

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 376 606**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08767178 .0**
96 Fecha de presentación: **13.06.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2286562**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.02.2011**

54 Título: **MÉTODOS Y DISPOSICIONES EN UN SISTEMA DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS PARA PRODUCIR UNA ESTRUCTURA DE SEÑAL CON PREFIJO CÍCLICO.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.03.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.03.2012

73 Titular/es:
**Telefonaktiebolaget L M Ericsson (publ)
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:
**LARSSON, Peter y
SAHLIN, Henrik**

74 Agente/Representante:
de Elizaburu Márquez, Alberto

ES 2 376 606 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

Métodos y disposiciones en un sistema de comunicaciones inalámbricas para producir una estructura de señal con prefijo cíclico

CAMPO TÉCNICO

5 La presente invención se refiere al área de las comunicaciones inalámbricas, y especialmente a la utilización de la inserción de prefijo cíclico para comunicaciones de radio de largo alcance o para comunicaciones de radio en un canal expandido de retardo elevado.

ANTECEDENTES

10 El Sistema Universal de Telecomunicaciones entre Móviles (UMTS, en sus siglas en inglés) es una de las tecnologías de comunicaciones entre móviles de tercera generación diseñadas para suceder al GSM. La Evolución a Largo Plazo (LTE, en sus siglas en inglés) de 3GPP es un proyecto dentro del Proyecto de Alianza de 3ª Generación (3GPP, en sus siglas en inglés) para mejorar el estándar de UMTS a fin de hacer frente a las necesidades futuras en términos de mejora de servicios como velocidades de transmisión de datos más elevadas, una mayor eficiencia, menores costos, etc. La Red Terrestre de Acceso a la Radio del UMTS (UTRAN, en sus siglas en inglés) es la red de acceso a la radio de un sistema de UMTS y la UTRAN evolucionada (E-UTRAN) es la red de acceso a la radio de un sistema de LTE. Como está ilustrado en la figura 8, una E-UTRAN comprende, típicamente, equipos de usuario (UE, en sus siglas en inglés) 850 conectados de forma inalámbrica a una estación de base de radio 800.

20 La Multiplexación Ortogonal mediante División de Frecuencia (OFDM, en sus siglas en inglés) ha sido adoptada como el esquema de transmisión para la interfaz de radio en la LTE de 3GPP y también se utiliza para varias tecnologías de acceso a la radio y estándares tales como la Difusión Digital de Vídeo (DVB, en sus siglas en inglés), Difusión Digital de Audio (DAB, en sus siglas en inglés), IEEE 802.11a/g (WLAN/Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX). Hiperlan 2 y varias Líneas Digitales de Abonado (xDSL, en sus siglas en inglés). OFDM es un esquema de multiplexación mediante división de la frecuencia utilizado como método de modulación digital de portadoras múltiples. Un gran número de subportadoras ortogonales muy próximas se utiliza para transportar datos. Los datos están divididos en varios flujos de datos paralelos o canales, uno para cada subportadora. Cada subportadora se modula con un esquema de modulación convencional (tal como la modulación de amplitud en cuadratura o modulación por desplazamiento de fase) a una velocidad de transmisión de símbolos baja, manteniendo las velocidades de transmisión de datos totales similares a los esquemas de modulación convencionales de una sola portadora en la misma anchura de banda. Para ser un poco más específico, una variante de OFDM, denominada Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia (OFDMA), se utiliza para LTE de 3GPP, y permite que usuarios diferentes sean multiplexados en diferentes conjuntos de sub-portadoras. El enlace ascendente en el LTE de 3GPP se basa en la Multiplexación mediante División de Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA, en sus siglas en inglés), que también puede ser considerada como OFDM de expansión previa de DFT con prefijo cíclico (el uso del prefijo cíclico se describe a continuación). Una subtrama del enlace ascendente del LTE está ilustrada esquemáticamente en la figura 7b.

40 En la Multiplexación mediante División de Frecuencia (FDM) tradicional, diferentes usuarios están asignados a diferentes frecuencias, o canales, para su transmisión. Para evitar interferencias entre estos canales, las frecuencias de FDM deben estar separadas, lo que conduce a una pérdida del espectro de frecuencias. En OFDM, las frecuencias de las subportadoras son escogidas de tal manera que no interfieren unas con otras - son ortogonales. Esto permite un "empaquetamiento" más ajustado de las subportadoras y un aumento de la eficiencia espectral en comparación con FDM. Para garantizar la condición ortogonal, las subportadoras deben tener un espaciado entre frecuencias o espaciado entre subportadoras común, elegido con precisión, y esta separación entre frecuencias es exactamente la inversa de la duración del símbolo de OFDM. Debido a su estructura específica, OFDM permite una ejecución en la práctica de baja complejidad para la modulación y demodulación, por medio de operaciones de Transformada Discreta de Fourier (DFT, en sus siglas en inglés) para las que existen algoritmos de Transformada Rápida de Fourier (FFT, en sus siglas en inglés) eficientes computacionalmente.

50 Como los datos son divididos en varios flujos de datos paralelos o canales, uno para cada subportadora, la velocidad de transmisión de símbolos de cada subportadora es mucho menor que la velocidad de transmisión de símbolos total y por tanto se extiende la longitud de símbolos de la sub-portadora. Esto reduce la sensibilidad del sistema a la interferencia entre símbolos (ISI, en sus siglas en inglés), debido a los efectos de trayectos múltiples (es decir, diferentes versiones de la misma señal que recorren trayectos diferentes sobre la interfaz de radio y, por lo tanto, que llegan al receptor en diferentes puntos en el tiempo, dando como resultado una dispersión del retardo de la señal). La explicación es que la ISI debida a los trayectos múltiples depende de la relación entre la dispersión del retardo de la señal y la longitud del símbolo, por lo que si aumenta la longitud del símbolo el sistema será más robusto a los efectos de las trayectorias múltiples.

55 Sin embargo, aunque el sistema sea más robusto a los efectos de múltiplestrayectorias, habrá todavía alguna ISI. Esta es la razón por la que se introduce un intervalo de guarda entre los símbolos, lo que permite que se fijen trayectos múltiples antes de que los datos principales lleguen al receptor. Gracias a tal intervalo de guarda, no habrá

ninguna ISI, siempre que la dispersión del retardo no exceda la duración del intervalo de guarda. Un mecanismo utilizado comúnmente en los diferentes sistemas de acceso a la radio, ilustrado en la figura 1, es insertar un prefijo cíclico (CP, en sus siglas en inglés) 102, en este intervalo de guarda en frente del símbolo 101. El CP es una copia de la última parte 103 del símbolo 101. Para evitar confusiones, el símbolo que comprende el CP se llamará "símbolo con CP" 100, para poder distinguirlo de un símbolo 101 que comprende sólo la parte útil. Tenga en cuenta que la inserción del CP se puede utilizar en sistemas de una sola portadora, así como en sistemas de portadoras múltiples.

La inserción del CP en OFDM implica que la convolución lineal inherente en el canal de radio puede traducirse en una convolución cíclica. Esta convolución cíclica tiene la ventaja de traducirse en una multiplicación acertada de elementos cuando se consideran transformaciones de DFT o de FFT. Por otra parte, esto reduce la interferencia entre canales entre las subportadoras.

En los diferentes sistemas y estándares, dos o más alternativas de duración de CP diferentes se han incorporado para atender las diferentes condiciones de propagación. En LTE, por ejemplo, se ha especificado un CP corto para utilizarlo cuando la dispersión del retardo es pequeña (lo que permite, por tanto, una cabecera pequeña), así como un CP largo cuando la dispersión del retardo es grande (de modo que se sacrifica en alguna medida el rendimiento).

En algunos casos, la dispersión del retardo de la señal, sin embargo, podría ser todavía mayor que la duración del CP, que luego daría como resultado problemas de ISI. Esto puede dar lugar, por ejemplo, a las situaciones ilustradas esquemáticamente en las figuras 2a-d:

- Figura 2a: células 200a muy grandes con trayectos múltiples severos entre la estación de base 201a y el UE 202a debido a las largas distancias.

- Figura 2b: Redes de Frecuencia Única (SFN, en sus siglas en inglés) 200b con múltiples transmisores que envían la misma señal desde estaciones de base muy distantes entre sí 201b y 203b a una UE 202b, como por ejemplo en sistemas de DVB y DAB.

- Figura 2c: Estaciones repetidoras (RS, en sus siglas en inglés) sobre frecuencia 203c que inducen un retardo significativo de la señal enviada desde la estación de base 201c al UE 202c.

- Figura 2d: Sistemas de antenas distribuidas (DAS, en sus siglas en inglés) 205d en los que, desde un punto de vista de tratamiento de señales, es preferible que las señales procedentes de diferentes cabeceras de radio muy distantes entre sí, 201 y 203d, se superponen en el tiempo al ser recibidas por el UE 204d.

En sistemas con distancias muy grandes entre los transmisores y los receptores, como los sistemas celulares con tamaños grandes de células (figura 2a), otro problema es que también la potencia recibida se reduce bastante significativamente.

El documento EP 1 605 658 A (LUCENT TECHNOLOGIES INC [US]), 14 diciembre 2005 (2005-12-14) menciona (véase párrafo 0004) el hecho de que la dispersión del retardo del canal varía en el tiempo de manera que algunas veces todo el periodo de guarda y algunas veces sólo una parte, está corrompido. D1 ilustra [véase párrafos 0006, 0042] combinar al menos una parte de las muestras de datos en el periodo de guarda con muestras de datos contenidos en el símbolo para su tratamiento posterior. El número de muestras usadas en los periodos de guarda depende de la dispersión del retardo del canal.

El documento US 2004/2185522 A1 (SUNDSTROM KURT E [US] ET AL), 4 noviembre 2004 (2004-11-04) describe [véase párrafo 0002] que la longitud de la extensión cíclica puede ser asignada dinámicamente según la dispersión del retardo experimentada en la actualidad; sin embargo, también describe que, bajo condiciones típicas, la dispersión del retardo actual es mucho menor que un valor predeterminado.

COMPENDIO

El objeto de la presente invención es lograr métodos y disposiciones que evitan alguno de los inconvenientes anteriores y permiten el manejo de dispersiones muy grandes del retardo de la señal (que exceden la duración del CP) para ciertos usuarios, mientras mantienen el manejo de dispersión "normal" del retardo de la señal para otros usuarios.

Esto se logra mediante una solución basada en un procedimiento de diseño de secuencia de símbolos. La secuencia de símbolos se construye mediante un primer símbolo con CP y un segundo símbolo con CP. El segundo símbolo es una copia del primer símbolo con las muestras desplazadas de manera que hace que los dos símbolos con CP adyacentes emparejen en lo que respecta al orden de la muestra. La secuencia de símbolos también puede comprender un tercer símbolo con CP, en el que el tercer símbolo es una copia del segundo símbolo y con las muestras desplazadas en analogía con el desplazamiento de símbolo descrito más arriba. La secuencia puede continuar incluso con más símbolos con CP dispuestos de la manera correspondiente. La secuencia de símbolos resultante aparecerá, por lo tanto, como un símbolo continuo extendido gracias al desplazamiento cíclico preciso que empareja símbolos adyacentes. Esto permite que el receptor coloque su ventana de FFT en cualquier sitio durante el

símbolo extendido, por ejemplo, de una manera que permite el manejo de dispersiones del retardo de señal muy grandes.

5 Así, según un primer aspecto de la presente invención, se proporciona un método para un sistema de comunicaciones inalámbrico que soporta la inserción de prefijo cíclico, usando una secuencia de símbolos que comprende varias muestras para su transmisión por un canal de radio. El método comprende la operación de transmitir un primer símbolo de la secuencia precedido por un primer prefijo cíclico. Comprende además la operación de transmitir un segundo símbolo de la secuencia precedido por un segundo prefijo cíclico. Este segundo símbolo comprende las muestras del primer símbolo desplazado de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente.

10 Según un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un método para un sistema de comunicaciones inalámbricas que soporta la inserción de prefijo cíclico, usando una secuencia de símbolos que comprende varias muestras para su transmisión por un canal de radio. El método comprende la operación de recibir un primer símbolo de la secuencia precedido por un primer prefijo cíclico. Comprende además la operación de recibir un segundo símbolo de la secuencia precedida por un segundo prefijo cíclico. El segundo símbolo comprende las muestras del primer símbolo desplazadas de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente. El método también comprende la operación de colocar por lo menos una ventana de Transformada Rápida de Fourier (FFT) durante la secuencia de símbolos.

20 Según un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona una unidad de transmisión para un sistema de comunicaciones inalámbricas que soporta la inserción de prefijo cíclico, usando una secuencia de símbolos que comprende varias muestras para su transmisión por un canal de radio. La unidad comprende medios para transmitir un primer símbolo de la secuencia precedido por un primer prefijo cíclico. También comprende medios para transmitir un segundo símbolo de la secuencia precedido por un segundo prefijo cíclico. El segundo símbolo comprende muestras del primer símbolo desplazadas de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente.

25 Según un cuarto aspecto de la presente invención, se proporciona una unidad receptora para un sistema de comunicaciones inalámbricas que soporta la inserción de un prefijo cíclico, que usa una secuencia de símbolos que comprende varias muestras para su transmisión por un canal de radio. La unidad comprende medios para recibir un primer símbolo de la secuencia precedido por un primer prefijo cíclico. También comprende medios para recibir un segundo símbolo de la secuencia precedido por un segundo prefijo cíclico. El segundo símbolo comprende las muestras del primer símbolo desplazadas de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente. La unidad comprende también medios para colocar por lo menos una ventana de Transformada Rápida de Fourier (FFT) durante la secuencia de símbolos.

30 Una ventaja de las realizaciones de la presente invención es que permiten el manejo de dispersiones de retardo de la señal muy grandes en cualquier sistema que usa la inserción de CP, es decir, dispersiones de retardo de la señal que exceden la duración del CP.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 ilustra esquemáticamente el uso de la inserción de CP según la técnica anterior.

La figura 2a-d ilustra esquemáticamente algunos escenarios de ejemplo en los que pueden tener lugar dispersiones de retardo grandes.

40 La figura 3 ilustra esquemáticamente el diseño de la secuencia de símbolos según una realización de la presente invención.

La figura 4 ilustra esquemáticamente la colocación de la ventana flexible de FFT según las realizaciones de la presente invención.

45 La figura 5 ilustra esquemáticamente la colocación de dos ventanas de FFT según una realización de la presente invención, dando mejoras de SNR de la señal mediante combinación.

La figura 6 ilustra esquemáticamente el sistema de ventanas en el dominio del tiempo según una realización de la presente invención.

50 La figura 7a ilustra esquemáticamente la relación de correspondencia de símbolos de OFDM según la técnica anterior y los símbolos extendidos según una realización de la presente invención en la estructura de trama del enlace descendente de LTE.

La figura 7b ilustra esquemáticamente la relación de correspondencia de símbolos en una subtrama del enlace ascendente de LTE según la técnica anterior.

La figura 7c ilustra esquemáticamente la relación de correspondencia de símbolos extendidos en una subtrama del enlace ascendente de LTE según una realización de la presente invención.

La figura 8 ilustra esquemáticamente una parte de un sistema de comunicaciones inalámbricas en la que puede ejecutarse en la práctica la presente invención y las unidades de transmisión y de recepción según las realizaciones de la presente invención.

Las figuras 9 y 10 son diagramas de flujo de los métodos según las realizaciones de la presente invención.

5 DESCRIPCIÓN DETALLADA

En lo que sigue, la invención se describirá con más detalle haciendo referencia a ciertas realizaciones y a los dibujos adjuntos. Para fines explicativos y no limitativos, se describen detalles específicos, como escenarios particulares, técnicas, etc., para proporcionar una comprensión profunda de la presente invención. Sin embargo, será evidente para un experto en la materia que la presente invención puede ser llevada a la práctica en otras realizaciones que se apartan de estos detalles específicos.

Por otra parte, los expertos en la materia apreciarán que las funciones y los medios explicados a continuación en este documento pueden ser ejecutados en la práctica utilizando software que funciona en conjunto con un microprocesador programado o con un ordenador de propósito general, y/o usando un circuito integrado específico para la aplicación (ASIC, en sus siglas en inglés). También se apreciará que, si bien la presente invención se describe principalmente en forma de métodos y dispositivos, la invención también puede ser realizada en un producto de programa para ordenador, así como en un sistema que comprende un procesador de ordenador y una memoria acoplada al procesador, en el que la memoria está codificada con uno o más programas que pueden realizar las funciones descritas en este documento.

La presente invención está descrita en este documento por medio de referencia a escenarios ilustrativos particulares. En particular, la invención está descrita en un contexto general no limitativo en relación con un sistema de LTE de 3GPP. Aunque habría que señalar que la invención y sus realizaciones ilustrativas también pueden ser aplicadas a otros tipos de tecnologías de acceso a la radio con características similares a LTE de 3GPP, en términos de inserción de CP, por ejemplo, DAB, DVB, la familia de estándares de 802.11 y 802.16 o sistemas de una sola portadora que utilizan inserción de CP.

Hay varios escenarios, tales como los ilustrados en las figuras 2a-d, donde la dispersión de retardo para ciertos usuarios llega a ser más grande que el CP que permite la técnica anterior. La presente invención hace posible manejar tales grandes dispersiones de retardo de señal para estos usuarios, usando una secuencia de símbolos específica para la transmisión sobre los canales de radio de los enlaces ascendente y descendente, mientras se mantiene los símbolos "normales" con CP para el manejo de más dispersión de retardo de señal limitado para la todos los demás usuarios. El principio del diseño de la secuencia de símbolos, según una realización, está ilustrado en la figura 3. En esta realización, la secuencia de símbolos comprende sólo dos símbolos con CP, aunque pueden incluirse más símbolos con CP en la secuencia, como se describe a continuación. La secuencia de símbolos está construida con un primer símbolo 303 con un primer CP 301 y un segundo símbolo 304 con un segundo CP 302. El segundo signo 304 es una copia del primer símbolo 303 con las muestras de 306 desplazadas de manera que hace que se emparejen los dos símbolos adyacentes con CP. Dos símbolos se emparejarán cuando sus muestras o índices de muestra sean cíclicamente consecutivos. Este emparejamiento se describe con más detalle más abajo.

Cada símbolo comprende una secuencia de muestras $s(n)$, donde n es el índice de la muestra de la secuencia y varía de 1 a N . En la figura 3, la secuencia de muestras del primer símbolo 303, empieza con el índice $n = 1$ y termina con el índice $n = N$, $\{s(1), s(N-M), \dots, s(N)\}$. El primer CP 301 comprende las M últimas muestras de esta secuencia, es decir, $\{s(N-M), s(N)\}$, que son replicadas de ese modo y adjuntadas enfrente del primer símbolo 303, como se ha descrito previamente haciendo referencia a la figura 1. La última muestra del primer símbolo 303 es, por lo tanto, $s(N)$. La muestra cíclicamente consecutiva de $s(N)$ es $s(1)$, lo que significa que el segundo CP 302 debe consistir en las muestras $\{s(1), \dots, s(M)\}$ con el fin de que los símbolos se emparejen. Esto significa, a su vez, que la secuencia de muestras del segundo símbolo 304 debe ser $\{s(M+1), s(N), s(1), \dots, s(M)\}$, si se tiene en cuenta cómo se elige el CP.

Mientras el diseño de la secuencia de símbolos de la figura 3 empezaba con la creación del primer símbolo 303 con CP 301 y ajustaba las muestras del segundo símbolo 304 y CP 302 basándose en este primer símbolo 303, también es posible, por ejemplo, comenzar con el segundo símbolo como el símbolo al cual el primer símbolo se ajusta cíclicamente.

Según una realización de la presente invención, la secuencia de símbolos puede comprender, también, un tercer símbolo con CP, en el que el tercer símbolo es una copia del segundo símbolo con las muestras desplazadas en analogía con el desplazamiento hecho en el segundo símbolo. La secuencia puede continuar con aún más símbolos con el CP dispuesto de la manera correspondiente.

La secuencia de símbolos 308 resultante aparecerá, por lo tanto, como un símbolo continuo extendido gracias al desplazamiento cíclico preciso descrito más arriba, que empareja símbolos adyacentes. En aras de la claridad y la simplificación, la secuencia de símbolos de la presente invención, diseñada según la descripción anterior, será llamada símbolo extendido.

Tal símbolo extendido permite una mayor flexibilidad para el receptor cuando coloca la ventana de FFT, ya que la ventana de FFT se puede colocar en cualquier lugar durante este símbolo extendido. Dos ejemplos de colocación de la FFT se ilustran en la figura 4. Una ventana de FFT 404 situada al final del símbolo extendido 400 (en este ejemplo comprende dos símbolos con CP), permitirá una dispersión de retardo 403 que corresponde a la duración de un símbolo con CP, más un CP. El denominado CP efectivo es igual, por lo tanto, a un símbolo más dos CP, que es la dispersión de retardo máxima que se puede manejar en este caso. Si el símbolo extendido comprende más de dos símbolos con CP, el CP efectivo puede ser incluso mayor. La ventana de FFT, por lo tanto, puede estar situada donde se quiera durante el símbolo extendido, y no sólo al final, como se muestra en la otra ventana de FFT 402 que está situada en algún lugar en el centro del símbolo extendido. En la figura 4, la secuencia de muestras del primer símbolo se denota con $s(n)$, donde $n \in \{1, \dots, N\}$, por simplicidad y brevedad. En el segundo símbolo, la notación $s((n-M)N)$ denota la secuencia de señales $s(n)$ con M muestras rotadas cíclicamente de N muestras, según el segundo símbolo de la figura 3. Esta denotación también se utilizará en las figuras 5 y 6.

Como se ha mencionado anteriormente, otro problema de los sistemas con distancias muy grandes entre transmisores y receptores, como los sistemas celulares con tamaños grandes de células, es que la potencia recibida se reducirá, por lo general, bastante significativamente. Por lo tanto, es de interés proporcionar métodos y disposiciones que permiten un uso eficiente de la relación entre la señal y el ruido (SNR) recibida, mientras al mismo tiempo permite una dispersión de retardo mayor. En una realización de la presente invención, ilustrada esquemáticamente en la figura 5, es posible obtener una duración del CP efectivo 501 que corresponde con dos duraciones de CP tradicionales, mientras que utiliza la energía disponible existente en el símbolo extendido 500 de forma óptima mediante la explotación de dos ventanas de FFT 502, 503. En esta realización, el símbolo extendido 500 comprende dos símbolos con CP y las dos ventanas de FFT 502, 503, están alineadas en el final del símbolo extendido 500. Esto permite la combinación coherente (Combinación de Relación Máxima) 506 de las dos señales extraídas 504, 505. La combinación coherente de dos señales proporciona una ganancia de 3 dB. Si se combinan K señales (lo cual es posible si el símbolo extendido comprende K símbolos con CP), y si la interferencia no es variante en el tiempo y el canal es estático (ninguna variación, o variaciones lentas, en el tiempo), la ganancia será $10\log(K)$ dB.

Si la interferencia varía en el tiempo, se podrían utilizar combinadores más avanzados que la combinación de relación máxima, como el Mínimo Error Cuadrático Medio (MMSE, en sus siglas en inglés) o Combinación de Rechazo a la Interferencia (IRC, en sus siglas en inglés), para suprimir la posibilidad de interferencia. Tenga en cuenta que esta combinación se puede hacer en el tiempo independientemente de las señales recibidas 504, 505.

Si no se mantiene ningún desplazamiento de frecuencia, las dos señales en el dominio del tiempo pueden combinarse directamente. Si existe un desplazamiento de frecuencia, un factor de compensación de fase de $\exp(j2\pi\Delta fT)$ (T es la separación temporal del inicio de las ventanas y Δf es el desplazamiento de la frecuencia) tiene que ser multiplicado por la segunda señal antes de la adición.

Las dos ventanas de FFT no necesitan estar colocadas perfectamente alineadas, como se ilustra en la figura 5. En una realización alternativa, las ventanas de FFT se pueden solapar de alguna manera. También podría haber algún espacio entre las dos ventanas de FFT.

En otra realización más de la presente invención, la SNR mejorada de la señal obtenida mediante la combinación descrita más arriba, se puede utilizar como base para la determinación de un nivel de potencia recibida necesario. Cuando aumenta la SNR, se puede aceptar una potencia recibida inferior. Esta determinación del nivel de potencia puede ser utilizada, por lo tanto, para la regulación de la potencia de la estación de base de radio en el enlace descendente y del equipo de usuario en el enlace ascendente.

Otra realización de la presente invención está ilustrada esquemáticamente en la figura 6. En la técnica anterior, se pueden utilizar ventanas temporales para reducir la pérdida espectral, y la ventana temporal 603 puede, por ejemplo, ser una ventana en coseno elevado o similar, que cubra la duración de cada símbolo con el CP 602. En la presente invención, el sistema de ventanas temporales 601 puede utilizarse para el mismo propósito. El aumento o la disminución lineal de la potencia se realizan preferentemente, por tanto, al inicio y al final del símbolo extendido 600, y no al principio ni al final de cada símbolo con CP 602 del símbolo extendido 600. Esto evitará, por tanto, aumentar o disminuir linealmente la potencia cuando no se necesita.

Además, el símbolo extendido según la presente invención es compatible con las interfaces, por ejemplo en LTE con su símbolo de OFDM tradicional. Esto significa que el símbolo extendido se puede utilizar para usuarios que experimentan dispersión de retardo severo, mientras el símbolo de OFDM tradicional puede ser utilizado para otros usuarios. Un ejemplo está ilustrado esquemáticamente en la figura 7a que muestra la relación de correspondencia de los símbolos de OFDM en dos bloques de recursos de la estructura de trama del enlace descendente de LTE. Una subtrama 700 comprende en total 14 símbolos de OFDM con CP 701. En las subtramas, algunos de los símbolos se utilizan para los símbolos de referencia (Rs) 705. El símbolo extendido 702 de la presente invención se puede utilizar, por ejemplo, en las subtramas de un bloque de recursos 704, mientras el símbolo de OFDM tradicional con CP 701 se puede utilizar en las subtramas de otro bloque de recursos 703 en la misma sub-trama del enlace descendente. Este es sólo un ejemplo posible de cómo podía aparecer. En un sistema en el que la dispersión de retardo es tan grande que deben utilizarse tres símbolos de OFDM, la estructura de la trama, por supuesto, sería

diferente. Otra opción es que la estación de base de radio ajusta de manera adaptativa el número de símbolos de OFDM con CP a usar, basándose en equipos de usuario previstos y condiciones de propagación asociadas. Es decir, la estación de base de radio puede optar por enviar un sólo símbolo de OFDM con CP o un símbolo extendido según la invención.

5 Otro ejemplo de la compatibilidad con símbolos de OFDM tradicionales en LTE está ilustrado esquemáticamente en la figura 7b-c que muestra la relación de correspondencia de los símbolos en una subtrama del enlace ascendente de LTE según la técnica anterior (figura 7b) y según una realización de la presente invención (figura 7c). La subtrama 706 tradicional del enlace ascendente de LTE comprende 14 símbolos de OFDM 707 con CP, de las cuales dos son símbolos de referencia (Rs) 708. En una realización de la invención ilustrada en la figura 7c, cada
10 símbolo extendido 709 comprende dos símbolos de OFDM con CP, lo que significa que una subtrama 710 del enlace ascendente de LTE, en este caso, lleva siete símbolos extendidos de los cuales dos son símbolos extendidos de referencia 711.

El uso de símbolos de OFDM extendidos según la invención también tiene que ser señalado al UE. Esto se puede hacer de manera implícita o explícita. Con señalización implícita, se quiere decir que la unidad receptora puede
15 determinar, por ejemplo, a través de una correlación móvil de dos longitudes de símbolos, que dos señales sucesivas están basadas en la misma secuencia de muestras si el resultado de la correlación supera un nivel de umbral. Después de detectar tal formato de señal, el receptor puede, como se describe en la invención, aplicar una sola ventana de FFT o múltiples ventanas de FFT que se solapan parcialmente o que no se solapan después de que la ISI haya disminuido. En el método de señalización explícito, un mensaje que señala varios parámetros, como la
20 modulación o el código de corrección de errores enviados en el enlace descendente también lleva un mensaje de que se enviarán varios símbolos de OFDM. Para LTE, se podría, por ejemplo, señalar tal información en el Canal Físico de Control del Enlace Descendente (PDCCH, en sus siglas en inglés). No es necesaria ninguna señalización en el enlace ascendente ya que la estación de base de radio sabrá si se utiliza un símbolo extendido, de la misma manera que ya sabe, por ejemplo, la modulación.

25 Ilustrado esquemáticamente en la figura 8 y según una realización, la unidad de transmisión 810 en la estación de base de radio 800 comprende medios para transmitir 811 un primer símbolo de la secuencia de símbolos precedido por un primer CP y medios para transmitir 812 un segundo símbolo de la secuencia de símbolos precedido por un segundo CP, comprendiendo el segundo símbolo las muestras del primer símbolo desplazado de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo CP son cíclicamente consecutivas. Además de
30 esto, la unidad de transmisión comprende medios para crear ventanas 813 de la secuencia de símbolos, si la creación de ventanas temporales se utiliza para reducir la pérdida espectral.

También está ilustrada en la figura 8 la unidad receptora del UE 850. Comprende medios para recibir 861 un primer símbolo de la secuencia precedido por un primer CP, y un segundo símbolo de la secuencia precedido por un segundo CP. El segundo símbolo comprende las muestras del primer símbolo desplazadas de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo CP son consecutivas cíclicamente. La unidad también
35 comprende medios para colocar 862 por lo menos una ventana de FFT durante la secuencia de símbolos. Además, la unidad receptora comprende medios para combinar 863 la señal de las ventanas de FFT a una señal combinada con una SNR mejorada, si se han colocado dos ventanas de FFT. La unidad también comprende medios para determinar 864 el nivel de potencia recibida necesario sobre la SNR de la señal combinada, que puede ser utilizado
40 para el control de la potencia.

Debería advertirse que es un escenario de enlace descendente que está ilustrado en la figura 8. Sin embargo, la presente invención es aplicable tanto al enlace ascendente como al descendente, lo que implica que una estación de base de radio 800 comprenderá normalmente tanto la unidad transmisora 810 como la unidad receptora 860, y lo mismo vale para un UE.

45 La figura 9 es un diagrama de flujo del método para la unidad transmisora, según una realización de la presente invención. Comprende las operaciones:

- 910: Transmitir un primer símbolo de la secuencia precedido por un primer CP.
- 920: Transmitir un segundo símbolo de la secuencia precedido por un segundo CP. El segundo símbolo comprende las muestras del primer símbolo desplazadas de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo CP son consecutivas cíclicamente.
50
- 930: Transmitir un tercer símbolo de la secuencia precedido por un tercer CP. El tercer símbolo comprende las muestras del segundo símbolo desplazadas de manera que la última muestra del segundo símbolo y la primera muestra del tercer CP son consecutivas cíclicamente.
- 940: Transmitir un cuarto, quinto, sexto, etc. símbolo de la secuencia precedido de un CP en analogía con la operación anterior.
55
- 950: Crear una ventana de la secuencia de símbolos, si se utiliza la creación de ventanas temporales para reducir la secuencia espectral.

Por otra parte, la figura 10 es un diagrama de flujo del método de la unidad receptora, según una realización de la presente invención. Comprende las operaciones:

- 1010: Recibir un primer símbolo de la secuencia precedido por un primer CP.
- 5 - 1020: Recibir un segundo símbolo de la secuencia precedido por un segundo CP. El segundo símbolo comprende las muestras del primer símbolo desplazadas de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo CP son consecutivas cíclicamente.
- 1025: Recibir un tercer símbolo de la secuencia precedido por un tercer CP. El tercer símbolo comprende las muestras del segundo símbolo desplazadas de manera que la última muestra del segundo símbolo y la primera muestra del tercer CP son cíclicamente consecutivas.
- 10 - 1030: Colocar por lo menos una ventana de FFT durante la secuencia de símbolos.
- 1040: Combinar las señales de las ventanas de FFT con una señal con SNR mejorada, si se ha colocado más de una ventana de FFT.
- 1050: Determinar el nivel de potencia recibida necesario, basándose en la SNR mejorada de la señal combinada, para poder utilizarlo para la regulación de potencia.
- 15 Las realizaciones descritas y mencionadas más arriba se dan sólo como ejemplos y no deberían ser limitativas de la presente invención. Otras soluciones, usos, objetivos y funciones dentro del ámbito de la invención según está reivindicada en las reivindicaciones de la patente que se acompañan deberían ser evidentes para el experto en la materia.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un método para un sistema de comunicaciones inalámbricas que soporta inserción con prefijo cíclico, usando una secuencia de símbolos que comprende una serie de muestras para su transmisión por un canal de radio, dicho método comprendiendo la operación de transmitir (910) un primer símbolo de la secuencia precedido de un primer prefijo cíclico, y caracterizado por la operación de
- transmitir (920) un segundo símbolo de la secuencia precedido por un segundo prefijo cíclico, en el que el segundo símbolo comprende las muestras del primer símbolo desplazadas de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo prefijo cíclico son cíclicamente consecutivas.
- 10 2. El método según la reivindicación 1, comprendiendo la operación adicional de transmitir (930) un tercer símbolo de la secuencia precedido por un tercer prefijo cíclico, en el que el tercer símbolo comprende las muestras del segundo símbolo desplazadas de manera que la última muestra del segundo símbolo y la primera muestra del tercer prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente.
- 15 3. Un método para un sistema de comunicaciones inalámbricas que soporta la inserción de prefijo cíclico, usando una secuencia de símbolos que comprende un número de muestras para su transmisión por un canal de radio, comprendiendo dicho método la operación de recibir (1010) un primer símbolo de la secuencia precedido por un primer prefijo cíclico, y caracterizado por las operaciones de
- Recibir (1020) un segundo símbolo de la secuencia precedido por un segundo prefijo cíclico, en el que el segundo símbolo comprende las muestras del primer símbolo desplazadas de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente, y
 - Colocar (1030) por lo menos una ventana de Transformada Rápida de Fourier, FFT, durante la secuencia de símbolos.
- 20 4. El método según la reivindicación 3, comprendiendo una operación adicional antes de la operación de colocar por lo menos una ventana de FFT, que es la operación de recibir (1025) un tercer símbolo de la secuencia precedido por un tercer prefijo cíclico, en el que el tercer símbolo comprende las muestras del segundo símbolo desplazadas de manera que la última muestra del segundo símbolo y la primera muestra del tercer prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente.
- 25 5. Una unidad de transmisión (810) para un sistema de comunicaciones inalámbricas que soporta la inserción de prefijos cíclicos, usando una secuencia de símbolos que comprende una serie de muestras para su transmisión por un canal de radio, dicha unidad comprendiendo medios para transmitir (811) un primer símbolo de la secuencia precedido por un primer prefijo cíclico, y caracterizado por
- medios para transmitir (812) un segundo símbolo de la secuencia precedido por un segundo prefijo cíclico, en el que el segundo símbolo comprende las muestras del primer símbolo desplazadas de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente.
- 30 6. La unidad de transmisión (810) según la reivindicación 5, comprendiendo medios para transmitir un tercer símbolo de la secuencia precedido por un tercer prefijo cíclico, en el que el tercer símbolo comprende las muestras del segundo símbolo desplazadas de manera que la última muestra del segundo símbolo y la primera muestra del tercer prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente.
- 35 7. La unidad de transmisión (810) según la reivindicación 5 o la 6, en la que dicha unidad está configurada para ser colocada en una estación de base de radio (800).
- 40 8. La unidad de transmisión (810) según la reivindicación 5 o la 6, en la que dicha unidad está configurada para ser colocada en un equipo de usuario (850).
- 45 9. Una unidad de recepción (860) para un sistema de comunicaciones inalámbricas que soporta inserción de prefijos cíclicos, usando una secuencia de símbolos que comprende una serie de muestras para la transmisión sobre un canal de radio, dicha unidad comprendiendo medios para recibir (861) un primer símbolo de la secuencia precedido por un primer prefijo cíclico, y caracterizado por:
- Medios para recibir (861) un segundo símbolo de la secuencia precedido por un segundo prefijo cíclico, en el que el segundo símbolo comprende las muestras del primer símbolo desplazadas de manera que la última muestra del primer símbolo y la primera muestra del segundo prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente, y
 - Medios para colocar (862) por lo menos una ventana de Transformada Rápida de Fourier, FFT, durante la secuencia de símbolos.
- 50 10. La unidad de recepción (860) según la reivindicación 9, comprendiendo medios para recibir un tercer símbolo de la secuencia precedido por un tercer prefijo cíclico, en el que el tercer símbolo comprende las muestras del segundo

símbolo desplazadas de manera que la última muestra del segundo símbolo y la primera muestra del tercer prefijo cíclico son consecutivas cíclicamente.

11. La unidad receptora (860) según la reivindicación 9 o la 10, en el que dicha unidad está configurada para ser colocada en una estación de base de radio (800).
- 5 12. La unidad receptora (860) según la reivindicación 9 o la 10, en la que dicha unidad está configurada para ser colocada en un equipo de usuario (850).

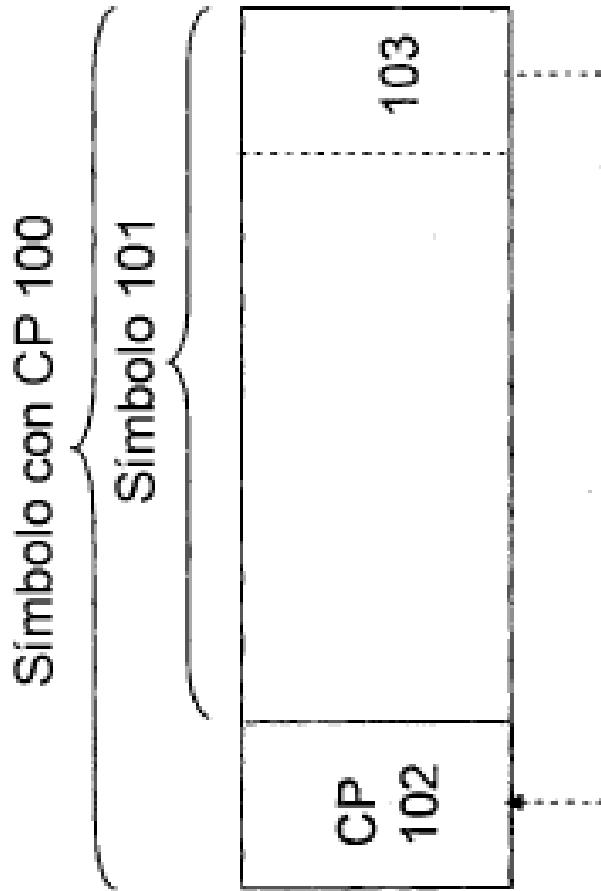


Fig. 1

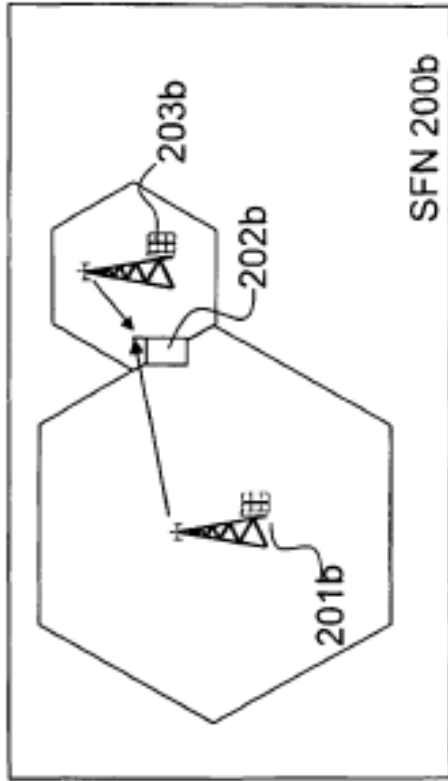


Fig. 2b

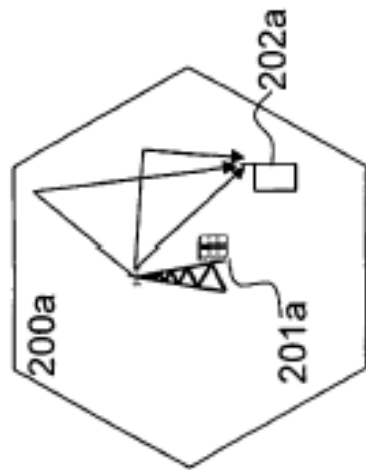


Fig. 2a

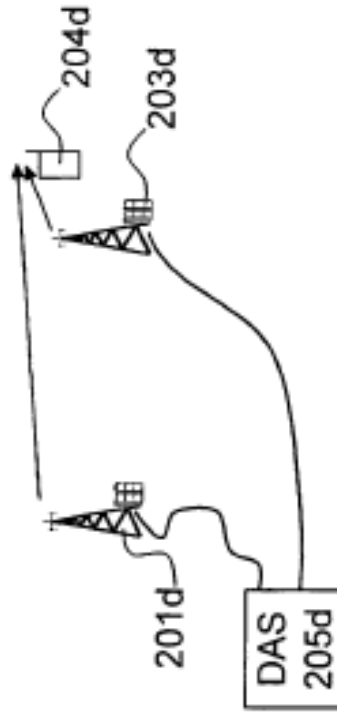


Fig. 2d

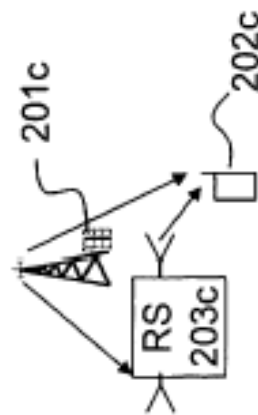


Fig. 2c

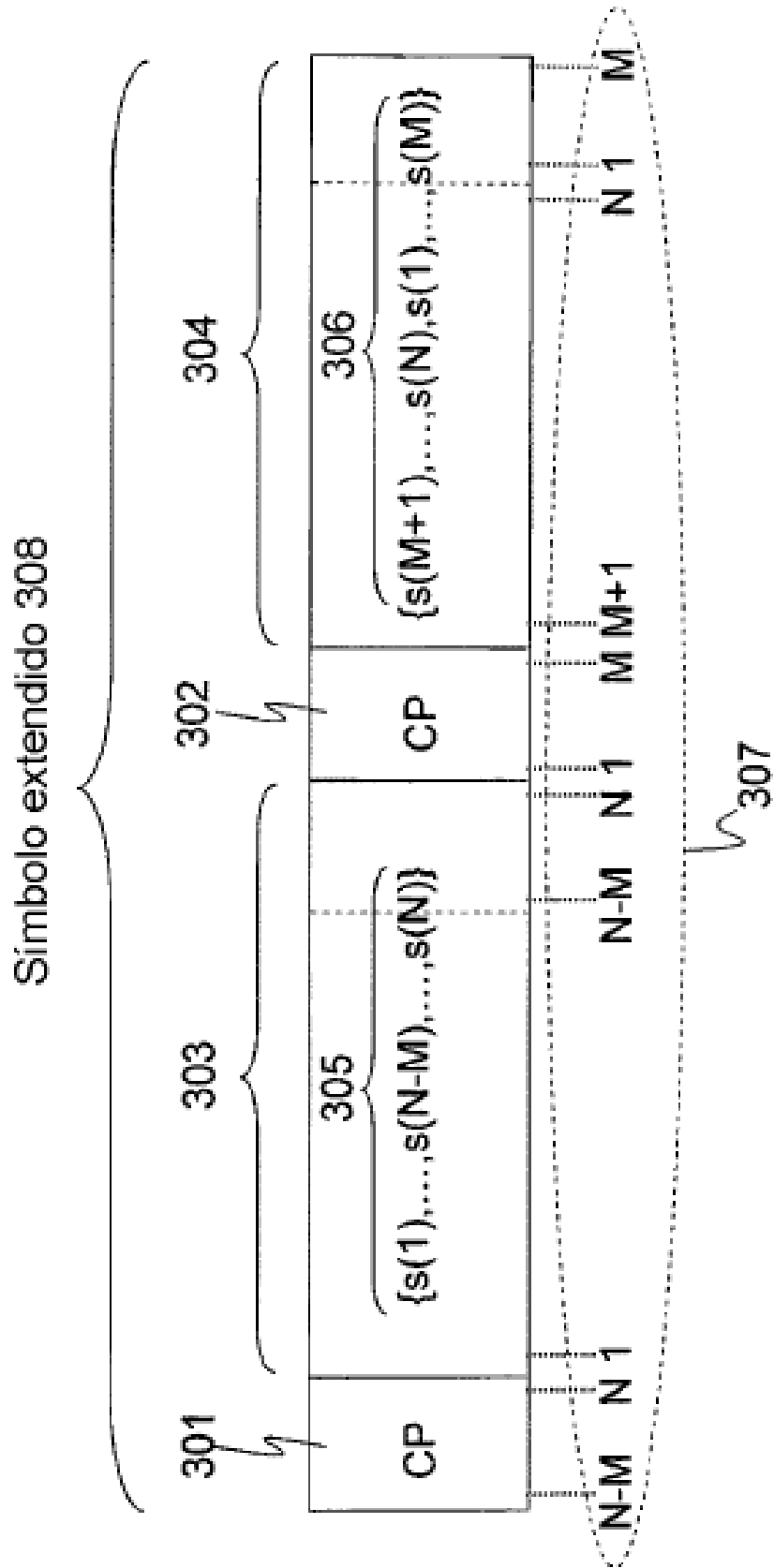


Fig. 3

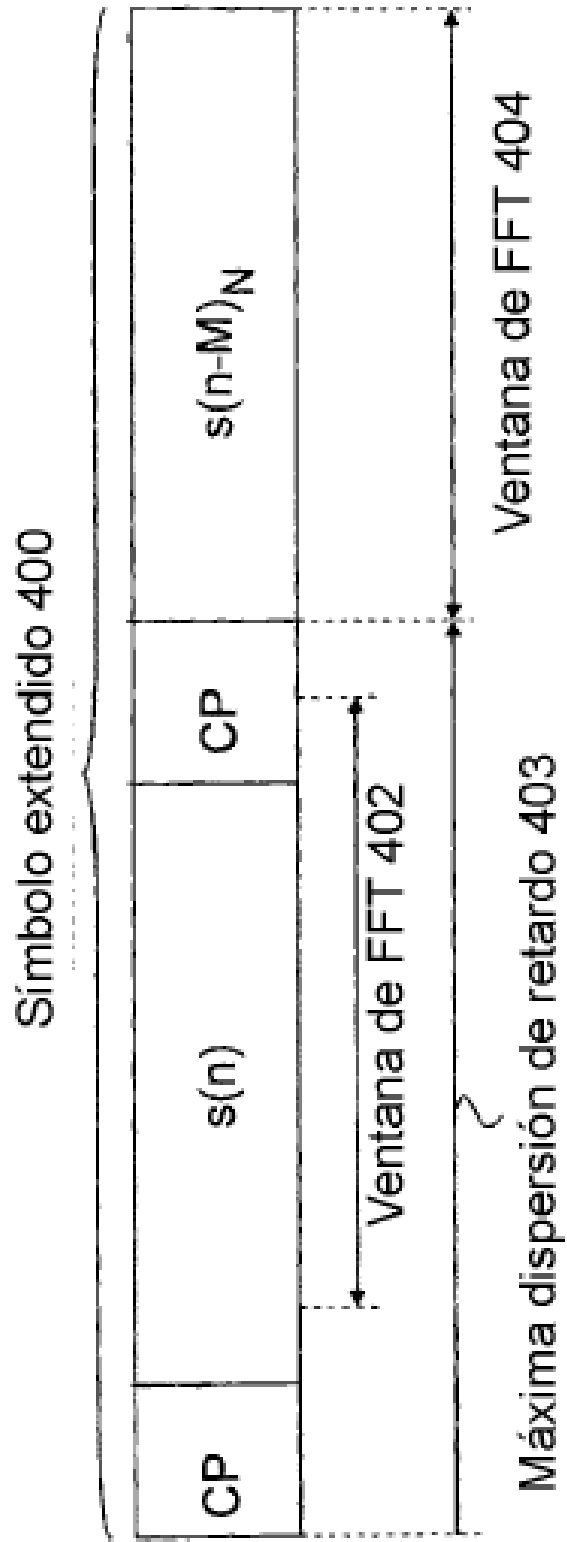


Fig. 4

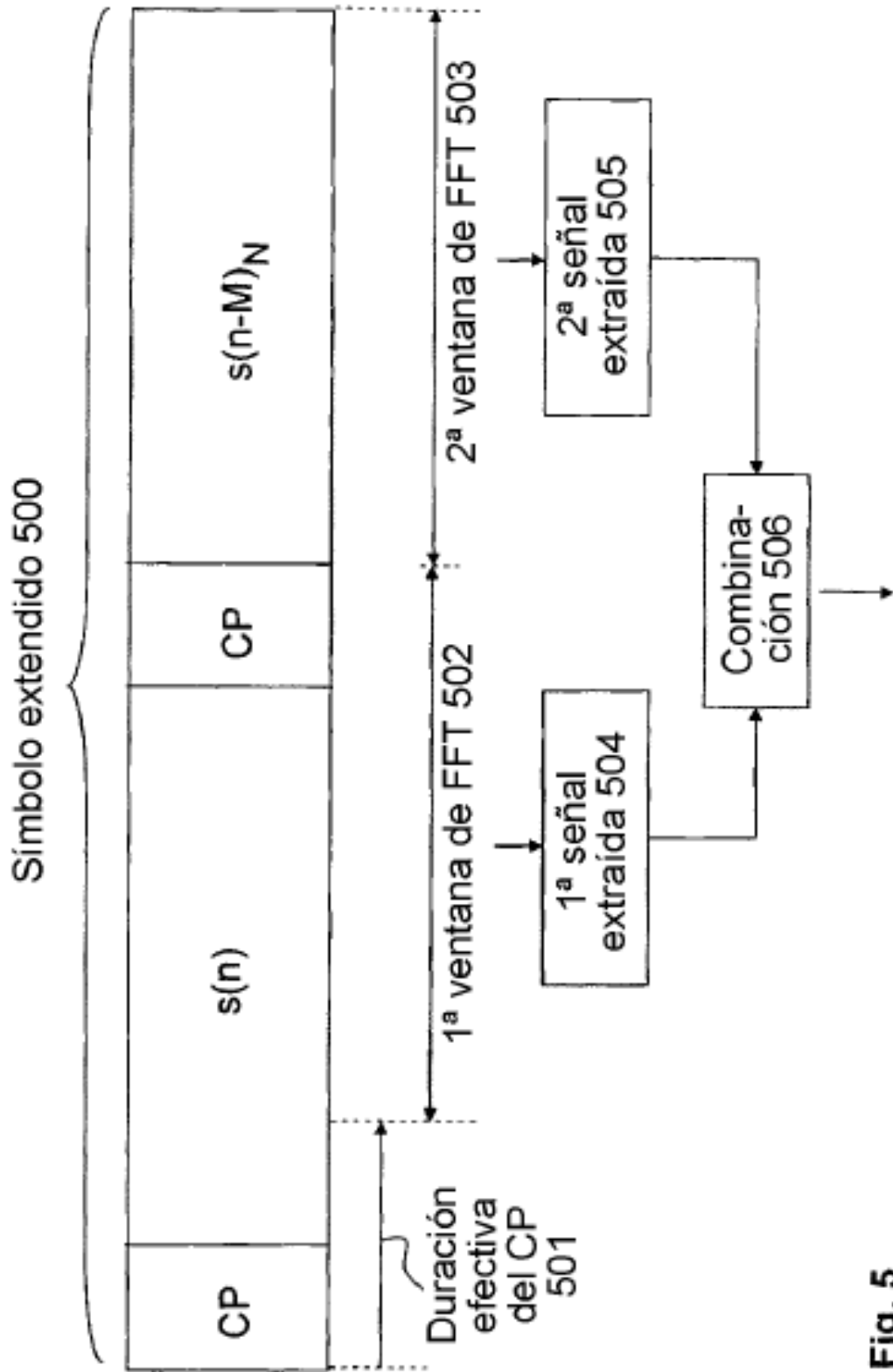


Fig. 5

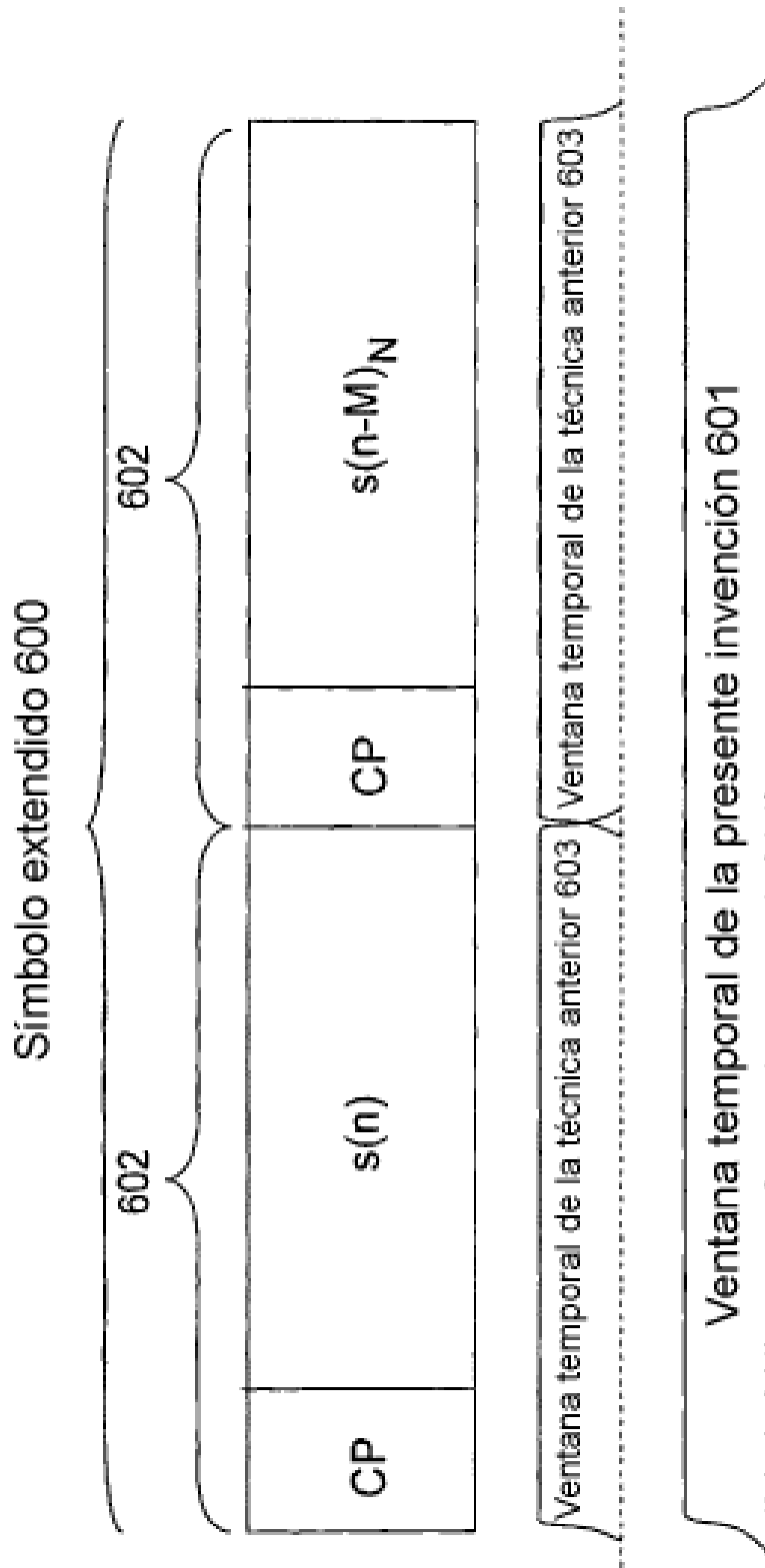


Fig. 6

Subtrama 700

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	1	2	3	Rs	5	6	7	8	9	10	Rs	12	13
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rs	1	2	3	4	5	6	Rs	8	9	10	11	12	13
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Rs	12	13
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Rs	1	2	3	4	5	6	Rs	8	9	10	11	12	13
0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
0	0	1	1	Rs	Rs	3	3	4	4	Rs	Rs	6	6
0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Rs	Rs	1	1	2	2	3	3	Rs	Rs	5	5	6	6
0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
0	0	1	1	Rs	Rs	3	3	4	4	Rs	Rs	6	6
0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Rs	Rs	1	1	2	2	3	3	Rs	Rs	5	5	6	6
0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
0	0	1	1	2	2	3	3	4	4	5	5	6	6
Rs	Rs	1	1	2	2	3	3	Rs	Rs	5	5	6	6

Bloque de recursos 704

Bloque de recursos 703

Simbolo de referencia 705

Simbolo de OFDM con CP 701

Fig. 7a Simbolo extendido 702

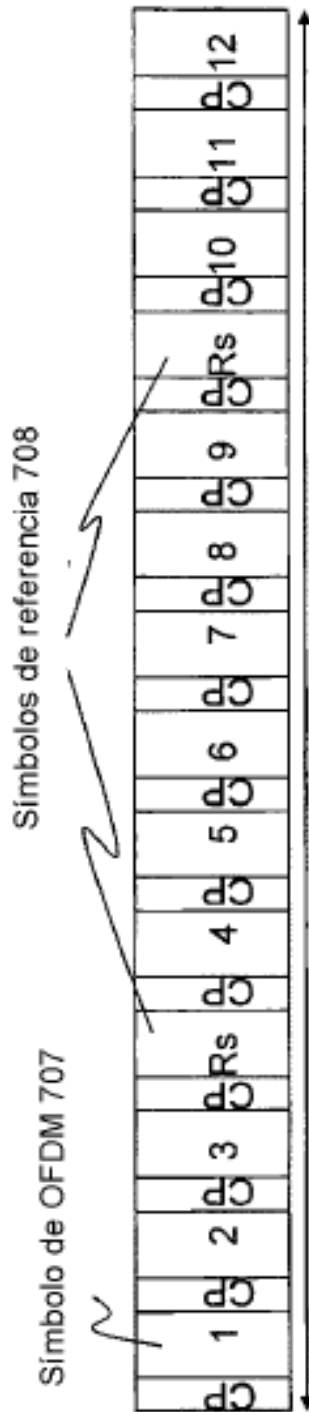


Fig. 7b Técnica anterior

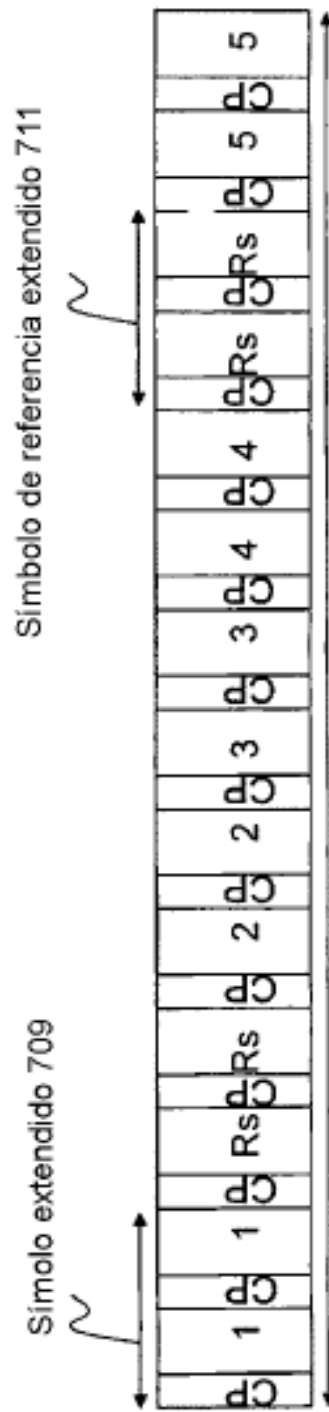


Fig. 7c

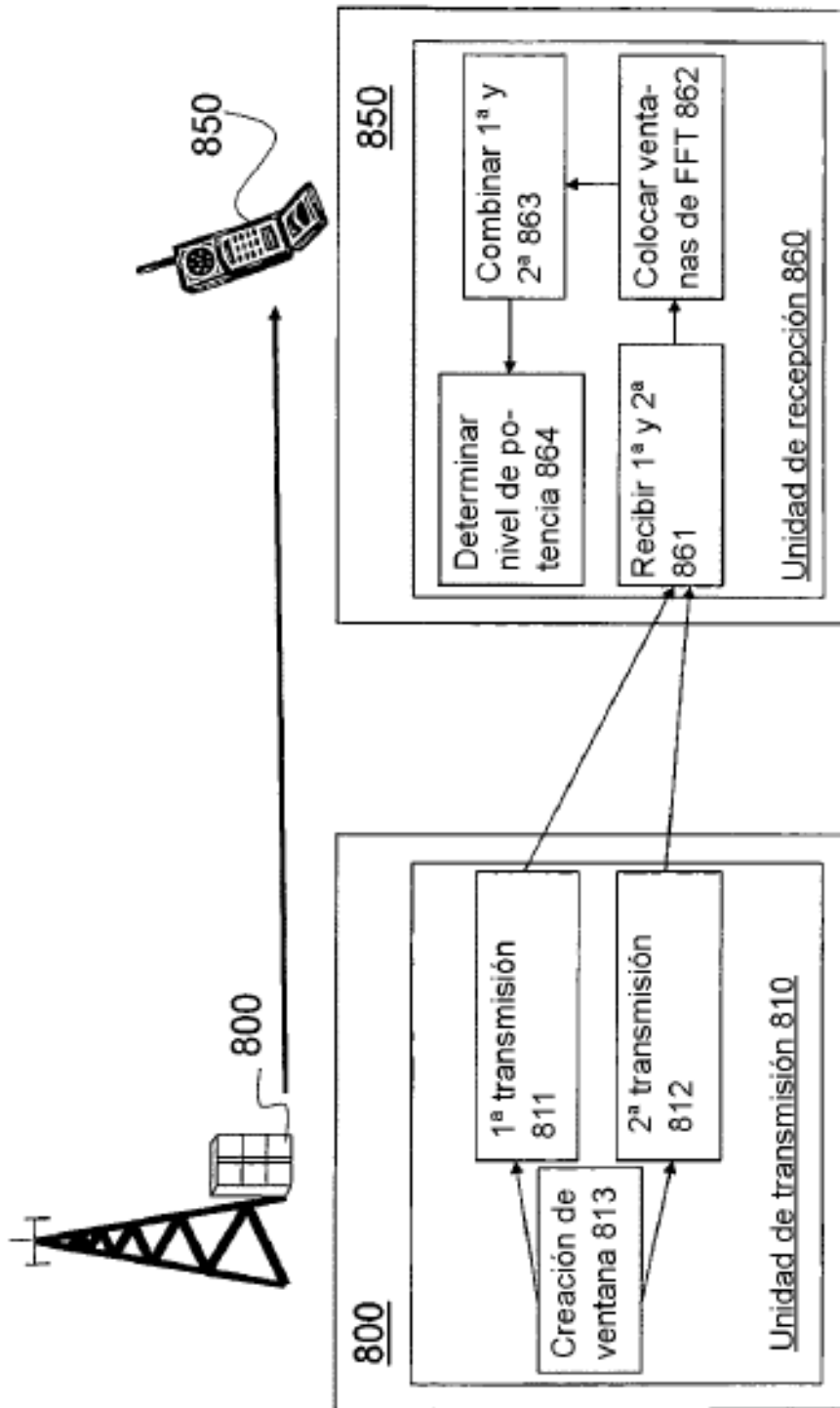


Fig. 8

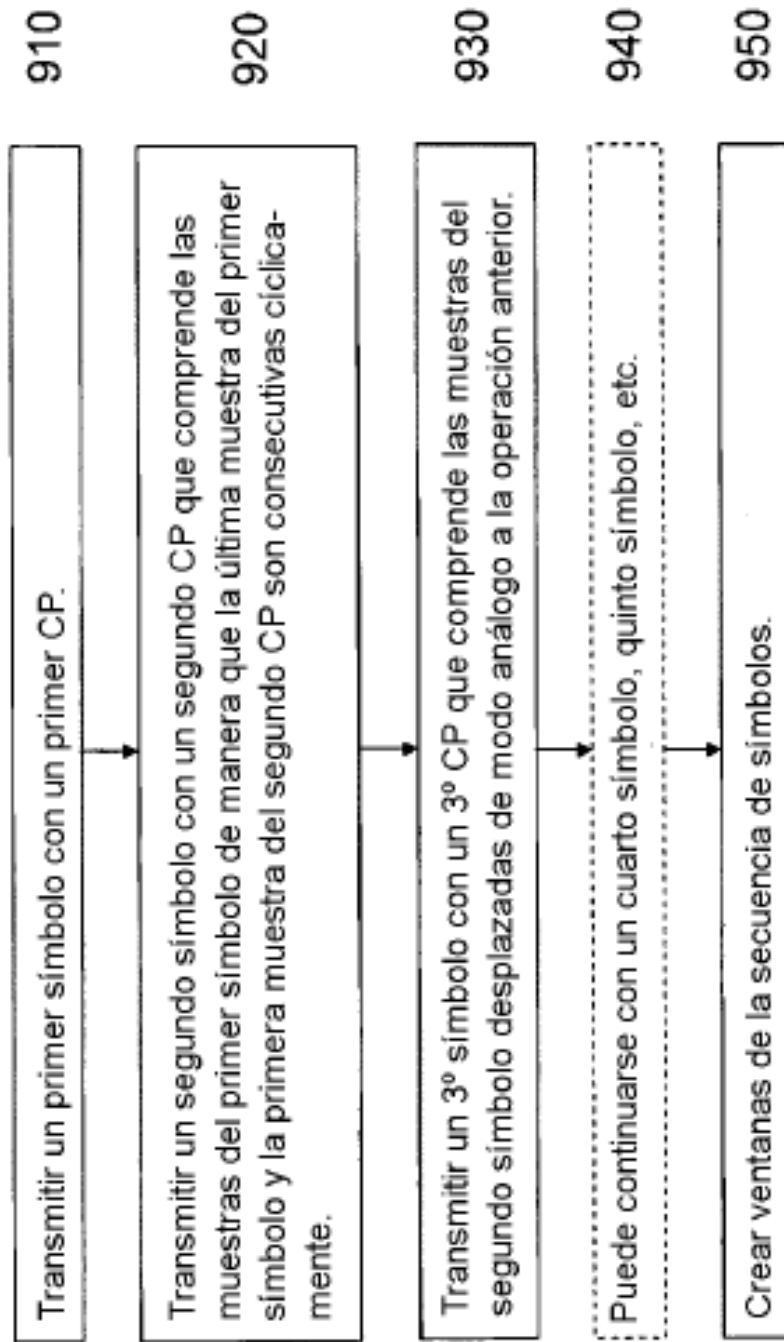
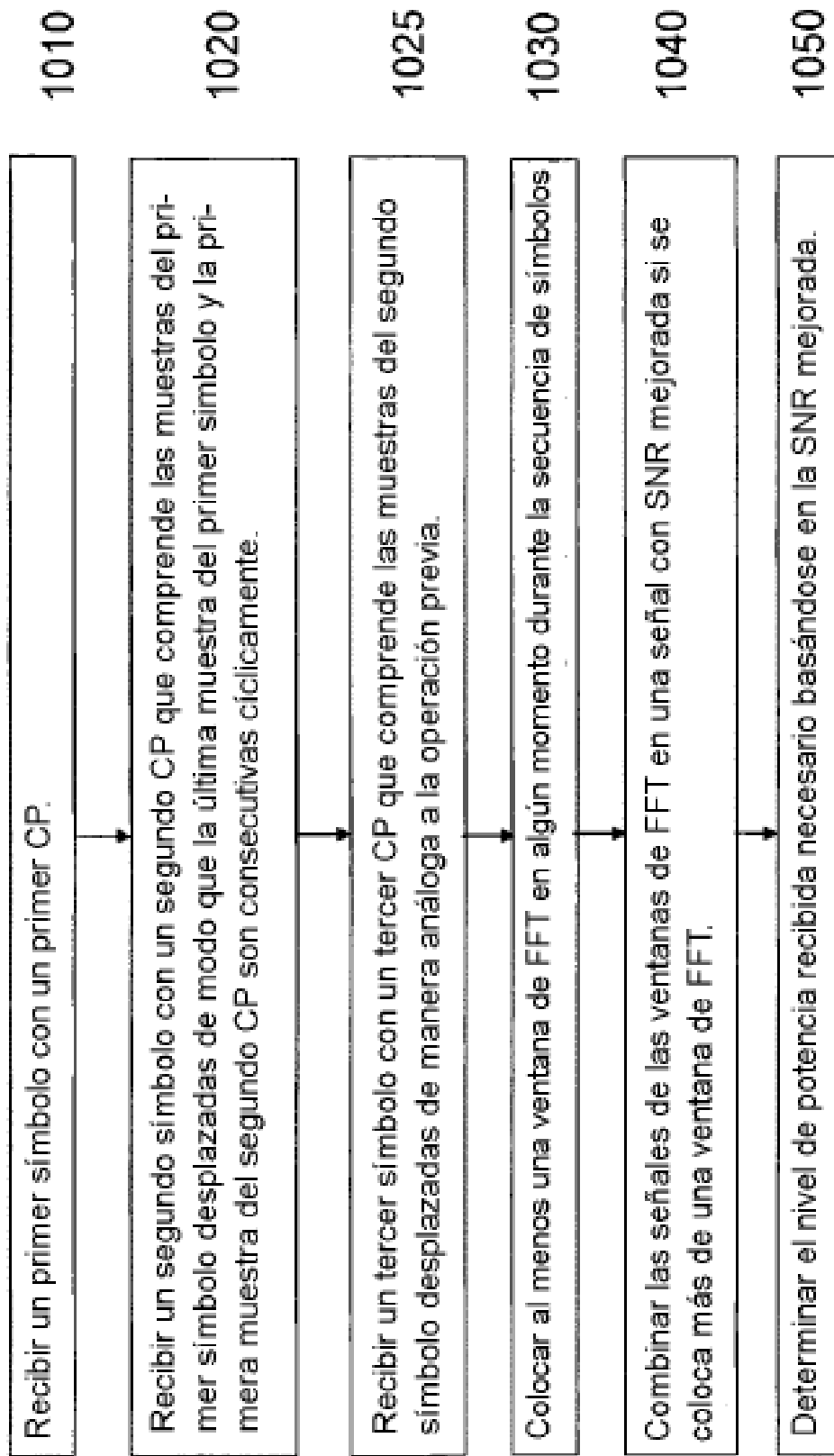


Fig. 9

**Fig. 10**