21099, 21115, 21597, 22139, 22208, 22244, 22530, 22547, 22562, 22567, 22696, 22757, 22798, 22854, 22877, 23068, 23102, 23141, 23154, 23170, 23202, 23368, 23864, 24057, 24215, 24219, 24257, 24271, 24325, 24447, 25137, 25590, 25702, 25706, 25744, 25763, 25811, 25842, 25853, 25954, 26079, 26158, 26285, 26346, 26488, 26598, 26812, 26845, 26852, 26869, 26898, 26909, 26927, 26931, 26946, 26975, 26991, 27039

7. Un transmisor que comprende una unidad de reserva de tono (520) para asignar un conjunto de tonos reservados (301) para reducir una Relación de Potencias Pico a Promedio, PAPR, en un sistema de comunicación de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal, OFDM, estando dispuesta la unidad de reserva de tono (520) para:

recibir una o más señales OFDM que tienen datos en tonos de datos y pilotos en tonos piloto;

asignar tonos reservados a cada símbolo OFDM utilizando información de posición de tonos reservados de un conjunto de tonos reservados S_I que corresponde a cada símbolo OFDM;

en donde tal información de posición está basada en valores de desplazamiento que están basados en un intervalo de separación subportador x y un número de símbolos espaciados y de un patrón piloto disperso e índices de símbolo OFDM I;

de tal manera que las posiciones de tono reservado del conjunto de tonos reservados S_l para cada uno de dichos símbolos OFDM están basadas en dichos valores de desplazamiento en relación con cada uno de un conjunto de subportadores i_k de un conjunto de tonos reservados S_0 predeterminado, de tal manera que las posiciones de tono reservado están libres de colisión con posiciones de tono de datos y posiciones de tono piloto de acuerdo con el tamaño de OFDM y las posiciones de tono piloto.

8. El transmisor de acuerdo con la reivindicación 7, en donde dichas posiciones de tono piloto corresponden a una estructura piloto dispersa en la que los tonos piloto tienen posiciones de tono piloto desplazadas en intervalos predeterminados en símbolos OFDM sucesivos, y los tonos reservados tienen posiciones de tono reservado desplazadas en los mismos intervalos que los tonos piloto en símbolos OFDM sucesivos tal como para evitar la colisión entre posiciones de tono reservado y posiciones de tono piloto dispersas.

9. El transmisor según la reivindicación 7 u 8, en donde el conjunto de tonos reservados S_l se define por la siguiente ecuación:

$$S_l = \left\{ i_k + x * (l \bmod y) \middle| i_k \in S_0, 0 \le l < D_L \right\}$$

donde DL denota el número de los símbolos OFDM.

10. El transmisor según la reivindicación 7, 8 ó 9, en donde el conjunto de tonos reservados S_0 predeterminado se muestra en la siguiente tabla:

Tamaño de FFT (Número de portadores reservados)	Tonos reservados
1K (10)	109, 117, 122, 129, 139, 321, 350, 403, 459, 465
2K (18)	250, 404, 638, 677, 700, 712, 755, 952, 1125, 1145, 1190, 1276, 1325, 1335, 1406, 1431, 1472, 1481
4K (36)	170, 219, 405, 501, 597, 654, 661, 745, 995, 1025, 1319, 1361, 1394, 1623, 1658, 1913, 1961, 1971, 2106, 2117, 2222, 2228, 2246, 2254, 2361, 2468, 2469, 2482, 2637, 2679, 2708, 2825, 2915, 2996, 3033, 3119
8K (72)	111, 115, 123, 215, 229, 392, 613, 658, 831, 842, 997, 1503, 1626, 1916, 1924, 1961, 2233, 2246, 2302, 2331, 2778, 2822, 2913, 2927, 2963, 2994, 3087, 3162, 3226, 3270, 3503, 3585, 3711, 3738, 3874, 3902, 4013, 4017, 4186, 4253, 4292, 4339, 4412, 4453, 4669, 4910, 5015, 5030, 5061, 5170, 5263, 5313, 5360, 5384, 5394, 5493, 5550, 5847, 5901, 5999, 6020, 6165, 6174, 6227, 6245, 6314, 6316, 6327, 6503, 6507, 6545, 6565
16K (144)	109, 122, 139, 171, 213, 214, 251, 585, 763, 1012, 1021, 1077, 1148, 1472, 1792, 1883, 1889, 1895, 1900, 2013, 2311, 2582, 2860, 2980, 3011, 3099, 3143, 3171, 3197, 3243, 3257, 3270, 3315, 3436, 3470, 3582, 3681, 3712, 3767, 3802, 3979, 4045, 4112, 4197, 4409, 4462, 4756, 5003, 5007, 5036, 5246, 5483, 5535, 5584, 5787, 5789, 6047, 6349, 6392, 6498, 6526, 6542, 6591, 6680, 6688, 6785, 6860, 7134, 7286, 7387, 7415, 7417, 7505, 7526, 7541, 7551, 7556, 7747, 7814, 7861, 7880, 8045, 8179, 8374, 8451, 8514, 8684, 8698, 8804, 8924, 9027, 9113, 9211, 9330, 9479, 9482, 9487, 9619, 9829, 10326, 10394, 10407, 10450, 10528, 10671, 10746, 10774, 10799, 10801, 10912, 11113, 11128, 11205, 11379, 11459, 11468, 11658, 11776, 11791, 11953, 11959, 12021, 12028, 12135, 12233, 12407, 12441, 12448, 12470, 12501, 12548, 12642, 12679, 12770, 12788, 12899, 12923, 12939, 13050, 13103, 13147, 13256, 13339, 13409

(continuación)

32K (288)	164, 320, 350, 521, 527, 578, 590, 619, 635, 651, 662, 664, 676, 691, 723, 940, 1280, 1326, 1509, 1520, 1638, 1682, 1805, 1833, 1861, 1891, 1900, 1902, 1949, 1967, 1978, 1998, 2006, 2087, 2134, 2165, 2212, 2427, 2475, 2555, 2874, 3067, 3091, 3101, 3146, 3188, 3322, 3353, 3383, 3503, 3523, 3654, 3856, 4150, 4158, 4159, 4174, 4206, 4318, 4417, 4629, 4631, 4875, 5104, 5106, 5111, 5131, 5145, 5146, 5177, 5181, 5246, 5269, 5458, 5474, 5500, 5509, 5579, 5810, 5823, 6058, 6066, 6098, 6411, 6741, 6775, 6932, 7103, 7258, 7303, 7413, 7586, 7591, 7634, 7636, 7655, 7671, 7675, 7756, 7760, 7826, 7931, 7937, 7951, 8017, 8061, 8071, 8117, 8317, 8321, 8353, 8806, 9010, 9237, 9427, 9453, 9469, 9525, 9558, 9574, 9584, 9820, 9973, 10011, 10043, 10064, 10066, 10081, 10136, 10193, 10249, 10511, 10537, 11083, 11350, 11369, 11428, 11622, 11720, 11924, 11974, 11979, 12944, 12945, 13009, 13070, 13110, 13257, 13364, 13370, 13449, 13503, 13514, 13520, 13583, 13593, 13708, 13925, 14192, 14228, 14235, 14279, 14284, 14370, 14393, 14407, 14422, 14471, 14494, 14536, 14617, 14829, 14915, 15094, 15138, 15155, 15170, 15260, 15283, 15435, 15594, 15634, 15810, 16178, 16192, 16196, 16297, 16366, 16498, 16501, 16861, 16966, 17039, 17057, 17240, 17523, 17767, 18094, 18130, 18218, 18344, 18374, 18657, 18679, 18746, 18772, 18779, 18786, 18874, 18884, 18955, 19143, 19497, 19534, 19679, 19729, 19738, 19751, 19910, 19913, 20144, 20188, 20194, 20359, 20490, 20500, 20555, 20594, 20633, 20656, 21099, 21115, 21597, 22139, 22208, 22244, 22530, 22547, 22562, 22567, 22696, 22757, 22798, 22854, 22877, 23068, 23102, 23141, 23154, 23170, 23202, 23368, 23864, 24057, 24215, 24219, 24257, 24271, 24325, 24447, 25137, 25590, 25702, 25706, 25744, 25763, 25811, 25842, 25853, 25954, 26079, 26158, 26285, 26346, 26488, 26598, 26812, 26845, 26852, 26869, 26898, 26909, 26927, 26931, 26946, 26975, 26991, 27039

11. Un aparato de recepción para utilizar un conjunto de tonos reservados (301) utilizado para reducir una Relación de Potencias Pico a Promedio, PAPR, en un sistema de comunicación de Multiplexación por División de Frecuencia Ortogonal, OFDM, el aparato comprende:

una memoria (850) que almacena unas posiciones de tono reservado y posiciones de tono de datos almacenadas previamente para símbolos OFDM; y estando dispuesto el aparato para detectar posiciones piloto para símbolos OFDM recibidos

determinar posiciones de tono reservado y posiciones de tono de datos, que están libres de colisión con las posiciones piloto, determinación que se implementa al utilizar posiciones de tono reservado y posiciones de tono de datos almacenadas previamente en una memoria para cada símbolo OFDM;

formando parte los tonos reservados con dichas posiciones de tono reservado almacenadas previamente de un conjunto de tonos reservados S_l para símbolos OFDM basados en valores de desplazamiento en relación con cada uno de un conjunto de subportadores i_k de un conjunto de tonos reservados (S_0) predeterminado; y

estando basados dichos valores de desplazamiento en un intervalo de separación subportador x y un número de símbolos espaciados y de un patrón piloto disperso e índices de símbolo OFDM l.

12. El aparato de recepción según la reivindicación 11, en donde el conjunto de tonos reservados S_l se define por la siguiente ecuación:

$$S_l = \{ i_k + x * (l \bmod y) | i_k \in S_0, 0 \le l < D_L \}$$

donde DL denota el número de los símbolos OFDM.

13. El aparato de recepción según la reivindicación 11 ó 12, en donde el conjunto de tonos reservados S_0 predeterminado se muestra en la siguiente tabla:

Tamaño de FFT (Número de portadores reservados)	Tonos reservados
1K (10)	109, 117, 122, 129, 139, 321, 350, 403, 459, 465
2K (18)	250, 404, 638, 677, 700, 712, 755, 952, 1125, 1145, 1190, 1276, 1325, 1335, 1406, 1431, 1472, 1481
4K (36)	170, 219, 405, 501, 597, 654, 661, 745, 995, 1025, 1319, 1361, 1394, 1623, 1658, 1913, 1961, 1971, 2106, 2117, 2222, 2228, 2246, 2254, 2361, 2468, 2469, 2482, 2637, 2679, 2708, 2825, 2915, 2996, 3033, 3119
8K (72)	111, 115, 123, 215, 229, 392, 613, 658, 831, 842, 997, 1503, 1626, 1916, 1924, 1961, 2233, 2246, 2302, 2331, 2778, 2822, 2913, 2927, 2963, 2994, 3087, 3162, 3226, 3270, 3503, 3585, 3711, 3738, 3874, 3902, 4013, 4017, 4186, 4253, 4292, 4339, 4412, 4453, 4669, 4910, 5015, 5030, 5061, 5170, 5263, 5313, 5360, 5384, 5394, 5493, 5550, 5847, 5901, 5999, 6020, 6165, 6174, 6227, 6245, 6314, 6316, 6327, 6503, 6507,6545,6565
16K (144)	109, 122, 139, 171, 213, 214, 251, 585, 763, 1012, 1021, 1077, 1148, 1472, 1792, 1883, 1889, 1895, 1900, 2013, 2311, 2582, 2860, 2980, 3011, 3099, 3143, 3171, 3197, 3243, 3257, 3270, 3315, 3436, 3470, 3582, 3681, 3712, 3767, 3802, 3979, 4045, 4112, 4197, 4409, 4462, 4756, 5003, 5007, 5036, 5246, 5483, 5535, 5584, 5787, 5789, 6047, 6349, 6392, 6498, 6526, 6542, 6591, 6680, 6688, 6785, 6860, 7134, 7286, 7387, 7415, 7417, 7505, 7526, 7541, 7551, 7556, 7747, 7814, 7861, 7880, 8045, 8179, 8374, 8451, 8514, 8684, 8698, 8804, 8924, 9027, 9113, 9211, 9330, 9479, 9482, 9487, 9619, 9829, 10326, 10394, 10407, 10450, 10528, 10671, 10746, 10774, 10799, 10801, 10912, 11113, 11128, 11205, 11379, 11459, 11468, 11658, 11776, 11791, 11953, 11959, 12021, 12028, 12135, 12233, 12407, 12441, 12448, 12470, 12501, 12548, 12642, 12679, 12770, 12788, 12899, 12923, 12939, 13050, 13103, 13147, 13256, 13339, 13409
32K (288)	164, 320, 350, 521, 527, 578, 590, 619, 635, 651, 662, 664, 676, 691, 723, 940, 1280, 1326, 1509, 1520, 1638, 1682, 1805, 1833, 1861, 1891, 1900, 1902, 1949, 1967, 1978, 1998, 2006, 2087, 2134, 2165, 2212, 2427, 2475, 2555, 2874, 3067, 3091, 3101, 3146, 3188, 3322, 3353, 3383, 3503, 3523, 3654, 3856, 4150, 4158, 4159, 4174, 4206, 4318, 4417, 4629, 4631, 4875, 5104, 5106, 5111, 5131, 5145, 5146, 5177, 5181, 5246, 5269, 5458, 5474, 5500, 5509, 5579, 5810, 5823, 6058, 6066, 6098, 6411, 6741, 6775, 6932, 7103, 7258, 7303, 7413, 7586, 7591, 7634, 7636, 7655, 7671, 7675, 7756, 7760, 7826, 7931, 7937, 7951, 8017, 8061, 8071, 8117, 8317, 8321, 8353, 8806, 9010, 9237, 9427, 9453, 9469, 9525, 9558, 9574, 9584, 9820, 9973, 10011, 10043, 10064, 10066, 10081, 10136, 10193, 10249, 10511, 10537, 11083, 11350, 11369, 11428, 11622, 11720, 11924, 11974, 11979, 12944, 12945, 13009, 13070, 13110, 13257, 13364, 13370, 13449, 13503, 13514, 13520, 13583, 13593, 13708, 13925, 14192, 14228, 14235, 14279, 14284, 14370, 14393, 14407, 14422, 14471, 14494, 14536, 14617, 14829, 14915, 15094, 15138, 15155, 15170, 15260, 15283, 15435, 15594, 15634, 15810, 16178, 16192, 16196, 16297, 16366, 16498, 16501, 16861, 16966, 17039, 17057, 17240, 17523, 17767, 18094, 18130, 18218, 18344, 18374, 18657, 18679, 18746, 18772, 18779, 18786, 18874, 18884, 18955, 19143, 19497, 19534, 19679, 19729, 19738, 19751, 19910, 19913, 20144, 20188, 20194, 20359, 20490, 20500, 20555, 20594, 20633, 20656, 21099, 21115, 21597, 22139, 22208, 22244, 22530, 22547, 22562, 22567, 22696, 22757, 22798, 22854, 22877, 23068, 23102, 23141, 23154, 23170, 23202, 23368, 23864, 24057, 24215, 24219, 24257, 24271, 24325, 24447, 25137, 25590, 25702, 25706, 25744, 25763, 25811, 25842, 25853, 25954, 26079, 26158, 26285, 26346, 26488, 26598, 26812, 26845, 26852, 26869, 26898, 26909, 26927, 26931, 26946, 26975, 26991, 27039

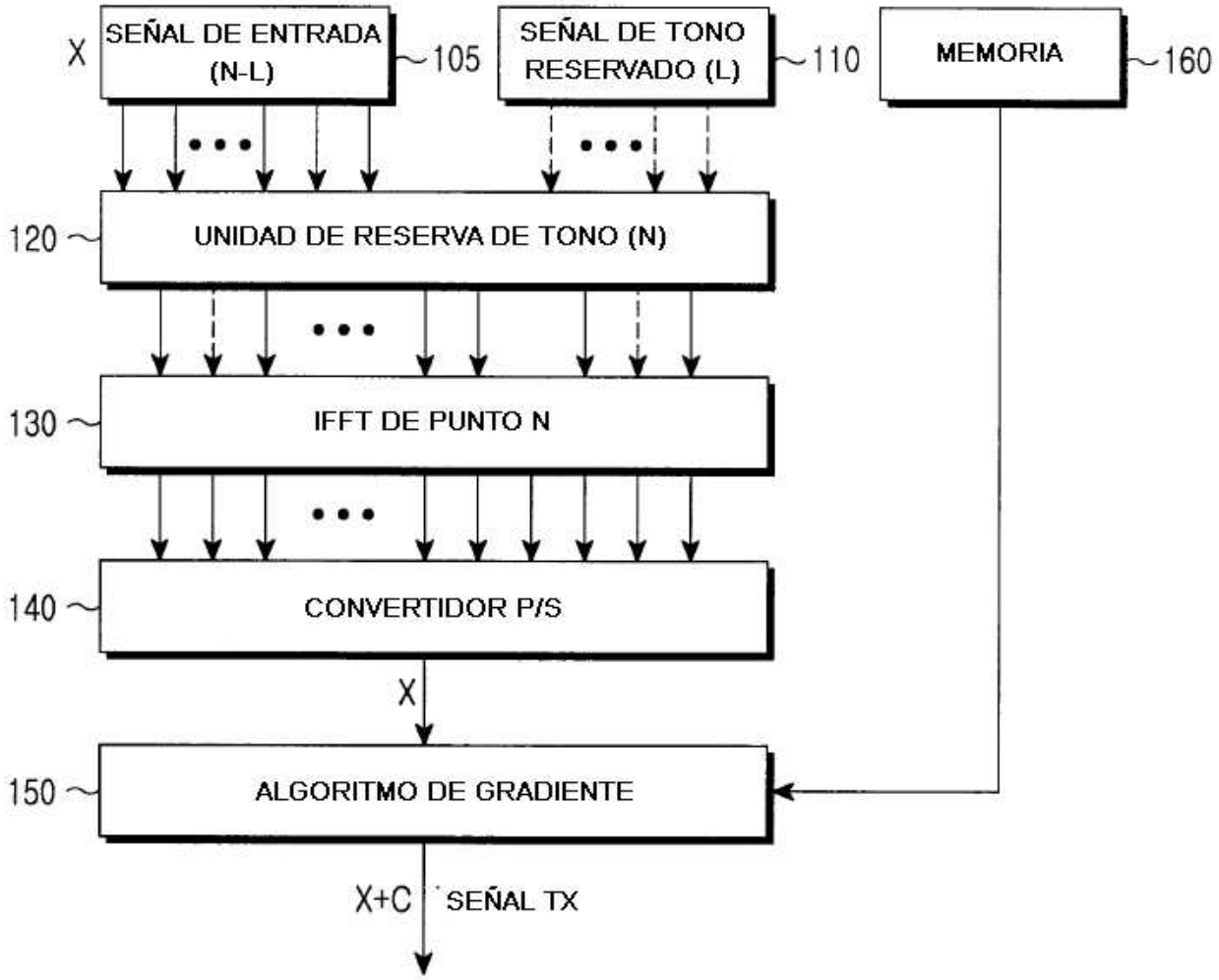
X
SEÑAL DE ENTRADA (N-L)
105
SEÑAL DE TONO RESERVADO (L)
110
MEMORIA
160
120
UNIDAD DE RESERVA DE TONO (N)
130
IFFT DE PUNTO N
140
CONVERTIDOR P/S
X
150
ALGORITMO DE GRADIENTE
X+C
SEÑAL TX

FIG.1

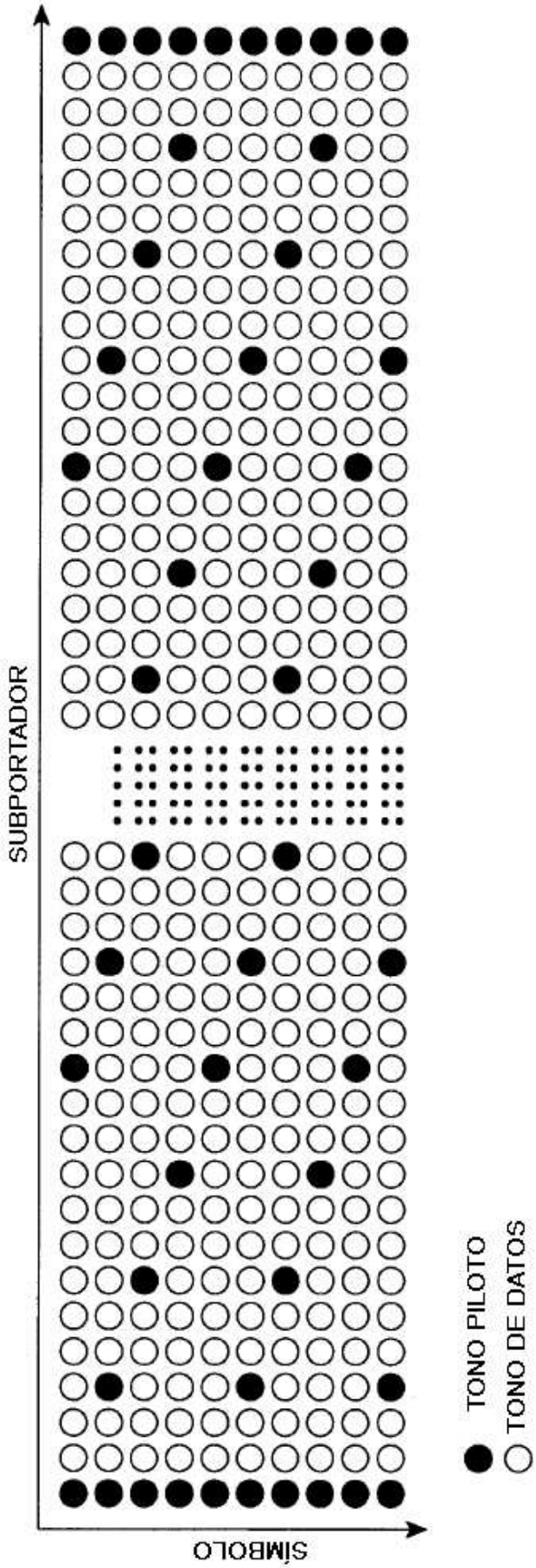

FIG.2

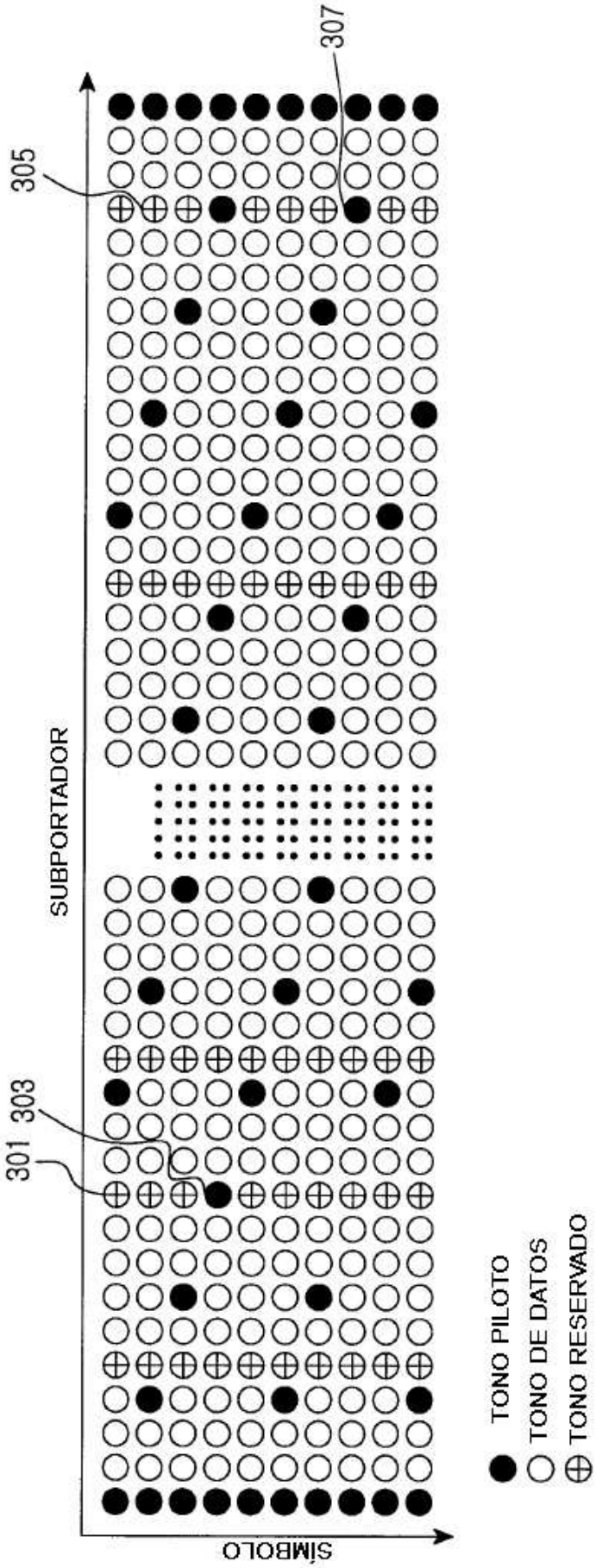
305
307
SUBPORTADOR
303
301
SIMBOLO
TONO PILOTO
TONO DE DATOS
TONO RESERVADO

FIG.3

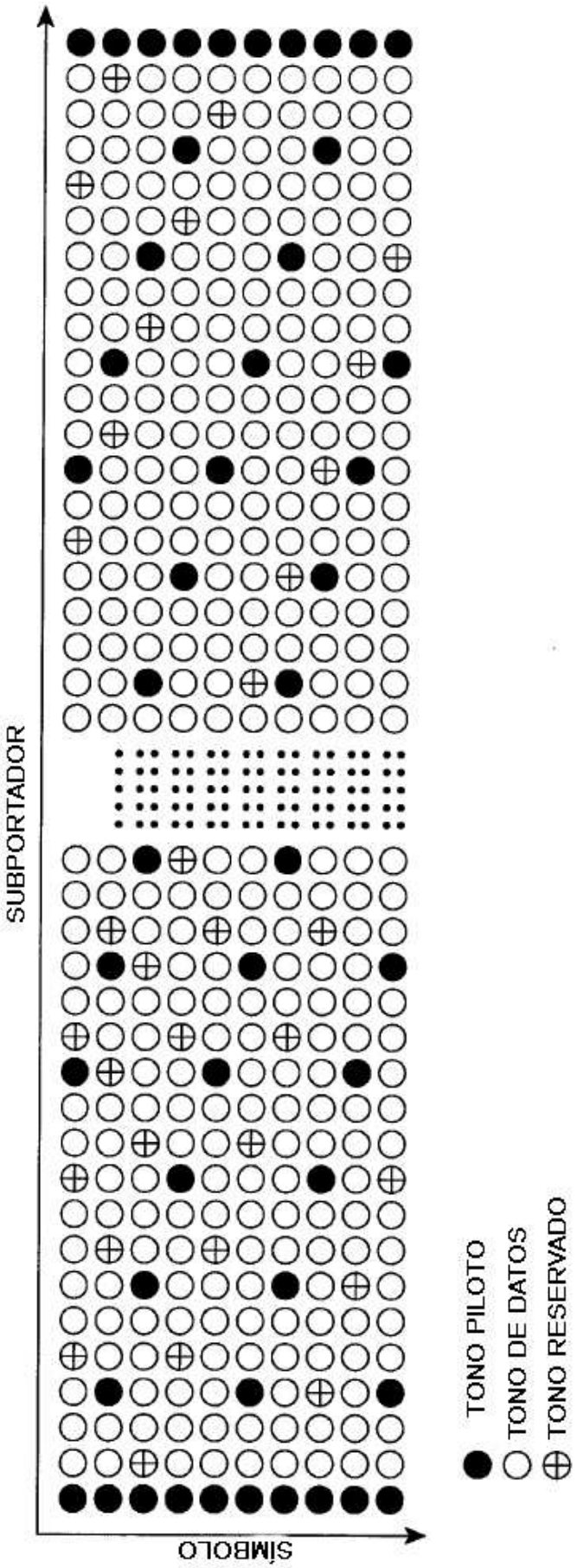
SUBPORTADOR
SÍMBOLO
TONO PILOTO
TONO DE DATOS
TONO RESERVADO

FIG.4

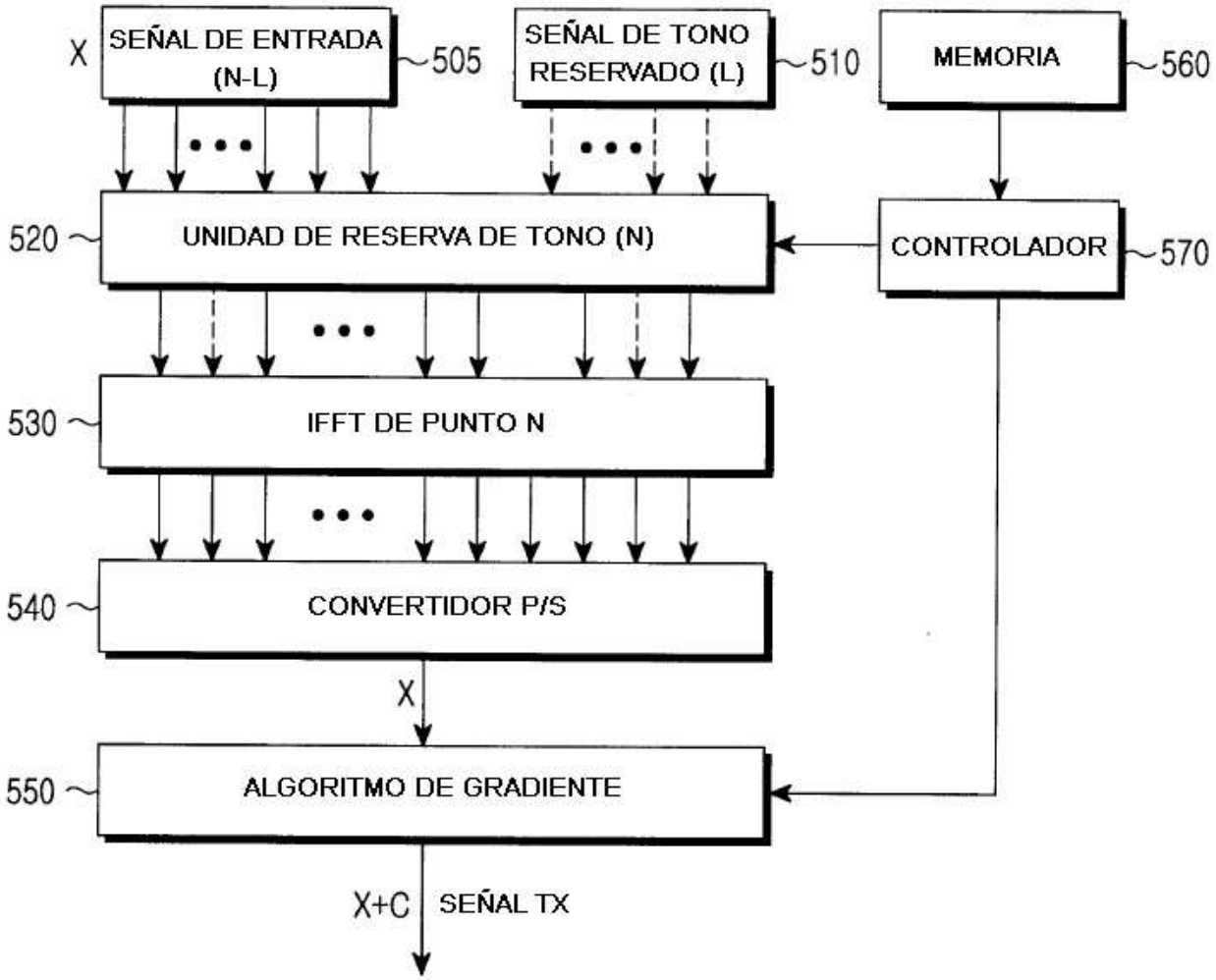
X
SEÑAL DE ENTRADA (N-L)
505
SEÑAL DE TONO RESERVADO (L)
510
MEMORIA
560
520
UNIDAD DE RESERVA DE TONO (N)
CONTROLADOR
570
530
IFFT DE PUNTO N
540
CONVERTIDOR P/S
X
550
ALGORITMO DE GRADIENTE
X+C
SEÑAL TX

FIG.5

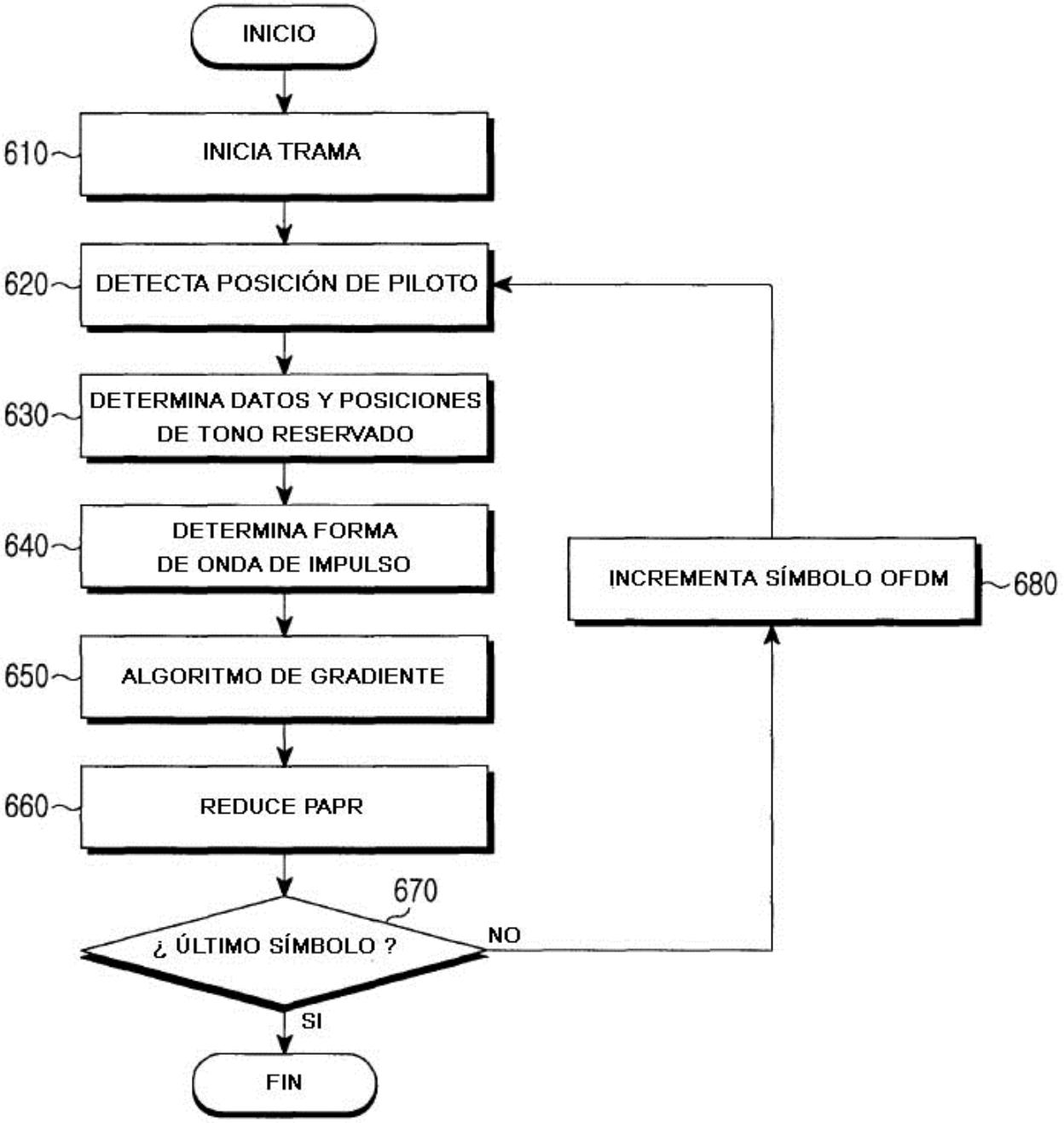
INICIO
610
INICIA TRAMA
620
DETECTA POSICIÓN DE PILOTO
630
DETERMINA DATOS Y POSICIONES DE TONO RESERVADO
640
DETERMINA FORMA DE ONDA DE IMPULSO
650
ALGORITMO DE GRADIENTE
660
REDUCE PAPR
670
¿ ÚLTIMO SÍMBOLO ?
NO
SI
FIN
INCREMENTA SÍMBOLO OFDM
680

FIG.6

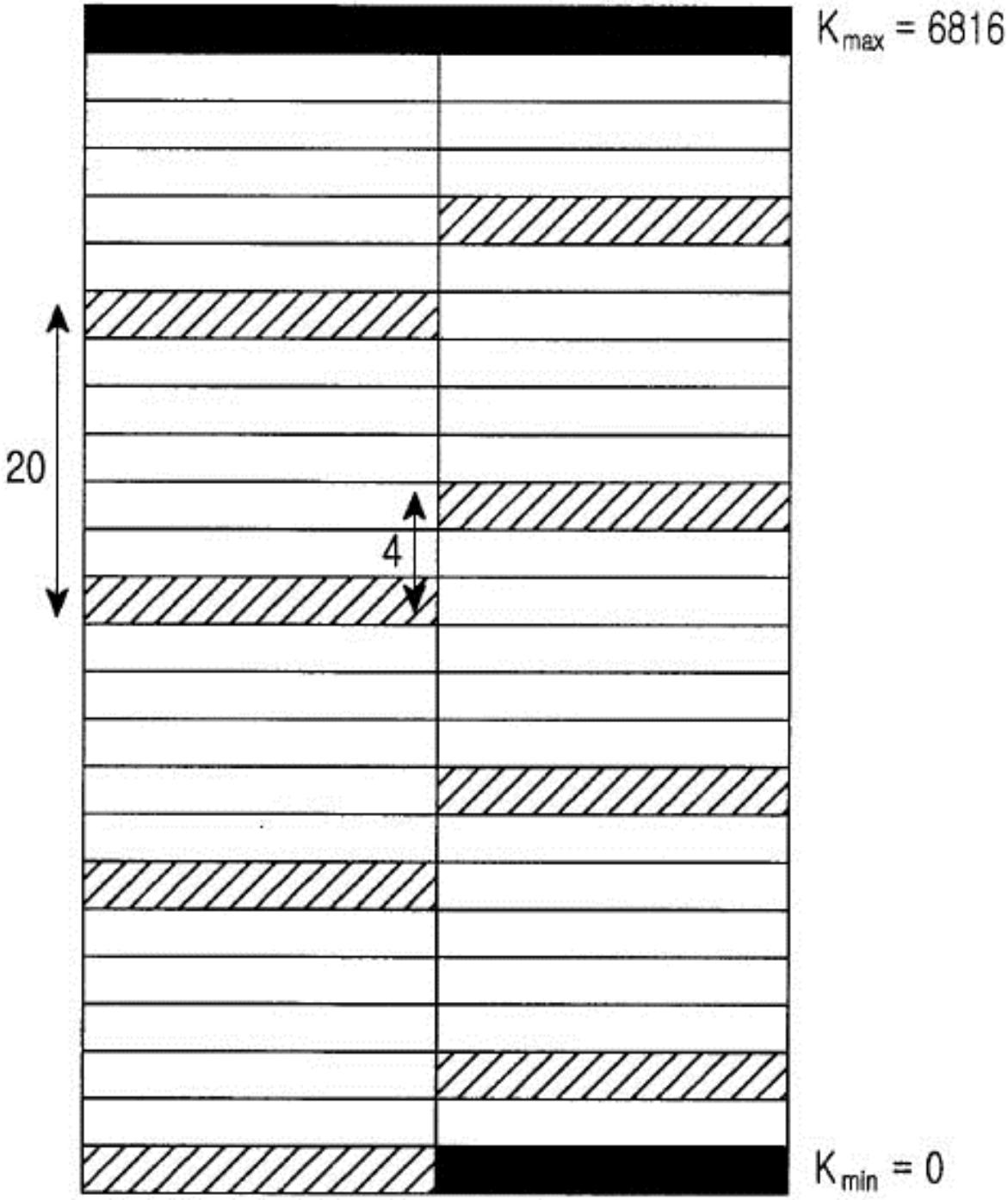

FIG.7

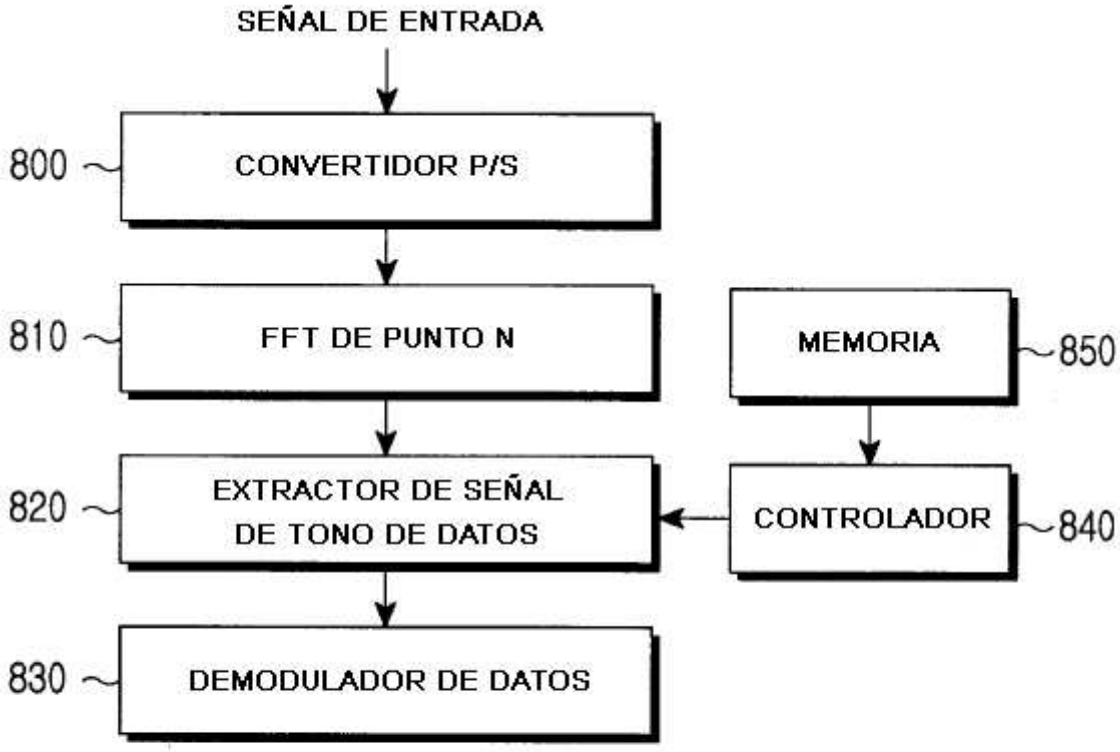
SEÑAL DE ENTRADA
800
CONVERTIDOR P/S
810
FFT DE PUNTO N
MEMORIA
850
820
EXTRACTOR DE SEÑAL DE TONO DE DATOS
CONTROLADOR
840
830
DEMODULADOR DE DATOS

FIG.8

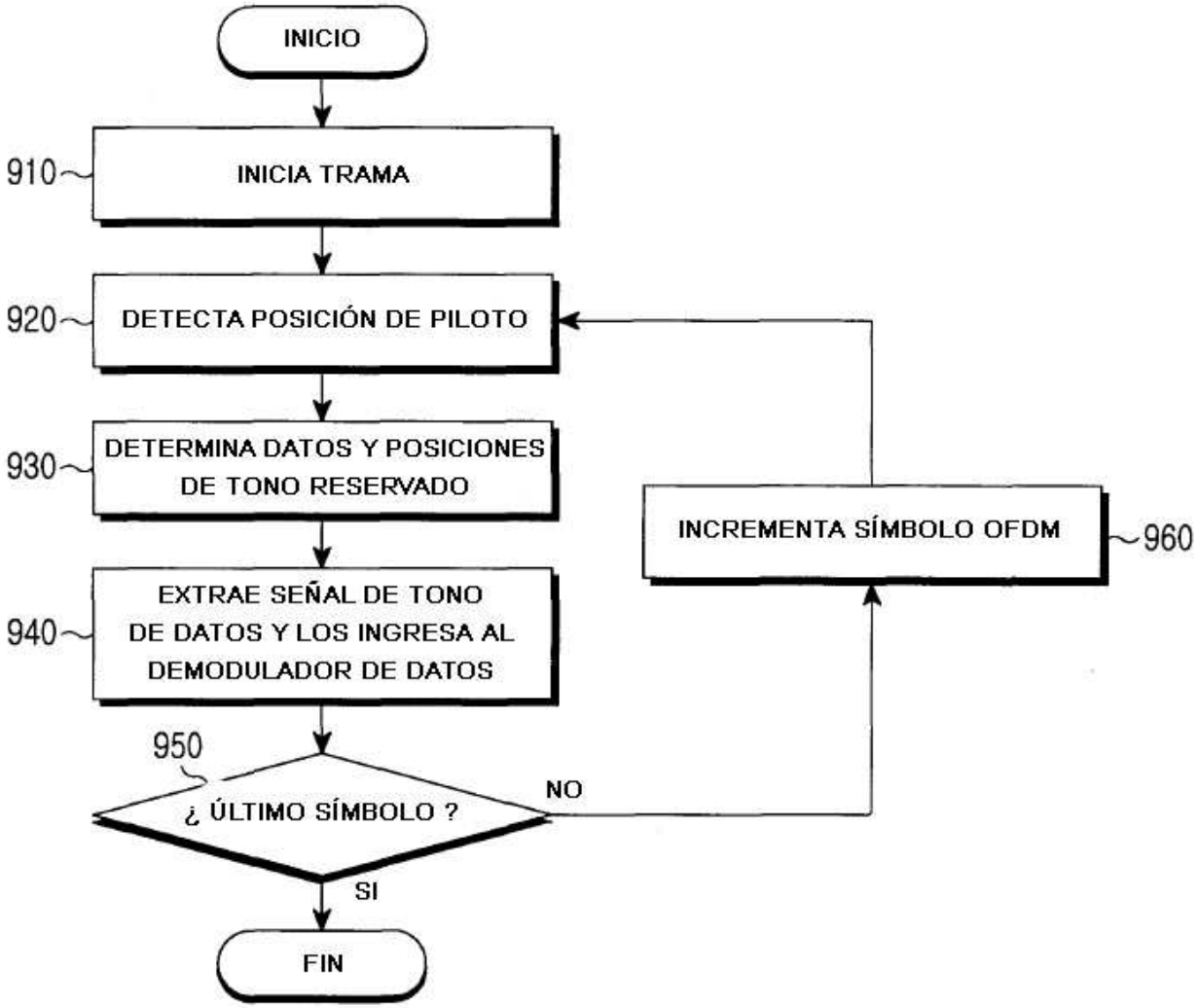
INICIO
910
INICIA TRAMA
920
DETECTA POSICIÓN DE PILOTO
930
DETERMINA DATOS Y POSICIONES DE TONO RESERVADO
940
EXTRAE SEÑAL DE TONO DE DATOS Y LOS INGRESA AL DEMODULADOR DE DATOS
950
¿ ÚLTIMO SÍMBOLO ?
NO
SI
FIN
INCREMENTA SÍMBOLO OFDM
960

FIG.9