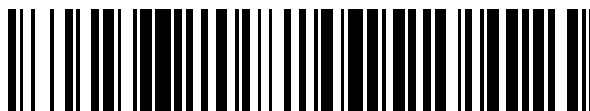


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 504 190**

51 Int. Cl.:

H04L 25/02 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

H04L 27/38 (2006.01)

H04L 27/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.09.2006 E 06797456 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.06.2014 EP 1924043**

54 Título: **Aparato transmisor de radio, aparato receptor de radio, método de transmisión de radio, método de recepción de radio, sistema de comunicación inalámbrica y método de comunicación inalámbrica**

30 Prioridad:

06.09.2005 JP 2005257539

06.03.2006 JP 2006060102

06.03.2006 JP 2006060103

13.04.2006 JP 2006110786

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.10.2014

73 Titular/es:

**NIPPON TELEGRAPH AND TELEPHONE CORPORATION (100.0%)
3-1, OTEMACHI 2-COME, CHIYODA-KU
TOKYO 100-8116, JP**

72 Inventor/es:

**FUJITA, TAKAFUMI;
UCHIDA, DAISEI;
FUJINO, YOSUKE;
KAGAMI, OSAMU y
UMEHIRA, MASAHIRO**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 504 190 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 transmisor de radio, aparato receptor de radio, método de transmisión de radio, método de recepción de radio, sistema de comunicación inalámbrica y método de comunicación inalámbrica

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere a un aparato transmisor inalámbrico, un método de transmisión inalámbrica, y un sistema de comunicación inalámbrica en un sistema de comunicación inalámbrica digital, es decir, un sistema de transmisión de señal que utiliza tecnología de comunicación inalámbrica digital. La invención se refiere particularmente a un aparato transmisor inalámbrico, un aparato receptor inalámbrico, un método de transmisión inalámbrica, un método de recepción inalámbrica, un sistema de comunicación inalámbrica, y un método de comunicación inalámbrica, que utilizan demodulación de bloques. De acuerdo con la demodulación de bloques, las señales en ráfaga que han sido recibidas por un aparato receptor inalámbrico son almacenadas en bloques en una unidad de almacenamiento o en un proceso de almacenamiento y las señales almacenadas en bloques se aplican después a un procesamiento de señales digitales, realizando así la sincronización de ráfagas y la demodulación (decisión de símbolo).

20 **Técnica antecedente**

Los métodos de modulación convencionales en la comunicación inalámbrica digital incluyen la modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK), la modulación por desplazamiento de fase (PSK), y la modulación de amplitud en cuadratura (QAM). Aunque la FSK es un método de modulación no lineal, es notablemente eficiente en cuanto al consumo de energía, siendo eficaz en la miniaturización y reducción del consumo de energía, y se ha usado en sistemas de llamadas inalámbricas y similares.

Sin embargo, con el aumento de velocidad y capacidad de las recientes comunicaciones inalámbricas, los esquemas de modulación lineal tales como PSK y QAM se están usando ampliamente en muchos sistemas de comunicación inalámbrica debido a su excelente eficiencia espectral. La QAM es eficaz al aumentar la eficiencia espectral, y puede transmitir muchos datos en una banda estrecha ya que superpone datos de señal tanto a la amplitud como a la fase. Por lo tanto, se usa ampliamente en modos de transmisión de alta velocidad y similares de micro sistemas de retransmisión fijos y sistemas de red de área local (LAN) inalámbrica. Sin embargo, la QAM tiene baja eficiencia energética, y requiere una elevada relación de potencia de señal/ruido a medida que aumenta la multivaloración.

La PSK superpone datos de señal sólo a la fase, y su eficiencia de uso de frecuencia es inferior a los esquemas QAM multinivel tales como 64QAM y 256QAM. Sin embargo, es superior a la FSK y la QAM en cuanto a que tiene excelentes características de tasa de errores en los bits, incluso en una baja relación señal/ruido. Esto es eficaz cuando se realiza la transmisión inalámbrica a lo largo de distancias largas aunque suprimiendo potencia de transmisión; en particular, la PSK binaria (BPSK) y la PSK en cuadratura (QPSK) son uno de los métodos de modulación inalámbrica digital más ampliamente usados en los sistemas de comunicación por satélite, los sistemas de telefonía móvil, el modo de transmisión de baja velocidad de LAN inalámbrica, etc.

Cuando se considera el uso eficaz en la banda de frecuencia, la cuestión debe considerar el eje de tiempo y no sólo el eje de frecuencia. Los sistemas de comunicación inalámbrica hoy en día usan principalmente multiplexación por división de tiempo (TDM) para transmitir paquetes multiplexados (o ráfagas) en el eje de tiempo. El método de transmisión TDM puede describirse como un método múltiplex adecuado para modificar y asignar flexiblemente longitudes y números de paquetes en el eje de tiempo.

La figura 26 es un diagrama de bloques de un aparato transmisor inalámbrico convencional usando en esquemas de transmisión TDM y similares. El aparato transmisor inalámbrico convencional incluye un circuito generador de símbolos 101 que convierte un tren de bits de datos de transmisión S 100 en una secuencia de símbolos de información, un circuito generador de preámbulo 102 que genera un preámbulo (señal de acondicionamiento) S102 e incluye un circuito generador de señal de recuperación de portadora, un circuito generador de señal de recuperación de reloj, y un circuito generador de señal de sincronización de trama, un circuito de multiplexación 103 que genera una señal en ráfaga de transmisión S 102 multiplexando el preámbulo S 102 y la secuencia de símbolos de datos S101, y un circuito de conversión digital-analógica 104 que convierte la señal en ráfaga de transmisión S103 de digital a analógica. La figura 28 es un ejemplo de la configuración de trama de la ráfaga de transmisión generada por un aparato transmisor convencional.

La figura 27 es un diagrama de bloques de un aparato receptor inalámbrico convencional. Un aparato receptor inalámbrico de demodulación secuencial que usa detección de sincronización convencional incluye un circuito de conversión A/D 201 que realiza la conversión analógica-digital (A/D) de una señal en ráfaga recibida analógica S200 y la convierte en una señal en ráfaga recibida digital, un circuito de recuperación de portadora 202 que extrae una porción de señal de recuperación de portadora de una señal en ráfaga recibida S201 y realiza la recuperación de portadora, un circuito de sincronización de temporización de símbolos 203 que, después de la recuperación de portadora, extrae una porción de señal de recuperación de temporización de símbolos y realiza la recuperación de

temporización de símbolos, un circuito de estimación de canal 204 que estima la distorsión del canal de propagación basándose en una temporización de símbolos detectada, un circuito de corrección de distorsión de canal 205 que corrige la distorsión de canal usando información relacionada con la distorsión de canal, un circuito de decisión de símbolo 206 que, después de la corrección de distorsión de canal, identifica un símbolo de datos recibido y lo
 5 convierte en un tren de bits de datos recibidos, un circuito de detección de trama 207 que, después de la decisión de símbolo, extrae una señal de sincronización de trama y realiza la detección de trama, y un circuito de sincronización de trama 208 que realiza la sincronización de trama usando una posición de trama detectada.

Para extraer las señales de sincronización de ráfagas tales como la temporización de símbolos y la frecuencia portadora y similares en la transmisión (ráfaga) de paquetes inalámbrica, en la ráfaga inalámbrica se proporciona una secuencia de señales de acondicionamiento representada por una señal de preámbulo y una señal piloto. Estas
 10 señales de acondicionamiento se usan en la compensación de la distorsión de canal que fluctúa dentro de la ráfaga. Como las señales de preámbulo y las señales piloto son señales redundantes que no transportan datos ellas mismas, reducen la eficiencia de transmisión (eficiencia de trama). Esta reducción de la eficiencia de transmisión
 15 (eficiencia de trama) es particularmente evidente cuando la longitud del paquete es corta.

Se ha propuesto un método de demodulación de bloques de supresión de la reducción de la eficiencia de transmisión (eficiencia de trama) almacenando las señales en ráfaga recibidas que fueron detectadas de manera casi coherente por un oscilador local del propio receptor en una memoria temporal, y realizando la sincronización y
 20 demodulación de tramas después de extraer una señal para sincronización de las señales en ráfaga recibidas almacenadas (véase la bibliografía 1 no relacionada con patentes). El método de demodulación de bloques hace posible almacenar temporalmente y leer repetidamente todas las señales en ráfaga recibidas, y realizar procesos de sincronización de temporización de trama, estimación de frecuencia portadora, estimación de canal, etc. La señal de acondicionamiento puede acortarse, por lo tanto, y puede suprimirse el deterioro de la eficiencia de transmisión
 25 (eficiencia de trama).

[Bibliografía no relacionada con patentes] Junji Namiki, 'Block Demodulation for Short Radio Packet', en The Transactions of the Institute of Electronics and Communication Engineers of Japan, 1984, vol. J67-B, N° 1, págs. 54-
 30 61.

Descripción de la invención

Cuestiones que han de ser resueltas por la invención

Los sistemas tales como una RF-ID (identificación por radiofrecuencia) y una red de sensores difieren de los sistemas de comunicación de banda ancha tales como una LAN inalámbrica y los teléfonos móviles de próxima generación para los cuales predominará la comunicación de paquetes cortos (ráfaga). En los métodos de demodulación secuencial convencionales que simplemente enumeran diversos tipos de señales de acondicionamiento para sincronización, la eficiencia de transmisión (eficiencia de trama) se deteriora notablemente a medida que disminuye la longitud de paquete. La configuración de trama, por lo tanto, debe alterarse para comprimir una señal conocida. En la recuperación de portadora usada en los métodos de demodulación secuencial, es necesaria una cierta cantidad de longitud de ráfaga para mantener la precisión de enganche, conduciendo a un problema de que los rendimientos de sincronización de frecuencia portadora se deterioran a medida que se comprime la longitud de paquete.
 45

En los métodos de demodulación de bloques tales como el descrito en la bibliografía 1 no relacionada con patentes, puede omitirse una parte de preámbulo, ya que la estimación de frecuencia portadora y la recuperación de temporización de símbolos se realizan usando una parte de carga útil constituida por una señal de datos. Además, como la frecuencia portadora es estimada y corregida por bloques en lugar de realizar una recuperación de portadora de enganche gradual, este método es adecuado para detección coherente usando paquetes cortos. Sin embargo, en un método de demodulación de bloques en el que una ráfaga inalámbrica está configurada sólo por símbolos de datos, cuando la longitud de paquete es extremadamente corta, la energía requerida para la estimación de frecuencia portadora no puede asegurarse en las zonas de baja relación de potencia de portadora/ruido (CNR), conduciendo a un problema de deterioro en la tasa de errores en los bits de la transmisión inalámbrica. Además, como la señal de sincronización de trama debe proporcionarse por separado de la señal de datos, el deterioro en la eficiencia de transmisión (eficiencia de trama) es inevitable.
 50
 55

La presente invención se ha realizado en vista de las circunstancias anteriores. Un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato transmisor inalámbrico, un método de transmisión inalámbrica, y un sistema de comunicación inalámbrica que puedan aumentar la eficiencia de transmisión (eficiencia de trama) en la transmisión inalámbrica procesando, comprimiendo, y compartiendo una secuencia de señales de acondicionamiento conocida. Un objeto adicional de la presente invención es proporcionar un aparato transmisor inalámbrico, un aparato receptor inalámbrico, un método de transmisión inalámbrica, un método de recepción inalámbrica, y un sistema de comunicación inalámbrica que puedan aumentar la precisión de los rendimientos de sincronización de frecuencia portadora en las zonas de baja CNR. Además, otro objeto de la invención es proporcionar un aparato transmisor inalámbrico, un aparato receptor inalámbrico, un método de transmisión inalámbrica, un método de recepción
 60
 65

inalámbrica, y un sistema de comunicación inalámbrica que puedan realizar las señales requeridas para recuperación de portadora, recuperación de temporización de símbolos, sincronización de trama, y estimación de canal, usando una secuencia de señales de acondicionamiento comunes.

5 Como secuencia de señales de acondicionamiento tal como la mencionada anteriormente, la estimación de canal podría realizarse posiblemente usando una pluralidad de señales piloto dispuestas en una ráfaga. Sin embargo, cuando se realiza la estimación de canal usando señales piloto dispuestas en una ráfaga, la precisión de estimación de frecuencia portadora se deteriora debido a deslizamientos de frecuencia (un fenómeno en el que se vuelve imposible distinguir entre la fluctuación de fase causada por ruido y la fluctuación de fase causada por modulación)
10 en las zonas de baja CNR, y aumentan el fallo de detección de frecuencia portadora.

15 Cuando la ráfaga es un paquete corto, la estimación precisa de frecuencia portadora a veces se deteriora a medida que disminuye el número de señales piloto en la ráfaga. Esto conduce a un problema de deterioro en la tasa de errores en los bits de la transmisión inalámbrica.

Habiéndose realizado en vista de las anteriores circunstancias, otro objeto más de la invención es proporcionar un aparato receptor inalámbrico, un método de recepción inalámbrica, y un sistema de comunicación inalámbrica que pueda aumentar la precisión de una sincronización de ráfagas. Por ejemplo, cuando se realiza una estimación de frecuencia portadora después de recibir una ráfaga inalámbrica en la que está dispuesta una pluralidad de señales piloto, un objeto de la invención es proporcionar un aparato receptor inalámbrico y un método de recepción inalámbrica que pueda aumentar la precisión de estimación de frecuencia portadora suprimiendo una tasa de fallo de detección de frecuencias portadoras causada por deslizamientos de frecuencia.

20 Por otra parte, un objeto de la presente invención es proporcionar un aparato receptor inalámbrico, un método de recepción inalámbrica, y un sistema de comunicación inalámbrica que producen las buenas prestaciones sin deteriorar la tasa de errores en los bits de transmisión inalámbrica aunque se use el paquete corto.

25 El documento WO2005/022797A2 desvela un sistema OFDM en el que un transmisor emite una primera onda piloto TDM en un primer conjunto de subbandas seguida de una segunda onda piloto TDM en un segundo subconjunto de subbandas en cada trama. Las subbandas de cada conjunto se seleccionan de entre N subbandas totales de manera que un símbolo OFDM para la primera onda piloto TDM contenga al menos S1 secuencias idénticas de onda piloto-1 de longitud L1, y un símbolo OFDM para la segunda onda piloto TDM contenga al menos S2 secuencias idénticas de onda piloto-2 de longitud L2. Un receptor procesa la primera onda piloto TDM para obtener la temporización de trama y procesa además la segunda onda piloto TDM para obtener la temporización de
30 símbolos.

35 El documento "Acquisition of synchronization parameters for OFDM using a single training symbol: Dusan Matic et AL, Delf University of Technology, P.O. Box 5031, 2600 GA Delf Netherlands" desvela una técnica que adquiere los parámetros de sincronización para OFDM y realiza la estimación de canal usando un solo símbolo de acondicionamiento.

40 El documento US2005/0094550A1 desvela un sistema de comunicación por radio que divide toda una banda de frecuencia en una pluralidad de bandas de subportadora, forma un símbolo con la señal en las bandas de subportadora, transmite una señal piloto dentro de símbolos en una posición predeterminada de la trama, y transmite una señal de datos dentro de los símbolos distintos de los símbolos para transmitir la señal piloto. Un transmisor asigna subportadoras a través de las cuales se transmite la señal de referencia, dichas subportadoras se asignan para que tengan una relación exclusiva con las subportadoras a través de las cuales se transmiten las señales de referencia de otros transmisores, genera la señal piloto, realiza una transformada rápida inversa de Fourier (IFFT) sobre la señal piloto aplicando un tamaño de IFFT que es inferior o igual a un tamaño de IFFT aplicado a la señal de
45 datos, y transmite la señal de referencia procesada mediante IFFT a un receptor.

Medios para solucionar los problemas

50 Según una realización de la presente invención, un aparato transmisor inalámbrico incluye: un circuito generador de símbolos que convierte un tren de bits de datos de transmisión en una secuencia de símbolos de datos; un circuito generador de señales piloto que genera una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama; un circuito de multiplexación que multiplexa la señal de acondicionamiento y la secuencia de símbolos de datos, y genera una señal en ráfaga de transmisión; y un circuito de conversión digital/analógica que realiza una conversión digital/analógica de la señal en ráfaga de transmisión. La señal de acondicionamiento generada por el circuito generador de señales piloto es insertada en la ráfaga de transmisión como una señal piloto a intervalos de símbolos fijos por el circuito de multiplexación. El circuito generador de señales piloto incluye: un circuito generador de secuencia de código de sincronización que genera una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama; un circuito de codificación diferencial que codifica diferencialmente la señal de secuencia de código de sincronización; y un entrelazador que entrelaza la señal de secuencia de código de sincronización
55 codificada diferencialmente.

Por lo que respecta al aparato transmisor inalámbrico anterior, el circuito generador de secuencia de código de sincronización puede generar y producir como salida una matriz de secuencia de código de sincronización que tiene N_p filas, siendo N_p igual al número de símbolos en una señal piloto insertada en la señal en ráfaga, y N_q-1 columnas, siendo N_q igual al número de señales piloto insertadas en la señal en ráfaga. El circuito de codificación diferencial puede generar una matriz codificada diferencialmente codificando diferencialmente la matriz de secuencia de código de sincronización en la dirección de las filas con respecto a un vector de ráfaga inicial. El entrelazador puede reordenar la matriz codificada diferencialmente de manera que un elemento de la fila m y la columna n corresponda a un patrón de señales piloto del símbolo m de una señal piloto n -ésima.

Según otra realización de la presente invención, un aparato receptor inalámbrico realiza una conexión de comunicación inalámbrica con un aparato transmisor inalámbrico. El aparato transmisor inalámbrico incluye: un circuito generador de símbolos que convierte un tren de bits de datos de transmisión en una secuencia de símbolos de datos; un circuito generador de señales piloto que genera una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama; un circuito de multiplexación que multiplexa la señal de acondicionamiento y la secuencia de símbolos de datos, y genera una señal en ráfaga de transmisión; y un circuito de conversión digital/analógica que realiza una conversión digital/analógica de la señal en ráfaga de transmisión. La señal de acondicionamiento generada por el circuito generador de señales piloto es insertada en una ráfaga de transmisión como una señal piloto a intervalos de símbolos fijos por el circuito de multiplexación. El aparato receptor inalámbrico incluye: un circuito receptor que recibe una señal en ráfaga inalámbrica transmitida desde el aparato transmisor inalámbrico; un circuito de conversión analógica/digital que realiza una conversión analógica/digital de la señal en ráfaga recibida; un circuito de recuperación de temporización de símbolos que realiza la sincronización de temporización de símbolos usando la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a conversión analógica/digital; un circuito de detección de trama que detecta una posición de trama a partir de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, y extrae la señal piloto; un circuito de sincronización de trama que realiza la sincronización de trama usando datos relacionados con la posición de trama detectada; un circuito de estimación de frecuencia portadora que realiza una estimación de frecuencia portadora usando la señal piloto extraída por el circuito de detección de trama; un circuito de corrección de frecuencia portadora que realiza la corrección de frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, usando la frecuencia portadora estimada; un circuito de estimación de canal que estima la distorsión de canal basándose en la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, y produce como salida información relacionada con la distorsión de canal; un circuito de compensación de canal que corrige la distorsión de canal de la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, usando la información relacionada con la distorsión de canal; y un circuito de decisión de símbolo que convierte una secuencia de símbolos de datos de la señal en ráfaga recibida de canal compensado en un tren de bits de datos recibido. El circuito generador de señales piloto incluye: un circuito generador de secuencia de código de sincronización que genera una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama; un circuito de codificación diferencial que codifica diferencialmente la señal de secuencia de código de sincronización; y un entrelazador que entrelaza la señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, el circuito de detección de trama puede incluir: un circuito generador de señales piloto que genera una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama, incluyendo el circuito generador de señales piloto un circuito generador de secuencia de código de sincronización que genera una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama, un circuito de codificación diferencial que codifica diferencialmente la señal de secuencia de código de sincronización, y un entrelazador que entrelaza la señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente; un circuito de extracción de parte de señal piloto que extrae la señal piloto de una señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos; y un circuito de cálculo de suma de autocorrelación que calcula un valor de correlación usando la señal piloto extraída de la señal en ráfaga recibida y la secuencia de señales piloto generada por el circuito generador de secuencia de código de sincronización del circuito generador de señales piloto.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, el circuito de estimación de canal puede estimar la frecuencia portadora detectando la fase de una suma de autocorrelación producida como salida por mediante un circuito de cálculo de suma de autocorrelación ubicado en el aparato receptor inalámbrico que calcula una suma de valores de autocorrelación usando una señal piloto extraída de la señal en ráfaga recibida y la secuencia de señales piloto generada por el circuito generador de secuencia de código de sincronización del circuito generador de señales piloto.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, el circuito de detección de trama puede incluir: un circuito generador de señales piloto que genera una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama, incluyendo el circuito generador de señales piloto un circuito generador de secuencia de código de sincronización que genera una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama, un circuito de

codificación diferencial que codifica diferencialmente la señal de secuencia de código de sincronización, y un entrelazador que entrelaza la señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente; un circuito de extracción de parte de señal piloto que extrae una señal piloto de una señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos; y un circuito de cálculo de suma de autocorrelación que calcula un valor de correlación usando la señal piloto extraída de la señal en ráfaga recibida y la secuencia de señales piloto generada por el circuito generador de señales piloto. El circuito de cálculo de suma de autocorrelación puede calcular una suma de valores de autocorrelación usando los valores de correlación calculados.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, el circuito de estimación de frecuencia portadora puede realizar estimaciones aproximadas y precisas de la frecuencia portadora usando una parte o toda la señal en ráfaga. El aparato receptor inalámbrico puede incluir además un circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia que genera y produce como salida una pluralidad de frecuencias portadoras estimadas añadiendo/sustrayendo una pluralidad de valores de separación de frecuencia a/de un resultado de la estimación aproximada y precisa. El circuito de corrección de frecuencia portadora puede generar una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida realizando la corrección de frecuencia portadora en la señal en ráfaga recibida usando la pluralidad de frecuencias portadoras estimadas generadas por el circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia.

El aparato receptor inalámbrico anterior puede incluir además: un circuito de decisión de probabilidad máxima que realiza una decisión de probabilidad máxima con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida, y determina una de ellas, ejecutando el circuito de estimación de canal y el circuito de compensación de canal la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida determinada; y un circuito de demodulación que realiza una demodulación con respecto a la señal en ráfaga recibida cuyo canal ha sido compensado por el circuito de compensación de canal.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, el circuito de estimación de canal y el circuito de compensación de canal pueden ejecutar la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a cada una de las señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida. El aparato receptor inalámbrico anterior puede incluir además: un circuito de decisión de probabilidad máxima que realiza una decisión de probabilidad máxima con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado, y selecciona una señal en ráfaga recibida de canal compensado; y un circuito de demodulación que realiza una demodulación con respecto a la señal en ráfaga recibida seleccionada por el circuito de decisión de probabilidad máxima.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, el circuito de estimación de canal y el circuito de compensación de canal pueden ejecutar la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a cada una de las señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida. El aparato receptor inalámbrico anterior puede incluir además: un circuito de demodulación que realiza una demodulación con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas cuyos canales han sido compensados por el circuito de compensación de canal; y un circuito de detección de errores y selección que realiza la detección de errores y selección con respecto a la pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas que han sido sometidas a la demodulación, y determina una señal de datos en ráfaga recibida deseada.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, el circuito de estimación de canal y el circuito de compensación de canal pueden ejecutar la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a cada una de las señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida. El aparato receptor inalámbrico puede incluir además: un circuito de demodulación que realiza una demodulación con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado; un circuito de detección de errores y selección que realiza la detección de errores con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas que han sido sometidas a la demodulación y selecciona una señal en ráfaga recibida de la cual no se ha detectado ningún error; y un circuito de decisión de probabilidad máxima para la constelación de señales que, cuando hay una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de las cuales no se ha detectado ningún error mediante el circuito de detección de errores y selección, realiza una decisión de probabilidad máxima con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado de las cuales no se ha detectado ningún error, y selecciona una señal en ráfaga recibida de canal compensado.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, en el circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia, la pluralidad de valores de separación de frecuencia que se añaden/sustraen a/del valor estimado preciso estimado por el circuito de estimación de canal, pueden ser múltiplos enteros de un inverso de un ciclo de inserción de señal piloto en la señal en ráfaga recibida.

El aparato receptor inalámbrico anterior puede incluir además: un filtro de conformación de impulsos que realiza filtrado de conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a sincronización de temporización de símbolos. La señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a filtrado de conformación de impulsos puede ser usada por el circuito de estimación de frecuencia portadora y el circuito de corrección de frecuencia portadora.

El aparato receptor inalámbrico anterior puede incluir además: un primer filtro de conformación de impulsos que

realiza la conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a sincronización de temporización de símbolos. La señal en ráfaga recibida que ha pasado el primer filtro de conformación de impulsos puede ser usada por el circuito de estimación de frecuencia portadora. El circuito de corrección de frecuencia portadora puede realizar la corrección de frecuencia portadora con respecto a una señal en ráfaga recibida que no pasa el primer filtro de conformación de impulsos. El aparato receptor inalámbrico puede incluir además: un segundo filtro de conformación de impulsos que realiza el filtrado de conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a una señal en ráfaga recibida cuya frecuencia portadora ha sido corregida por el circuito de corrección de frecuencia portadora. La señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a filtrado de conformación de impulsos por el segundo filtro de conformación de impulsos puede ser usada por el circuito de estimación de canal y el circuito de compensación de canal.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, el circuito de estimación de canal puede realizar, mediante multiplexación por división de tiempo, procesos de estimación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, el circuito de compensación de canal puede realizar procesos de compensación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

El aparato receptor inalámbrico puede incluir además: una pluralidad de circuitos de estimación de canal, que realizan procesos paralelos de estimación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

El aparato receptor inalámbrico anterior puede incluir además: una pluralidad de circuitos de compensación de canal, que realizan procesos paralelos de compensación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico, el circuito de estimación de canal puede incluir: un circuito de extracción de parte de señal piloto que extrae la señal piloto de la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida; un circuito generador de señales piloto que genera la señal piloto que contiene información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama; un circuito de estimación de canal de parte de señal piloto que usa la señal piloto extraída de la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida y la señal piloto generada por el circuito generador de señales piloto para estimar la distorsión de canal en la posición de señal piloto; y un canal de parte de datos con circuito de estimación de interpolación que usa la información relacionada con la distorsión de canal en la posición de señal piloto que ha sido estimada por el circuito de estimación de canal de parte de señal piloto, para realizar una estimación de interpolación de distorsión de canal en una parte de señal de datos, y producir como salida información relacionada con la distorsión de canal para toda una ráfaga recibida.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico, el canal de parte de datos con circuito de estimación de interpolación puede interpolar linealmente en un plano de constelación y producir como salida, como la información relacionada con la distorsión de canal de la parte de señal de datos, información relacionada con la distorsión de canal de ondas piloto en ambos extremos de la parte de datos en cada posición de símbolo.

Por lo que respecta al aparato receptor inalámbrico anterior, el canal de parte de datos con circuito de estimación de interpolación puede promediar simplemente en un plano de constelación y producir como salida, como la información relacionada con la distorsión de canal de la parte de señal de datos, información relacionada con la distorsión de canal en una pluralidad de posiciones de señal piloto cercanas a la parte de datos.

Según otra realización de la presente invención, un método de transmisión inalámbrico incluye: un proceso de generación de símbolos de convertir un tren de bits de datos de transmisión en una secuencia de símbolos de datos, un proceso de generación de señal de acondicionamiento de generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama, un proceso múltiplex de multiplexar la señal de acondicionamiento y la secuencia de símbolos de datos, y generar una señal en ráfaga de transmisión, y un proceso de conversión digital/analógica de realizar una conversión digital/analógica de la señal en ráfaga de transmisión. La señal de acondicionamiento generada en el proceso de generación de señal de acondicionamiento es insertada dentro de una ráfaga de transmisión como una señal piloto a intervalos de símbolos fijos por el proceso múltiplex. El proceso de generación de señal de acondicionamiento incluye: un proceso de generación de secuencia de código de sincronización de generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama, un proceso de codificación diferencial de codificar diferencialmente la señal de secuencia de código de sincronización; y un proceso de entrelazado de entrelazar la señal de secuencia de código de sincronización codificada.

Por lo que respecta al método de transmisión inalámbrica anterior, en el proceso de generación de secuencia de código de sincronización puede generarse y producirse como salida una matriz de secuencia de código de sincronización que tiene N_p filas, siendo N_p igual al número de símbolos en una señal piloto insertada en la señal en

ráfaga, y N_q-1 columnas, siendo N_q igual al número de señales piloto insertadas en la señal en ráfaga. En el proceso de codificación diferencial, puede generarse una matriz codificada diferencialmente codificando diferencialmente la matriz de secuencia de código de sincronización en la dirección de las filas con respecto a un vector de ráfaga inicial. En el proceso de entrelazado, puede reordenarse la matriz codificada diferencialmente de manera que un elemento de la fila m y la columna n corresponda a un patrón de señales piloto del símbolo m de una señal piloto n -ésima.

Según otra realización de la presente invención, se proporciona un método de recepción inalámbrica en un aparato receptor inalámbrico que realiza la conexión de comunicación inalámbrica con un aparato transmisor inalámbrico. El aparato transmisor inalámbrico incluye: un circuito generador de símbolos que convierte un tren de bits de datos de transmisión en una secuencia de símbolos de datos; un circuito generador de señales piloto que genera una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama; un circuito de multiplexación que multiplexa la señal de acondicionamiento y la secuencia de símbolos de datos, y genera una señal en ráfaga de transmisión; y un circuito de conversión digital/analógica que realiza una conversión digital/analógica de la señal en ráfaga de transmisión. La señal de acondicionamiento generada por el circuito generador de señales piloto es insertada en una ráfaga de transmisión como una señal piloto a intervalos de símbolos fijos por el circuito de multiplexación. El método de recepción inalámbrica incluye: un proceso de recepción de recibir una señal en ráfaga inalámbrica transmitida desde el aparato transmisor inalámbrico; un proceso de conversión analógica/digital de realizar una conversión analógica/digital de la señal en ráfaga recibida; un proceso de sincronización de temporización de símbolos de realizar la sincronización de temporización de símbolos usando la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a conversión analógica/digital; un proceso de detección de trama de detectar una posición de trama a partir de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, y extraer una señal piloto; un proceso de sincronización de trama de realizar la sincronización de trama usando datos relacionados con la posición de trama detectada; un proceso de estimación de frecuencia portadora de realizar una estimación de frecuencia portadora usando los datos de señal piloto extraídos por el proceso de detección de trama; un proceso de corrección de frecuencia portadora de realizar la corrección de frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, usando la frecuencia portadora estimada; un proceso de estimación de canal de estimar la distorsión de canal basándose en la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, y producir como salida información relacionada con la distorsión de canal; un proceso de compensación de canal de corregir la distorsión de canal de la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, usando la información relacionada con la distorsión de canal; y una decisión de símbolo de convertir una secuencia de símbolos de datos de la señal en ráfaga recibida de canal compensado en un tren de bits de datos recibido. El proceso de generación de señal de acondicionamiento incluye: un proceso de generación de secuencia de código de sincronización de generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama; un proceso de codificación diferencial de codificar diferencialmente la señal de secuencia de código de sincronización; y un proceso de entrelazado de entrelazar la señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente.

Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, el proceso de detección de trama puede incluir: un proceso de generación de señales piloto de generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama, incluyendo el proceso de generación de señales piloto un proceso de generación de secuencia de código de sincronización de generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama, un proceso de codificación diferencial de codificar diferencialmente la señal de secuencia de código de sincronización, un proceso de entrelazado de entrelazar la señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente; un proceso de extracción de parte de señal piloto de extraer la señal piloto de una señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos; y un proceso de cálculo de suma de autocorrelación de calcular un valor de correlación usando la señal piloto extraída de la señal en ráfaga recibida y la secuencia de señales piloto generada en el proceso de generación de secuencia de código de sincronización.

Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, en el proceso de estimación de canal, la frecuencia portadora puede estimarse detectando la fase de una suma de autocorrelación producida como salida en un proceso de cálculo de suma de autocorrelación de calcular una suma de valores de autocorrelación usando una señal piloto extraída de la señal en ráfaga recibida y la secuencia de señales piloto generada en el proceso de generación de secuencia de código de sincronización en el proceso de generación de señales piloto.

Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, el proceso de detección de trama puede incluir: un proceso de generación de señales piloto de generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama, incluyendo el proceso de generación de señales piloto un proceso de generación de secuencia de código de sincronización de generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama, un proceso de codificación diferencial de codificar diferencialmente la señal de secuencia de código de sincronización, y un proceso de entrelazado de entrelazar la señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente; un proceso de extracción de parte de señal piloto de extraer una señal piloto de una señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos; y un proceso de cálculo de suma de

autocorrelación de calcular un valor de correlación usando la señal piloto extraída de la señal en ráfaga recibida y la secuencia de señales piloto generada en el proceso de generación de señales piloto. En el proceso de cálculo de suma de autocorrelación, una suma de los valores de autocorrelación puede calcularse usando los valores de correlación calculados.

5 Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, el proceso de estimación de frecuencia portadora, pueden realizarse estimaciones aproximadas y precisas de la frecuencia portadora usando una parte o toda la señal en ráfaga. El proceso de estimación de frecuencia portadora puede incluir además un proceso de adición/sustracción de separación de frecuencia de generar y producir como salida una pluralidad de frecuencias portadoras estimadas añadiendo/sustrayendo una pluralidad de valores de separación de frecuencia a un resultado de la estimación precisa. En el proceso de corrección de frecuencia portadora, puede generarse una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida realizando la corrección de frecuencia portadora en la señal en ráfaga recibida usando la pluralidad de frecuencias portadoras estimadas generadas en el proceso de adición/sustracción de separación de frecuencia.

15 El método de recepción inalámbrica anterior puede incluir además: un proceso de decisión de probabilidad máxima de realizar una decisión de probabilidad máxima con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida, y determinar una de ellas, realizándose en el proceso de estimación de canal y el proceso de compensación de canal la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida determinada; y un proceso de demodulación de realizar una demodulación con respecto a la señal en ráfaga recibida cuyo canal ha sido compensado en el proceso de compensación de canal.

20 Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, en el proceso de estimación de canal y el proceso de compensación de canal, pueden realizarse la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a cada una de las señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida. El método de recepción inalámbrica anterior puede incluir además: un proceso de decisión de probabilidad máxima de realizar una decisión de probabilidad máxima con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado, y seleccionar una señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida; y un proceso de demodulación de realizar una demodulación con respecto a la señal en ráfaga recibida seleccionada en el proceso de decisión de probabilidad máxima.

25 Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, en el proceso de estimación de canal y el proceso de compensación de canal, pueden realizarse la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a cada una de las señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida. El método de recepción inalámbrica anterior puede incluir además: un proceso de demodulación de realizar una demodulación con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas cuyos canales han sido compensados en el proceso de compensación de canal; y un proceso de detección de errores y selección de realizar la detección de errores y selección con respecto a la pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas que han sido sometidas a la demodulación, y determinar una señal de datos en ráfaga recibida deseada.

30 Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, en el proceso de estimación de canal y el proceso de compensación de canal, pueden realizarse la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a cada una de las señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida. El método de recepción inalámbrica anterior puede incluir además: un proceso de demodulación de realizar una demodulación con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado; un proceso de detección de errores y selección de realizar la detección de errores y selección con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas que han sido sometidas a la demodulación y seleccionar una señal en ráfaga recibida de la cual no se ha detectado ningún error; y un proceso de decisión de probabilidad máxima para la constelación de señales de, cuando hay una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de las cuales no se ha detectado ningún error en el proceso de detección de errores y selección, realizar una decisión de probabilidad máxima con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado de las cuales no se ha detectado ningún error, y seleccionar una señal en ráfaga recibida de canal compensado.

35 Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, en el proceso de adición/sustracción de separación de frecuencia, la pluralidad de valores de separación de frecuencia que se añaden/sustraen a/del valor estimado preciso estimado en el proceso de estimación de frecuencia de canal, pueden ser múltiplos enteros de un inverso de un ciclo de inserción de señal piloto en la señal en ráfaga recibida.

40 El método de recepción inalámbrica anterior puede incluir además: un proceso de filtrado de conformación de impulsos de realizar filtrado de conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a sincronización de temporización de símbolos. La señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a filtrado de conformación de impulsos puede usarse en el proceso de estimación de frecuencia portadora y en el proceso de corrección de frecuencia portadora.

45 El método de recepción inalámbrica anterior puede incluir además: un primer proceso de filtrado de conformación de impulsos de realizar la conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a sincronización de temporización de símbolos. La señal en ráfaga

recibida que ha pasado el primer proceso de filtrado de conformación de impulsos puede usarse en el proceso de estimación de frecuencia portadora. En el proceso de corrección de frecuencia portadora, puede realizarse la corrección de frecuencia portadora con respecto a una señal en ráfaga recibida que no pasa el primer proceso de filtrado de conformación de impulsos. El método de recepción inalámbrica puede incluir además: un segundo

5 proceso de filtrado de conformación de impulsos de realizar el filtrado de conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a una señal en ráfaga recibida cuya frecuencia portadora ha sido corregida en el proceso de corrección de frecuencia portadora. La señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a filtrado de conformación de impulsos en el segundo proceso de filtrado de conformación de impulsos puede usarse en el proceso de estimación de canal y el proceso de compensación de canal.

10 Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, en el proceso de estimación de canal, pueden realizarse, mediante multiplexación por división de tiempo, procesos de estimación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

15 Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, en el proceso de compensación de canal, pueden realizarse procesos de compensación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

20 El método de recepción inalámbrica puede incluir además: una pluralidad de procesos de estimación de canal, que se realizan en paralelo con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

25 El método de recepción inalámbrica anterior puede incluir además: una pluralidad de procesos de compensación de canal, que se realizan en paralelo con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

30 Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, el proceso de estimación de canal puede incluir: un proceso de extracción de señal piloto de extraer la señal piloto de la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida; un proceso de generación de señal de acondicionamiento de generar la señal piloto que contiene información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama; un proceso de estimación de canal de parte de señal piloto de usar la señal piloto extraída de la señal recibida y la señal piloto generada en el proceso de generación de señal de acondicionamiento para estimar la distorsión de canal en la posición de señal piloto; y un canal de parte de datos con proceso de estimación de interpolación de usar la información relacionada con la distorsión de canal en la posición de señal piloto que ha sido estimada en el proceso de estimación de canal de parte de señal piloto, para realizar una estimación de

35 interpolación de distorsión de canal en una parte de señal de datos, y producir como salida información relacionada con la distorsión de canal para toda una ráfaga recibida.

40 Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, el canal de parte de datos con proceso de estimación de interpolación, la información relacionada con la distorsión de canal de ondas piloto en ambos extremos de la parte de datos en cada posición de símbolo puede interpolarse linealmente en un plano de constelación y producirse como salida como la información relacionada con la distorsión de canal de la parte de señal de datos.

45 Por lo que respecta al método de recepción inalámbrica anterior, en el canal de parte de datos con proceso de estimación de interpolación, la información relacionada con la distorsión de canal en una pluralidad de posiciones de señal piloto cercanas a la parte de datos puede promediarse simplemente en un plano de constelación y producirse como salida como la información relacionada con la distorsión de canal de la parte de señal de datos.

50 Según otra realización de la presente invención, un sistema de comunicación inalámbrica incluye un aparato receptor inalámbrico y un aparato transmisor inalámbrico. El aparato transmisor inalámbrico incluye: un circuito generador de símbolos que convierte un tren de bits de datos de transmisión en una secuencia de símbolos de datos; un circuito generador de señales piloto que genera una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama; un circuito de multiplexación que multiplexa la señal de acondicionamiento y la secuencia de símbolos de datos, y genera un señal en ráfaga de transmisión; y un circuito de conversión digital/analógica que realiza una conversión digital/analógica de la señal en ráfaga de transmisión. La señal de acondicionamiento generada por el circuito generador de señales piloto es insertada en una ráfaga de transmisión como una señal piloto a intervalos de símbolos fijos por el circuito de multiplexación. El aparato transmisor inalámbrico incluye: un circuito receptor que recibe una señal en ráfaga inalámbrica transmitida desde el aparato transmisor inalámbrico; un circuito de conversión analógica/digital que realiza una conversión analógica/digital de la señal en ráfaga recibida; un circuito de recuperación de temporización de símbolos que realiza la sincronización de temporización de símbolos usando la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a conversión analógica/digital; un circuito de detección de trama que detecta una posición de trama a partir de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, y extrae la señal piloto; un circuito de sincronización de trama que realiza la sincronización de trama usando datos relacionados con la posición de trama detectada; un circuito de estimación de frecuencia portadora que realiza una estimación de frecuencia portadora usando la señal piloto extraída por el circuito de detección de

65

trama; un circuito de corrección de frecuencia portadora que realiza la corrección de frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, usando la frecuencia portadora estimada; un circuito de estimación de canal que estima la distorsión de canal basándose en la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, y produce como salida información relacionada con la distorsión de canal; un
 5 circuito de compensación de canal que corrige la distorsión de canal de la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, usando la información relacionada con la distorsión de canal; y un circuito de decisión de símbolo que convierte una secuencia de símbolos de datos de la señal en ráfaga recibida de canal compensado en un tren de bits de datos recibido. El circuito generador de señales piloto incluye: un circuito generador de secuencia de código de sincronización que genera una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama; un
 10 circuito de codificación diferencial que codifica diferencialmente la señal de secuencia de código de sincronización; y un entrelazador que entrelaza la señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente.

Según otra realización de la presente invención, un método de comunicación inalámbrica incluye un método de recepción inalámbrica y un método de transmisión inalámbrica. El método de transmisión inalámbrica incluye: un
 15 proceso de generación de símbolos de convertir un tren de bits de datos de transmisión en una secuencia de símbolos de datos, un proceso de generación de señal de acondicionamiento de generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama; un proceso múltiplex de multiplexar la señal de acondicionamiento y la secuencia de símbolos de datos, y generar una señal en ráfaga de transmisión, y un proceso de conversión
 20 digital/analógica de realizar una conversión digital/analógica de la señal en ráfaga de transmisión. La señal de acondicionamiento generada en el proceso de generación de señal de acondicionamiento es insertada dentro de una ráfaga de transmisión como una señal piloto a intervalos de símbolos fijos en el proceso múltiplex. El método de transmisión inalámbrica incluye: un proceso de recepción de recibir una señal en ráfaga inalámbrica transmitida desde el aparato transmisor inalámbrico; un proceso de conversión analógica/digital de realizar una conversión
 25 analógica/digital de la señal en ráfaga recibida; un proceso de sincronización de temporización de símbolos de realizar la sincronización de temporización de símbolos usando la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a conversión analógica/digital; un proceso de detección de trama de detectar una posición de trama a partir de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, y extraer una señal piloto; un
 30 proceso de sincronización de trama de realizar la sincronización de trama usando datos relacionados con la posición de trama detectada; un proceso de estimación de frecuencia portadora de realizar una estimación de frecuencia portadora usando los datos de señal piloto extraídos en el proceso de detección de trama; un proceso de corrección de frecuencia portadora de realizar la corrección de frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, usando la frecuencia portadora estimada; un proceso de estimación de canal de estimar la distorsión de canal basándose en la señal en ráfaga recibida de frecuencia
 35 corregida, y producir como salida información relacionada con la distorsión de canal; un proceso de compensación de canal de corregir la distorsión de canal de la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, usando la información relacionada con la distorsión de canal; y un proceso de decisión de símbolo de convertir una secuencia de símbolos de datos de la señal en ráfaga recibida de canal compensado en un tren de bits de datos recibido. El proceso de generación de señal de acondicionamiento incluye: un proceso de generación de secuencia de código de sincronización de generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama; un
 40 proceso de codificación diferencial de codificar diferencialmente la señal de secuencia de código de sincronización; y un proceso de entrelazado de entrelazar la señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente.

45 Efectos de la invención

El aparato transmisor inalámbrico y el aparato receptor inalámbrico pueden realizar una configuración de trama mostrada en la figura 17 o 18. Las señales piloto mostradas en la figura 17 o la figura 18 están dispuestas a un
 50 intervalo constante y los datos de sincronización requeridos para recuperación de portadora, recuperación de temporización de símbolos, sincronización de trama, y compensación de distorsión de canal están contenidos como una señal de acondicionamiento común. En comparación de la configuración de trama usada en el aparato transmisor inalámbrico y el aparato receptor inalámbrico convencionales mostrados en la figura 28, no es necesario disponer por separado los datos requeridos para recuperación de portadora, recuperación de temporización de
 55 símbolos, y sincronización de trama en la trama. Por lo tanto, la eficiencia de transmisión (eficiencia de trama) puede aumentarse incluso cuando predomina el tráfico de comunicación de paquetes cortos.

Como la estimación de frecuencia portadora de la invención usa señales piloto, que son una secuencia de señales conocidas, dispuestas a intervalos iguales en una ráfaga, pueden obtenerse prestaciones de sincronización de frecuencia portadora sumamente precisas incluso con una longitud de paquete corta y en las zonas de baja CNR. En
 60 los aparatos transmisores y aparatos receptores inalámbricos convencionales, los datos de secuencia de código están integrados en símbolos adyacentes en la ráfaga. Por lo tanto, como debe detectarse un pico efectuando una comparación de valores de correlación cruzada para una secuencia de señales aleatoria en tanto que desviando la posición de la trama, la longitud de secuencia debe tener un cierto grado de longitud. A diferencia del aparato receptor inalámbrico de la invención, la sincronización de trama se realiza usando la ortogonalidad de una pluralidad
 65 de secuencias de código de sincronización generadas por el circuito generador de señales piloto. Además, se usa una secuencia de código que es codificada diferencialmente en unidades internas de inserción de señal piloto, en

lugar de símbolos adyacentes. Por lo tanto, en la invención, en la gama de solapamiento de señales piloto generado cuando una trama se desvía hacia delante o hacia atrás, los patrones de código se cruzan y los valores de correlación se reducen sensiblemente, logrando una detección de trama sumamente precisa incluso con una secuencia de código de sincronización corta.

5 El aparato receptor inalámbrico de la invención realiza la detección de trama calculando un valor de correlación cruzada para una secuencia de código de sincronización, donde, como la secuencia de código de sincronización es codificada diferencialmente en unidades de intervalo de inserción de señal piloto, el valor de correlación cruzada calculado es la suma de los valores de autocorrelación en cada intervalo de inserción de señal piloto. Usando esto, puede estimarse la cantidad de rotación de fase para un intervalo de inserción de señal piloto, es decir, la separación de frecuencia portadora. Es decir, la sincronización de trama y la corrección de frecuencia portadora pueden realizarse simultáneamente en el mismo proceso de señal.

15 Cuando demodula una señal en ráfaga en la cual está dispuesta una pluralidad de señales piloto, la invención realiza una estimación aproximada determinando una autocorrelación-suma entre señales de símbolos en la misma señal piloto, y luego realiza una estimación precisa determinando la autocorrelación-suma entre símbolos de una pluralidad de señales piloto, haciendo así más precisa la estimación de frecuencia portadora. Además, en una demodulación, se genera una pluralidad de frecuencias candidatas añadiendo/sustrayendo una pluralidad de separaciones de frecuencia al resultado de la estimación precisa, se realizan la estimación de canal y la detección coherente requeridas (compensación de canal) para cada una de esas candidatas en una demodulación de bloque, se realiza una determinación de máximo con respecto a la señal de frecuencia corregida, y se determina una señal óptima, logrando así una corrección de frecuencia portadora más exacta que cuando se usa una sola frecuencia portadora. Las configuraciones de aparatos concebibles en este caso incluyen una que procesa una pluralidad de señales secuencialmente, y una que las procesa simultáneamente proporcionando una pluralidad de aparatos en paralelo.

25 En el aparato transmisor inalámbrico y el aparato receptor inalámbrico de la invención, las señales piloto están dispuestas de manera dispersa en los datos. Por lo tanto, puede efectuarse una estimación de canal sumamente precisa para cada señal piloto, y puede mejorarse el rastreo de fluctuación de canal.

30 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es un diagrama de bloques de una primera realización de un aparato receptor inalámbrico de la invención.

35 La figura 2 es un diagrama de bloques de una segunda realización de la invención.

La figura 3 es un primer diagrama explicativo de un método de decisión de probabilidad máxima que usa posiciones de constelación.

40 La figura 4 es un diagrama de bloques de una cuarta realización de la invención.

La figura 5 es un diagrama de una configuración de ráfaga usada en el aparato receptor inalámbrico de la invención.

45 La figura 6 es un diagrama de bloques de una tercera realización de la invención.

La figura 7 es un diagrama de bloques de una quinta realización de la invención.

50 La figura 8 es un diagrama de bloques de una sexta realización de la invención.

La figura 9 es un diagrama de bloques de una séptima realización de la invención.

La figura 10 es un diagrama de bloques de una octava realización de la invención.

55 La figura 11 es un segundo diagrama explicativo de un método de decisión de probabilidad máxima que usa posiciones de constelación.

La figura 12 es un diagrama explicativo de efectos de las realizaciones cuarta, sexta, séptima y octava.

60 La figura 13 es un diagrama de condiciones de comparación de parámetros en un primer ejemplo de la invención.

La figura 14 es un diagrama (parte 1) de una comparación de prestaciones en el primer ejemplo de la invención.

La figura 15 es un diagrama (parte 2) de una comparación de prestaciones en el primer ejemplo de la invención.

65 La figura 16 es un diagrama de bloques de una novena realización de la invención.

La figura 17 es un primer diagrama de una configuración de trama usada en un aparato transmisor inalámbrico y un aparato receptor inalámbrico de la invención.

5 La figura 18 es un segundo diagrama de una configuración de trama usada en un aparato transmisor inalámbrico y un aparato receptor inalámbrico de la invención.

La figura 19 es un diagrama de bloques de una realización (décima realización) de un circuito generador de señales piloto de un aparato transmisor inalámbrico de la invención.

10 La figura 20 es un ejemplo de generación de señales piloto en un aparato transmisor inalámbrico de la invención.

La figura 21 es un diagrama de bloques de una decimoprimer realización de un aparato transmisor inalámbrico de la invención.

15 La figura 22 es un diagrama de bloques de una realización (decimosegunda realización) de un circuito de detección/sincronización de trama de un aparato receptor inalámbrico de la invención.

20 La figura 23 es un ejemplo de un método de cálculo de datos de posición de trama en un aparato receptor inalámbrico de la invención.

La figura 24 es un diagrama de condiciones de comparación de parámetros en un segundo ejemplo.

25 La figura 25 es un diagrama de prestaciones en un segundo ejemplo.

La figura 26 es un diagrama de bloques de una realización de un aparato transmisor inalámbrico convencional.

La figura 27 es un diagrama de bloques de una realización de un aparato receptor inalámbrico convencional.

30 La figura 28 es un diagrama de una configuración de trama usada en un aparato transmisor inalámbrico convencional y un aparato receptor inalámbrico convencional.

La figura 29 es un diagrama de una realización (decimocuarta realización) de un circuito de estimación de canal en un aparato receptor inalámbrico de la invención.

35 La figura 30 es un diagrama A de un método de estimación de interpolación lineal de canal en un tercer ejemplo.

La figura 31 es un primer diagrama de un método de estimación de interpolación por promediación de canal en un tercer ejemplo.

40 La figura 32 es un segundo diagrama de un método de estimación de interpolación por promediación de canal en un tercer ejemplo.

La figura 33 es un diagrama de condiciones de comparación de parámetros en un tercer ejemplo.

45 La figura 34 es un diagrama de prestaciones en un tercer ejemplo.

La figura 35 es un diagrama de condiciones de parámetros en un cuarto ejemplo.

50 La figura 36 es un primer diagrama de prestaciones en un cuarto ejemplo.

La figura 37 es un segundo diagrama de prestaciones en un cuarto ejemplo.

La figura 38 es un tercer diagrama de prestaciones en un cuarto ejemplo.

55 La figura 39 es un cuarto diagrama de prestaciones en un cuarto ejemplo.

La figura 40 es un quinto diagrama de prestaciones en un cuarto ejemplo.

60 La figura 41 es un sexto diagrama de prestaciones en un cuarto ejemplo.

La figura 42 es un diagrama de bloques de un aparato receptor inalámbrico cuando se usa tecnología de diversidad en un quinto ejemplo.

65 La figura 43 es un diagrama de condiciones del aparato y condiciones de medición en una prueba de un quinto ejemplo.

La figura 44 es un diagrama de prestaciones de errores en paquetes en una prueba de un quinto ejemplo.

Números de referencia

- 5 11. Circuito de detección cuasi-coherente
- 12. Convertidor A/D
- 10 13. Memoria de señales recibidas
- 14. Circuito de recuperación de temporización de símbolos
- 15 15. Filtro de conformación de impulsos
- 16. Circuito de estimación de frecuencia portadora
- 17. Circuito de corrección de frecuencia portadora
- 20 18. Circuito de estimación de canal
- 19. Circuito de detección coherente
- 20. Circuito de demodulación
- 25 21. Circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia
- 22, 30. Circuito de corrección de frecuencia portadora
- 30 23, 32, 41. Circuito de estimación de canal
- 24, 33, 42. Circuito de detección coherente
- 25, 34, 46. Circuito de decisión de probabilidad máxima
- 35 40. Circuito de decisión de probabilidad máxima (correspondiente a una pluralidad de ráfagas recibidas)
- 43, 44. Circuito de demodulación (correspondiente a una pluralidad de ráfagas recibidas)
- 40 45. Circuito de determinación de detección de errores y selección
- 101, 301. Circuito generador de símbolos
- 102. Circuito generador de preámbulo
- 45 103, 303. Circuito de multiplexación
- 104, 304. Circuito de conversión D/A
- 50 201, 401. Circuito de conversión A/D
- 202. Circuito de recuperación de portadora
- 203, 404. Circuito de recuperación de temporización de símbolos
- 55 204. Circuito de estimación de canal
- 205. Circuito de compensación de canal
- 60 206, 502. Circuito de decisión de símbolo
- 207, 405. Circuito de detección de trama
- 208, 407. Circuito de sincronización de trama
- 65 302, 702. Circuito generador de señales piloto

- 402. Circuito de detección cuasi-coherente
- 5 403. Memoria de señales recibidas
- 408. Circuito de interpolación de frecuencias portadoras
- 409. Circuito de corrección de frecuencia portadora
- 10 500. Circuito de estimación de canal
- 501. Circuito de compensación de canal
- 15 601. Circuito generador de secuencia de código de sincronización
- 602. Circuito de codificación diferencial
- 603. Entrelazador
- 20 701. Circuito de extracción de señal piloto
- 703. Circuito de cálculo de autocorrelación-suma
- 801. Circuito de extracción de señal piloto
- 25 802. Circuito generador de señales piloto
- 803. Circuito de estimación de canal de parte de señal piloto
- 30 804. Circuito de estimación de interpolación de canal de parte de datos

Mejores modos de llevar a cabo la invención

35 Las realizaciones de la invención se explicarán con referencia a los dibujos. La figura 1 es un diagrama de bloques de una configuración de ejemplo de una primera realización de un aparato receptor inalámbrico según la invención. Un aparato receptor inalámbrico mostrado en la figura 1 incluye un circuito de detección cuasi-coherente 11, un convertidor A/D 12, una memoria de señales recibidas 13, un circuito de recuperación de temporización de símbolos 14, un filtro de conformación de impulsos 15, un circuito de estimación de frecuencia portadora 16, un circuito de corrección de frecuencia portadora 17, un circuito de estimación de canal 18, un circuito de detección coherente 19, 40 y un circuito de demodulación 20.

45 El circuito de detección cuasi-coherente 11 usa un oscilador local del propio receptor para realizar la detección coherente de cuasi-cuadratura de una señal en ráfaga recibida de entrada. El convertidor A/D 12 convierte una señal de detección analógica (señal de detección cuasi-coherente) S 11 producida como salida desde el circuito de detección cuasi-coherente 11 en una señal digital cuantificada digitalmente S12. La memoria de señales recibidas 13 almacena en bloques todas las señales recibidas S12 producidas como salida desde la película aislante divisora de elementos 12 en cada ráfaga recibida.

50 El circuito de recuperación de temporización de símbolos 14 extrae y reproduce temporizaciones de símbolos de los datos de señal recibidos de algunos o todos los símbolos contenidos en una señal en ráfaga recibida S13 almacenada en la memoria de señales recibidas 13, y sincroniza las temporizaciones de símbolos. Las señales en ráfaga recibidas S13 almacenadas en la memoria de señales recibidas 13 son introducidas en el circuito de recuperación de temporización de símbolos 14, sus constelaciones de decisión de símbolo se determinan usando algunas o todas las señales en ráfaga recibidas S13, y se producen como salida como la señal en ráfaga recibida de 55 temporización sincronizada de símbolos S14.

60 En la señal en ráfaga recibida S14 cuya temporización de símbolos es sincronizada por el circuito de recuperación de temporización de símbolos 14, el filtro de conformación de impulsos 15 realiza procesos de eliminación de interferencia entre símbolos y extracción de datos de símbolos recibidos deseados. La señal en ráfaga recibida S14 cuya temporización de símbolos se sincroniza se introduce en el filtro de conformación de impulsos 15, se elimina la interferencia entre símbolos adyacentes, y se produce como salida una señal en ráfaga recibida S15 que es filtrada por conformación de impulsos en unidades de símbolos.

65 El circuito de estimación de frecuencia portadora 16 estima la frecuencia portadora de una señal recibida basándose en los datos de señales recibidas de algunos o todos los símbolos contenidos en la señal en ráfaga recibida filtrada por conformación de impulsos S15 producida como salida desde el filtro de conformación de impulsos 15. En esta

realización, cuando se estima la frecuencia portadora de una señal en ráfaga recibida, el circuito de estimación de frecuencia portadora 16 estima la frecuencia portadora realizando un proceso de dos fases de efectuar una estimación aproximada usando una autocorrelación-suma (función de autocorrelación) entre señales de símbolos de la misma señal piloto, y luego efectuar una estimación precisa usando una autocorrelación-suma entre señales de símbolos de la pluralidad de señales piloto (por ejemplo, entre señales piloto adyacentes antes y después de ella).

Tal como se muestra, por ejemplo, en la figura 5, la ráfaga recibida usada en esta realización incluye una pluralidad de señales piloto dispuestas en una ráfaga de datos. Es decir, la señal en ráfaga está constituida por un dato dividido por una pluralidad de señales piloto predeterminadas (conocidas previamente). Tal como se muestra en la figura 5, si una señal piloto que incluye una secuencia de señales conocidas previamente está dispuesta a intervalos predeterminados tales como intervalos fijos (iguales) en la ráfaga de datos, cuando se procesan los bloques de la señales recibidas, la sincronización de ráfagas tal como la sincronización de temporización de símbolos, la estimación de frecuencia portadora y la estimación de canal pueden realizarse fácilmente y con precisión usando la pluralidad de señales piloto dispuestas a intervalos iguales.

El proceso de estimación de dos fases del circuito de estimación de frecuencia portadora 16 puede realizarse de la siguiente manera. En una ráfaga recibida tal como la mostrada en la figura 5, el símbolo j de la señal piloto (porción de señal piloto) número i se considera P_{ij} ($i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n$). Se determina una estimación aproximada a partir de la autocorrelación-suma de símbolos de la misma porción de señal piloto, es decir, símbolos que tienen j en común. Se determina una estimación precisa a partir de la autocorrelación-suma de símbolos en posiciones correspondientes en una pluralidad de ondas piloto diferentes, es decir, símbolos que tienen $[[j]]$ i en común. La frecuencia portadora se estima aproximadamente usando la autocorrelación-suma de señales de símbolos en la misma señal piloto. Aunque la precisión de la estimación de frecuencia es escasa, el deslizamiento de frecuencia es improbable debido al amplio intervalo de estimación de frecuencia. La frecuencia portadora se estima con precisión usando la autocorrelación-suma de señales de símbolos en una pluralidad de señales piloto. Aunque el deslizamiento de frecuencia es probable debido al estrecho intervalo de estimación de frecuencia, la precisión de estimación de frecuencia es, en cambio, elevada. Combinando ambas, es posible estimar la frecuencia portadora a lo largo de un amplio intervalo de estimación de frecuencia y con gran precisión.

El circuito de corrección de frecuencia portadora 17 usa una frecuencia portadora estimada S16 estimada por el circuito de estimación de frecuencia portadora 16 para corregir la frecuencia de la señal en ráfaga recibida producida como salida desde el filtro de conformación de impulsos 15. La señal en ráfaga recibida filtrada por conformación de impulsos S 15 se introduce en el circuito de corrección de frecuencia portadora 17, su frecuencia portadora se corrige usando la frecuencia portadora estimada S 16 para realizar multiplicación compleja o inversión de fase, y se produce como salida una pluralidad de señales en ráfaga recibidas S17 que tienen frecuencias portadoras corregidas.

A partir de los datos de señales recibidas de algunos o todos los símbolos contenidos en el circuito de corrección de frecuencia portadora 17 producidos como salida desde el circuito de corrección de frecuencia portadora 17, el circuito de estimación de canal 18 estima la distorsión de canal tal como la rotación y la amplitud de fase en unidades de símbolos, y produce como salida una señal de distorsión de canal S18. El circuito de detección coherente (medio de compensación de canal) 19 usa datos de canal estimados por el circuito de estimación de canal 18 para realizar la detección coherente en cuadratura con respecto a las señales en ráfaga recibidas S17 producidas como salida desde el circuito de corrección de frecuencia portadora 17. El circuito de demodulación 20 demodula la señal en ráfaga recibida usando una señal en ráfaga recibida (señal de detección coherente) S 19 que ha sido sometida a detección coherente en cuadratura producida como salida desde el circuito de detección coherente 19.

Tal como se describió anteriormente, el aparato receptor inalámbrico mostrado en la figura 1 almacena en bloques una señal en ráfaga recibida usando la memoria de señales recibidas 13, y usa la señal almacenada para realizar la recuperación de temporización de símbolos, la estimación de frecuencia portadora, la estimación de canal y similares. La estimación de frecuencia portadora puede efectuarse de manera particularmente eficiente y precisa realizando procesos de estimación en dos fases usando la autocorrelación-suma de símbolos piloto.

A continuación, se explicará una segunda realización de la invención con referencia a la figura 2. Las partes que corresponden a las de la figura 1 y las figuras 4, 6, 7, 8, 9 y 10 descritas más adelante se indican por los mismos números de referencia. En la realización de la figura 2, a la primera realización de la figura 1 se añade un circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia 21.

En la figura 2, se introduce una señal recibida S10 en el circuito de detección cuasi-coherente 11, y se produce como salida como una señal de detección cuasi-coherente S11. La señal de detección cuasi-coherente S 11 se introduce en el convertidor A/D 1, y se produce como salida como una señal recibida cuantificada digitalmente S 12. La señal recibida cuantificada digitalmente S 12 se almacena durante toda la ráfaga recibida en la memoria de señales recibidas 13. La señal en ráfaga recibida S13 almacenada en la memoria de señales recibidas 13 se lee cuando es apropiado para la sincronización y la demodulación.

La señal en ráfaga recibida S13 almacenada en la memoria de señales recibidas 13 se introduce en el circuito de

recuperación de temporización de símbolos 14, se determina la constelación de decisión de símbolo usando algunas o todas las señales en ráfaga recibidas S13, y se produce como salida como una señal en ráfaga recibida de temporización sincronizada de símbolos S14. La señal en ráfaga recibida de temporización sincronizada de símbolos S14 se introduce en el filtro de conformación de impulsos 15, se elimina la interferencia entre símbolos adyacentes, y se produce como salida una señal en ráfaga recibida S 15 en las unidades de símbolos filtradas por conformación de impulsos.

La señal en ráfaga recibida filtrada por conformación de impulsos S 15 se introduce en el circuito de estimación de frecuencia portadora 16, se realizan estimaciones aproximada y precisa de la frecuencia portadora usando algunas o todas las señales de la señal en ráfaga recibida S 15, y se produce como salida una frecuencia portadora estimada S16. La frecuencia portadora estimada S16 se introduce en el circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia 21, el cual añade o sustrae una separación de frecuencia específica calculada en consideración al efecto de los deslizamientos de frecuencia y similares causados cuando se estima la frecuencia portadora y, como resultado, se produce como salida una pluralidad de frecuencias portadoras estimadas S21 a las que se ha añadido la frecuencia portadora estimada.

La señal en ráfaga recibida filtrada con conformación de impulsos S15 también se introduce en un circuito de corrección de frecuencia portadora 22, donde se realiza la corrección de frecuencia portadora mediante multiplicación compleja o rotación de fase usando la pluralidad de frecuencias portadoras estimadas S21, y se produce como salida una pluralidad de señales en ráfaga recibidas S22, cuyas frecuencias portadoras han sido corregidas de acuerdo con cada una de la pluralidad de frecuencias portadoras estimadas S21.

En la primera realización del aparato receptor inalámbrico según la invención descrito con referencia a la figura 1, cuando se han efectuado estimaciones aproximada y precisa de la frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida, la gama de enganche es $\pm f_s / (2N_{pd})$ (f_s : velocidad de modulación (símbolos por segundo), N_{pd} : intervalo de inserción de (símbolo) de señal piloto). El ciclo de inserción de señal piloto T_p en este momento es N_{pd} / f_s (segundos). Cuanto mayor es el intervalo de inserción de señal piloto N_{pd} , es decir, el ciclo de inserción de señal piloto T_p es en este momento, menor es la gama de enganche de la estimación de frecuencia portadora. A medida que aumenta la divergencia de la gama de enganche de estimación aproximada con respecto a la gama de enganche de estimación precisa, es más probable que se produzca deslizamiento de frecuencia. Como resultado, aumenta la tasa de fallo de detección de la frecuencia portadora, y se deteriora la tasa de errores de transmisión inalámbrica.

En la segunda realización de la invención mostrada en la figura 2, el circuito de corrección de frecuencia portadora 22 usa, como valor estimado preciso Δf de la separación de frecuencia portadora, una pluralidad de frecuencias candidatas estimadas $\{\Delta f \pm u \cdot f_s / N_{pd} (u = 1, 2, 3, \dots)\}$ en consideración a los deslizamientos de frecuencia producidos como salida desde el circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia 21, al realizar la corrección de frecuencia portadora. Es decir, en el circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia 21, la pluralidad de valores de separación de frecuencia añadidos/sustraídos al/del valor estimado preciso estimado por el circuito de estimación de frecuencia portadora 16 son múltiplos enteros del ciclo de inserción de señal piloto en la señal en ráfaga recibida. Con esta configuración, aunque se produzca deslizamiento de frecuencia, existe una elevada posibilidad de que la pluralidad de frecuencias candidatas estimadas contenga una frecuencia portadora estimada adecuada.

La pluralidad señales en ráfaga recibidas de frecuencia portadora corregida S22 se introducen en un circuito de estimación de canal 23, el cual estima la distorsión de canal usando algunas o todas de la pluralidad de señales en ráfaga recibidas S22, y produce como salida una señal de distorsión de canal S23. La pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia portadora corregida S22 se introducen en un circuito de detección coherente 24, el cual corrige la distorsión de canal en unidades de símbolos de cada señal usando el circuito de estimación de canal 23, y produce como salida señales en ráfaga recibidas S24 que han sido sometidas a detección coherente en cuadratura.

La pluralidad de señales en ráfaga recibidas S24 que han sido sometidas a detección coherente en cuadratura se introducen en un circuito de decisión de probabilidad máxima 25, el cual realiza una estimación de determinación de máximo de una ráfaga más apropiada, de entre la pluralidad de señales en ráfaga recibidas que han sido sometidas a detección coherente en cuadratura usando diferentes frecuencias portadoras estimadas, y produce como salida la señal en ráfaga recibida más apropiada S25. La señal en ráfaga recibida más apropiada S25 sometida a detección coherente en cuadratura que es seleccionada mediante determinación de máximo se introduce en el circuito de demodulación 20, donde se extrae y demodula una señal de datos en ráfaga recibida deseada.

Mientras que la primera realización del aparato receptor inalámbrico de la invención mostrada en la figura 1 realiza corrección de frecuencia portadora, estimación de canal y detección coherente en una sola frecuencia portadora estimada, la segunda realización de la invención mostrada en la figura 2 se diferencia en que el circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia 21 añade/sustraer la separación de frecuencia a/de la frecuencia portadora estimada S16 producida como salida desde el circuito de estimación de frecuencia portadora 16, produce como salida una pluralidad de frecuencia portadoras estimadas S21, y realiza simultáneamente la corrección de frecuencia portadora, estimación de canal, y detección coherente en paralelo y, por último, el circuito de decisión de

probabilidad máxima 25 selecciona una ráfaga recibida más apropiada.

5 Se explicará, con referencia a la figura 3, un método de decisión de probabilidad máxima que usa la posición de constelación en el circuito de decisión de probabilidad máxima 25. Este ejemplo usa modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK). Cuando la corrección de frecuencia se realiza usando una frecuencia portadora
 10 estimada inapropiada, las fases de la constelación están desbloqueadas y la disposición de la constelación se vuelve aleatoria, tal como se muestra en la izquierda de la figura 3. Por otra parte, cuando la corrección de frecuencia se realiza usando una frecuencia portadora estimada apropiada, las fases de la constelación están bloqueadas tal como se muestra en la derecha de la figura 3, y se distribuyen cerca de una posición de constelación QPSK ideal. Es decir, se calcula la suma de las distancias desde cada constelación en la porción de carga útil que ha sido sometida a detección coherente en cuadratura hasta la posición de constelación ideal QPSK más cercana, y se selecciona la frecuencia portadora candidata que obtiene la suma de distancias más corta. Es posible usar no sólo la determinación de distancia en un sistema de coordenadas en cuadratura tal como la distancia euclidiana y la distancia Manhattan, sino también la suma de la diferencia de fase con una posición de constelación ideal en un sistema de coordenadas polares.

20 En la configuración de la figura 2, para seleccionar una frecuencia portadora estimada apropiada de la pluralidad de frecuencias portadoras candidatas estimadas como se describió anteriormente, se usa el circuito de decisión de probabilidad máxima 25 después del circuito de detección coherente 24. Cuando la frecuencia portadora es corregida usando una frecuencia portadora estimada inapropiada, la disposición de la constelación después de la detección coherente se vuelve aleatoria. Usando esta característica al configurar el circuito de decisión de probabilidad máxima 25, se vuelve posible seleccionar una frecuencia portadora estimada apropiada.

25 A continuación, se explicará una tercera realización del aparato receptor inalámbrico de la invención con referencia a la figura 6. Las partes que corresponden a las de la figura 2 se indican por los mismos números de referencia. Aunque la tercera realización mostrada en la figura 6 realiza procesos que son exactamente equivalentes a la realización mostrada en la figura 2, los procesos paralelos de corrección de frecuencia portadora, estimación de canal y detección coherente se escriben por separado. Los circuitos de corrección de frecuencia portadora 22a, 22b, 22c, ... de la figura 6 corresponden al circuito de corrección de frecuencia portadora 22 de la figura 2, los circuitos de estimación de canal 23a, 23b, 23c, ... de la figura 6 corresponden al circuito de estimación de canal 23 de la figura 2, y los circuitos de detección coherente 24a, 24b, 24c, ... de la figura 6 corresponden al circuito de detección coherente 24 de la figura 2. En la figura 6, las frecuencias portadoras estimadas S21a, S21b, S21c, ..., y S21x, una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia portadora corregida S22a, S22b, S22c, ..., S21x, señales de distorsión de canal S23a, S23b, S23c, ..., y las señales en ráfaga recibidas S24a, S24b, S24c, ..., S24x corresponden respectivamente a las frecuencias portadoras estimadas S21, las señales en ráfaga recibidas S22, la señal de distorsión de canal S23, y la señal en ráfaga recibida S24 de la figura 2.

40 En la configuración de un circuito real, el mismo circuito puede usarse repetidamente en la división de tiempo como en la segunda realización de la figura 2, o los circuitos pueden estar dispuestos en paralelo como en la tercera realización de la figura 6.

45 A continuación, la figura 4 es una cuarta realización del aparato receptor inalámbrico de la invención. Las partes que corresponden a las de las figuras 1, 2, 6, 7, 8, 9 y 10 descritas más adelante se indican por los mismos números de referencia. En la figura 4, la señal recibida S10 se introduce en el circuito de detección cuasi-coherente 11 y se produce como salida como una señal de detección cuasi-coherente S11. La señal de detección cuasi-coherente S11 se introduce en el convertidor A/D 12, y se produce como salida como una señal recibida cuantificada digitalmente S12.

50 Las señales recibidas cuantificadas digitalmente S12 a lo largo de toda la ráfaga recibida son almacenadas en la memoria de señales recibidas 13. Una señal en ráfaga recibida S13 almacenada en la memoria de señales recibidas 13 se interpreta como apropiada para realizar la sincronización y la demodulación. Una señal en ráfaga recibida S13 almacenada en la memoria de señales recibidas 13 se introduce en el circuito de recuperación de temporización de símbolos 14, se determina una constelación de decisión de símbolo usando algunas o todas las señales de las señales en ráfaga recibidas S13, y se produce como salida como una señal en ráfaga recibida de temporización sincronizada de símbolos S14. La señal en ráfaga recibida de temporización sincronizada de símbolos S14 se introduce en un primer filtro de conformación de impulsos 15 (como esta realización usa dos filtros de conformación de impulsos, se distinguen como primer y segundo filtros de conformación de impulsos), se elimina la interferencia entre símbolos adyacentes, y se produce como salida una señal en ráfaga recibida S15 que es filtrada por conformación de impulsos en unidades de símbolos.

60 La primera señal en ráfaga recibida filtrada por conformación de impulsos S 15 se introduce en el circuito de estimación de frecuencia portadora 16, se realizan estimaciones aproximada y precisa de la frecuencia portadora usando algunas o todas las señales de la señal en ráfaga recibida S15, y se produce como salida una frecuencia portadora estimada S16. La frecuencia portadora estimada S16 se introduce en el circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia 21, el cual añade o sustrae una separación de frecuencia específica calculada en consideración al efecto de los deslizamientos de frecuencia y similares causados cuando se estima la frecuencia

portadora y, como resultado, se produce como salida una pluralidad de frecuencias portadoras estimadas S21 a las que se ha añadido la frecuencia portadora estimada.

5 La señal en ráfaga recibida filtrada con conformación de impulsos S15 también se introduce en un circuito de corrección de frecuencia portadora 22, donde se realiza la corrección de frecuencia portadora mediante multiplicación compleja o rotación de fase usando la pluralidad de frecuencias portadoras estimadas S21, y se produce como salida una pluralidad de señales en ráfaga recibidas S22, cuyas frecuencias portadoras han sido corregidas de acuerdo con cada una de la pluralidad de frecuencias portadoras estimadas S21.

10 La señal en ráfaga recibida filtrada de temporización sincronizada de símbolos S 14 se introduce en un circuito de corrección de frecuencia portadora 30, el cual realiza la corrección de frecuencia portadora mediante multiplicación compleja o rotación de fase usando la pluralidad de frecuencias portadoras estimadas S21, y produce como salida una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia portadora corregida S30. Las señales en ráfaga recibidas de frecuencia portadora corregida S30 se introducen en un segundo filtro de conformación de impulsos 35
15 que elimina la interferencia entre símbolos adyacentes, y produce como salida una señal en ráfaga recibida filtrada por conformación de impulsos S31.

La segunda señal en ráfaga recibida filtrada por conformación de impulsos S31 se introduce en un circuito de estimación de canal 32 que estima la distorsión de canal usando algunas o todas de la pluralidad de señales en
20 ráfaga recibidas filtradas por conformación de impulsos S31, y produce como salida una señal de distorsión de canal S32. Una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia de canal corregida S31 se introducen en un circuito de detección coherente 33 que realiza la detección coherente en unidades de símbolos usando la señal de distorsión de canal S32, y produce como salida una señal en ráfaga recibida S33 que ha sido sometida a detección coherente en cuadratura.

25 La pluralidad de señales en ráfaga recibidas S33 que han sido sometidas a detección coherente en cuadratura se introducen en un circuito de decisión de probabilidad máxima 34 que realiza una estimación de determinación de máximo de una ráfaga más apropiada de entre la pluralidad de señales en ráfaga recibidas que han sido sometidas a detección coherente en cuadratura usando diferentes frecuencias portadoras estimadas, y produce como salida la
30 señal en ráfaga recibida más apropiada S34. La señal en ráfaga recibida más apropiada S34 que ha sido sometida a detección coherente en cuadratura y seleccionada mediante determinación de máximo se introduce en el circuito de demodulación 20, donde se extrae y demodula una señal de datos en ráfaga recibida deseada.

La cuarta realización de la invención mostrada en la figura 4 es en gran parte idéntica a la segunda realización del
35 aparato receptor inalámbrico mostrado en la figura 2. Una constelación de diferencia es que, mientras que en la segunda realización, el circuito de corrección de frecuencia portadora 22 corrige la frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida S 15 después de que pase por el filtro de conformación de impulsos 15, en la cuarta realización, el circuito de corrección de frecuencia portadora 30 corrige la frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida S14 antes de que pase por el primer filtro de conformación de impulsos 15, y la señal en ráfaga recibida S 14 pasa
40 posteriormente por el segundo filtro de conformación de impulsos 31.

El filtro de conformación de impulsos 15 es un filtro paso banda que afecta a la extracción de la señal deseada. Cuando la separación de frecuencia portadora entre el transmisor y el receptor no puede ignorarse en comparación
45 con la banda de paso de este filtro paso banda (es decir, cuando la separación de frecuencia portadora Δf estimada por el circuito de estimación de frecuencia portadora 16 es grande), la potencia de la señal deseada después del filtro de conformación de impulsos 15 se cancela por la limitación de banda. Por otra parte, en la cuarta realización de la figura 4, la frecuencia portadora de la señal S14 es corregida antes de que pase por el primer filtro de conformación de impulsos 15, y luego pasa por el segundo filtro de conformación de impulsos 31. Con esta configuración, aunque exista una gran separación de frecuencia portadora entre el transmisor y el receptor, puede
50 evitarse el problema de cancelación de la potencia de la señal deseada de la señal en ráfaga recibida.

El circuito de corrección de frecuencia portadora 30, el filtro de conformación de impulsos 31, la señal de distorsión de canal S32, el circuito de detección coherente 33, y el circuito de decisión de probabilidad máxima 34 de la figura 4 corresponden respectivamente al circuito de corrección de frecuencia portadora 22, el filtro de conformación de
55 impulsos 15, el circuito de estimación de canal 23, el circuito de detección coherente 24, y el circuito de decisión de probabilidad máxima 25 de la figura 2.

A continuación, se explicará una quinta realización del aparato receptor inalámbrico de la invención con referencia a la figura 7. Las partes que corresponden a las de la figura 4 se indican por los mismos números de referencia.
60 Aunque esta realización ejecuta procesos que son exactamente equivalentes a los de la cuarta realización de la figura 4, los procesos paralelos de corrección de frecuencia portadora, estimación de canal, y detección coherente se escriben por separado. En la configuración de un circuito real, el mismo circuito puede usarse repetidamente como en la cuarta realización de la figura 4, o los circuitos pueden estar dispuestos en paralelo como en la quinta realización de la figura 7.

65 Los circuitos de corrección de frecuencia portadora 30a, 30b, 30c, ... de la figura 7 corresponden al circuito de

corrección de frecuencia portadora 30 de la figura 4, los filtros de conformación de impulsos 31a, 31b, 31c, ... de la figura 7 corresponden al filtro de conformación de impulsos 31 de la figura 4, los circuitos de estimación de canal 32a, 32b, 32c ... de la figura 7 corresponden al circuito de estimación de canal de la figura 4, y los circuitos de detección coherente 33a, 33b, 33c, ... de la figura 7 corresponden al circuito de detección coherente 33 de la figura 4. Las frecuencias portadoras estimadas S21a, S21b, S21c, ..., y S21x, una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia portadora corregida S30a, S30b, S30c, ..., las señales en ráfaga recibidas 31a, 31b, 31c, ..., las señales de distorsión de canal S32a, S32b, S32c, ..., y las señales en ráfaga recibidas S33a, S33b, S33c, ..., S33x de la figura 7 corresponden respectivamente a las frecuencias portadoras estimadas S21, la señal en ráfaga recibida de frecuencia portadora corregida S30, la señal en ráfaga recibida filtrada por conformación de impulsos S31, la señal de distorsión de canal S32, y la señal en ráfaga recibida S33 de la figura 4.

Como se describió anteriormente, usando el aparato receptor inalámbrico de la invención, la frecuencia portadora puede estimarse y corregirse con gran precisión. Incluso en una zona donde la longitud de la ráfaga inalámbrica sea corta y la relación de potencia de señal/ruido sea pequeña, pueden obtenerse superiores características de tasa de errores de transmisión inalámbrica.

Según la invención, cuando se recibe una ráfaga inalámbrica cuyas señales piloto están dispuestas a intervalos iguales (intervalos fijos) y se realiza la estimación de frecuencia portadora, es posible suprimir la tasa de fallo de detección de frecuencia portadora causada por deslizamientos de frecuencia, y se aumenta la precisión de estimación de frecuencia portadora. Aumentando la precisión de estimación de frecuencia portadora, puede suprimirse el deterioro en la tasa de errores en los bits de la transmisión inalámbrica incluso en las zonas de baja CNR, y puede aumentarse la distancia de transmisión inalámbrica. Incluso cuando se usa un paquete corto, pueden lograrse prestaciones superiores sin deterioro en la tasa de errores en los bits de la transmisión inalámbrica.

A continuación, se explicará una sexta realización de la invención con referencia a la figura 8. Las partes que corresponden a las de las figuras 1, 2, 4, 6 y 7, y las figuras 9 y 10 descritas más adelante, se indican por los mismos números de referencia. En la sexta realización de la figura 8, la posición de un circuito de decisión de probabilidad máxima difiere en comparación con la de la cuarta realización de la figura 4.

En la figura 8, las partes desde la entrada de una señal recibida S10 hasta la salida de una señal en ráfaga recibida filtrada por conformación de impulsos S31 son idénticas a la cuarta realización mostrada en la figura 4.

La segunda señal en ráfaga recibida filtrada por conformación de impulsos S31 se introduce en un circuito de decisión de probabilidad máxima 40, el cual realiza una estimación de determinación de máximo de la pluralidad de señales de frecuencia portadora corregida, y produce como salida una señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida 540. La señal en ráfaga recibida de frecuencia portadora corregida S40 que ha sido reducida a una se introduce en un circuito de estimación de canal 41, el cual estima la distorsión de canal usando algunas o todas las señales de la señal en ráfaga recibida de frecuencia portadora corregida S40, y produce como salida una señal de distorsión de canal S41. La señal en ráfaga recibida de frecuencia portadora corregida S40 se introduce en un circuito de detección coherente 42, el cual corrige la distorsión de canal en unidades de símbolos usando la señal de distorsión de canal S41, y produce como salida una señal en ráfaga recibida S42 que ha sido sometida a detección coherente en cuadratura. La única señal en ráfaga recibida S42 que ha sido sometida a detección coherente en cuadratura se introduce en un circuito de demodulación 43, donde se extrae y demodula una señal de datos en ráfaga recibida deseada.

La sexta realización de la invención mostrada en la figura 8 es en gran parte idéntica a la cuarta realización mostrada en la figura 4. Una constelación de diferencia es que, aunque en la cuarta realización mostrada en la figura 4, la decisión de probabilidad máxima se efectúa después de realizar la estimación de canal y la detección coherente en cuadratura en una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida S31, en la sexta realización mostrada en la figura 8, la decisión de probabilidad máxima se efectúa usando la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida S31, y se selecciona una señal en ráfaga recibida apropiada antes de realizar la estimación de canal y la detección coherente en cuadratura.

Un método de decisión de probabilidad máxima que usa posiciones de constelación en el circuito de decisión de probabilidad máxima 40 se explicará con referencia a la figura 11. Este ejemplo usa modulación QPSK. Tal como se muestra en la izquierda de la figura 11, cuando se realiza la corrección de frecuencia usando una frecuencia portadora estimada inapropiada, las posiciones de constelación después de cuatro multiplicaciones no se bloquean y la disposición de la constelación se vuelve aleatoria. Por otra parte, cuando la corrección de frecuencia se realiza usando una frecuencia portadora estimada apropiada, tal como se muestra en la derecha de la figura 11, las posiciones de constelación después de cuatro multiplicaciones se bloquean, y se distribuyen alrededor de una posición de constelación. Sólo necesitamos calcular la dispersión de las posiciones de constelación después de cuatro multiplicaciones, y seleccionar la frecuencia portadora candidata que obtiene la menor dispersión. Este método no está limitado a la dispersión en un sistema de coordenadas en cuadratura, siendo posible usar la dispersión de la componente de fase en un sistema de coordenadas polares, y un índice en lugar de la dispersión.

Como la sexta realización de la invención mostrada en la figura 8 realiza la decisión de probabilidad máxima usando

los datos de señal en ráfaga recibida antes de la detección coherente, sus prestaciones de transmisión son inferiores a los de la cuarta realización mostrada en la figura 4. Por otra parte, como las estimaciones de canal y las detecciones coherentes en cuadratura no tienen que realizarse para una pluralidad de ráfagas recibidas, el tamaño del circuito puede reducirse. Por lo tanto, es eficaz a la hora de simplificar el aparato cuando la fluctuación de canal dentro de la ráfaga no se considera particularmente grande. La sexta realización también es eficaz a la hora de simplificar el aparato cuando la ráfaga es larga, o en un entorno en el que puede asegurarse suficiente CNR, ya que los efectos de la compensación de canal pueden considerarse mínimos.

A continuación, se explicará una séptima realización de la invención con referencia a la figura 9. Las partes que corresponden a las de las figuras 1, 2, 4, 6, 7, 8, y la figura 10 descrita más adelante, se indican por los mismos números de referencia. La séptima realización mostrada en la figura 9 se diferencia de la cuarta realización mostrada en la figura 4 en que realiza la selección de determinación usando detección de errores en lugar de decisión de probabilidad máxima.

En la figura 9, las partes desde la introducción de una señal recibida S 10 hasta la salida de una pluralidad de señales en ráfaga recibidas S33 que han sido sometidas a detección coherente en cuadratura son idénticas a las de la cuarta realización mostrada en la figura 4.

Cada una de la pluralidad de señales en ráfaga recibidas S33 que han sido sometidas a detección coherente en cuadratura se introduce en un circuito de demodulación 44, el cual las demodula en una pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas S44. La pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas S44 se introducen en un circuito de determinación de detección de errores y selección 45, el cual selecciona y extrae una señal de datos en ráfaga recibida deseada para la cual no se detecta error S45. Aunque en la figura 9, un circuito de corrección de frecuencia portadora 30, un circuito de estimación de canal 32, y un circuito de detección coherente 33 tienen cada uno una configuración, estas configuraciones pueden estar dispuestas en paralelo tal como se muestra en las figuras 6 y 7 (donde los números de referencia son diferentes).

La séptima realización de la invención mostrada en la figura 9 es en gran parte idéntica a la cuarta realización mostrada en la figura 4. Una constelación de diferencia es que, mientras que en la cuarta realización mostrada en la figura 4, sólo se realiza una demodulación para una señal en ráfaga recibida seleccionada después de la decisión de probabilidad máxima, en la séptima realización mostrada en la figura 9, se realiza una demodulación para todas las señales en ráfaga recibidas S33, se realiza detección de errores para la pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas S44, y luego se selecciona una señal de datos en ráfaga recibida deseada. La comprobación de redundancia cíclica (CRC) y similares es un ejemplo representativo de un método de detección de errores que usa los datos recibidos.

Las prestaciones de transmisión de la séptima realización de la invención se explicarán cualitativamente con referencia a la figura 12. En comparación con las prestaciones de transmisión de la cuarta realización mostradas en la figura 4, la séptima realización mostrada en la figura 9 tiene excelentes prestaciones de transmisión en las zonas de baja CNR. Aquí se supone que se aplican códigos de corrección de errores en la transmisión de datos. Se aumenta la precisión de detección de errores implementando demodulación y decodificación de corrección de errores de todas las ráfagas recibidas. Por lo tanto, en comparación con la cuarta realización que no incluye corrección de errores, se aumentan las prestaciones de transmisión en las zonas de baja CNR. Por otra parte, la figura 12 muestra características de errores irreducibles en la tasa de errores en paquetes = Pe_f . Aquí, como una señal de datos en ráfaga recibida procedente de una ráfaga recibida que fue corregida a una frecuencia portadora inapropiada tiene un tren de bits aleatorio, a pesar de ser una ráfaga errónea, los errores a veces no son detectados (aunque la tasa sea extremadamente baja). Generalmente, la detección de errores puede suprimirse aumentando la longitud de bits de CRC, etcétera. Alternativamente, usando una octava realización descrita más adelante, puede suprimirse la tasa de errores en paquetes en las zonas de elevada CNR.

A continuación, se explicará una octava realización de la invención con referencia a la figura 10. Las partes que corresponden a las de las figuras 1, 2, 4, 6, 7, 8 y 9 se indican por los mismos números de referencia. La octava realización mostrada en la figura 10 se diferencia de la séptima realización mostrada en la figura 9 en que además se realiza una decisión de probabilidad máxima.

En la figura 10, las partes desde la introducción de una señal recibida S 10 hasta la salida de una pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas S44 que han sido sometidas a detección coherente en cuadratura son idénticas a las de la séptima realización mostrada en la figura 9.

La pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas demoduladas S44 se introducen en un circuito de determinación de detección de errores y selección 45, el cual selecciona y extrae una señal de datos en ráfaga recibida deseada S45 para la cual no se detecta ningún error. Cuando, debido a una corrección de frecuencia portadora inapropiada, no se detecta un error a pesar de ser una ráfaga errónea, se produce como salida una pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas S45. Por cierto, aunque en la figura 10 un circuito de corrección de frecuencia portadora 30, un circuito de estimación de canal 32, y un circuito de detección coherente 33 tienen cada uno una configuración, estas configuraciones pueden estar dispuestas en paralelo tal como se muestra en las

figuras 6 y 7 (donde los números de referencia son diferentes).

5 Se introduce una o una pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas S45 en un circuito de decisión de probabilidad máxima de posición de constelación 46. Cuando se introduce una señal, se produce como salida directamente como la señal de datos en ráfaga recibida S46. Cuando se introduce una pluralidad de señales, se realiza un proceso similar al del circuito de decisión de probabilidad máxima 34 de la cuarta realización para seleccionar una señal de datos en ráfaga recibida apropiada S46, la cual se produce luego como salida.

10 Las prestaciones de transmisión de la octava realización de la invención se explicarán cualitativamente con referencia a la figura 12. En comparación con las prestaciones de transmisión de la cuarta y la séptima realizaciones de la invención, puede verse que la octava realización tiene excelentes prestaciones de transmisión tanto en las zonas de baja como de alta CNR. Aunque la tasa de fallo de detección en la detección de errores puede suprimirse aumentando la longitud de bits de detección de errores, etcétera, como el bit de detección de errores es un dato redundante que genera sobrecarga en la transmisión de datos, reduce el caudal en la comunicación de paquetes cortos. Usando la octava realización mostrada en la figura 10, puede suprimirse la longitud de bits de detección en tanto que aumentando las prestaciones de transmisión.

20 La estimación de frecuencia portadora en el aparato receptor inalámbrico de la invención está caracterizada porque, particularmente cuando se usan señales piloto dispersadas a intervalos iguales en una ráfaga inalámbrica, al estimar una frecuencia usando una autocorrelación-suma entre las ondas piloto anterior y posterior, la gama de enganche de frecuencia puede ampliarse equivalentemente.

25 Las realizaciones de la invención no están limitadas a las descritas anteriormente; por ejemplo, los bloques de cada realización pueden combinarse con otros bloques o dividirse nuevamente. Además, aunque en las realizaciones descritas anteriormente una pluralidad de señales de frecuencia portadora corregida son procesadas posteriormente en división de tiempo por aparatos o aparatos paralelos, una de la estimación de frecuencia portadora y la detección coherente puede ser dividida en el tiempo y la otra puede configurarse en paralelo. En este caso, la pluralidad de señales se procesan mientras que se pondera cada uno de los procesos y similares, o se añaden medios de almacenamiento y similares donde sea apropiado para almacenar temporalmente las señales.

30 Ejemplo 1

35 Un ejemplo que usa la primera y la segunda realizaciones de la invención mostradas en las figuras 1 y 2 se explicará con referencia a las figuras 13 a 15. La distribución de probabilidad acumulativa del error de estimación de frecuencia portadora residual y de las características de tasa de errores en paquetes de los aparatos receptores inalámbricos de las figuras 1 y 2 se compararán usando simulaciones por ordenador. La figura 13 es un diagrama de condiciones de comparación de parámetros en este ejemplo. Aunque el aparato receptor inalámbrico de la figura 1 usa una sola frecuencia portadora estimada, la configuración de la figura 2 usa tres frecuencias portadoras estimadas en consideración a los efectos de los deslizamientos de frecuencia. Se usa modulación QPSK, y se supone que el aparato tiene una configuración de diversidad que incluye dos antenas receptoras, y que el canal es un canal con desvanecimiento de Rayleigh uniforme. La longitud de la ráfaga es 148 símbolos, la longitud del paquete de datos es 128 símbolos (16 bytes), y se proporcionan cinco señales piloto, teniendo cada una una longitud de cuatro símbolos.

45 La figura 14 es un diagrama de distribución de probabilidad acumulativa del error de estimación de frecuencia portadora residual en este ejemplo. Aquí se supone que $CNR = 12$ dB. Tanto el circuito de la figura 1 (primera realización) como el circuito de la figura 2 (segunda realización) generan deslizamientos de frecuencia a intervalos de 267 Hz. Como al aparato receptor inalámbrico de la figura 1 tiene una gama de enganche de frecuencia portadora estrecha de ± 133 Hz, sus prestaciones de enganche son escasas. Como resultado, aumenta la tasa de detección de errores de frecuencia portadora. Por otra parte, la configuración de la figura 2 mitiga los deslizamientos de frecuencia de $\pm f_s/N_{pd} = \pm 1/T_p$, y su gama de enganche de frecuencia portadora, por lo tanto, se amplía equivalentemente a ± 400 Hz en comparación con el aparato receptor inalámbrico de la figura 1, reduciendo así la tasa de detección de errores de frecuencia portadora.

50 La figura 15 es un diagrama de la relación de potencia de portadora de portadora/ruido frente a las características de tasa de errores en paquetes en este ejemplo. En el circuito de demodulación de bloques de la figura 2, en comparación con el aparato receptor inalámbrico de la figura 1, la CNR requerida para obtener una tasa de errores en paquetes del 1% asciende aproximadamente a 3,5 dB. Suprimiendo de esta manera la tasa de fallo de detección de la frecuencia portadora, pueden mejorarse las características de tasa de error de transmisión inalámbrica en las zonas de baja CNR.

60 A continuación, se explicará una novena realización de la invención.

65 La figura 16 es un diagrama de bloques de una configuración de ejemplo de una realización de un aparato transmisor inalámbrico según la invención.

Un tren de bits de datos de transmisión S300 es convertido (modulado) en símbolos de datos tales como PSK en un circuito generador de símbolos 301. Un circuito generador de señales piloto 302 genera una señal piloto S302. Un circuito de multiplexación 303 multiplexa una fila de símbolos de transmisión S301 con la señal piloto S302, generando una señal en ráfaga de transmisión S303. La señal en ráfaga de transmisión S303 es convertida de digital a analógica mediante un circuito de conversión D/A 304, y producida como salida como una señal en ráfaga de transmisión S304.

En la novena realización de la invención mostrada en la figura 16, el aparato transmisor inalámbrico genera datos de acondicionamiento requeridos para recuperación de portadora, recuperación de temporización de símbolos, sincronización de trama, corrección de distorsión de canal y similares, como la señal piloto común S302. El circuito de multiplexación 303 puede generar una trama configurada tal como la mostrada en la figura 17 (un primer diagrama de una configuración de trama usada en un aparato transmisor inalámbrico y un aparato receptor inalámbrico). Como los datos requeridos para recuperación de portadora, recuperación de temporización de símbolos, y sincronización de trama no necesitan ser guardados por separado dentro de la trama, puede aumentarse la eficiencia de transmisión (eficiencia de trama) aunque el tráfico de comunicación sea predominantemente de paquetes cortos.

La figura 18 es un segundo diagrama de una configuración de trama usada en un aparato transmisor inalámbrico y un aparato receptor inalámbrico. En la figura 18 se ilustra con mayor detalle la trama mostrada en la figura 17. Tal como se muestra en la figura 18, se generan símbolos piloto codificados que corresponden a una pluralidad de funciones de sincronización de ráfagas, tales como recuperación de frecuencia portadora, recuperación de temporización de símbolos, sincronización de trama, y corrección de distorsión de canal, y se transmiten entre símbolos de datos en la secuencia de símbolos de datos.

A continuación, se explicará una décima realización de la invención.

La figura 19 es un diagrama de bloques de una configuración de ejemplo de una realización de un circuito generador de señales piloto de un aparato receptor inalámbrico según la invención. La figura 19 corresponde a la configuración de ejemplo de la porción de circuito generador de señales piloto de la realización del aparato receptor inalámbrico mostrado en la figura 16. Una señal de secuencia de código de sincronización S601 generada por un circuito generador de secuencia de código de sincronización 601 se introduce en un circuito de codificación diferencial, y se codifica diferencialmente. Una señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente S602 se introduce en un entrelazador 603, el cual genera una señal piloto S302.

La figura 20 es un ejemplo de generación de señales piloto en el aparato receptor inalámbrico de la invención.

En este ejemplo, el número de símbolos por señal piloto $N_p = 4$, y el número de señales piloto $N_q = 5$. Una matriz de patrones de señales piloto U puede determinarse, por ejemplo, de la siguiente manera. El circuito generador de secuencia de código de sincronización 601 genera una matriz V como una señal de secuencia de código de sincronización S61. Obsérvese que $M \geq N_p$ y $N \geq N_q$. La matriz V se determina mediante la

[Ecuación 1]

$$V = \begin{pmatrix} V_1 \\ V_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ V_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_{1,1} & v_{1,2} & \cdot & \cdot & \cdot & v_{1,N-1} \\ v_{2,1} & v_{2,2} & \cdot & \cdot & \cdot & v_{2,N-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ v_{M,1} & v_{M,2} & \cdot & \cdot & \cdot & v_{M,N-1} \end{pmatrix}$$

Aquí, la secuencia de pseudoruido (PN) y similares puede usarse para generar códigos de sincronización v_1, v_2, \dots, v_M . Puede lograrse una detección de trama más precisa usando conjuntos de códigos Walsh-Hadamard y similares, los cuales tienen elevada cuadratura entre códigos. Cuando $M \geq N_p$ y $N \geq N_q$, la matriz V se transforma en una matriz de salida V' , y cuando $M > N_p$ o $N > N_q$, una matriz V' obtenida recortando la matriz V se produce como salida como la señal de secuencia de código de sincronización S61. Es decir, la matriz V' se determina mediante la

[Ecuación 2]

$$V' = \begin{pmatrix} V'_1 \\ V'_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ V'_M \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} v_{1,1} & v_{1,2} & \cdot & \cdot & \cdot & v_{1,N_q-1} \\ v_{2,1} & v_{2,2} & \cdot & \cdot & \cdot & v_{2,N_q-1} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ v_{N_p,1} & v_{N_p,2} & \cdot & \cdot & \cdot & v_{N_p,N_q-1} \end{pmatrix}$$

La matriz V' es codificada diferencialmente por el circuito de codificación diferencial 602, y la matriz U se genera como una señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente S62.

5 [Ecuación 3]

$$U = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ u_{N_p} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{1,1} & u_{1,2} & \cdot & \cdot & \cdot & u_{1,N_q-1} & u_{1,N_q} \\ u_{2,1} & u_{2,2} & \cdot & \cdot & \cdot & u_{2,N_q-1} & u_{2,N_q} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ u_{N_p,1} & u_{N_p,2} & \cdot & \cdot & \cdot & u_{N_p,N_q-1} & u_{N_p,N_q} \end{pmatrix}$$

10 Aquí, la matriz U se obtiene codificando diferencialmente la matriz V' producida como salida desde el circuito generador de secuencia de código de sincronización 601 en la dirección de las filas con respecto a un vector de patrón inicial de

15 [Ecuación 4]

$$I = (u_{1,1} \quad u_{2,1} \quad \cdot \quad \cdot \quad \cdot \quad u_{N_p,1})^T$$

20 Introduciendo la matriz U en el entrelazador 63, un píxel en la fila m columna n de la matriz U se produce como salida como la señal piloto S63 en correspondencia con el patrón de señales piloto del símbolo m de la onda piloto n-ésima. Como la información relacionada con la secuencia de sincronización de trama se almacena después de ser codificada diferencialmente, puede seleccionarse una secuencia de símbolos arbitraria como vector de patrón inicial I cuando se genera U. Como la señal piloto también se usa en la sincronización de temporización de símbolos en el aparato receptor inalámbrico, las prestaciones de sincronización de temporización de símbolos pueden mejorarse seleccionando el vector de patrón inicial I de manera que se invierta la codificación entre símbolos adyacentes.

A continuación, se explicará una decimoprimer realización de la invención.

30 La figura 21 es un diagrama de bloques de una configuración de ejemplo de una realización de un aparato receptor inalámbrico según la invención.

Una señal en ráfaga recibida S400 es convertida de analógica a digital por un circuito de conversión A/D 401. Una señal en ráfaga recibida convertida de analógica a digital S401 es reproducida provisionalmente basándose en un oscilador local del aparato receptor, y un circuito de detección cuasi-coherente 402 realiza una detección cuasi-coherente. Cuando se realiza un proceso de señal analógica en el circuito de detección cuasi-coherente 402, el circuito de detección cuasi-coherente 402 está provisto antes que el circuito de conversión A/D 401. El circuito de detección cuasi-coherente 402 produce como salida después de muestrear una señal recibida. Una señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a detección cuasi-coherente S402 se almacena temporalmente en una memoria de señales recibidas 403, y más tarde se lee y procesa cuando sea necesario. Basándose en una señal en ráfaga recibida S403, un circuito de sincronización de temporización de símbolos 404 establece la temporización de símbolos. Una señal en ráfaga recibida para la cual se ha establecido temporización de símbolos S404 se introduce en un circuito de detección de trama 405, el cual produce como salida datos de señal piloto S405 y datos de posición de trama S406. Los datos de señal piloto S405 se introducen en un circuito de estimación de frecuencia portadora

408, el cual estima una frecuencia portadora. Los datos de posición de trama S406 se introducen en un circuito de sincronización de trama 407 el cual establece una posición de trama. Un circuito de corrección de frecuencia portadora 409 corrige la frecuencia portadora de una señal en ráfaga recibida de sincronización de trama S407 usando una frecuencia portadora estimada S408. Basándose en una señal en ráfaga recibida de frecuencia portadora corregida S409, un circuito de estimación de canal 500 estima la distorsión de canal. La distorsión de canal de la señal en ráfaga recibida de frecuencia portadora corregida S409 es corregida por desvanecimiento y similares en un circuito de detección coherente 501 usando información relacionada con la distorsión de canal S500. Un circuito de decisión de símbolo 502 convierte (modula) una señal en ráfaga recibida de distorsión de canal corregida S501 de símbolos de datos en un tren de bits de datos, y produce como salida una señal de datos recibida S502. El circuito de detección coherente 501 de la figura 21 es similar al circuito de detección coherente 19 de la figura 1. Como la detección coherente es un concepto realizado normalmente en un conjunto con un proceso de recuperación de portadora, la detección coherente, estrictamente hablando, incluye conceptos de 'corrección de frecuencia portadora' y 'decisión de símbolo'. Por lo tanto, para clarificar los procesos funcionales específicos en esta realización, se denomina 'circuito de compensación de canal'. El circuito de decisión de símbolo 502 de la figura 21 es similar al circuito de demodulación de la figura 1. En comparación con la figura 1, esta realización no incluye un filtro de conformación de impulsos (número de referencia 15 en la figura 1); puesto que un filtro de conformación de impulsos puede estar provisto en cualquier posición en esta realización, no se muestra.

La realización del aparato receptor inalámbrico según la invención mostrada en la figura 21 incluye un bloque de función de sincronización similar a la realización del aparato receptor inalámbrico convencional mostrado en la figura 27. Una constelación de diferencia es que, mientras que el aparato receptor inalámbrico convencional mostrado en la figura 27 requiere una secuencia de señales de acondicionamiento separadas s , el aparato receptor inalámbrico de la invención mostrado en la figura 16 puede realizarse para una señal piloto común. Además, la secuencia de implementación de los procesos de sincronización es diferente.

A continuación, se explicará una decimosegunda realización de la invención.

La figura 22 es un diagrama de bloques de una configuración de ejemplo de una realización de un circuito de detección/sincronización de trama del aparato receptor inalámbrico según la invención.

La figura 22 corresponde a la configuración de ejemplo de la porción de circuito de detección de trama de la realización del aparato receptor inalámbrico mostrado en la figura 21. Una señal en ráfaga recibida para la cual se establece temporización de símbolos S404 se introduce en un circuito de extracción de señal piloto 701, y sólo se extrae una parte de señal piloto. Un circuito generador de señales piloto 702 genera una señal piloto que es idéntica a la señal piloto mostrada en la décima realización. Un circuito de cálculo de valor de correlación 703 calcula un valor de correlación en tanto que desviando la posición de trama entre una señal piloto extraída S701 y una señal piloto S702 generada por el circuito generador de señales piloto 702. Esto corresponde a calcular un valor de correlación cruzada entre la señal piloto S701 y la señal piloto S702, comparándose los valores de correlación cruzada calculados en las diferentes posiciones de trama desviadas, y produciéndose como salida como datos de posición de trama S406 que tienen el mayor valor de correlación. Como el valor de correlación calculado es un valor de autocorrelación basado en el intervalo de inserción de señal piloto, la suma de valores de autocorrelación se produce como salida como datos de señal piloto S405.

En la configuración de ejemplo de la realización mostrada en la figura 22, se realiza la sincronización de trama usando detección de pico de correlación entre la señal piloto extraída S701 y la señal piloto S702 generada por el circuito generador de señales piloto 702. Realizando la multiplicación compleja conjugada (es decir, el cálculo de autocorrelación) en (N_p+N_d) intervalos de símbolos, puede suprimirse la reducción en el valor pico causada por la separación de frecuencia portadora. Como la multiplicación compleja conjugada es simplemente la extracción de una señal diferencial, se calcula un valor de correlación cruzada para la señal diferencial. N_d es la longitud de los datos unitarios insertados entre ondas piloto. Más adelante se explica un procedimiento específico.

Supongamos que $s(kT)$ representa una señal recibida en el tiempo kT . T es el símbolo tiempo, y la constelación de Nyquist central de una ventana de apertura estrecha (índice $\{0\}$) es el origen de tiempo.

(1) Se realiza una multiplicación compleja conjugada en (N_p+N_d) [símbolo] intervalos de la señal recibida. La señal diferencial $S_{diff}(kT)$ es

[Ecuación 5]

$$S_{diff}(kT) = s(kT) * s^*(\{k + (N_p + N_d)\}T)$$

donde $*$ es un complejo conjugado.

(2) Se calcula una función de correlación cruzada usando la matriz de patrones de señales piloto V' . El valor de correlación cruzada $S_{cross}(kT)$ es

[Ecuación 6]

$$S_{cross}(kT) = \sum_{m=1}^{N_p} \sum_{n=1}^{N_d-2} \{s_{diff}((k+(m-1))T + (n-1)(N_p + N_d)T) \times v_{mn}\}$$

5 donde v_{mn} expresa una señal diferencial entre un píxel en la fila m columna n de la matriz V' , es decir, el símbolo m de la onda piloto n -ésima, y el símbolo m de la onda piloto $(n+1)$.

(3) K_{max} que maximiza $\|S_{cross}(kT)\|$ en la ventana de apertura estrecha, es decir

[Ecuación 7]

$$K_{max} = \arg \max_k \|S_{cross}(kT)\|$$

15 La ecuación 7 se convierte en el índice de la trama para detección, es decir, los datos de posición de trama S406.

La figura 23 es un diagrama de un ejemplo de cálculo de datos de posición de trama en el aparato receptor inalámbrico de la invención.

20 En este ejemplo, el número de símbolos por señal piloto $N_p = 4$, y la anchura de ventana de apertura estrecha es tres símbolos. Se preparan los vectores de correlación media $S_{mid}(kT)$, $S_{mid}((k+1)T)$, $S_{mid}((k+2)T)$, y $S_{mid}((k+3)T)$ que usa la señal diferencial de extracción S_{diff} para sus elementos ($K = -1, 0, +1$); se calcula los productos internos de estos con v'_1 a v'_4 , y la suma es $S_{cross}(kT)$. El valor de correlación cruzada de cada elemento alcanzará su máximo si la temporización coincide; puesto que, si la temporización se desvía en más de un símbolo, la correlación será

25 aproximadamente 0 (la pareja de correlación es la señal piloto) o una correlación aleatoria (la pareja de correlación son datos), la temporización de trama debería estar determinada por el índice k que maximiza $\|S_{cross}(kT)\|$, es decir K_{max} .

A continuación, se explicará una decimotercera realización de la invención.

30 A partir de la componente de fase del valor pico del valor de correlación cruzada S405 detectado por el circuito de detección de trama 405 : $S_{cross}(K_{max}T)$, puede determinarse un valor estimado de la cantidad de rotación de fase S408 por símbolo : Δg . Δg se determina por la

[Ecuación 8]

$$\Delta g = \frac{1}{(N_p + N_d)} \times \tan^{-1} \frac{\text{Im}[S_{cross}(K_{max}T)]}{\text{Re}[S_{cross}(K_{max}T)]}$$

40 Usando la cantidad de rotación de fase de portadora Δg por símbolo detectado, se realiza la recepción de corrección de frecuencia para las señales recibidas (unidades de símbolos) de todas las cargas útiles y todas las ondas piloto. Es decir, la señal en ráfaga recibida de frecuencia portadora corregida S409: $s_{AFC}(kT)$ para una señal en ráfaga recibida sin corregir S407; $s(kT)$ se determina a partir de la

[Ecuación 9]

$$s_{AFC}(kT) = s(kT) \times \exp\{-j\Delta g(k - K_{max})\}$$

Ejemplo 2

50 Un ejemplo que usa las realizaciones del aparato receptor inalámbrico y el aparato transmisor inalámbrico de la invención mostradas en las figuras 16, 19, 21 y 22 se explicará con referencia a las figuras 24 y 25. Aquí, se efectúa una comparación de características de tasa de errores en paquetes usando simulación por ordenador. La figura 24 ilustra condiciones de comparación de parámetros en este ejemplo. Aquí se supone que la modulación es por QPSK, el canal es un canal con desvanecimiento de Rayleigh de un solo trayecto, y que se usa un paquete corto

55 con una longitud de paquete de datos de 16 bytes (128 símbolos). Hay cinco señales piloto, teniendo cada una una longitud de cuatro símbolos. Se efectúa una comparación de tasas de errores en paquetes de un aparato sin diversidad de recepción y uno con diversidad de recepción de dos ramas con combinación de relación máxima en un caso en el que la sincronización se hace ideal.

La figura 25 es un diagrama de características de tasas de errores en paquetes frente a la relación de potencia de portadora/ruido en el segundo ejemplo. En este ejemplo de la invención, el deterioro global de las características incluyendo la recuperación de frecuencia portadora, recuperación de temporización de símbolos, sincronización de trama, y corrección de distorsión de canal se comparan con las prestaciones en un caso en el que cada tipo de sincronización se hace ideal, estableciéndose la CNR en la requerida para obtener una tasa de errores en paquetes de 10^{-2} , permitiendo así que se controle el deterioro hasta aproximadamente 1dB. Por otra parte, usando la invención, puede lograrse una elevada eficiencia de transmisión (eficiencia de trama) del 86%.

A continuación, se explicará una decimocuarta realización de la invención.

La figura 29 es una configuración de ejemplo de un circuito de estimación de canal en un aparato receptor inalámbrico de la invención.

La figura 29 corresponde a la configuración de ejemplo del circuito de estimación de canal en el aparato receptor inalámbrico mostrado en la figura 21.

En este circuito de estimación de canal, una señal en ráfaga recibida de frecuencia portadora corregida S409 se introduce en un circuito de extracción de señal piloto 801, que extrae sólo la parte de señal piloto de la señal en ráfaga recibida. Un circuito generador de señales piloto 802 genera una señal piloto S802 idéntica a la señal piloto mostrada anteriormente en la décima realización. Usando el circuito de extracción de señal piloto 801 extraído del circuito de corrección de frecuencia portadora 409 y la señal piloto S802 generada por el circuito generador de señales piloto 802, un circuito de estimación de canal de parte de señal piloto 803 produce como salida información relacionada con la distorsión de canal S803 para cada posición de señal piloto. Usando la información relacionada con la distorsión de canal S803 para cada posición de señal piloto, un circuito de estimación de interpolación de canal de parte de datos 804 realiza una estimación de interpolación para la distorsión de canal de la parte de señal de datos, y produce como salida información relacionada con la distorsión de canal S500 para toda la ráfaga recibida.

La figura 29 es una configuración de ejemplo de un circuito de estimación de canal 500, donde el circuito de estimación de canal de parte de señal piloto 803 estima un canal en cada posición de señal piloto. Como la señal piloto S801 extraída de la ráfaga recibida es codificada para información para sincronización de trama relacionada con la fluctuación de amplitud-fase, es decir, información relacionada con la distorsión de canal, puede extraerse eliminando datos de codificación usando la señal piloto S802 conocida de antemano. Por otra parte, como la señal piloto incluye una pluralidad de símbolos, los errores de estimación de distorsión de canal causados por el ruido pueden reducirse promediando los datos de canal obtenidos de los símbolos piloto. Esto hace posible realizar la estimación de canal superior en zonas de baja CNR, y producir como salida información sumamente precisa relacionada con la distorsión de canal S803 en cada posición de señal piloto. Si el símbolo m de la onda piloto n-ésima en la señal piloto recibida S801 es $s_n(mT)$, y el símbolo m de la onda piloto n-ésima en la señal piloto generada S802 es $U_{m,n}$, la información relacionada con la distorsión de canal S803 en la posición de señal piloto n se determina como la

[Ecuación 10]

$$h_{est}(P_n) = \frac{1}{N_p} \sum_{m=1}^{N_p} u_{m,n}^* \times s_n(mT) (1 \leq n \leq N_q)$$

A propósito, $U_{m,n}$ se determina como la

[Ecuación 11]

$$U = \begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ u_{N_p} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{1,1} & u_{1,2} & \cdot & \cdot & \cdot & u_{1,N_q-1} & u_{1,N_q} \\ u_{2,1} & u_{2,2} & \cdot & \cdot & \cdot & u_{2,N_q-1} & u_{2,N_q} \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot & \cdot \\ u_{N_p,1} & u_{N_p,2} & \cdot & \cdot & \cdot & u_{N_p,N_q-1} & u_{N_p,N_q} \end{pmatrix}$$

Debido al desvanecimiento, la distorsión de canal en la ráfaga recibida se convierte en una fluctuación de amplitud-fase continua. Por lo tanto, el circuito de estimación de interpolación de canal de parte de datos 804 puede usar la

información relacionada con la distorsión de canal S803 en cada posición de señal piloto insertada cíclicamente para efectuar una estimación de interpolación de la distorsión de canal en la parte de datos, y producir como salida esto como información relacionada con la distorsión de canal S804. Puede usarse cualquier método de inserción para la distorsión de canal. Los ejemplos incluyen interpolación lineal a partir de la información relacionada con la distorsión de canal de ondas piloto en ambos extremos de la parte de datos en un plano de constelación, promediación simple usando una pluralidad de ondas piloto cercanas a la parte de datos, interpolación por splines usando una pluralidad de ondas piloto cercanas a la parte de datos, e interpolación por inserción Nyquist usando todas las ondas piloto.

Ejemplo 3

La figura 30 es un diagrama de un ejemplo de un método de estimación de interpolación lineal de canal en un tercer ejemplo de la invención.

La figura 31 es un primer diagrama de un ejemplo de un método de estimación de interpolación por promediación de canal en el tercer ejemplo de la invención.

La figura 32 es un segundo diagrama de un ejemplo de un método de estimación de interpolación lineal de canal en el tercer ejemplo de la invención.

La figura 33 es un diagrama de condiciones de comparación de parámetros en el tercer ejemplo de la invención.

La figura 34 es un diagrama de prestaciones en un tercer ejemplo de la invención.

Un ejemplo que usa el aparato transmisor inalámbrico y el aparato receptor inalámbrico de la invención mostrada en las figuras 16, 19, 21, 22 y 29 se explicará con referencia a las figuras 30, 31, 32, 33 y 34. Las características de tasa paquetes erróneos (PER) para diferentes métodos de interpolación de canal se compararán usando simulaciones por ordenador.

Tal como se muestra en la figura 30, un método de interpolación en el tercer ejemplo usa información relacionada con la distorsión de canal de aparatos piloto en ambos extremos de una parte de datos para interpolar linealmente la distorsión de canal de la parte de datos para cada símbolo. En comparación con métodos tales como la interpolación por splines y la interpolación de Nyquist, el cálculo es simple, el tamaño del circuito puede reducirse, y la instalación es fácil.

En comparación con este método de interpolación lineal, el método de promediar simplemente la información relacionada con la distorsión de canal en una pluralidad de posiciones de señal piloto que son las más cercanas a la parte de datos, e interpolar esto como distorsión de canal de la parte de datos, tal como se muestra en las figuras 31 y 32, interpola la información relacionada con la distorsión de canal para cada uno de una pluralidad de bloques de símbolos en lugar de cada símbolo. Como el cálculo puede simplificarse aún más, el tamaño del circuito es menor y la instalación es fácil.

Tal como se muestra en la figura 33, las condiciones de parámetros en el tercer ejemplo suponen que se usa modulación QPSK, el canal es un desvanecimiento de Rayleigh de un solo trayecto, y que se usa un paquete corto que tiene una longitud de datos de 16 bytes (128 símbolos). Hay cinco señales piloto, teniendo cada una una longitud de cuatro símbolos. Con fines de comparación, también se efectuó la evaluación de un caso en el que la estimación de canal es ideal, y se compararon las tasas de errores en paquetes respectivas.

Tal como se muestra en la figura 34, en una comparación entre casos que usan interpolación lineal y un promedio de las dos ondas piloto más cercanas, y un caso en el que la estimación de canal es ideal, las características de tasas de errores en paquetes con respecto a la relación de potencia de portadora/ruido en cada caso pueden suprimirse hasta aproximadamente 1,5 dB con la CNR requerida para $PER = 10^{-2}$. Según la bibliografía tal como el documento de Sampei, S. y Sunaga T., "Rayleigh fading compensation for QAM in land mobile radio communications", Trans. IEEE Veh. Technol., Vol. 42, N° 2, págs. 137-47, mayo de 1993, se sabe que el deterioro respecto a los valores lógicos en el método de símbolo piloto es aproximadamente 2 dB, y el método de la invención puede describirse, por lo tanto, como suficientemente duradero para uso práctico.

Tal como se muestra en la figura 34, cuando se usa el promedio de las tres ondas piloto más cercanas, las características de CNR requeridas se deterioran aún más en aproximadamente 1,5 dB respecto a la media de las dos ondas piloto más cercanas. Esto se debe al deterioro en la precisión del seguimiento de canal a medida que aumenta el intervalo medio de señales piloto. Sin embargo, como la resistencia al ruido se aumenta usando un mayor número de señales piloto en la interpolación, el efecto aumenta cuando la zona de CNR aplicada ha disminuido como resultado de un cambio en el modelo de desvanecimiento anticipado o el uso concomitante de tecnología de diversidad, haciendo este método muy adecuado para uso práctico.

La figura 35 es un diagrama de condiciones de parámetros en un cuarto ejemplo de la invención.

La figura 36 es un primer diagrama de prestaciones en el cuarto ejemplo de la invención.

La figura 37 es un segundo diagrama de prestaciones en el cuarto ejemplo de la invención.

5 La figura 38 es un tercer diagrama de prestaciones en el cuarto ejemplo de la invención.

La figura 39 es un cuarto diagrama de prestaciones en el cuarto ejemplo de la invención.

La figura 40 es un quinto diagrama de prestaciones en el cuarto ejemplo de la invención.

10 La figura 41 es un sexto diagrama de prestaciones en el cuarto ejemplo de la invención.

Un cuarto ejemplo que usa realizaciones del aparato receptor inalámbrico y el aparato transmisor inalámbrico en la invención mostrada en las figuras 16, 19, 21, 22 y 29 se explicará con referencia a las figuras 35, 36, 37, 38, 39, 40 y 41. Aquí, se efectúan comparaciones usando simulaciones por ordenador para características de tasa de fallo de detección de trama, prestaciones de sincronización de frecuencia portadora, y tasa de errores en paquetes (PER) como prestaciones globales.

15

Tal como se muestra en la figura 35, las condiciones de comparación de parámetros en el cuarto ejemplo suponen que la modulación es por QPSK, el canal es canal con ruido gaussiano blanco aditivo (AWGN) o con desvanecimiento de Rayleigh de un solo trayecto, y se usa un paquete corto con una longitud de datos de 16 bytes (128 símbolos). Hay cinco señales piloto, teniendo cada una una longitud de cuatro símbolos. Por comparación, además de la realización de la invención, también se evaluaron y compararon las prestaciones de sincronización en los casos en los que se hacen ideales diversos tipos de sincronización, y un método de demodulación secuencial que usa un preámbulo.

20

Las figuras 36 y 37 son características de tasa de fallo de detección de trama con respecto a la relación de potencia de portador/ruido, que representan comparaciones entre casos en los que la anchura de apertura de ventana W_{ap} era 3, 5, 7 y 9. En la figura 36, sólo se consideró un canal con AWGN. En una anchura de ventana de apertura estrecha W_{ap} de 3, la CNR requerida para una tasa de fallo de detección de trama de 10^{-2} es 2,5 dB. Tal como se muestra más adelante en la figura 40, como la CNR requerida para una PER de 10^{-2} es 3,0 dB cuando la sincronización se hace ideal, la tasa de fallo de detección de trama en este caso tiene un efecto despreciable sobre las prestaciones de transmisión de paquetes. Por supuesto, incluso cuando $W_{ap} > 3$, aunque existe un ligero efecto sobre las características de tasa de errores en paquetes como prestaciones globales, la tasa de sincronización de trama es adecuada para uso práctico. De este modo, usando la invención, puede anticiparse una sincronización de trama sumamente precisa.

30

A diferencia de cuando la sincronización se hace ideal tal como se muestra en la figura 41 descrita más adelante, donde la CNR requerida para una tasa de fallo de detección de trama de 10^{-2} es 19 dB, en la figura 37, que supone que el modelo de canal es una desviación de Rayleigh de un solo trayecto, la CNR requerida para una tasa de fallo de detección de trama de 10^{-2} es aproximadamente 15 dB para $W_{ap} = 3$ y aproximadamente 17 dB para $W_{ap} = 5$ a 9, logrando un margen suficiente de más de 2 dB en cada caso. En otras palabras, las prestaciones de sincronización de trama obtenidas implementando la invención pueden describirse como que casi no tienen efecto sobre el deterioro en las características de tasa de errores en paquetes como prestaciones globales.

45

Las figuras 38 y 39 son las prestaciones de sincronización de frecuencia portadora en este ejemplo. En las figuras 38 y 39, el eje horizontal representa la separación de frecuencia portadora entre los aparatos transmisor y receptor, y el eje vertical representa la tasa de errores en paquetes. El valor de separación de frecuencia portadora está normalizado respecto a la velocidad de modulación f_s . Se muestran las prestaciones de sincronización de frecuencia portadora para diferentes valores de CNR. La figura 38 sólo considera AWGN como el canal, mientras que la figura 39 supone un desvanecimiento de Rayleigh de un solo trayecto. Ambas tiene una gama de enganche de aproximadamente 0,02 a 0,024 f_s , y logran prestaciones notablemente uniformes y excelentes en la gama de enganche. Las prestaciones de sincronización de frecuencia portadora obtenidas por la invención pueden describirse, por lo tanto, como equilibradas y excelentes cualquiera que sea el modelo de canal.

50

Las figuras 40 y 41 son comparaciones entre características de tasa de errores en paquetes de una configuración de la invención en este ejemplo y de un método de demodulación secuencial. En el método de demodulación secuencial, la longitud de preámbulo N_{pr} se cambia a 16, 32 y 64 símbolos. En la figura 40, donde sólo se considera AWGN como el modelo de canal, en el método de demodulación secuencial que usa un preámbulo, las características se saturan en $N_{pr} \geq 32$. En este momento, en la configuración de la invención que no usa un preámbulo, la CNR requerida para PER = 10^{-2} se deteriora sólo 0,2 dB. Mientras tanto, tal como se muestra en la figura 35, la eficiencia de transmisión (eficiencia de trama) aumenta en gran medida de entre el 60% y el 71% al 86%. En la figura 41, la cual supone un canal con desvanecimiento de Rayleigh de un solo trayecto, en el método de demodulación secuencial que usa un preámbulo, las características de tasa de errores en paquetes mejoran gradualmente a medida que se aumenta la longitud del preámbulo. A diferencia de la configuración de la invención que no usa un preámbulo, la CNR requerida para una tasa de errores en paquetes de 10^{-2} aumenta además

60

65

aproximadamente de 0,5 a 3 dB. Simultáneamente, tal como también se muestra en la figura 35, la eficiencia de transmisión (eficiencia de trama) del método de demodulación secuencial, que estaba entre el 60% y el 78%, se aumenta al 86% por la configuración de la invención. De este modo, la implementación de la invención puede mejorar simultáneamente la tasa de errores en paquetes y la eficiencia de transmisión (eficiencia de trama).

5 Ejemplo 5

La figura 45 es un diagrama de bloques de un aparato receptor inalámbrico que usa tecnología de diversidad.

10 Un aparato receptor inalámbrico incluye una pluralidad de antenas, y, tal como se muestra en la figura 42, cuando se reciben señales mediante tecnología de diversidad, está provisto un circuito de combinación de diversidad 503 para combinar las señales recibidas desde cada una de la pluralidad de antenas. La figura 42 es un ejemplo en el que está provisto un circuito de síntesis de diversidad entre el circuito de compensación de canal 501 y el circuito de decisión de símbolo 502 del aparato receptor inalámbrico mostrado en la figura 21.

15 A continuación, se explicarán los resultados de la prueba obtenidos cuando se usa tecnología de diversidad en un aparato receptor inalámbrico usando la figura 42.

20 El aparato receptor inalámbrico de la figura 42 se usó en una prueba, con un simulador de desvanecimiento conectado entre un aparato transmisor inalámbrico y el aparato receptor inalámbrico. Para verificar las prestaciones de diversidad espacial, el aparato receptor inalámbrico está configurado para permitir la recepción de diversidad sintética de proporción máxima que tenga un máximo de tres ramas.

25 La figura 43 es un diagrama de condiciones del aparato y condiciones de medición en una prueba.

El método de modulación fue $\pi/4$ -QPSK, la banda de frecuencia portadora fue 280 MHz, y el canal de propagación fue un desvanecimiento de Rayleigh de un solo trayecto no correlacionado independiente. La longitud de los paquetes de datos fue un paquete corto de 16 bytes.

30 La figura 44 es un diagrama de características de errores en paquetes en el resultado de la prueba.

35 Por comparación, la figura 44 también ilustra resultados de simulaciones por ordenador. Como la diferencia entre los valores de la prueba y los valores de la simulación nunca es superior a 1 dB para cada número de ramas de recepción, la configuración de la figura 42 es, con claridad, sumamente práctica. En comparación con la recepción individual, la CNR requerida para $PER = 10^{-2}$ es aproximadamente 7 dB en la recepción de dos ramas, y aproximadamente 11 dB en la recepción de tres ramas; por lo tanto, el texto confirma que se obtiene un efecto de diversidad, y que la invención es sumamente eficaz y práctica cuando se combina con tecnología de diversidad.

REIVINDICACIONES

1.- Un aparato transmisor inalámbrico que comprende:

- 5 un circuito generador (301) de símbolos configurado para convertir un tren de bits de datos de transmisión en una secuencia de símbolos de datos;
- un circuito generador (302) de señales piloto configurado para generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para
10 sincronización de trama;
- un circuito de multiplexación (303) configurado para multiplexar dicha señal de acondicionamiento y dicha secuencia de símbolos de datos, y generar una señal en ráfaga de transmisión; y
- 15 un circuito de conversión digital/analógica (304) configurado para realizar una conversión digital/analógica de dicha señal en ráfaga de transmisión,
- en el que dicho circuito de multiplexación está configurado para insertar la señal de acondicionamiento generada por dicho circuito generador de señales piloto dentro de la señal en ráfaga de transmisión como una señal piloto a
20 intervalos de símbolos fijos, caracterizado porque por dicho circuito generador de señal piloto comprende:
- un circuito generador (601) de secuencia de código de sincronización configurado para generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama;
- 25 un circuito de codificación diferencial (602) configurado para codificar diferencialmente dicha señal de secuencia de código de sincronización; y
- un entrelazador (603) configurado para entrelazar dicha señal de secuencia de código de sincronización codificada
diferencialmente, y
30
- en el que dicho circuito generador de secuencia de código de sincronización está configurado para generar y producir como salida una matriz de secuencia de código de sincronización que tiene N_p filas, siendo N_p igual al número de símbolos en una señal piloto insertada en la señal en ráfaga, y N_q-1 columnas, siendo N_q igual al número de señales piloto insertadas en la señal en ráfaga,
35
- dicho circuito de codificación diferencial está configurado para generar una matriz codificada diferencialmente codificando diferencialmente dicha matriz de secuencia de código de sincronización en la dirección de las filas con respecto a un vector de ráfaga inicial, y
- 40 dicho entrelazador está configurado para reordenar dicha matriz codificada diferencialmente de manera que un elemento de la fila m y la columna n corresponda a un patrón de señales piloto del símbolo m de una señal piloto n -ésima.
- 2.- Un aparato receptor inalámbrico que comprende:
- 45 un circuito receptor configurado para recibir una señal en ráfaga inalámbrica transmitida desde un aparato transmisor inalámbrico;
- un circuito de conversión analógica/digital (12) configurado para realizar una conversión analógica/digital de dicha
50 señal en ráfaga recibida;
- un circuito de recuperación (14) de temporización de símbolos configurado para realizar la sincronización de temporización de símbolos usando la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a conversión analógica/digital;
- 55 un circuito de detección (207, 405) de trama configurado para detectar una posición de trama a partir de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, y extraer la señal piloto;
- un circuito de sincronización (407) de trama configurado para realizar la sincronización de trama usando datos relacionados con dicha posición de trama detectada;
60
- un circuito de estimación (16) de frecuencia portadora configurado para realizar una estimación de frecuencia portadora usando la señal piloto extraída por dicho circuito de detección de trama;
- 65 un circuito de corrección (17, 22, 30, 409) de frecuencia portadora configurado para realizar la corrección de frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, usando dicha frecuencia portadora estimada;

- un circuito de estimación (18, 23, 32, 41, 500) de canal configurado para estimar la distorsión de canal basándose en dicha señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, y producir como salida información relacionada con la distorsión de canal;
- 5 un circuito de compensación (19, 24, 33, 42, 501) de canal configurado para corregir la distorsión de canal de dicha señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, usando dicha información relacionada con la distorsión de canal; y
- 10 un circuito de decisión (502) de símbolo configurado para convertir una secuencia de símbolos de datos de dicha señal en ráfaga recibida de canal compensado en un tren de bits de datos recibido, caracterizado porque dicho circuito de detección de trama comprende:
- un circuito generador (702) de señales piloto configurado para generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama, comprendiendo el circuito generador (702) de señales piloto:
- 15 un circuito generador (601) de secuencia de código de sincronización configurado para generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama;
- 20 un circuito de codificación diferencial (602) configurado para codificar diferencialmente dicha señal de secuencia de código de sincronización; y
- un entrelazador (603) configurado para entrelazar dicha señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente;
- 25 un circuito de extracción (701) de parte de señal piloto configurado para extraer la señal piloto de una señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos; y
- 30 un circuito de cálculo (703) de suma de autocorrelación configurado para calcular un valor de correlación usando la señal piloto extraída de dicha señal en ráfaga recibida y la secuencia de señales piloto generada por el circuito generador de secuencia de código de sincronización de dicho circuito generador de señales piloto; y
- en el que dicho circuito generador de secuencia de código de sincronización está configurado para generar y producir como salida una matriz de secuencia de código de sincronización que tiene N_p filas, siendo N_p igual al número de símbolos en una señal piloto insertada en la señal en ráfaga, y N_q-1 columnas, siendo N_q igual al número de señales piloto insertadas en la señal en ráfaga,
- 35 dicho circuito de codificación diferencial está configurado para generar una matriz codificada diferencialmente codificando diferencialmente dicha matriz de secuencia de código de sincronización en la dirección de las filas con respecto a un vector de ráfaga inicial, y
- 40 dicho entrelazador está configurado para reordenar dicha matriz codificada diferencialmente de manera que un elemento de la fila m y la columna n corresponda a un patrón de señales piloto del símbolo m de una señal piloto n -ésima.
- 45 3.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 2, en el que dicho circuito de cálculo de autocorrelación-suma está configurado para calcular una suma de valores de autocorrelación usando los valores de correlación calculados, y dicho circuito de estimación de frecuencia portadora está configurado para estimar la frecuencia portadora detectando una fase de la suma de valores de autocorrelación producida como salida por el circuito de
- 50 cálculo de autocorrelación-suma.
- 4.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 3, en el que
- dicho circuito de estimación de frecuencia portadora está configurado para realizar estimaciones aproximadas y precisas de la frecuencia portadora usando una parte o toda la señal en ráfaga,
- 55 el aparato receptor inalámbrico comprende además un circuito de adición/sustracción (21) de separación de frecuencia configurado para generar y producir como salida una pluralidad de frecuencias portadoras estimadas añadiendo/sustrayendo una pluralidad de valores de separación de frecuencia a/de un resultado de la estimación aproximada y precisa, y
- 60 dicho circuito de corrección de frecuencia portadora está configurado para generar una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida realizando la corrección de frecuencia portadora en la señal en ráfaga recibida usando la pluralidad de frecuencias portadoras estimadas generadas por dicho circuito de
- 65 adición/sustracción de separación de frecuencia.

5.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 3, que comprende además:

un circuito de decisión (40) de probabilidad máxima configurado para realizar una decisión de probabilidad máxima con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida, y determinar una de dicha pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida, estando configurados dicho circuito de estimación de canal y dicho circuito de compensación de canal para realizar la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a dicha señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida determinada; y

un circuito de demodulación (43) configurado para realizar una demodulación con respecto a la señal en ráfaga recibida cuyo canal ha sido compensado por dicho circuito de compensación de canal.

6.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 4, en el que dicho circuito de estimación de canal y dicho circuito de compensación de canal están configurados para realizar la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a cada una de dichas señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida; y el aparato receptor inalámbrico comprende además:

un circuito de decisión (25, 34) de probabilidad máxima configurado para realizar una decisión de probabilidad máxima con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado, y seleccionar una señal en ráfaga recibida de canal compensado; y

un circuito de demodulación (20) configurado para realizar una demodulación con respecto a dicha señal en ráfaga recibida seleccionada por dicho circuito de decisión de probabilidad máxima.

7.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 4, en el que dicho circuito de estimación de canal y dicho circuito de compensación de canal están configurados para realizar la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a cada una de dichas señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida; y el aparato receptor inalámbrico comprende además:

un circuito de demodulación (44) configurado para realizar una demodulación con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga recibidas cuyos canales han sido compensados por dicho circuito de compensación de canal; y

un circuito de detección (45) de errores y selección configurado para realizar la detección de errores y selección con respecto a dicha pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas que han sido sometidas a la demodulación, y determinar una señal de datos en ráfaga recibida deseada.

8.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 4, en el que dicho circuito de estimación de canal y dicho circuito de compensación de canal están configurados para realizar la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a cada una de dicha ráfaga recibida de frecuencia corregida; y el aparato receptor inalámbrico comprende además:

un circuito de demodulación (44) configurado para realizar una demodulación con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado;

un circuito de detección (45) de errores y selección configurado para realizar la detección de errores con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga recibidas que han sido sometidas a la demodulación y seleccionar una señal en ráfaga recibida de la cual no se ha detectado ningún error; y

un circuito de decisión de probabilidad máxima para la constelación de señales (46) configurado para, cuando hay una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de las cuales no se ha detectado ningún error mediante dicho circuito de detección de errores y selección, realizar una decisión de probabilidad máxima con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado de las cuales no se ha detectado ningún error, y seleccionar una señal en ráfaga recibida de canal compensado.

9.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 4 en el que, en dicho circuito de adición/sustracción de separación de frecuencia, la pluralidad de valores de separación de frecuencia que se añaden/sustraen a/de dicho valor estimado preciso estimado por dicho circuito de estimación de canal, son múltiplos enteros de un inverso de un ciclo de inserción de señal piloto en la señal en ráfaga recibida.

10.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 3, que comprende además:

un filtro de conformación (15) de impulsos configurado para realizar filtrado de conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a dicha señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a sincronización de temporización de símbolos,

en el que la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a filtrado de conformación de impulsos es usada por dicho circuito de estimación de frecuencia portadora y dicho circuito de corrección de frecuencia portadora.

11.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 3, que comprende además:

5 un primer filtro de conformación (15) de impulsos configurado para realizar la conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a dicha señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a sincronización de temporización de símbolos,

en el que la señal en ráfaga recibida que ha pasado dicho primer filtro de conformación de impulsos es usada por dicho circuito de estimación de frecuencia portadora,

10 dicho circuito de corrección de frecuencia portadora está configurado para realizar la corrección de frecuencia portadora con respecto a una señal en ráfaga recibida que no pasa dicho primer filtro de conformación de impulsos, y el aparato receptor inalámbrico comprende además:

15 un segundo filtro de conformación (31) de impulsos configurado para realizar el filtrado de conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a la señal en ráfaga recibida cuya frecuencia portadora ha sido corregida por dicho circuito de corrección de frecuencia portadora,

20 en el que la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a filtrado de conformación de impulsos por dicho segundo filtro de conformación de impulsos es usada por dicho circuito de estimación de canal y dicho circuito de compensación de canal

12.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 6 o 7, en el que dicho circuito de estimación de canal está configurado para realizar, mediante multiplexación por división de tiempo, procesos de estimación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

13.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 6 o 7, en el que dicho circuito de compensación de canal está configurado para realizar procesos de compensación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

14.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 6 o 7, que comprende además:
una pluralidad de dichos circuitos de estimación de canal configurados para realizar procesos paralelos de estimación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

15.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 6 o 7, que comprende además:
una pluralidad de dichos circuitos de compensación de canal configurados para realizar procesos paralelos de compensación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

16.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 2, en el que dicho circuito de estimación (500) de canal comprende:

un circuito de extracción (801) de parte de señal piloto configurado para extraer la señal piloto de la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida;

un circuito de señal piloto (802) configurado para generar la señal piloto que contiene información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama;

50 un circuito de estimación (803) de canal de parte de señal piloto configurado para usar la señal piloto extraída de dicha ráfaga recibida de frecuencia corregida y la señal piloto generada por dicho circuito generador de señales piloto para estimar la distorsión de canal en la posición de señal piloto; y

55 un canal de parte de datos con circuito de estimación (804) de interpolación configurado para usar la información relacionada con la distorsión de canal en dicha posición de señal piloto que ha sido estimada por dicho circuito de estimación de canal de parte de señal piloto, para realizar una estimación de interpolación de distorsión de canal en una parte de señal de datos, y producir como salida información relacionada con la distorsión de canal para toda una ráfaga recibida.

60 17.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 16, en el que dicho canal de parte de datos con circuito de estimación de interpolación está configurado para interpolar linealmente en un plano de constelación y producir como salida, como la información relacionada con la distorsión de canal de la parte de señal de datos, información relacionada con la distorsión de canal de ondas piloto en ambos extremos de la parte de datos en cada posición de símbolo.

65 18.- El aparato receptor inalámbrico según la reivindicación 16, en el que dicho canal de parte de datos con circuito

de estimación de interpolación está configurado para promediar simplemente en un plano de constelación y producir como salida, como la información relacionada con la distorsión de canal de la parte de señal de datos, información relacionada con la distorsión de canal en una pluralidad de posiciones de señal piloto cercanas a la parte de datos.

5 19.- Un método de transmisión inalámbrica que comprende:

un proceso de generación de símbolos de convertir un tren de bits de datos de transmisión en una secuencia de símbolos de datos;

10 un proceso de generación de señal de acondicionamiento de generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama;

15 un proceso múltiplex de multiplexar dicha señal de acondicionamiento y dicha secuencia de símbolos de datos, y generar una señal en ráfaga de transmisión; y

un proceso de conversión digital/analógica de realizar una conversión digital/analógica de dicha señal en ráfaga de transmisión,

20 en el que la señal de acondicionamiento generada en dicho proceso de generación de señal de acondicionamiento es insertada dentro de la señal en ráfaga de transmisión como una señal piloto a intervalos de símbolos fijos por dicho proceso múltiplex, caracterizado porque dicho proceso de generación de señal de acondicionamiento comprende:

25 un proceso de generación de secuencia de código de sincronización de generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama;

un proceso de codificación diferencial de codificar diferencialmente dicha señal de secuencia de código de sincronización; y

30 un proceso de entrelazado de entrelazar dicha señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente, y en el que dicho proceso de generación de secuencia de código de sincronización comprende un proceso de generar y producir como salida una matriz de secuencia de código de sincronización que tiene N_p filas, siendo N_p igual al número de símbolos en una señal piloto insertada en la señal en ráfaga, y N_q-1 columnas, siendo N_q igual al número de señales piloto insertadas en la señal en ráfaga,

dicho proceso de codificación diferencial comprende un proceso de generar una matriz codificada diferencialmente codificando diferencialmente dicha matriz de secuencia de código de sincronización en la dirección de las filas con respecto a un vector de ráfaga inicial, y

40 dicho proceso de entrelazado comprende un proceso de reordenar dicha matriz codificada diferencialmente de manera que un elemento de la fila m y la columna n corresponda a un patrón de señales piloto del símbolo m de una señal piloto n -ésima.

45 20.- Un método de recepción inalámbrica que comprende:

un proceso de recepción de recibir una señal en ráfaga inalámbrica transmitida desde un aparato transmisor inalámbrico;

50 un proceso de conversión analógica/digital de realizar una conversión analógica/digital de dicha señal en ráfaga recibida;

un proceso de sincronización de temporización de símbolos de realizar la sincronización de temporización de símbolos usando la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a conversión analógica/digital;

55 un proceso de detección de trama de detectar una posición de trama a partir de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, y extraer la señal piloto;

60 un proceso de sincronización de trama de realizar la sincronización de trama usando datos relacionados con dicha posición de trama detectada;

un proceso de estimación de frecuencia portadora de realizar una estimación de frecuencia portadora usando los datos de señal piloto extraídos en dicho proceso de detección de trama;

65 un proceso de corrección de frecuencia portadora de realizar la corrección de frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, usando dicha frecuencia portadora

estimada;

un proceso de estimación de canal de estimar la distorsión de canal basándose en dicha señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, y producir como salida información relacionada con la distorsión de canal;

5 un proceso de compensación de canal de corregir la distorsión de canal de dicha señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, usando dicha información relacionada con la distorsión de canal; y

10 una decisión de símbolo de convertir una secuencia de símbolos de datos de dicha señal en ráfaga recibida de canal compensado en un tren de bits de datos recibido, caracterizado porque dicho proceso de detección de trama comprende:

15 un proceso de generación de señales piloto de generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama, comprendiendo el proceso de generación de señales piloto:

un proceso de generación de secuencia de código de sincronización de generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama;

20 un proceso de codificación diferencial de codificar diferencialmente dicha señal de secuencia de código de sincronización;

un proceso de entrelazado de entrelazar dicha señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente;

25 un proceso de extracción de parte de señal piloto de extraer la señal piloto de una señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos; y

30 un proceso de cálculo de suma de autocorrelación de calcular un valor de correlación usando la señal piloto extraída de dicha señal en ráfaga recibida y la secuencia de señales piloto generada en dicho proceso de generación de secuencia de código de sincronización, y

35 en el que dicho proceso de generación de secuencia de código de sincronización comprende un proceso de generar y producir como salida una matriz de secuencia de código de sincronización que tiene N_p filas, siendo N_p igual al número de símbolos en una señal piloto insertada en la señal en ráfaga, y N_q-1 columnas, siendo N_q igual al número de señales piloto insertadas en la señal en ráfaga,

40 dicho proceso de codificación diferencial comprende un proceso de generar una matriz codificada diferencialmente codificando diferencialmente dicha matriz de secuencia de código de sincronización en la dirección de las filas con respecto a un vector de ráfaga inicial, y

45 dicho proceso de entrelazado comprende un proceso de reordenar dicha matriz codificada diferencialmente de manera que un elemento de la fila m y la columna n corresponda a un patrón de señales piloto del símbolo m de una señal piloto n -ésima.

50 21.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 20, en el que dicho proceso de cálculo de autocorrelación-suma comprende un proceso de calcular una suma de valores de autocorrelación usando los valores de correlación calculados, y dicho proceso de estimación de canal comprende un proceso de estimar la frecuencia portadora detectando una fase de la suma de valores de autocorrelación producida como salida en el proceso de cálculo de autocorrelación-suma.

22.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 21, en el que

55 dicho proceso de estimación de frecuencia portadora comprende un proceso de realizar estimaciones aproximadas y precisas de la frecuencia portadora usando una parte o toda la señal en ráfaga,

60 dicho proceso de estimación de frecuencia portadora comprende además un proceso de adición/sustracción de separación de frecuencia de generar y producir como salida una pluralidad de frecuencias portadoras estimadas añadiendo/sustrayendo una pluralidad de valores de separación de frecuencia a un resultado de la estimación precisa, y

65 dicho proceso de corrección de frecuencia portadora comprende un proceso de generar una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida realizando la corrección de frecuencia portadora en la señal en ráfaga recibida usando la pluralidad de frecuencias portadoras estimadas generadas en dicho proceso de adición/sustracción de separación de frecuencia.

23.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 22, que comprende además:

un proceso de decisión de probabilidad máxima de realizar una decisión de probabilidad máxima con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida, y determinar una de dicha pluralidad de
5 señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida, comprendiendo dicho proceso de decisión de probabilidad máxima y dicho proceso de compensación de canal un proceso de realizar la estimación de canal y la compensación de canal con respecto a dicha señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida determinada; y

un proceso de demodulación de realizar una demodulación con respecto a dicha señal en ráfaga recibida cuyo canal
10 ha sido compensado en dicho proceso de compensación de canal.

24.- El método de recepción inalámbrica de la reivindicación 22, en el que dicho proceso de estimación de canal y dicho proceso de compensación de canal comprenden un proceso de realizar la estimación de canal y la
15 compensación de canal con respecto a cada una de dichas señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida, y el método de recepción inalámbrica comprende además:

un proceso de decisión de probabilidad máxima de realizar una decisión de probabilidad máxima con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado, y seleccionar una señal en ráfaga recibida de
20 frecuencia corregida; y

un proceso de demodulación de realizar una demodulación con respecto a dicha señal en ráfaga recibida
seleccionada en dicho proceso de decisión de probabilidad máxima.

25.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 22, en el que dicho proceso de estimación de canal y dicho proceso de compensación de canal comprenden un proceso de realizar la estimación de canal y la
25 compensación de canal con respecto a cada una de dichas señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida, y el método de recepción inalámbrica comprende además:

un proceso de demodulación de realizar una demodulación con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga
30 recibidas cuyos canales han sido compensados en dicho proceso de compensación de canal; y

un proceso de detección de errores y selección de realizar la detección de errores y selección con respecto a dicha pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas que han sido sometidas a la demodulación, y determinar una
35 señal de datos en ráfaga recibida deseada.

26.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 22, en el que dicho proceso de estimación de canal y dicho proceso de compensación de canal comprenden un proceso de realizar la estimación de canal y la
40 compensación de canal con respecto a cada una de dichas señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida, y el método de recepción inalámbrica comprende además:

un proceso de demodulación de realizar una demodulación con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga
recibidas de canal compensado;

un proceso de detección de errores y selección de realizar la detección de errores y selección con respecto a dicha pluralidad de señales de datos en ráfaga recibidas que han sido sometidas a la demodulación y seleccionar una
45 señal en ráfaga recibida de la cual no se ha detectado ningún error; y

un proceso de decisión de probabilidad máxima para dicha constelación de señales de, cuando hay una pluralidad de señales en ráfaga recibidas de las cuales no se ha detectado ningún error en dicho proceso de detección de
50 errores y selección, realizar una decisión de probabilidad máxima con respecto a dicha pluralidad de señales en ráfaga recibidas de canal compensado de las cuales no se ha detectado ningún error, y seleccionar una señal en ráfaga recibida de canal compensado.

27.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 22, en el que, en dicho proceso de adición/sustracción de separación de frecuencia, la pluralidad de valores de separación de frecuencia que se
55 añaden/sustraen a/de dicho valor estimado preciso estimado en dicho proceso de estimación de frecuencia de canal, son múltiplos enteros de un inverso de un ciclo de inserción de señal piloto en la señal en ráfaga recibida.

28.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 21, que comprende además:

un proceso de filtrado de conformación de impulsos de realizar filtrado de conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a dicha señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a sincronización de
60 temporización de símbolos,

en el que la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a filtrado de conformación de impulsos se usa en dicho proceso de estimación de frecuencia portadora y en dicho proceso de corrección de frecuencia portadora.
65

29.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 21, que comprende además:

5 un primer proceso de filtrado de conformación de impulsos de realizar la conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a dicha señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a sincronización de temporización de símbolos,

10 en el que la señal en ráfaga recibida que ha pasado dicho primer proceso de filtrado de conformación de impulsos se usa en dicho proceso de estimación de frecuencia portadora;

dicho proceso de corrección de frecuencia portadora comprende un proceso de realizar la corrección de frecuencia portadora con respecto a una señal en ráfaga recibida que no pasa dicho primer proceso de filtrado de conformación de impulsos, y el método de recepción inalámbrica comprende además:

15 un segundo proceso de filtrado de conformación de impulsos de realizar el filtrado de conformación de impulsos para eliminar la interferencia entre símbolos con respecto a la señal en ráfaga recibida cuya frecuencia portadora ha sido corregida en dicho proceso de corrección de frecuencia portadora,

20 en el que la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a filtrado de conformación de impulsos en dicho segundo proceso de filtrado de conformación de impulsos se usa en dicho proceso de estimación de canal y dicho proceso de compensación de canal.

30.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 24 o 25, en el que dicho proceso de estimación de canal comprende un proceso de realizar procesos de estimación de canal, mediante multiplexación por división de tiempo, con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

31.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 24 o 25, en el que dicho proceso de compensación de canal comprende un proceso de realizar procesos de compensación de canal con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

32.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 24 o 25, que comprende además:

35 una pluralidad de dichos procesos de estimación de canal, que se realizan en paralelo con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

33.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 24 o 25, que comprende además:

40 una pluralidad de dichos procesos de compensación de canal, que se realizan en paralelo con respecto a la pluralidad de señales en ráfaga recibidas de frecuencia corregida.

34.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 20, en el que dicho proceso de estimación de canal comprende:

45 un proceso de extracción de señal piloto de extraer la señal piloto de la señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida;

un proceso de generación de señales piloto de generar la señal piloto que contiene información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama;

50 un proceso de estimación de canal de parte de señal piloto de usar la señal piloto extraída de dicha señal recibida y la señal piloto generada en dicho proceso de generación de señal de acondicionamiento para estimar la distorsión de canal en una posición de señal piloto; y

55 un canal de parte de datos con proceso de estimación de interpolación de usar la información relacionada con la distorsión de canal en dicha posición de señal piloto que ha sido estimada en dicho circuito de estimación de canal de parte de señal piloto, para realizar una estimación de interpolación de distorsión de canal en una parte de señal de datos, y producir como salida información relacionada con la distorsión de canal para toda una ráfaga recibida.

60 35.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 34, en el que dicho canal de parte de datos con proceso de estimación de interpolación comprende un proceso de interpolar linealmente información relacionada con la distorsión de canal de pilotos en ambos extremos de la parte de datos en cada posición de símbolo está en un plano de constelación y producir como salida, como la información relacionada con la distorsión de canal de la parte de señal de datos, información relacionada con la distorsión de canal de ondas piloto en ambos extremos de la parte de datos en cada posición de símbolo.

65 36.- El método de recepción inalámbrica según la reivindicación 34, en el que dicho canal de parte de datos con

proceso de estimación de interpolación comprende:

un proceso de promediar simplemente la información relacionada con la distorsión de canal en una pluralidad de posiciones de señal piloto cercanas a la parte de datos en un plano de constelación y producir como salida, como la información relacionada con la distorsión de canal de la parte de señal de datos, información relacionada con la distorsión de canal en una pluralidad de posiciones de señal piloto cercanas a la parte de datos.

37.- Un sistema de comunicación inalámbrica que comprende:

un aparato receptor inalámbrico; y

un aparato transmisor inalámbrico,

comprendiendo dicho aparato transmisor inalámbrico:

un circuito generador (301) de símbolos configurado para convertir un tren de bits de datos de transmisión en una secuencia de símbolos de datos;

un circuito generador (302) de señales piloto configurado para generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama;

un circuito de multiplexación (303) configurado para multiplexar dicha señal de acondicionamiento y dicha secuencia de símbolos de datos, y generar una señal en ráfaga de transmisión; y

un circuito de conversión digital/analógica (304) configurado para realizar una conversión digital/analógica de dicha señal en ráfaga de transmisión, en el que dicho circuito de multiplexación está configurado para insertar la señal de acondicionamiento generada por dicho circuito generador de señales piloto dentro de la señal en ráfaga de transmisión como una señal piloto a intervalos de símbolos fijos, y dicho circuito generador de señal piloto comprende:

un circuito generador (601) de secuencia de código de sincronización configurado para generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama;

un circuito de codificación diferencial (602) configurado para codificar diferencialmente dicha señal de secuencia de código de sincronización; y

un entrelazador (603) configurado para entrelazar dicha señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente, y

en el que dicho circuito generador de secuencia de código de sincronización está configurado para generar y producir como salida una matriz de secuencia de código de sincronización que tiene N_p filas, siendo N_p igual al número de símbolos en una señal piloto insertada en la señal en ráfaga, y N_q-1 columnas, siendo N_q igual al número de señales piloto insertadas en la señal en ráfaga,

dicho circuito de codificación diferencial está configurado para generar una matriz codificada diferencialmente codificando diferencialmente dicha matriz de secuencia de código de sincronización en la dirección de las filas con respecto a un vector de ráfaga inicial, y

dicho entrelazador está configurado para reordenar dicha matriz codificada diferencialmente de manera que un elemento de la fila m y la columna n corresponda a un patrón de señales piloto del símbolo m de una señal piloto n -ésima, y comprendiendo dicho aparato receptor inalámbrico:

un circuito receptor configurado para recibir una señal en ráfaga inalámbrica transmitida desde dicho aparato transmisor inalámbrico;

un circuito de conversión analógica/digital (12) configurado para realizar una conversión analógica/digital de dicha señal en ráfaga recibida;

un circuito de recuperación (14) de temporización de símbolos configurado para realizar la sincronización de temporización de símbolos usando la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a conversión analógica/digital;

un circuito de detección (207, 405) de trama configurado para detectar una posición de trama a partir de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, y extraer la señal piloto;

un circuito de sincronización (407) de trama configurado para realizar la sincronización de trama usando datos

relacionados con dicha posición de trama detectada;

un circuito de estimación (16) de frecuencia portadora configurado para realizar una estimación de frecuencia portadora usando la señal piloto extraída por dicho circuito de detección de trama;

5 un circuito de corrección (17, 22, 30, 409) de frecuencia portadora configurado para realizar la corrección de frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, usando dicha frecuencia portadora estimada;

10 un circuito de estimación (18, 23, 32, 41, 500) de canal configurado para estimar la distorsión de canal basándose en dicha señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, y producir como salida información relacionada con la distorsión de canal;

15 un circuito de compensación (19, 24, 33, 42, 501) de canal configurado para corregir la distorsión de canal de dicha señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, usando dicha información relacionada con la distorsión de canal; y

un circuito de decisión (502) de símbolo configurado para convertir una secuencia de símbolos de datos de dicha señal en ráfaga recibida de canal compensado en un tren de bits de datos recibido,

20 en el que dicho circuito de detección de trama comprende:

un circuito generador (702) de señales piloto configurado para generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama, comprendiendo el circuito generador (702) de señales piloto:

25 un circuito generador (601) de secuencia de código de sincronización configurado para generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama;

30 un circuito de codificación diferencial (602) configurado para codificar diferencialmente dicha señal de secuencia de código de sincronización; y

un entrelazador (603) configurado para entrelazar dicha señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente;

35 un circuito de extracción (701) de parte de señal piloto configurado para extraer la señal piloto de una señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos; y

40 un circuito de cálculo (703) de suma de autocorrelación configurado para calcular un valor de correlación usando la señal piloto extraída de dicha señal en ráfaga recibida y la secuencia de señales piloto generada por el circuito generador de secuencia de código de sincronización de dicho circuito generador de señales piloto; y

45 en el que dicho circuito generador de secuencia de código de sincronización está configurado para generar y producir como salida una matriz de secuencia de código de sincronización que tiene N_p filas, siendo N_p igual al número de símbolos en una señal piloto insertada en la señal en ráfaga, y N_q-1 columnas, siendo N_q igual al número de señales piloto insertadas en la señal en ráfaga,

50 dicho circuito de codificación diferencial está configurado para generar una matriz codificada diferencialmente codificando diferencialmente dicha matriz de secuencia de código de sincronización en la dirección de las filas con respecto a un vector de ráfaga inicial, y

dicho entrelazador está configurado para reordenar dicha matriz codificada diferencialmente de manera que un elemento de la fila m y la columna n corresponda a un patrón de señales piloto del símbolo m de una señal piloto n -ésima.

55 38.- Un método de comunicación inalámbrica que comprende:

un método de transmisión inalámbrica; y

60 un método de recepción inalámbrica,

comprendiendo dicho método de transmisión inalámbrica:

un proceso de generación de símbolos de convertir un tren de bits de datos de transmisión en una secuencia de símbolos de datos;

65 un proceso de generación de señal de acondicionamiento de generar una señal de acondicionamiento que incluye

ES 2 504 190 T3

- información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama;
- 5 un proceso múltiplex de multiplexar dicha señal de acondicionamiento y dicha secuencia de símbolos de datos, y generar una señal en ráfaga de transmisión; y
- un proceso de conversión digital/analógica de realizar una conversión digital/analógica de dicha señal en ráfaga de transmisión,
- 10 en el que la señal de acondicionamiento generada por dicho proceso de generación de señal de acondicionamiento es insertada dentro de la señal en ráfaga de transmisión como una señal piloto a intervalos de símbolos fijos en dicho proceso múltiplex,
- 15 dicho proceso de generación de señal de acondicionamiento comprende:
- un proceso de generación de secuencia de código de sincronización de generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama;
- 20 un proceso de codificación diferencial de codificar diferencialmente dicha señal de secuencia de código de sincronización; y
- un proceso de entrelazado de entrelazar dicha señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente, y
- 25 en el que dicho proceso de generación de secuencia de código de sincronización comprende un proceso de generar y producir como salida una matriz de secuencia de código de sincronización que tiene N_p filas, siendo N_p igual al número de símbolos en una señal piloto insertada en la señal en ráfaga, y N_q-1 columnas, siendo N_q igual al número de señales piloto insertadas en la señal en ráfaga,
- 30 dicho proceso de codificación diferencial comprende un proceso de generar una matriz codificada diferencialmente codificando diferencialmente dicha matriz de secuencia de código de sincronización en la dirección de las filas con respecto a un vector de ráfaga inicial, y
- 35 dicho proceso de entrelazado comprende un proceso de reordenar dicha matriz codificada diferencialmente de manera que un elemento de la fila m y la columna n corresponda a un patrón de señales piloto del símbolo m de una señal piloto n -ésima, y comprendiendo dicho método de recepción inalámbrica:
- un proceso de recepción de recibir una señal en ráfaga inalámbrica transmitida desde dicho aparato transmisor inalámbrico;
- 40 un proceso de conversión analógica/digital de realizar una conversión analógica/digital de dicha señal en ráfaga recibida;
- un proceso de sincronización de temporización de símbolos de realizar la sincronización de temporización de símbolos usando la señal en ráfaga recibida que ha sido sometida a conversión analógica/digital;
- 45 un proceso de detección de trama de detectar una posición de trama a partir de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, y extraer la señal piloto;
- 50 un proceso de sincronización de trama de realizar la sincronización de trama usando datos relacionados con dicha posición de trama detectada;
- un proceso de estimación de frecuencia portadora de realizar una estimación de frecuencia portadora usando los datos de señal piloto extraídos en dicho proceso de detección de trama;
- 55 un proceso de corrección de frecuencia portadora de realizar la corrección de frecuencia portadora de la señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos, usando dicha frecuencia portadora estimada;
- 60 un proceso de estimación de canal de estimar la distorsión de canal basándose en dicha señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, y producir como salida información relacionada con la distorsión de canal;
- un proceso de compensación de canal de corregir la distorsión de canal de dicha señal en ráfaga recibida de frecuencia corregida, usando dicha información relacionada con la distorsión de canal; y
- 65 un proceso de decisión de símbolo de convertir una secuencia de símbolos de datos de dicha señal en ráfaga

recibida de canal compensado en un tren de bits de datos recibido,

en el que dicho proceso de detección de trama comprende:

- 5 un proceso de generación de señales piloto de generar una señal de acondicionamiento que incluye información para recuperación de portadora, información para recuperación de reloj, e información para sincronización de trama, comprendiendo el proceso de generación de señales piloto:
 - 10 un proceso de generación de secuencia de código de sincronización de generar una señal de secuencia de código de sincronización para sincronización de trama;
 - un proceso de codificación diferencial de codificar diferencialmente dicha señal de secuencia de código de sincronización;
 - 15 un proceso de entrelazado de entrelazar dicha señal de secuencia de código de sincronización codificada diferencialmente;
 - un proceso de extracción de parte de señal piloto de extraer la señal piloto de una señal en ráfaga recibida para la cual se ha sincronizado la temporización de símbolos; y
 - 20 un proceso de cálculo de suma de autocorrelación de calcular un valor de correlación usando la señal piloto extraída de dicha señal en ráfaga recibida y la secuencia de señales piloto generada en dicho proceso de generación de secuencia de código de sincronización, y
 - 25 el que dicho proceso de generación de secuencia de código de sincronización comprende un proceso de generar y producir como salida una matriz de secuencia de código de sincronización que tiene N_p filas, siendo N_p igual al número de símbolos en una señal piloto insertada en la señal en ráfaga, y N_q-1 columnas, siendo N_q igual al número de señales piloto insertadas en la señal en ráfaga,
 - 30 dicho proceso de codificación diferencial comprende un proceso de generar una matriz codificada diferencialmente codificando diferencialmente dicha matriz de secuencia de código de sincronización en la dirección de las filas con respecto a un vector de ráfaga inicial, y
 - 35 dicho proceso de entrelazado comprende un proceso de reordenar dicha matriz codificada diferencialmente de manera que un elemento de la fila m y la columna n corresponda a un patrón de señales piloto del símbolo m de una señal piloto n -ésima.

FIG. 1

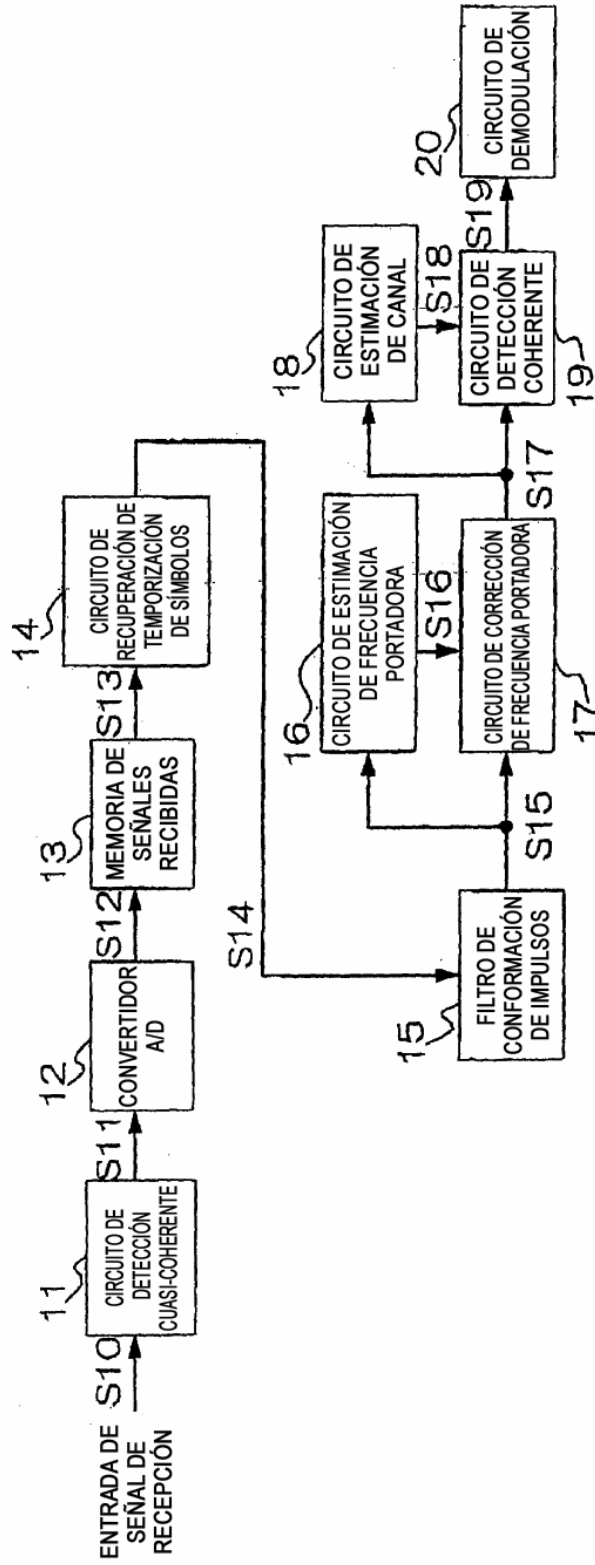


FIG. 2

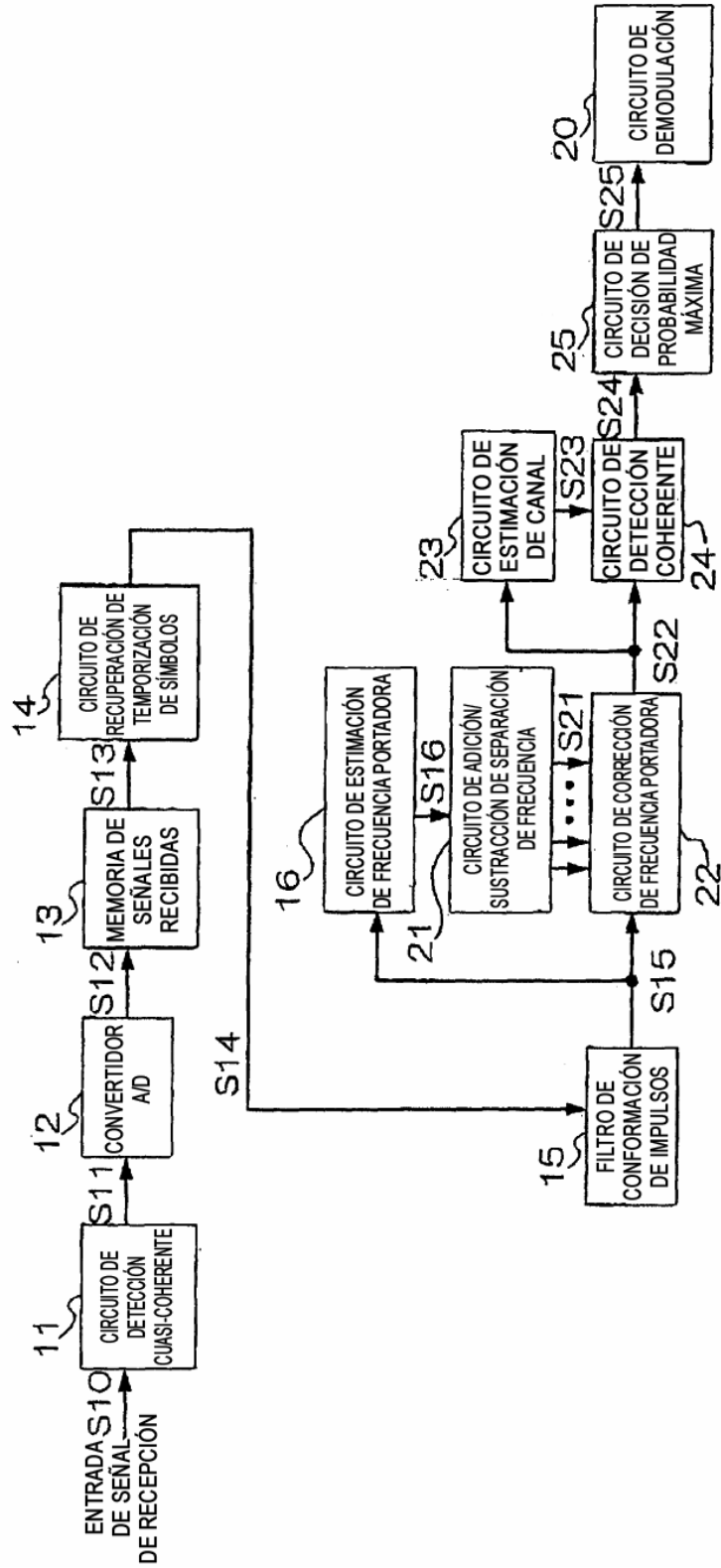
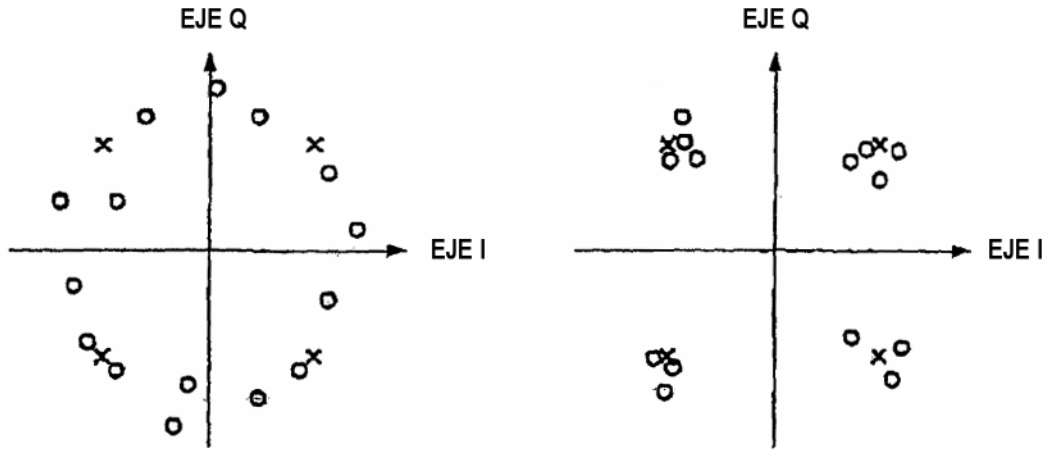


FIG. 3



LAS FASES DE LA CONSTELACIÓN ESTÁN DESBLOQUEADAS LAS FASES DE LA CONSTELACIÓN ESTÁN BLOQUEADAS

- × CONSTELACIÓN IDEAL QPSK
- CONSTELACIÓN DE CARGA ÚTIL DESPUÉS DE LA DETECCIÓN EN CUADRATURA

FIG. 4

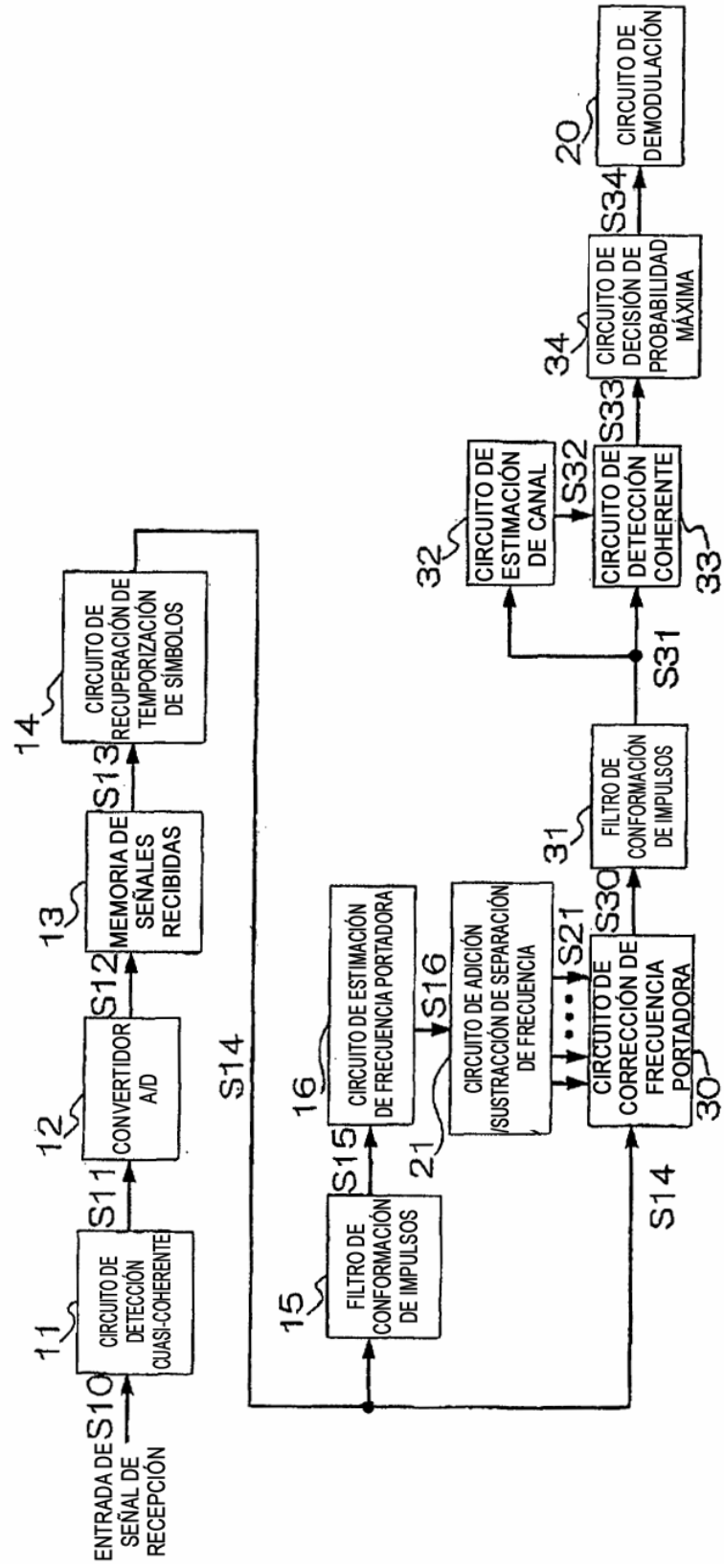


FIG. 5

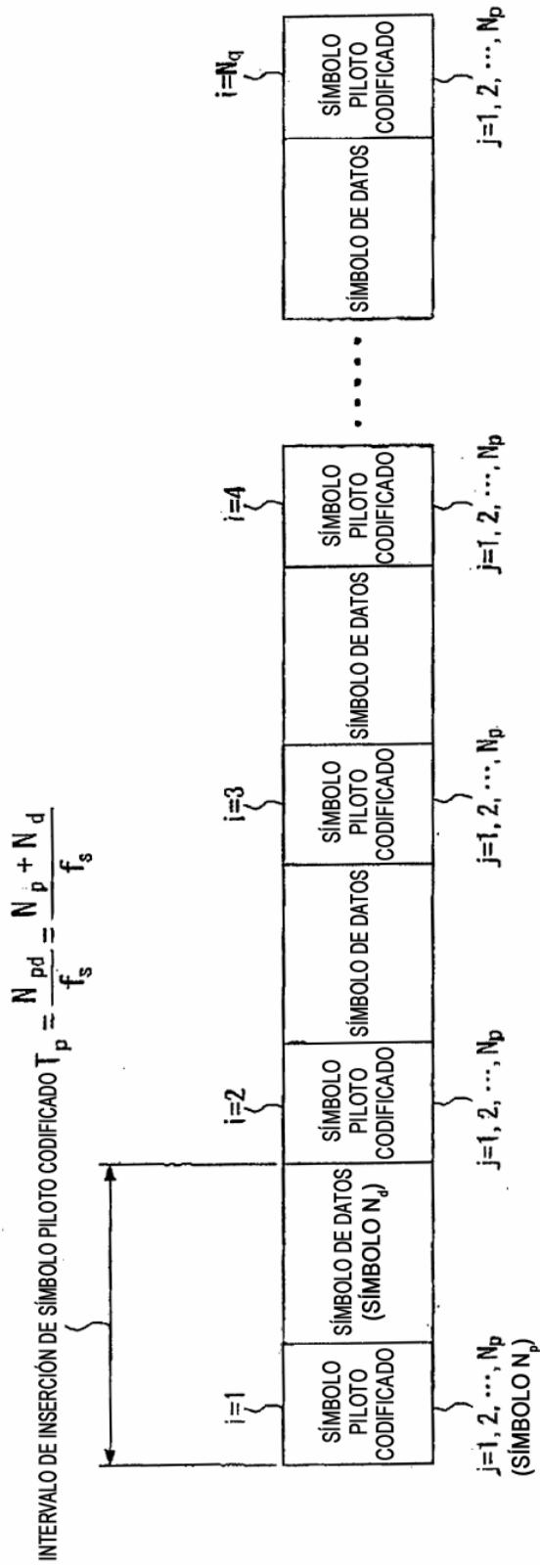


FIG. 6

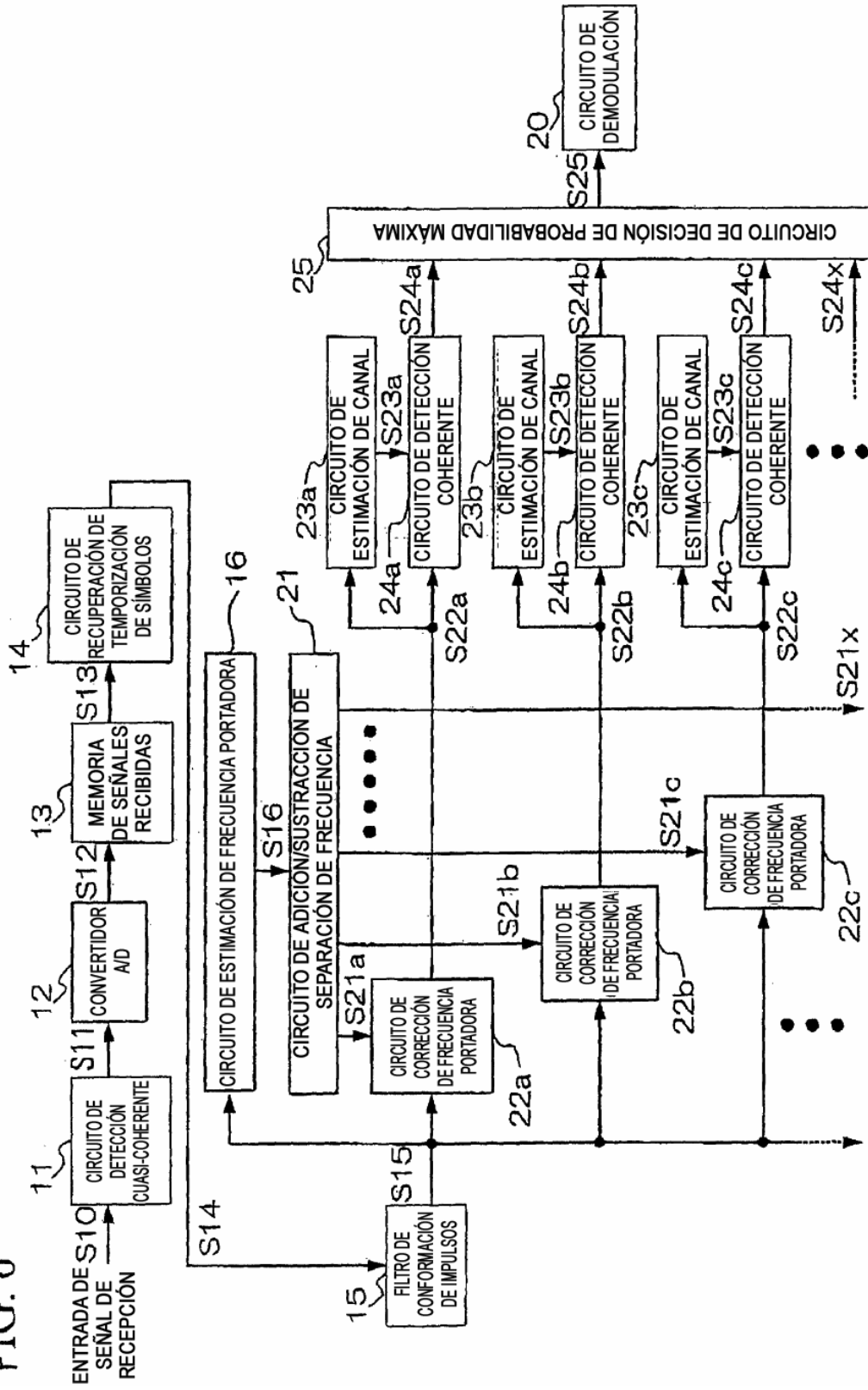


FIG. 7

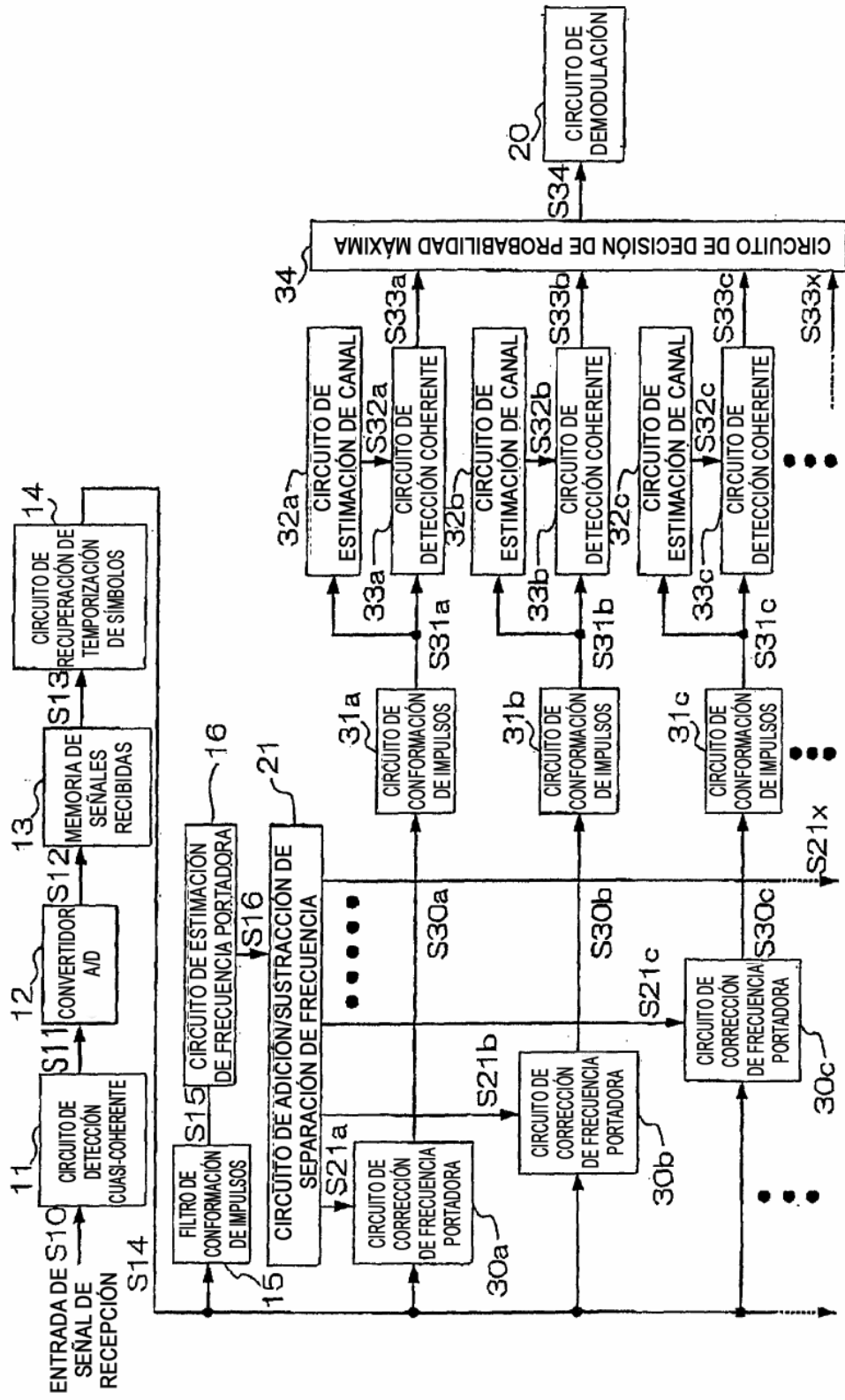


FIG. 8

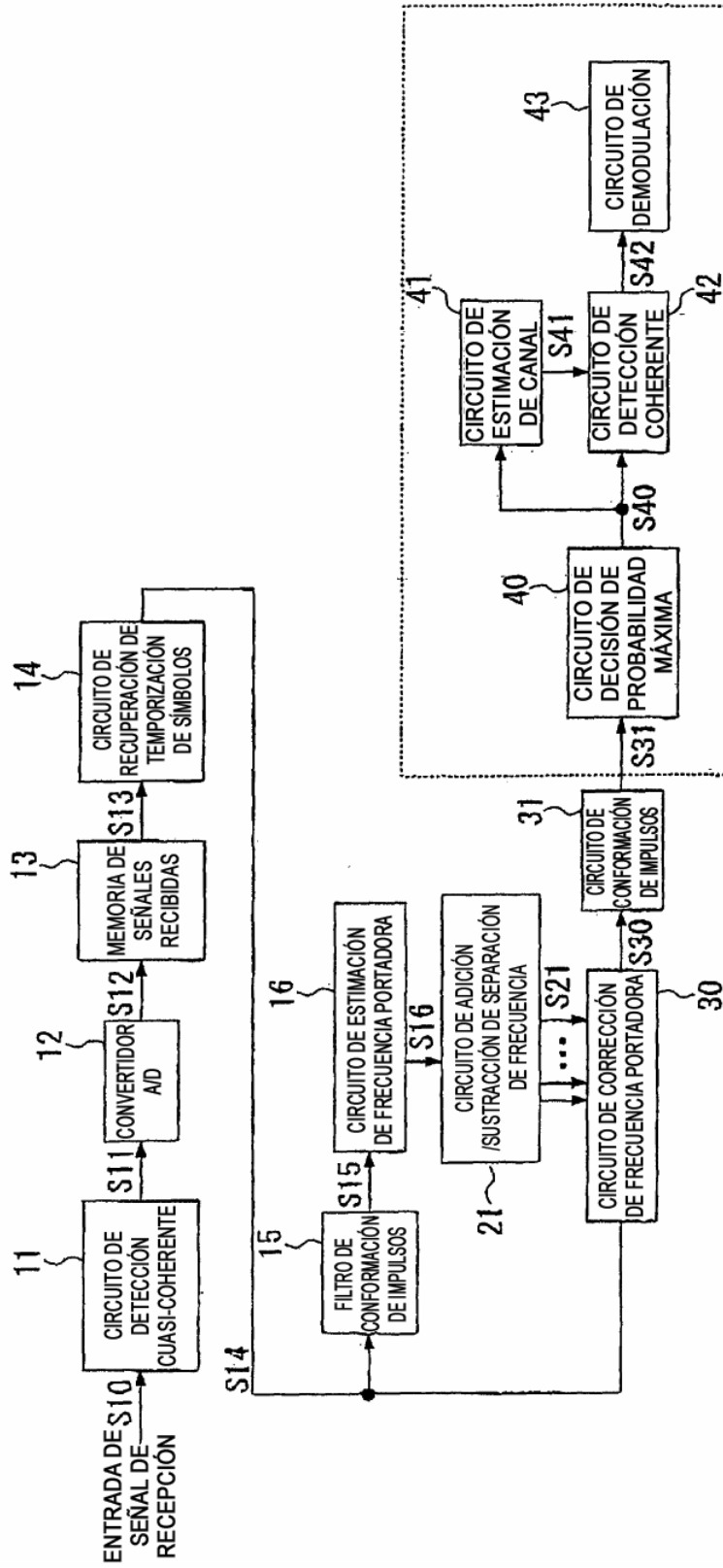


FIG. 9

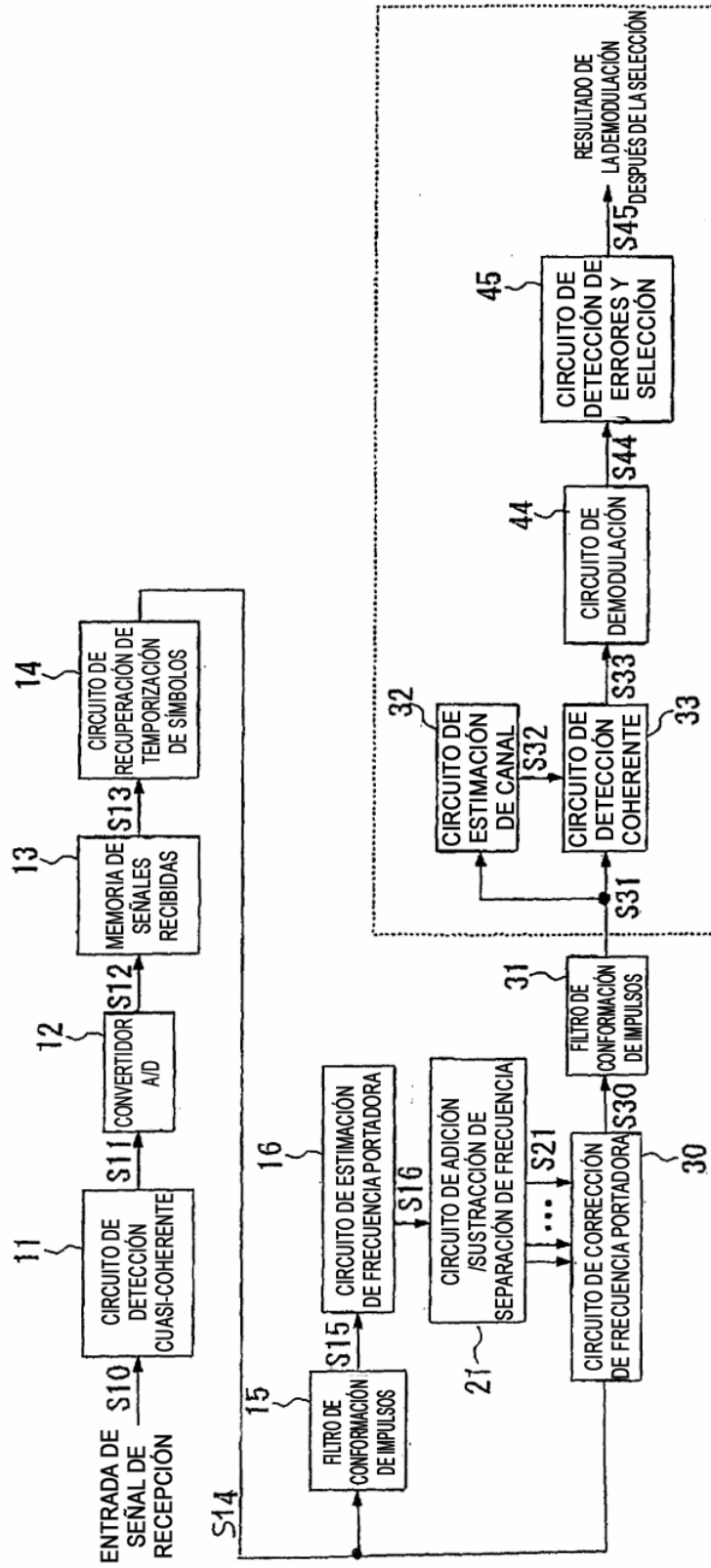


FIG. 10

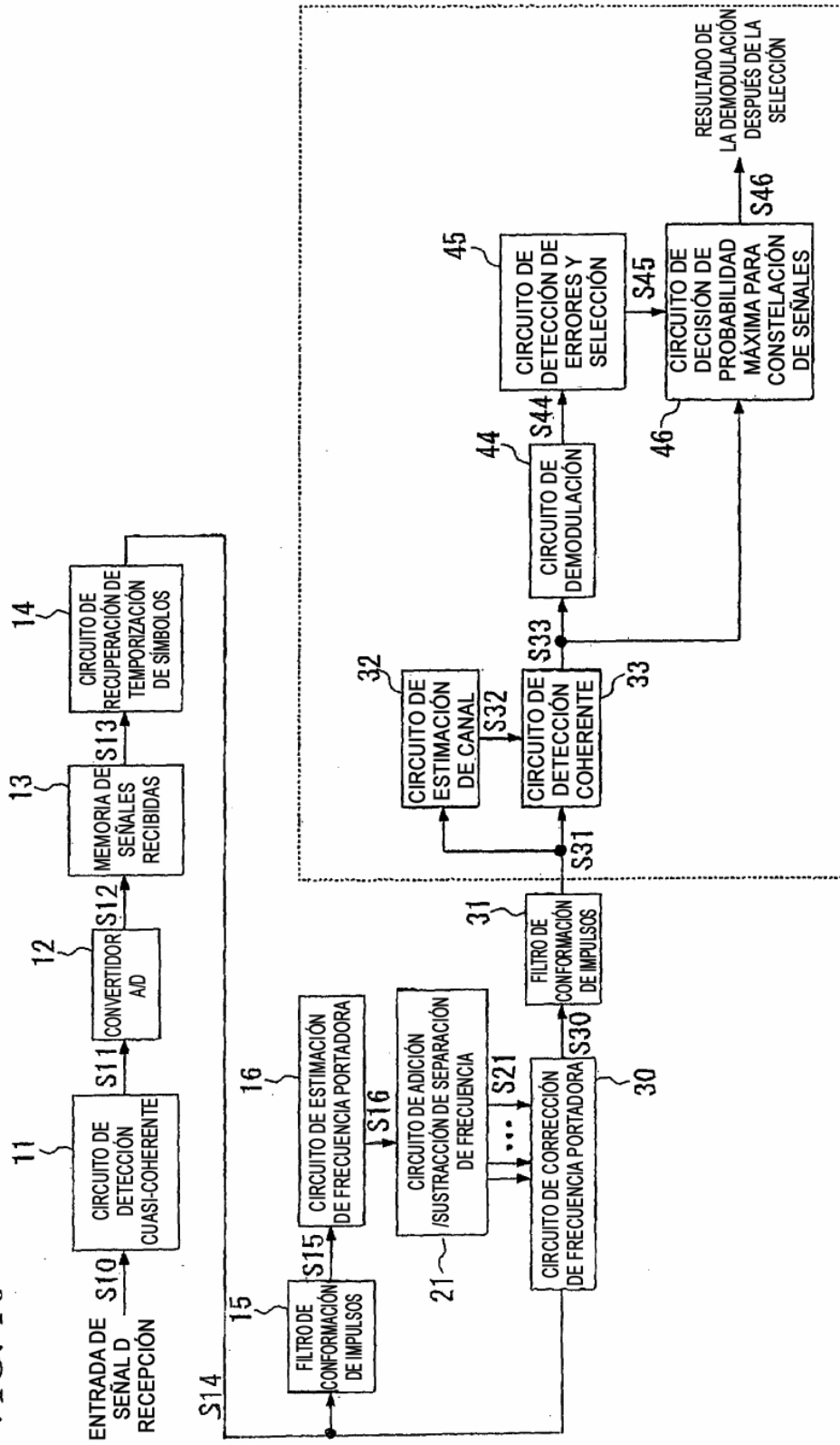
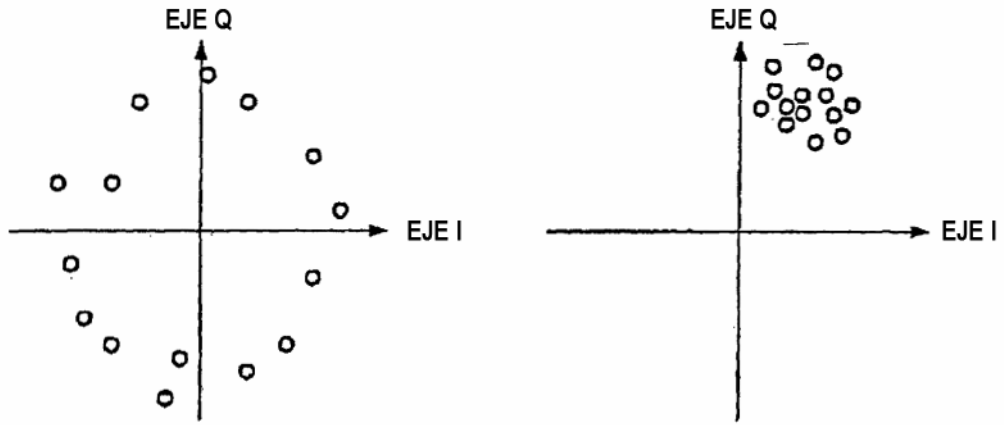


FIG. 11



LAS FASES DE LA CONSTELACIÓN ESTÁN DESBLOQUEADAS

LAS FASES DE LA CONSTELACIÓN ESTÁN BLOQUEADAS

○ CONSTELACIÓN DESPUÉS DE CUATRO MULTIPLICACIONES DE LA RÁFAGA
 RECIBIDA DESPUÉS DE LA CORRECCIÓN DE FRECUENCIA PORTADORA
 (LA SEÑAL ORIGINAL ES QPSK)

FIG. 12

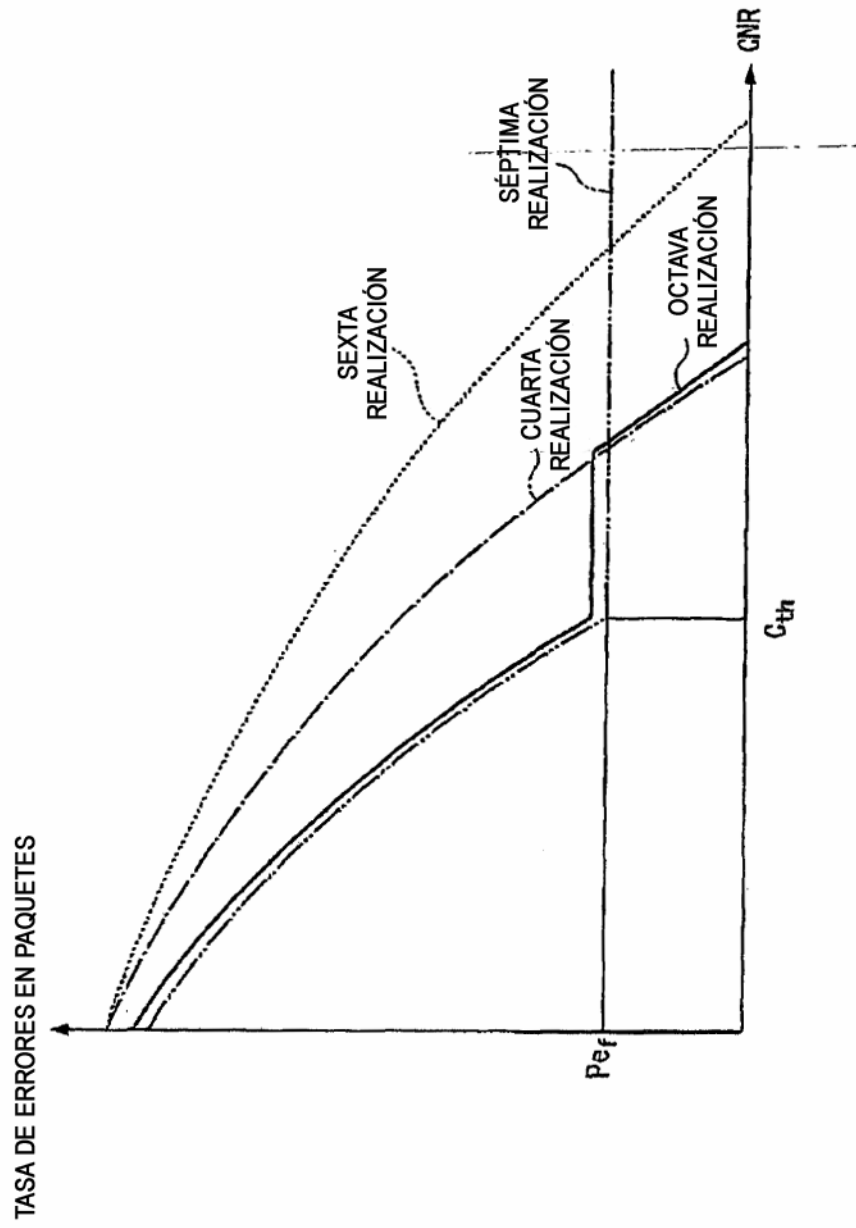


FIG. 13

	PRIMERA REALIZACIÓN (FIG. 1)	SEGUNDA REALIZACIÓN (FIG. 2)
VELOCIDAD DE MODULACIÓN		9600 símbolos/SEGUNDO
FILTRO DE CONFORMACIÓN DE IMPULSOS	FILTRO DE ATENUACIÓN DE RAÍZ (FACTOR DE ATENUACIÓN = 0,6)	
PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN	QPSK	
CORRECCIÓN DE ERRORES EN RECEPCIÓN	CÓDIGO CONVOLUCIONAL DESCODIFICACIÓN VITERBI	
CANAL DE PROPAGACIÓN	DESVANECIMIENTO DE RAYLEIGH UNIFORME	
FRECUENCIA DOPPLER	10Hz	
SEPARACIÓN DE FRECUENCIA	1kHz	
PROCEDIMIENTO DE DIVERSIDAD DE RECEPCIÓN	DIVERSIDAD DE RECEPCIÓN DE 2 RAMAS CON COMBINACIÓN DE RELACIÓN MÁXIMA	
LONGITUD DE DATOS	16 bytes (128 SÍMBOLOS)	
LONGITUD DE SEÑAL PILOTO X NÚMERO DE SEÑALES PILOTO	4 símbolos X 5	
LONGITUD DE RÁFAGA	148 símbolos	
NÚMERO ESTIMADO DE FRECUENCIA DE CANAL	1	3

FIG. 14

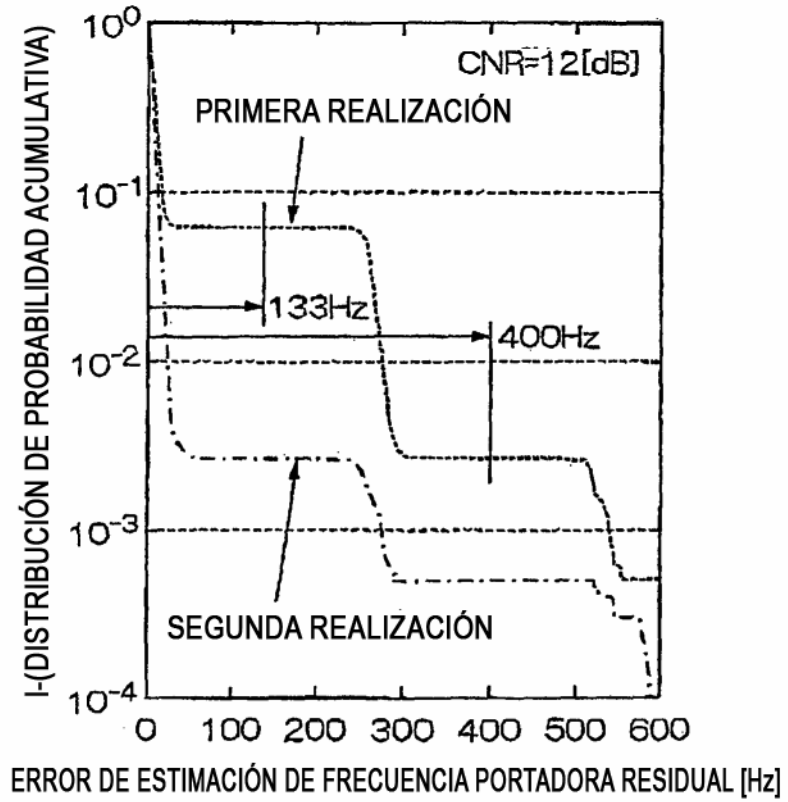


FIG. 15

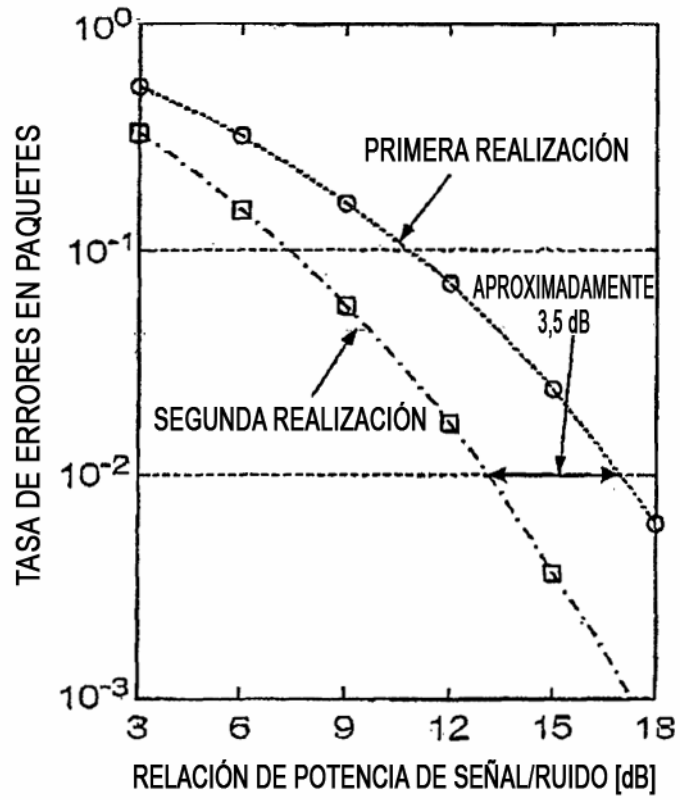


FIG. 16

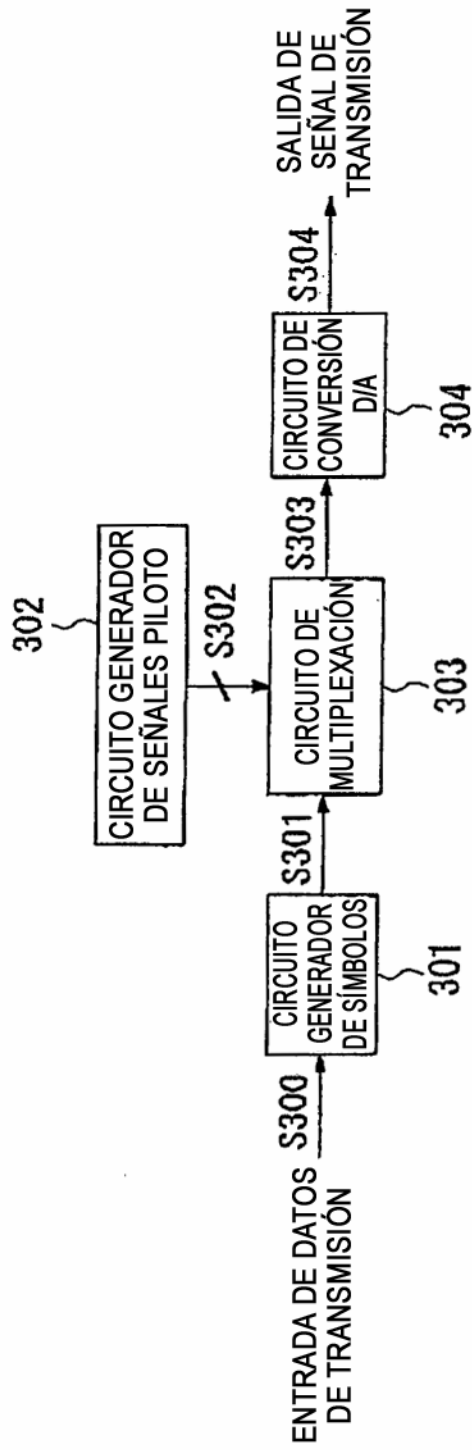
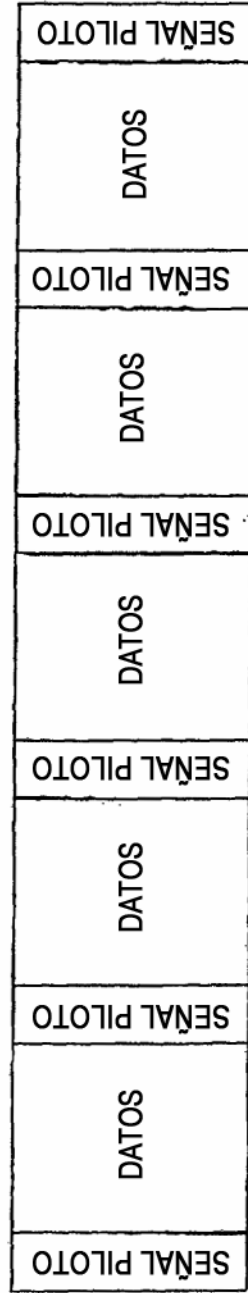


FIG. 17



SEÑAL DE ACONDICIONAMIENTO COMÚN PARA RECUPERACIÓN DE PORTADORA,
RECUPERACIÓN DE TEMPORIZACIÓN DE SÍMBOLOS, SINCRONIZACIÓN DE TRAMA,
Y COMPENSACIÓN DE CANAL

SECUENCIA DE SÍMBOLOS DE ACONDICIONAMIENTO
CODIFICADOS COMUNES PARA SINCRONIZACIÓN DE RÁFAGAS
TALES COMO RECUPERACIÓN DE PORTADORA, SINCRONIZACIÓN
DE TRAMA, Y COMPENSACIÓN DE CANAL

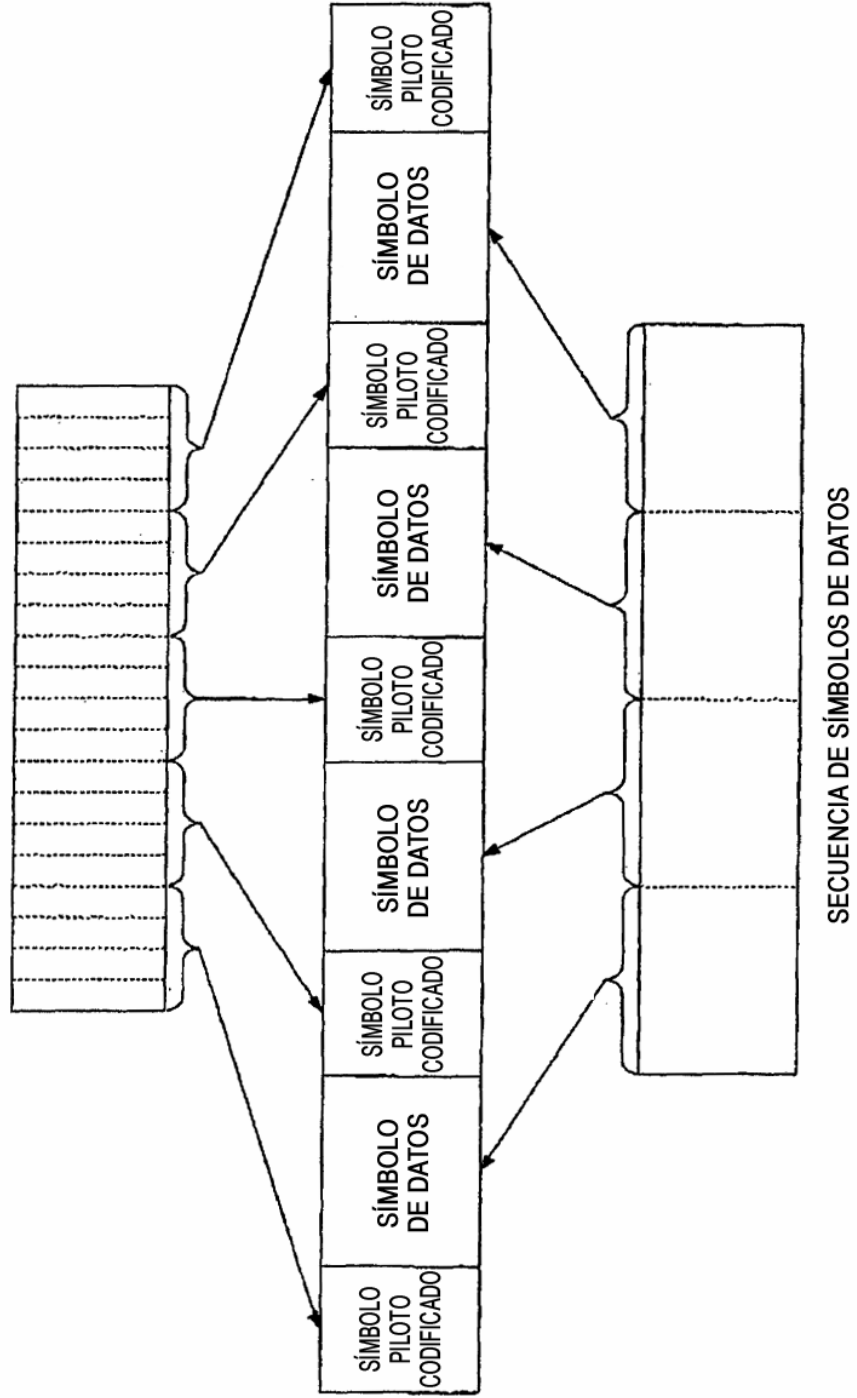


FIG. 18

FIG. 19

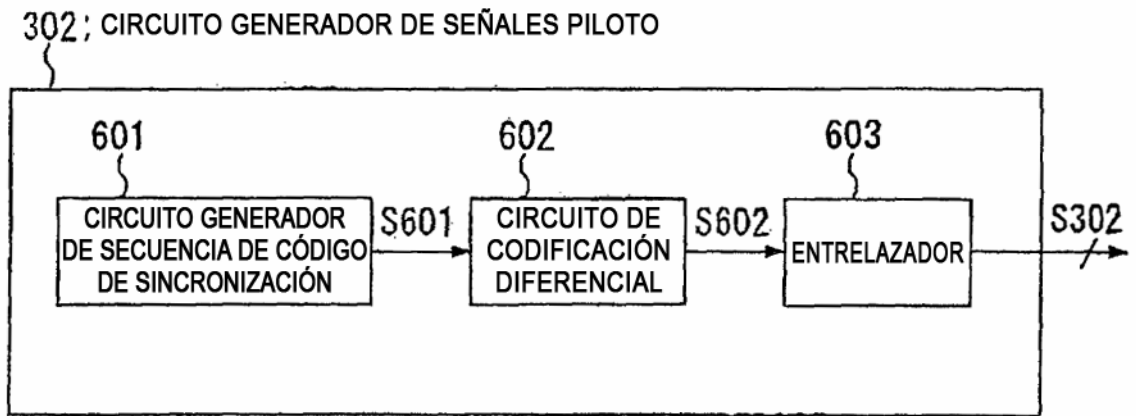
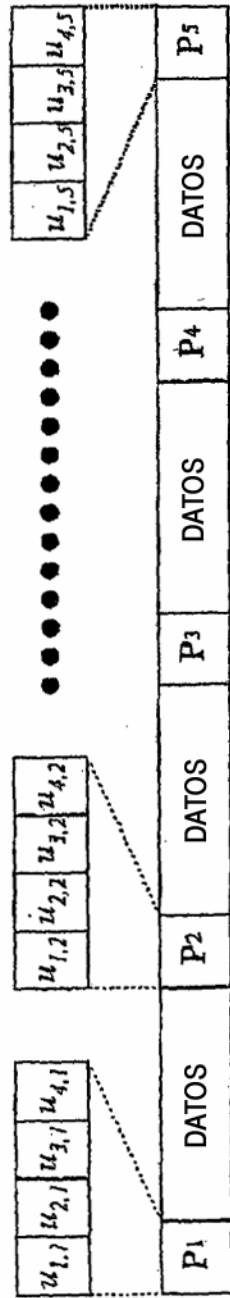


FIG. 20



NÚMERO DE SÍMBOLOS EN CADA SEÑAL PILOTO: $m = 4$
 NÚMERO DE SEÑALES PILOTO: $N = 5$

$$\begin{pmatrix} u_1 \\ u_2 \\ \vdots \\ u_{Np} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} u_{1,1} & u_{1,2} & \dots & u_{1,Nq-1} & u_{1,Nq} \\ u_{2,1} & u_{2,2} & \dots & u_{2,Nq-1} & u_{2,Nq} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ u_{Np,1} & u_{Np,2} & \dots & u_{Np,Nq-1} & u_{Np,Nq} \end{pmatrix}$$

MATRIZ DE PATRONES DE SEÑALES PILOTO \mathbf{U}

FIG. 21

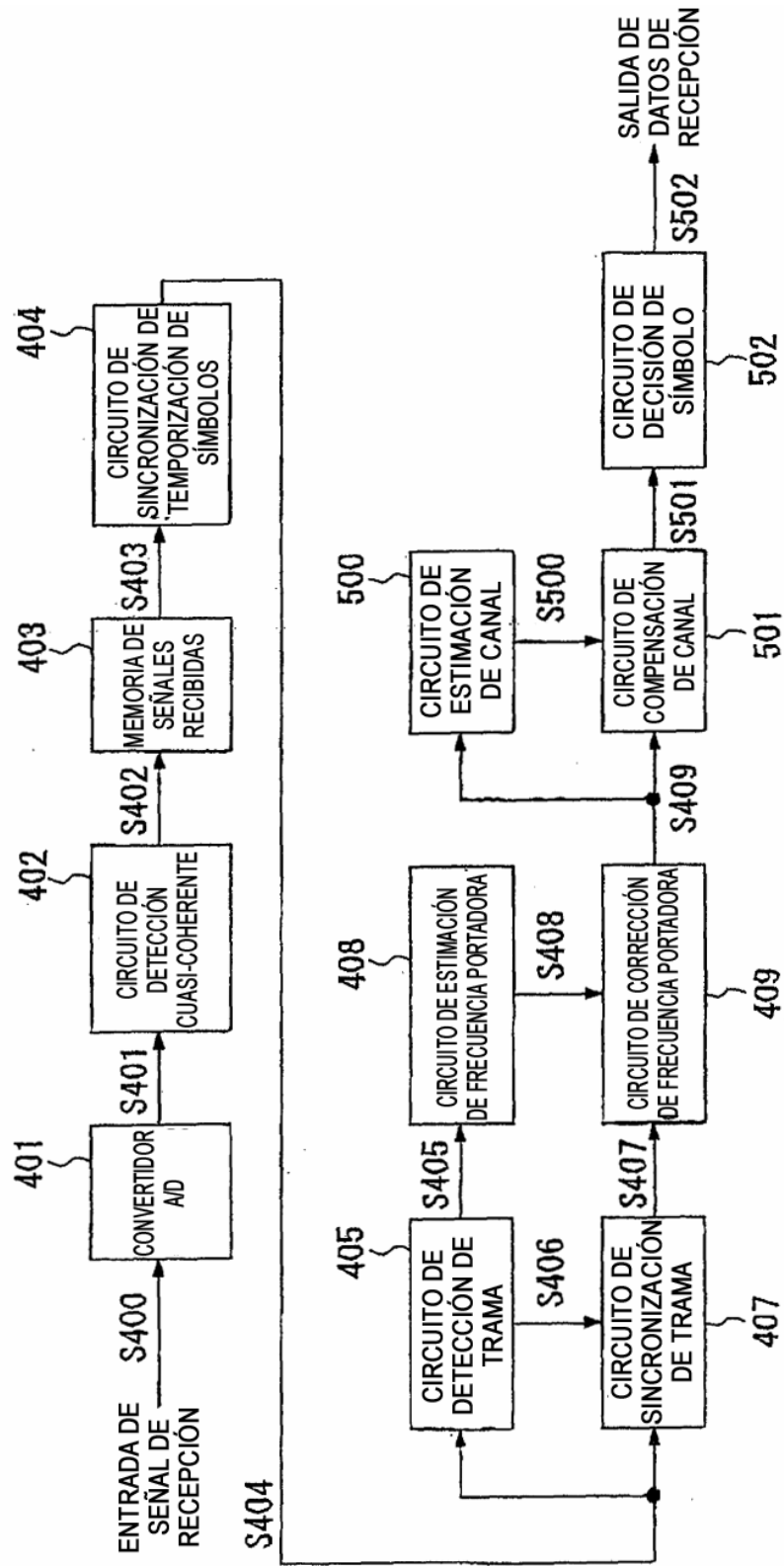


FIG. 22

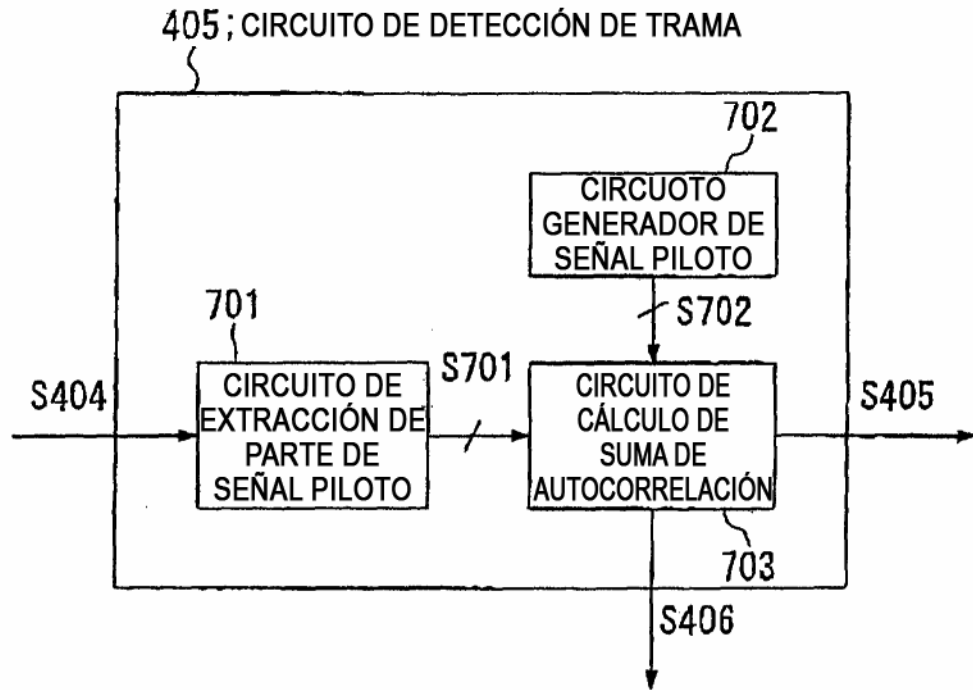


FIG. 23

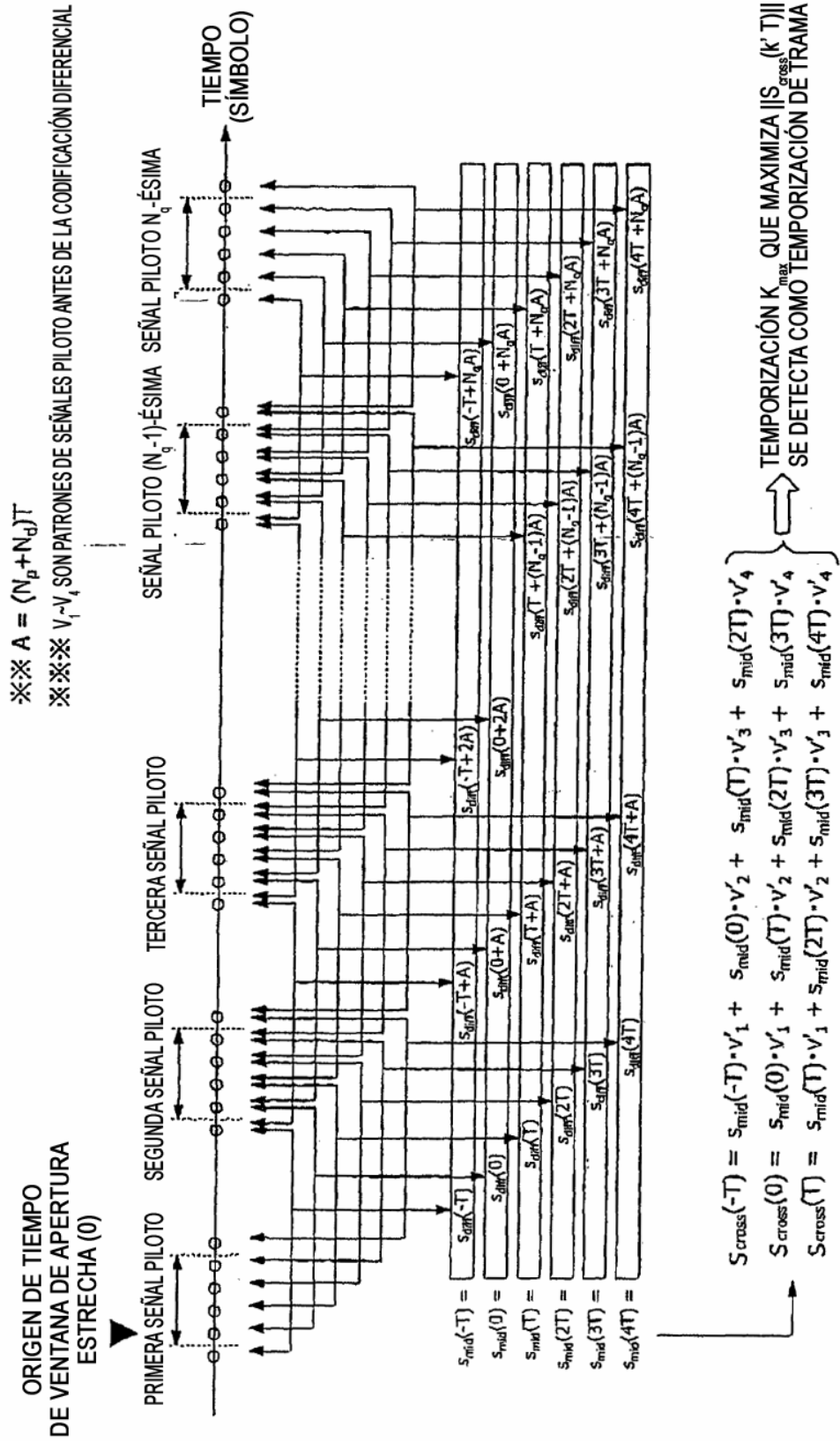


FIG. 24

VELOCIDAD DE MODULACIÓN	9600 símbolos/s
FACTOR DE ATENUACIÓN	0,5
PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN	QPSK
CORRECCIÓN DE ERRORES EN RECEPCIÓN	CODIFICACIÓN CONVOLUCIONAL Y DESCODIFICACIÓN VITERBI (K=7, r=1/2)
CANAL DE PROPAGACIÓN	DESVANECIMIENTO DE RAYLEIGH DE 1 ONDA
FRECUENCIA DOPPLER	10Hz
PROCEDIMIENTO DE DIVERSIDAD DE RECEPCIÓN	SIN DIVERSIDAD/ DIVERSIDAD DE RECEPCIÓN DE 2 RAMAS CON COMBINACIÓN DE RELACIÓN MÁXIMA
SECUENCIA DE CÓDIGO PARA SINCRONIZACIÓN DE TRAMA	SECUENCIA Walsh-Hadamard
LONGITUD DE DATOS	16 bytes (128 símbolos)
LONGITUD DE SEÑAL PILOTO X NÚMERO DE SEÑALES PILOTO	4 símbolos X 5
LONGITUD DE RÁFAGA	148 símbolos

FIG. 25

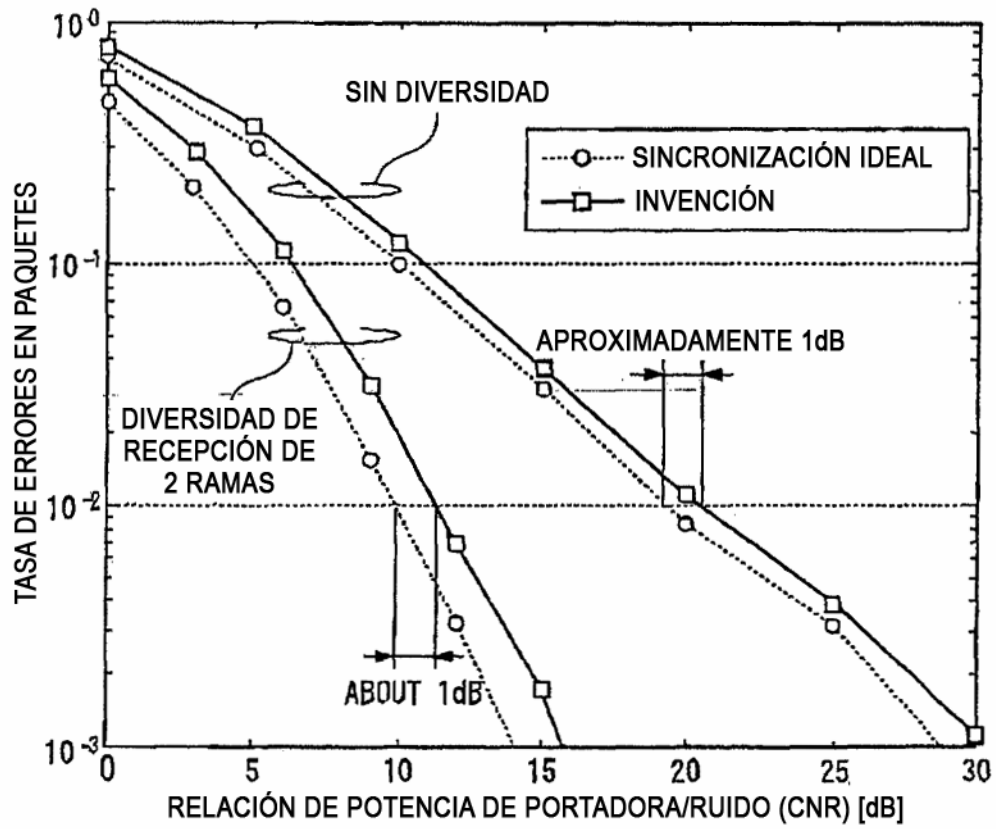


FIG. 26

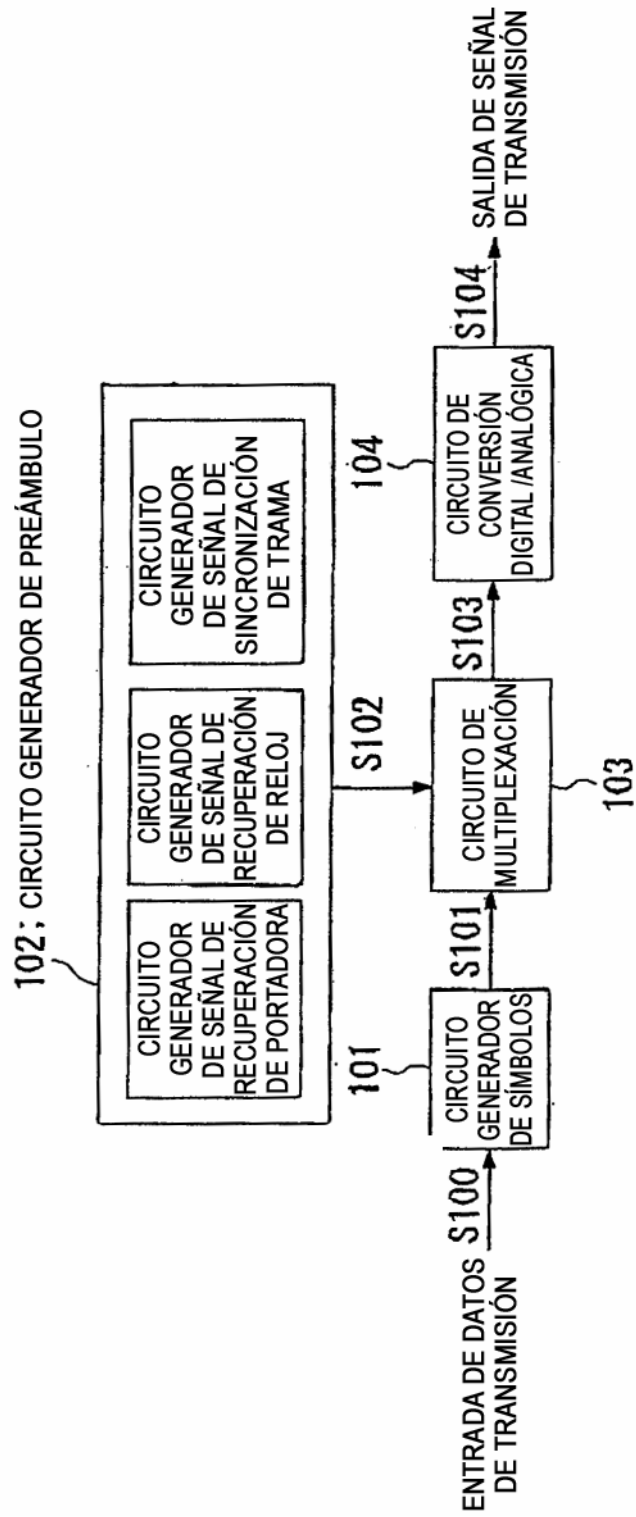


FIG. 27

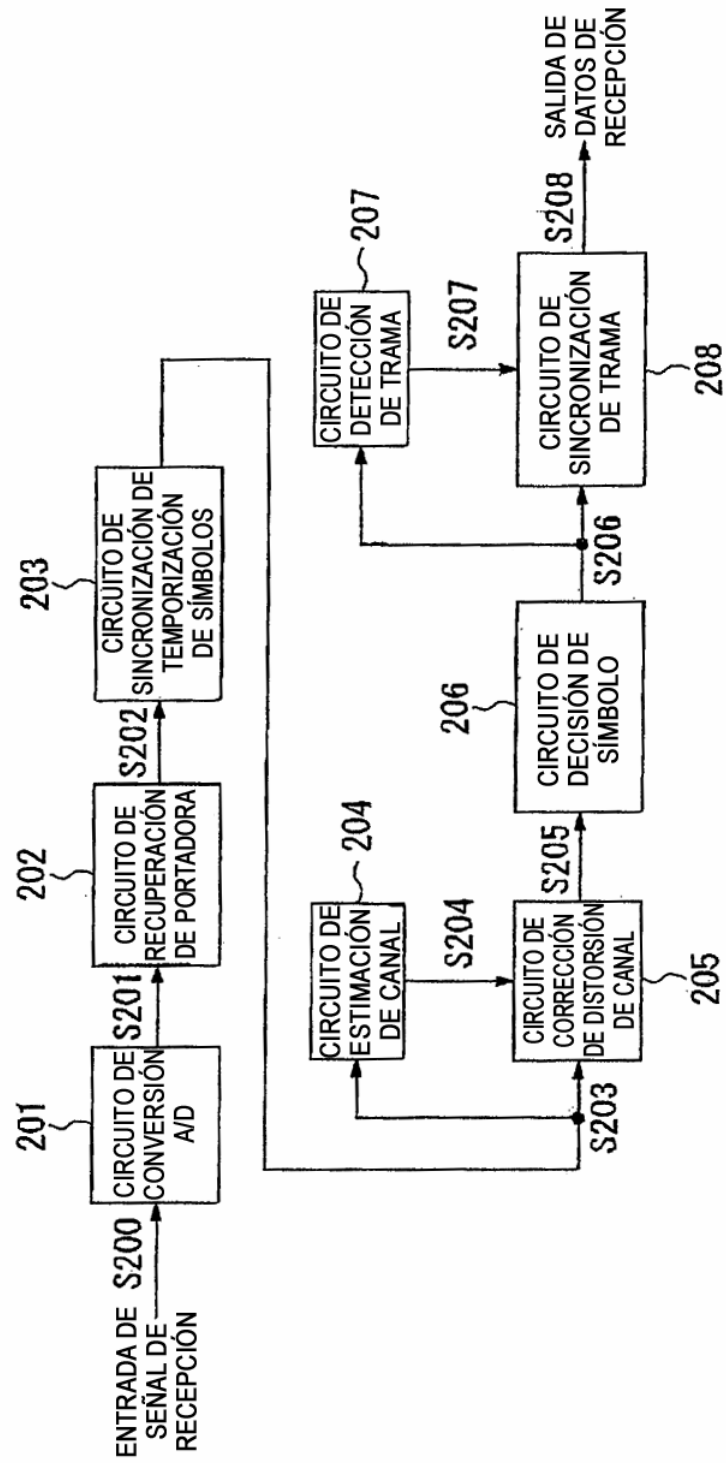


FIG. 28

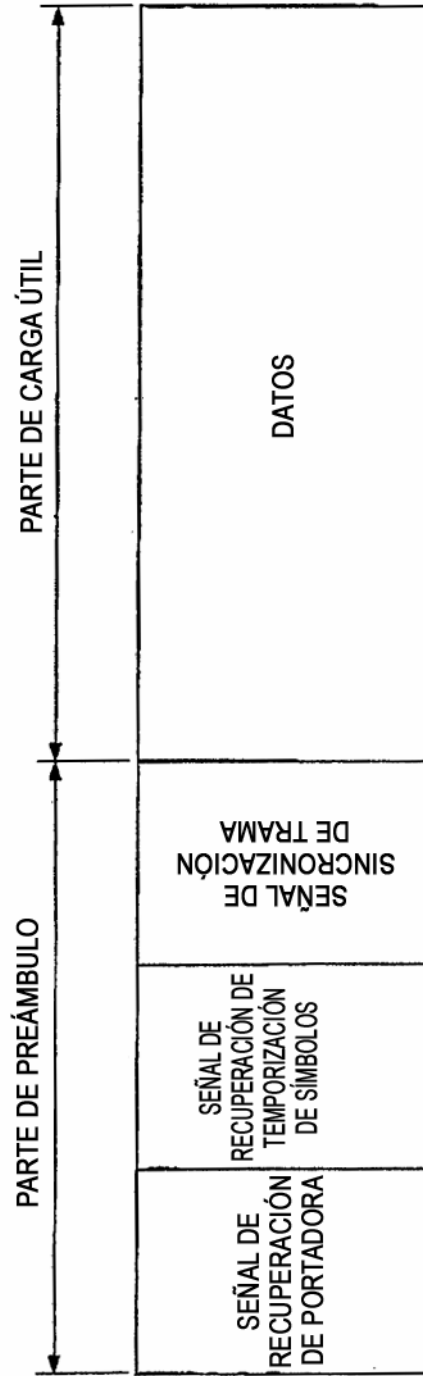


FIG. 29

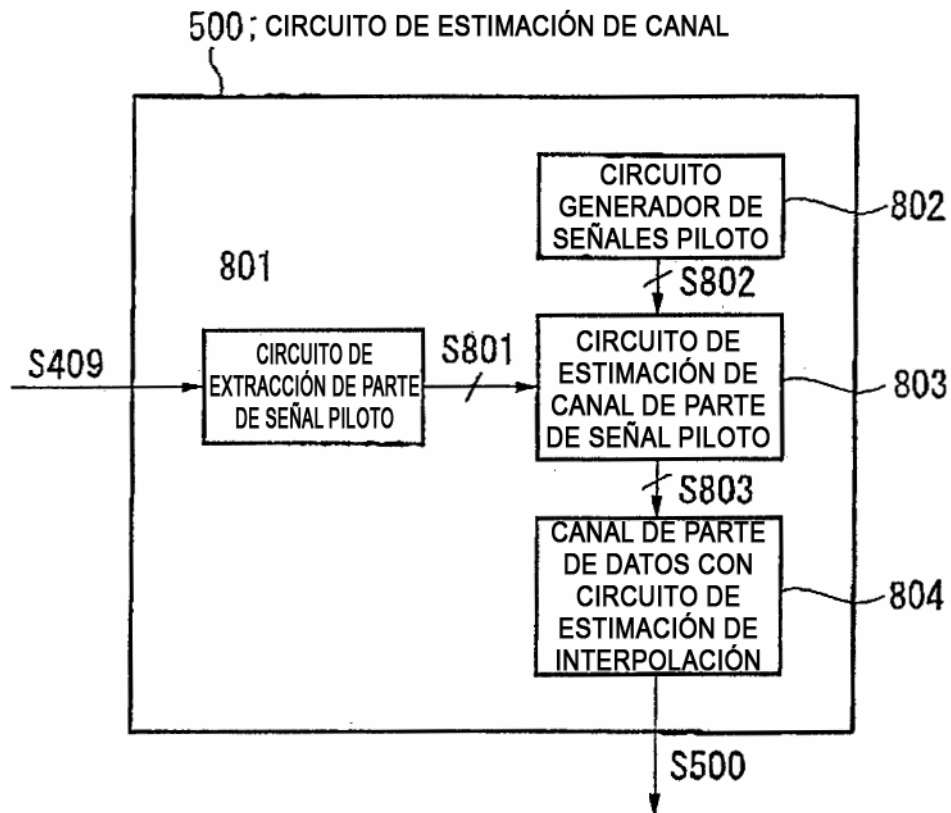


FIG. 30

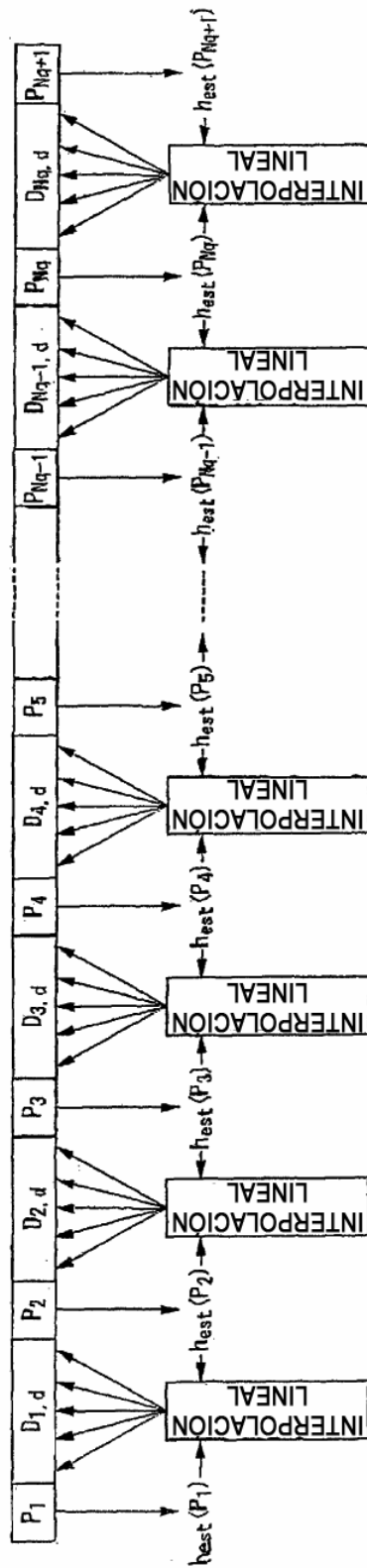


FIG. 31

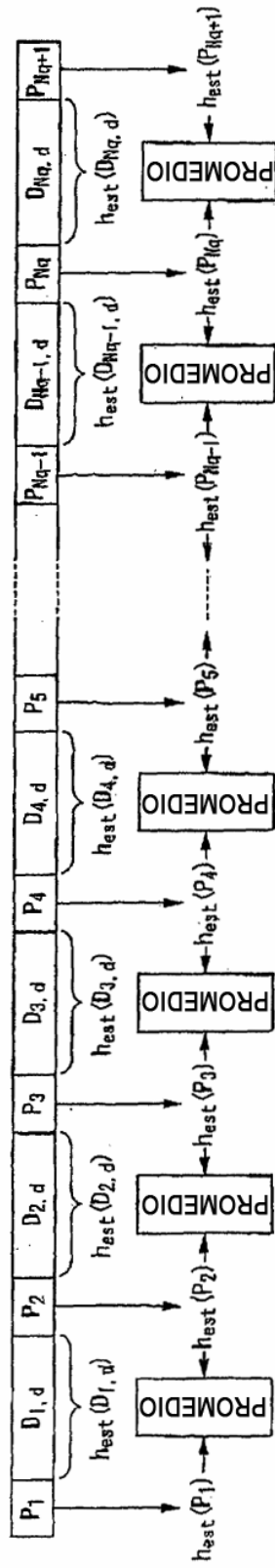


FIG. 32

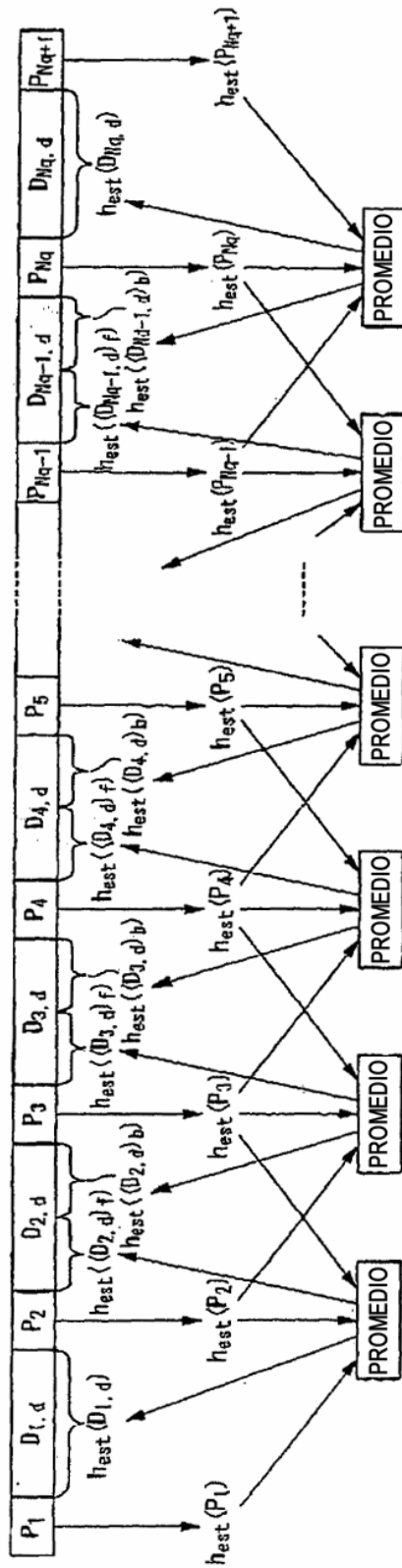


FIG. 33

VELOCIDAD DE MODULACIÓN	9600 símbolos/s
FILTRO DE CONFORMACIÓN DE IMPULSOS	ATENUACIÓN DE RAÍZ (FACTOR DE ATENUACIÓN = 0,5)
PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN	QPSK
CORRECCIÓN DE ERRORES EN RECEPCIÓN	CODIFICACIÓN CONVOLUCIONAL Y DESCODIFICACIÓN VITERBI (K=7, R=1/2)
MODELO DE CANAL	DESVANECIMIENTO DE RAYLEIGH DE UN SOLO TRAYECTO
FRECUENCIA DOPPLER	10Hz
LONGITUD DE PAQUETE	16 bytes
LONGITUD DE RÁFAGA	148 símbolos

FIG. 34

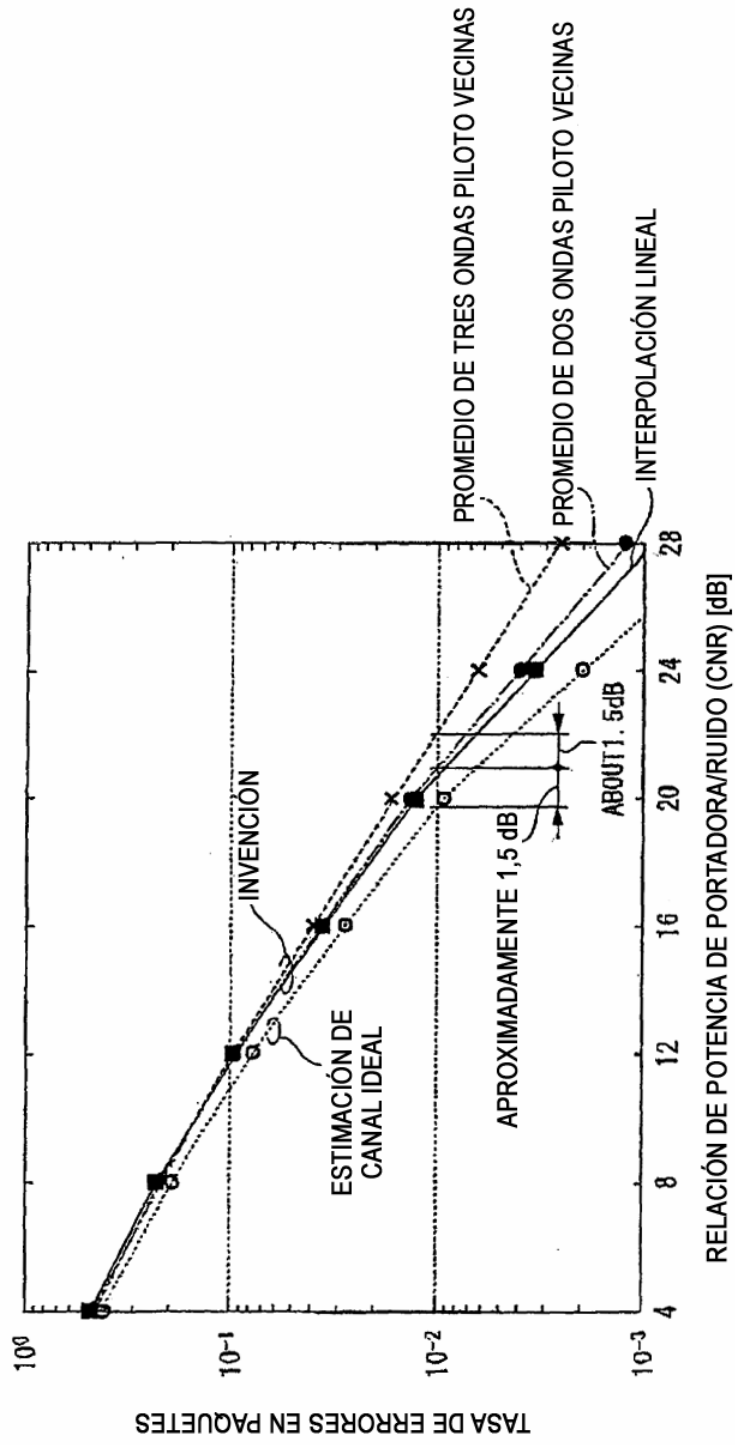


FIG. 35

	DEMODULACIÓN SECUENCIAL USANDO PREÁMBULO	INVENCIÓN
VELOCIDAD DE MODULACIÓN	9600 símbolos/s	
FILTRO DE CONFORMACIÓN DE IMPULSOS	FILTRO DE ATENUACIÓN DE RAÍZ (FACTOR DE ATENUACIÓN = 0,5)	
PROCEDIMIENTO DE MODULACIÓN	QPSK	
CORRECCIÓN DE ERRORES EN RECEPCIÓN	CODIFICACIÓN CONVOLUCIONAL Y DESCODIFICACIÓN VITERBI (K=7, R=1/2)	
CANAL DE PROPAGACIÓN	DESVANECIMIENTO DE RAYLEIGH DE UN SOLO TRAYECTO	
FRECUENCIA DOPPLER	10Hz	
LONGITUD DE DATOS	16 bytes (128 símbolos)	
LONGITUD DE PREÁMBULO	16 símbolos	32 símbolos
LONGITUD DE SEÑAL PILOTO	4 símbolos x 5	4 símbolos x 5
LONGITUD DE RÁFAGA	164 símbolos	180 símbolos
EFICIENCIA DE TRANSMISIÓN	0,78	0,71
		0,60
		0,86

FIG. 36

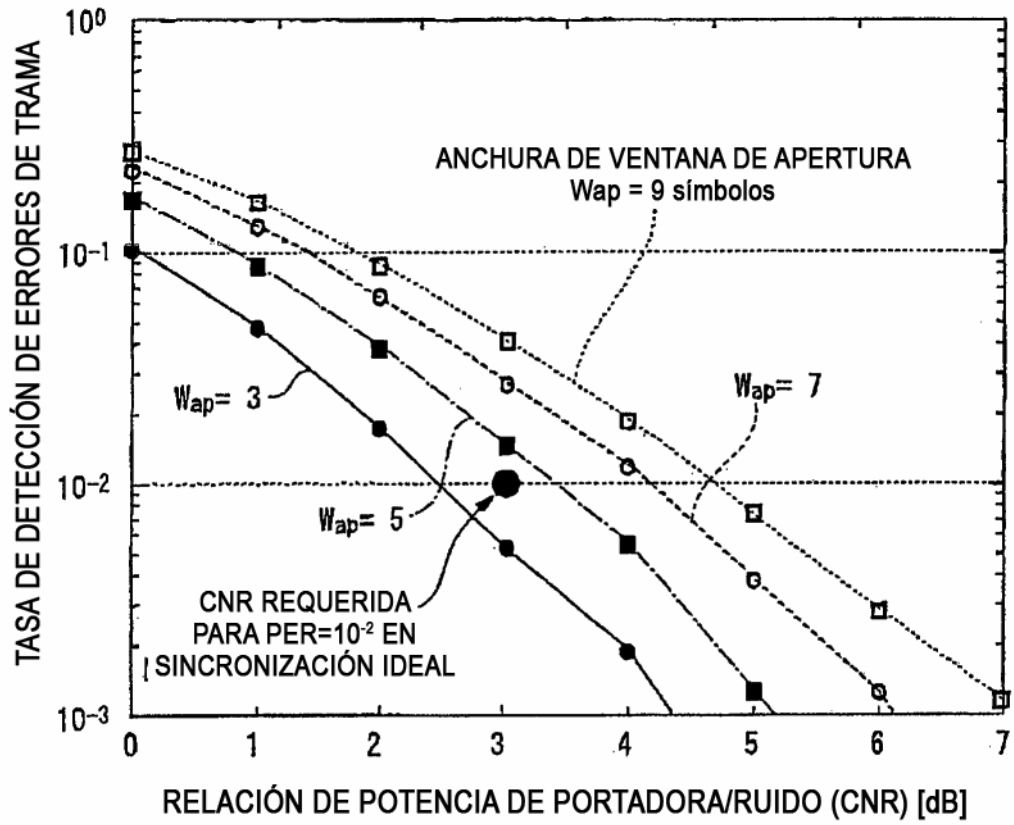


FIG. 37

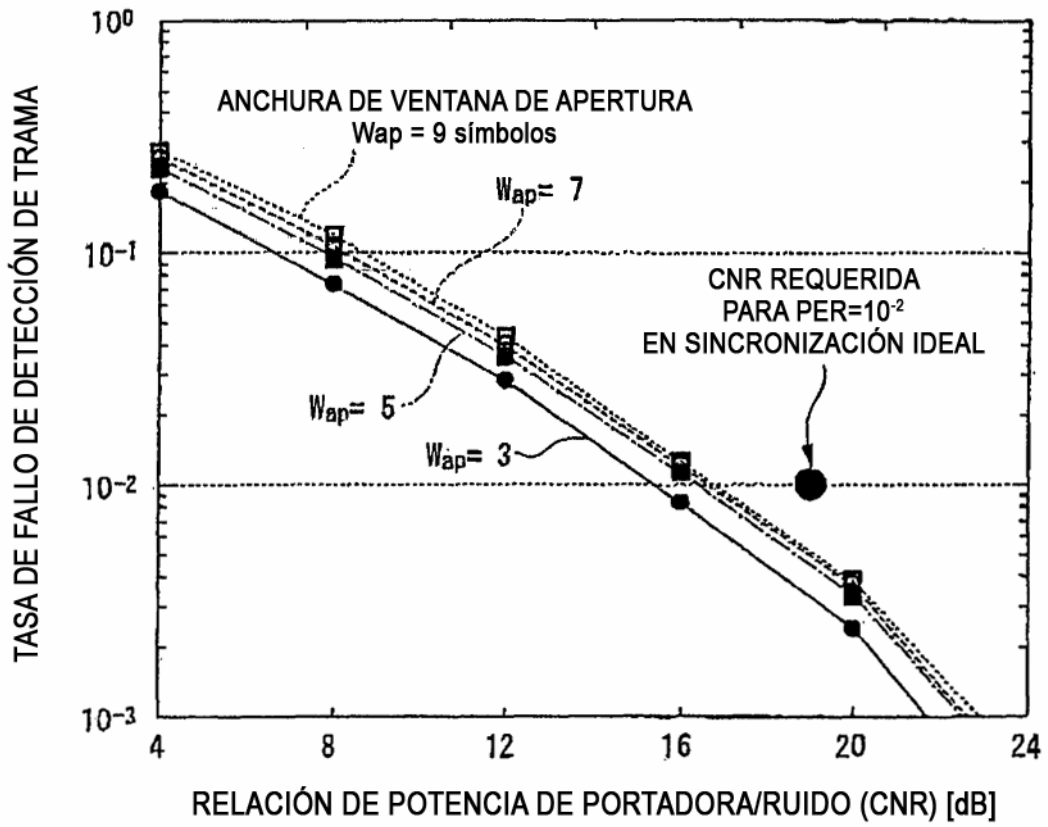


FIG. 38

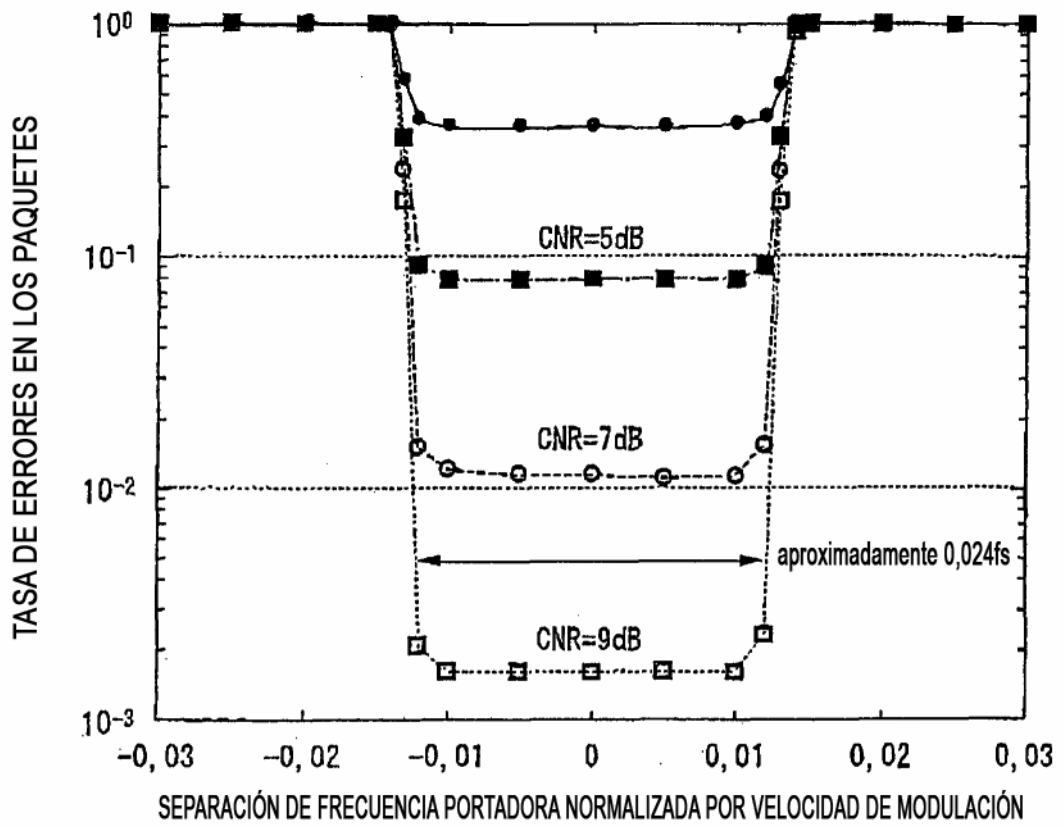


FIG. 39

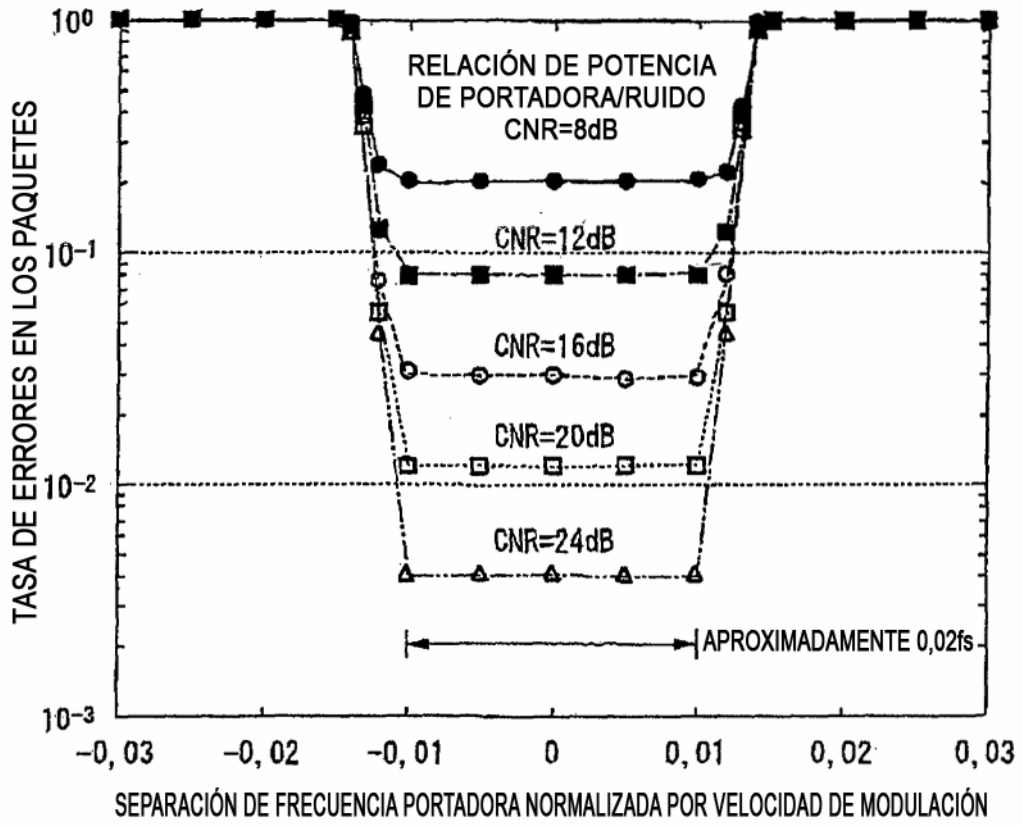


FIG. 40

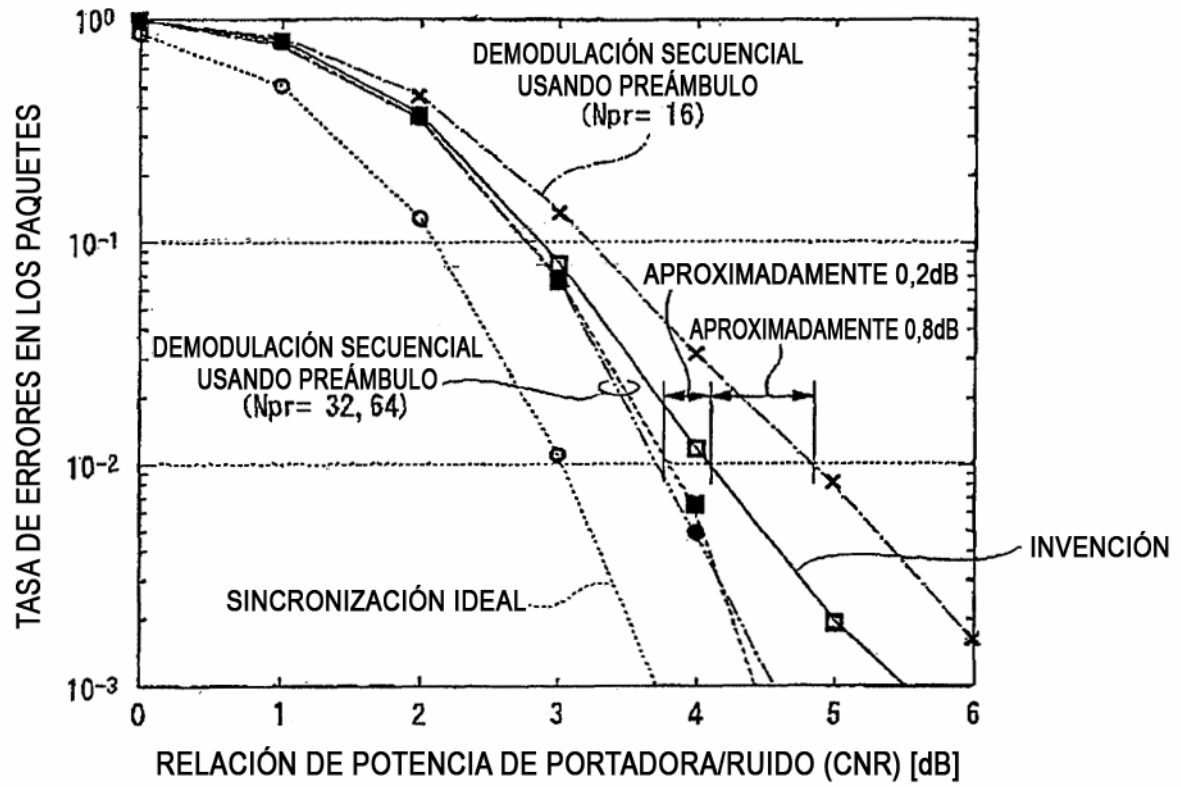


FIG. 41

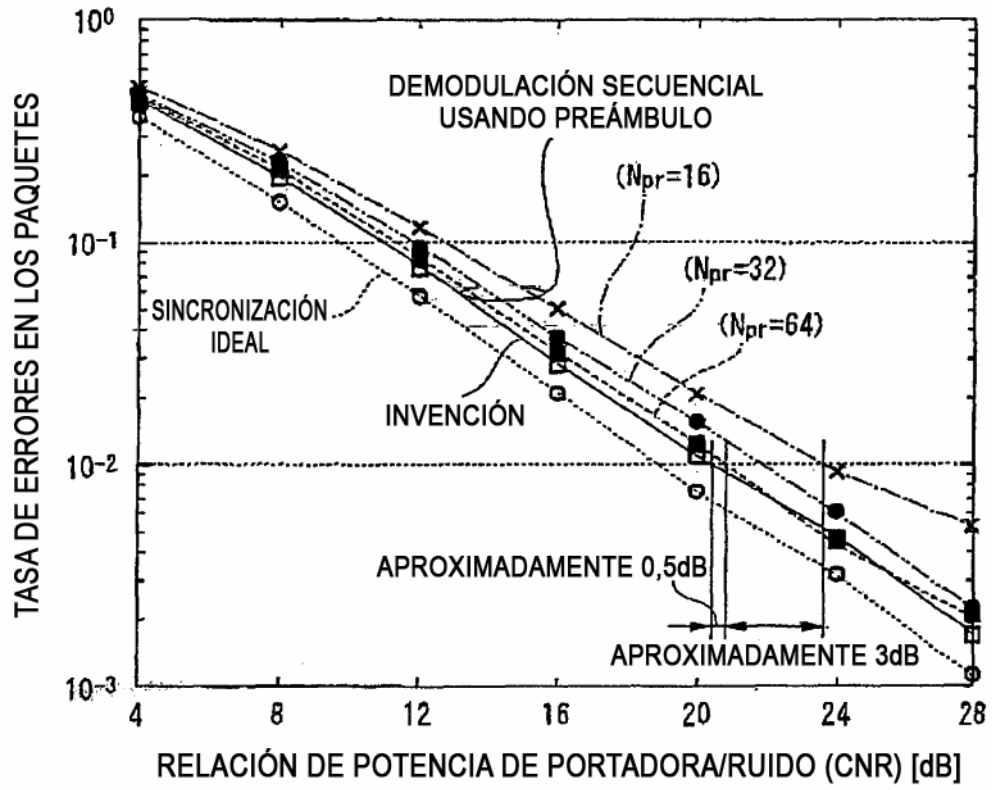


FIG. 42

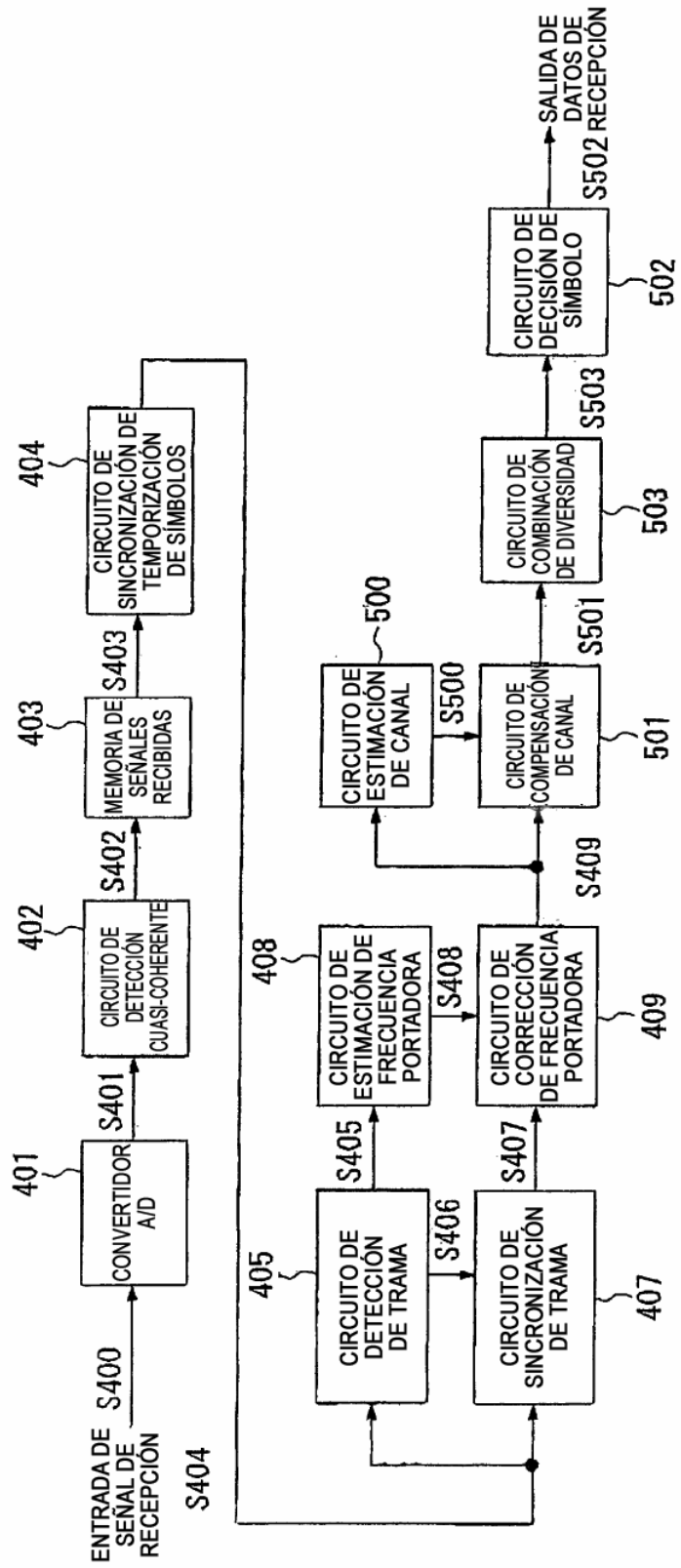


FIG. 43

CONDICIONES DEL APARATO EXPERIMENTAL Y CONDICIONES DE MEDICIÓN

Banda de frecuencia portadora	280 MHz
Procedimiento de modulación	$\pi/4$ -QPSK
Velocidad de modulación	9600 símbolos/s
Filtro de conformación de impulsos	Filtro de atenuación de raíz de coseno (factor de atenuación = 0,5)
Ancho de banda de señal	14,4kHz
Corrección de errores en recepción	Codificación convolucional, descodificación Viterbi (K=7, R=1/2)
Velocidad de transmisión de datos	9600 bit/s
Canal de propagación	Desvanecimiento de Rayleigh de un solo trayecto
Frecuencia Doppler	10Hz
Procedimiento de diversidad de Rx	Individual/MRC con antenas receptoras de 2 ramas /MRC con antenas receptoras de 3 ramas
Longitud de paquete de datos	16 bytes

FIG. 44

