



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 275 841**

51 Int. Cl.:
H04L 7/033 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA

T5

96 Número de solicitud europea: **02706481 .5**

96 Fecha de presentación : **04.03.2002**

97 Número de publicación de la solicitud: **1366591**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.12.2003**

54 Título: **Procedimiento de sincronización de la temporización de símbolos en sistemas de comunicaciones.**

30 Prioridad: **09.03.2001 US 274897 P**

45 Fecha de publicación de la mención y de la traducción de patente europea: **16.06.2007**

45 Fecha de la publicación de la mención de la patente europea modificada BOPI: **12.07.2010**

45 Fecha de publicación de la traducción de patente europea modificada: **12.07.2010**

73 Titular/es: **QUALCOMM Incorporated**
5775 Morehouse Drive
San Diego, California 92121, US

72 Inventor/es: **Laroia, Rajiv;**
Li, Junyi y
Parizhsky, Vladimir

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 275 841 T5

DESCRIPCIÓN

Procedimiento de sincronización de la temporización de símbolos en sistemas de comunicaciones.

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a sistemas de comunicaciones y, más específicamente, a procedimientos y aparatos para realizar la temporización de símbolos, p. ej., en sistemas multiplexados por división de frecuencia.

10 Antecedentes de la invención

En sistemas de comunicación, p. ej., sistemas inalámbricos de radio u otros, con frecuencia el transmisor y el receptor no tienen acceso a una fuente común de señal de reloj. En cambio, es probable que haya dos relojes funcionando por separado, uno en el transmisor y otro en el receptor. En sistemas inalámbricos, las estaciones base, típicamente, tienen relojes muy exactos. Sin embargo, debido a consideraciones de coste, los terminales inalámbricos, p. ej., los teléfonos móviles y/u otros dispositivos de comunicaciones móviles, con frecuencia utilizan relojes baratos. En muchos casos, tales relojes baratos son menos exactos que los relojes empleados en las estaciones base con las cuales interactúan las estaciones móviles.

20 Una consecuencia de tener relojes distintos en el transmisor y en el receptor es que las temporizaciones de símbolos del transmisor y del receptor a menudo se extravían en el tiempo, incluso cuando el transmisor y el receptor están perfectamente sincronizados al principio de una sesión de comunicación. A fin de garantizar la comunicación adecuada, es importante que se mantenga la sincronización de la temporización de símbolos, durante todo el transcurso de una sesión de comunicaciones.

25 En un sistema conocido de sincronización de comunicaciones, la temporización de símbolos del receptor se declara esclava de la temporización de símbolos del transmisor. En el sistema conocido, un receptor corrige continuamente la temporización de símbolos del receptor, basándose en la señal recibida. La temporización de símbolos del transmisor se basa simplemente en el reloj utilizado en el transmisor y no requiere ser corregida. El procedimiento anterior funciona bien en muchos sistemas de comunicaciones punto a punto y en algunos sistemas de acceso múltiple, siempre que no se requiera que los símbolos recibidos desde distintos terminales inalámbricos estén alineados en la estación base.

30 Sin embargo, en otros sistemas, el procedimiento de sincronización de la tecnología anterior no funciona efectivamente. Por ejemplo, en un sistema ortogonal de acceso múltiple multiplexado por división de frecuencia (OFDM), una estación base recibe símbolos OFDM simultáneamente desde múltiples terminales inalámbricos. Con el fin de eliminar la interferencia entre los terminales inalámbricos, es ventajoso hacer que los símbolos de distintos terminales inalámbricos lleguen sincrónicamente al receptor de la estación base. Como es probable que distintos terminales inalámbricos tengan distintas temporizaciones del transmisor, y variables con el tiempo, no es factible ajustar la temporización del receptor de la estación base como esclava de la temporización del transmisor de los numerosos terminales inalámbricos individuales con los cuales puede interactuar un receptor de estación base. Por ello, el sistema de sincronización de la tecnología anterior no funciona efectivamente en sistemas de acceso múltiple OFDM.

35 El documento EP 0 933 897 revela un sistema Multitonal Discreto de Bucle de Abonado Digital Asimétrico (ADSL) con canales ascendentes y descendentes, disjuntos y adyacentes. En el sistema descrito, durante una fase de comunicaciones, un transmisor ADSL sincroniza la transmisión de símbolos con un reloj de referencia. Además, las extensiones cíclicas de cada símbolo aumentan en función de un retardo de propagación.

40 El documento US 5.802.004 revela un dispositivo y procedimiento de un sistema de comunicación, de sincronización de temporización de símbolos del enlace inverso para las señales transmitidas, a fin de facilitar la sincronización de temporización del enlace inverso. En el sistema descrito, una pluralidad de unidades de abonado multiportadoras reciben una señal del enlace directo y transmiten una ráfaga de sincronización de temporización de símbolos del enlace inverso por un canal de sincronización de temporización del enlace inverso. El canal de sincronización de temporización del enlace inverso comprende una pluralidad de frecuencias portadoras adyacentes del enlace inverso, que son utilizadas por cada unidad de abonado. Cada unidad de abonado ajusta una referencia de temporización para transmitir señales, a fin de facilitar la sincronización de temporización del enlace inverso.

45 El documento EP 0 820 171 A1 revela un modulador/demodulador (MÓDEM) equipado con medios de rotación en una parte transmisora y medios de rotación en su parte receptora, para compensar las diferencias en la velocidad del reloj entre los relojes de dos módems en comunicación. Cuando la rotación a aplicar a un símbolo de datos de transmisión corresponde a un desplazamiento temporal de la mitad de la longitud de una muestra, una muestra es duplicada o borrada en un símbolo de datos de transmisión.

65 Breve descripción de las figuras

La Figura 1 ilustra un sistema de comunicación implementado según la invención.

ES 2 275 841 T5

La Figura 2 ilustra una estación base y un terminal inalámbrico que pueden emplearse en el sistema mostrado en la Fig. 1.

La Figura 3 ilustra el procesamiento de un grupo de símbolos recibidos por un receptor incluido en el sistema de la Fig. 1.

Las Figuras 4 y 5 ilustran la temporización de símbolos de la estación base, asociada al procesamiento de símbolos por parte de un receptor de la estación base.

La Figura 6 ilustra un procedimiento para ajustar la temporización de símbolos del transmisor de terminal inalámbrico, como una función de los ajustes de temporización de símbolos del receptor de terminal inalámbrico.

La Figura 7 ilustra el ajuste de la temporización de símbolos, realizado según la presente invención, insertando muestras en un símbolo utilizado para ajustar la temporización del transmisor del terminal inalámbrico.

La Figura 8 ilustra un lapso, y los símbolos primero y último, cuya duración puede modificarse según una realización ejemplar de la invención para realizar correcciones de temporización de símbolos de terminal inalámbrico.

La Figura 9 ilustra un símbolo OFDM que puede ser transmitido por el sistema mostrado en la Fig. 1.

Las Figuras 10 y 11 ilustran ajustes de temporización de símbolos, realizados modificando el número de muestras en un símbolo que es el primer símbolo en un lapso.

Las Figuras 12 y 13 ilustran ajustes de temporización de símbolos realizados modificando el número de muestras en un símbolo que es el último símbolo en un lapso.

La Figura 14 ilustra un terminal inalámbrico comunicándose con dos estaciones base a la vez.

La Figura 15 ilustra un procedimiento para realizar ajustes de temporización de símbolos según una realización ejemplar de la invención en un terminal inalámbrico que se comunica con dos estaciones base a la vez.

Resumen de la invención

La presente invención proporciona un procedimiento y un aparato para implementar la sincronización de la temporización de símbolos en sistemas de comunicación OFDM según las reivindicaciones 1, 15 y 16, respectivamente.

Ajustando la temporización de símbolos del transmisor de dispositivos inalámbricos móviles de la manera anteriormente descrita, como una función de los ajustes de temporización del receptor, se reduce o se evita la necesidad de ajustar la temporización de símbolos del receptor de la estación base para que coincida con la temporización de símbolos del transmisor de un dispositivo específico de comunicación inalámbrica. Además, se reduce o se evita la necesidad de transmitir señales de corrección de temporización de símbolos del transmisor a dispositivos inalámbricos móviles individuales, instruyendo al específico dispositivo inalámbrico individual sobre cómo ajustar la temporización de su transmisor. En consecuencia, el procedimiento y aparato de la presente invención pueden facilitar el empleo eficiente del ancho de banda de comunicaciones disponible.

Descripción detallada de la invención

La presente invención es aplicable a una amplia gama de sistemas de comunicaciones digitales, punto a punto o de acceso múltiple, donde un primer dispositivo de comunicación se comunica con un segundo dispositivo de comunicación.

La Figura 1 muestra un sistema ejemplar OFDM 100 de acceso múltiple, en el cual varios primeros dispositivos de comunicación, es decir, terminales inalámbricos 104, 106, p. ej., estaciones móviles, transmiten simultáneamente señales OFDM 110, 112 a un segundo dispositivo de comunicación, es decir, una única estación base 102. Cada una de las señales 110, 112 incluye uno o más símbolos, p. ej., símbolos OFDM. Los terminales inalámbricos 104, 106 incluyen antenas 105, 107 para la transmisión de las señales 110, 112. La estación base 102 incluye la antena 103 para recibir las señales transmitidas 110, 112.

En el sistema ejemplar 100, los símbolos OFDM comprenden dos partes, un prefijo cíclico y un cuerpo TRF (Transformada Rápida de Fourier). La Fig. 9 ilustra un ejemplo de un tal símbolo OFDM 900 que incluye un total de N muestras. El prefijo cíclico 902 incluye K muestras, mientras que el cuerpo TRF 904 incluye $N-K$ muestras. Las K muestras incluidas en el prefijo cíclico se obtienen copiando las últimas K muestras 906 del cuerpo TRF y colocándolas al frente de la porción 904 del cuerpo TRF del símbolo transmitido. De esta manera, el prefijo cíclico 902 de un símbolo es normalmente una copia de la última porción del cuerpo TRF.

Con referencia una vez más a la Fig. 1., los símbolos OFDM transmitidos desde distintos terminales inalámbricos 105, 107 llegan acumulativamente a un receptor incluido en la estación base 102. El receptor de la estación base utiliza una ventana de símbolos para seleccionar una porción de la señal recibida 110, 112, como correspondiente

ES 2 275 841 T5

a un símbolo OFDM. El receptor de la estación base lleva luego a cabo una operación de TRF sobre la porción de símbolos para obtener información transmitida desde los terminales inalámbricos individuales a la estación base. La temporización de símbolos del receptor determina dónde colocar la ventana de símbolos.

5 La Fig. 2 es un diagrama 200 que ilustra una estación base 204 y un terminal inalámbrico ejemplar 202, implementado según la invención. La estación base 204 puede utilizarse como la estación base 102 del sistema 100. El terminal inalámbrico 202 puede utilizarse como cualquiera de los terminales inalámbricos 104, 106 del sistema 100 mostrado en la Fig. 1.

10 La estación base 204 transmite las señales 222 al terminal inalámbrico 202 y recibe las señales 224 desde el terminal inalámbrico. Las señales transmitidas y recibidas 222, 224 pueden incluir, p. ej., símbolos OFDM. La estación base 204 incluye un reloj 230, circuitos transmisores 226, circuitos receptores 232, una memoria 236 y una unidad central 240 de procesamiento (UCP), que están acoplados entre sí por un bus 225. El reloj 230 de la estación base se utiliza para suministrar señales de reloj, empleadas para controlar la temporización de símbolos, tanto a los circuitos
15 transmisores 226 como a los circuitos receptores 232. Se emplea un reloj relativamente exacto para el reloj 230 de la estación base. El reloj en los terminales inalámbricos 202 puede ser menos exacto que el reloj de la estación base, debido a los intentos de mantener bajo el coste de los dispositivos móviles 202.

Los circuitos transmisores 226 de la estación base incluyen un circuito fijo 228 de temporización de símbolos del
20 transmisor, que es sensible al reloj 230 de la estación base. Los circuitos receptores 232 incluyen similarmente un circuito fijo 234 de temporización de símbolos del receptor, que también es sensible al reloj 230. En consecuencia, en el sistema 200, la estación base no ajusta ni modifica la temporización de su transmisor o receptor basándose en información de un dispositivo inalámbrico individual como el terminal inalámbrico 202. En realizaciones donde múltiples terminales inalámbricos 202 son servidos por una única estación base 204, el procedimiento de sincronización
25 de la invención evita la complejidad que resultaría de intentar ajustar la temporización de símbolos en la estación base, basándose en información de diversos terminales inalámbricos 202 distintos.

La Figura 3 muestra las operaciones llevadas a cabo en el receptor 232 de la estación base. Como se muestra en la Fig. 3, una señal recibida en la estación base 102 es sometida a diversas operaciones de procesamiento. En la etapa 304,
30 la señal recibida se muestrea a una velocidad fija. Luego, en la etapa 306, los circuitos receptores toman N muestras de la señal muestreada que corresponde a una ventana de símbolos fija. El prefijo cíclico se descarta luego del grupo seleccionado de muestras en la etapa 308. A continuación del descarte del prefijo cíclico, se realiza una TRF, en la etapa 310, de la porción restante del grupo de muestras seleccionadas como correspondientes a un símbolo recibido. Las etapas 304, 306, 308 y 310 se llevan repetidamente a cabo durante un cierto periodo de tiempo, a fin de recuperar
35 los símbolos transmitidos.

En una realización, la estación base 102 incluye un circuito para realizar cada una de las funciones o etapas
ilustradas en la Fig. 3. En otra realización, algunas de, o todas, las funciones/etapas se implementan en la UCP 240 bajo control de software. Las rutinas de software para implementar las operaciones ilustradas pueden almacenarse en
40 la memoria 236, incluida dentro de la estación base 102. Según el procedimiento ilustrado en la Fig. 3, el receptor 232 de la estación base muestrea la señal recibida a una velocidad fija. Con fines de exposición, supongamos que la longitud total de un símbolo OFDM es igual a N muestras, y que la longitud del prefijo cíclico en un símbolo OFDM es igual a K muestras.

Basándose en la temporización de símbolos del receptor, la estación base 102 selecciona repetidamente N muestras,
45 p. ej., un grupo de muestras correspondientes a un símbolo transmitido, en la secuencia de las muestras de señales digitales recibidas. La estación base descarta las primeras K muestras y retiene las restantes N-K muestras. Una operación de TRF se realiza luego sobre las N-K muestras, a fin de recuperar la información transmitida por los terminales inalámbricos. La velocidad de muestreo deriva del reloj 230 utilizado por la estación base 102, que puede
50 ser bastante distinto a los relojes 210 utilizados por cada uno de los terminales inalámbricos 202. La operación de muestreo y la temporización de símbolos del receptor en la estación base 102 son fijas, es decir, no se ajustan basándose en la señal recibida.

Con referencia una vez más a la Fig. 2, puede verse que el terminal inalámbrico 202 incluye un reloj 210, circuitos
55 receptores 206, circuitos transmisores 212, una memoria 216 y una unidad central 220 de procesamiento, que están acoplados entre sí por un bus 215. El reloj 210 suministra una señal de temporización a los circuitos receptores 206 y a los circuitos transmisores 214. Debido a las diferencias en los relojes hallados en distintos terminales inalámbricos 202, la temporización del transmisor y del receptor pueden tener que ajustarse periódicamente, para compensar las variaciones en la velocidad del reloj con respecto a la velocidad deseada del reloj y/o a la velocidad del reloj 230 de
60 la estación base. La memoria 216 incluye una rutina 218 de control de temporización que es ejecutada por la UCP 220. La rutina 218 de control de temporización incluye software y/u otras instrucciones de procesamiento, utilizadas para controlar el terminal inalámbrico 202 y los circuitos 206, 212 incluidos en el mismo, a fin de implementar el procedimiento de ajuste de temporización de símbolos de la presente invención. Además de la rutina 218 de control de temporización, la memoria 216 se utiliza para almacenar datos a ser transmitidos por el terminal 202, y datos que
65 son recibidos por el terminal 202.

Los circuitos receptores 206 son responsables de recibir, por medio de una antena incluida en los circuitos receptores, señales 222 transmitidas desde la estación base 204 al terminal inalámbrico 202. Los circuitos receptores

206 también son responsables de procesar la señal recibida 222, p. ej., digitalizándola y segmentándola en símbolos, según se expondrá más adelante. Los circuitos 208 de sincronización de temporización de símbolos del receptor se emplean para determinar qué ajustes deberían hacerse en la temporización de símbolos del receptor según la presente invención, y para llevar información de ajuste de temporización de símbolos a los circuitos 214 de sincronización de temporización de símbolos del transmisor, incluidos en los circuitos transmisores 212. Los circuitos 208 de sincronización de temporización de símbolos del receptor ajustan la temporización del receptor en un intento de coincidir con la temporización de los circuitos transmisores 226 de la estación base.

Los circuitos transmisores 214 del terminal inalámbrico son responsables de generar señales 224, para ser transmitidas por el terminal inalámbrico. Los circuitos transmisores 212 incluyen una antena para emitir las señales 224. Las señales incluyen, p. ej., símbolos OFDM. El circuito transmisor 212 también incluye los circuitos 214 de sincronización de temporización de símbolos del transmisor, para ajustar, p. ej., periódicamente, según la presente invención, la temporización de símbolos transmitidos. Esto puede hacerse, como se expondrá más adelante, añadiendo o quitando muestras a uno o más símbolos que se estén transmitiendo. El ajuste de temporización de símbolos realizado por el circuito 214 es en la misma dirección y en la misma, o esencialmente la misma, magnitud que el ajuste de temporización de símbolos realizado por los circuitos 208 de sincronización de temporización de símbolos del receptor. Dado que el reloj 230 de la estación base se utiliza para gobernar tanto la temporización de los circuitos receptores de la estación base como la temporización de su transmisor, suponiendo que los circuitos receptores 206 del terminal inalámbrico tengan éxito en sincronizar la temporización del receptor inalámbrico con la del transmisor de la estación base, el ajuste correspondiente de los circuitos transmisores 212 del terminal inalámbrico facilitará la sincronización de los circuitos transmisores 212 del terminal inalámbrico con los circuitos receptores 234 de la estación base.

Al hacer que los ajustes de temporización de símbolos del transmisor inalámbrico sean una función de los cambios de temporización del receptor, las discrepancias de temporización entre el reloj 230 de la estación base y el reloj 210 del terminal inalámbrico se compensan por medio de correcciones de la temporización de símbolos, de la manera anteriormente descrita, que ocurren con relativa frecuencia, p. ej., al comienzo o al final de cada lapso.

El movimiento de un dispositivo inalámbrico 202 con respecto a una estación base fija, p. ej., la estación base 204, puede tener alguna influencia sobre la temporización de los símbolos recibidos. Por ejemplo, según el terminal inalámbrico se aleja de la estación base, el aumento en la distancia puede parecer al receptor del terminal inalámbrico un retardo en la temporización de símbolos del transmisor de la estación base. Para contrarrestar el efecto de la distancia creciente entre el terminal inalámbrico y la estación base, puede ser deseable retardar la temporización de símbolos del receptor del terminal inalámbrico y adelantar la temporización de símbolos del transmisor del terminal inalámbrico. Los cambios en la temporización de símbolos, debidos al movimiento del terminal inalámbrico, tienden a ocurrir a una velocidad que es, usualmente, considerablemente más lenta que la velocidad con la cual las diferencias entre el reloj 210 del terminal inalámbrico y el reloj 230 de la estación base afectan a la temporización de símbolos. En consecuencia, la corrección de errores de temporización de símbolos, debidos a discrepancias entre un reloj de terminal inalámbrico y un reloj de estación base, puede ser más importante que las correcciones de temporización de símbolos orientadas a afrontar el efecto de los cambios en la distancia entre los circuitos receptores y transmisores.

El efecto del movimiento y los cambios de distancia entre el terminal inalámbrico 202 y la estación base 204 pueden ignorarse, o corregirse, utilizando una rutina o circuito adicional de control de temporización. En una realización, el terminal inalámbrico 202 incluye una rutina y/o subrutina adicional de control de temporización, diseñada para corregir las variaciones de temporización de símbolos debidas al movimiento del terminal inalámbrico. Tales correcciones pueden basarse, p. ej., en información y/o señales periódicas, transmitidas a y/o desde el terminal inalámbrico, con fines de determinar retardos de transmisión y/o recepción. Tal rutina de ajuste sería adicional a la rutina 218, que se emplea para corregir las discrepancias de temporización del reloj, según la invención.

A fin de eliminar la interferencia entre las señales OFDM desde distintos terminales inalámbricos y la interferencia entre símbolos OFDM adyacentes, es importante que las señales recibidas desde los terminales inalámbricos estén sincronizadas con la temporización de símbolos del receptor. Específicamente, la ventana de símbolos del receptor debería colocarse de manera tal que la señal en la ventana de símbolos incluya un único símbolo OFDM desde cualquier terminal inalámbrico dado.

La Figura 4 es un diagrama 400 de temporización que ilustra un escenario donde las señales recibidas desde dos terminales inalámbricos 104, 106 se sincronizan con la temporización de símbolos del receptor de la estación base. La fila 402 ilustra dos símbolos secuenciales X0, X1 transmitidos por el primer terminal inalámbrico 104. La fila 404 ilustra dos símbolos secuenciales Y0, Y1 transmitidos por el segundo terminal inalámbrico 106. La fila 406 ilustra dos ventanas consecutivas W1, W2 de símbolos del receptor de la estación base, que corresponden al periodo de tiempo durante el cual los datos de símbolos transmitidos se seleccionan para su tratamiento como un símbolo recibido. La primera ventana W1 se extiende desde el momento T1 hasta el momento T2. La segunda ventana W2 se extiende desde el momento T3 hasta el momento T4. Observe que hay un periodo entre las ventanas W1, W2 de símbolos que corresponde al tiempo entre T2 y T3, en el cual no se utilizan datos de símbolos recibidos. Este periodo de tiempo es igual o menor que el prefijo cíclico de los símbolos transmitidos. Cuando la temporización de símbolos del receptor está debidamente alineada con la temporización de símbolos del transmisor, las ventanas W1 y W2 corresponderán a los símbolos transmitidos X0, Y0 y X1, Y1, según se muestra en la Fig. 4, dando como resultado la recuperación adecuada de los símbolos transmitidos.

ES 2 275 841 T5

Sin embargo, las señales OFDM recibidas desde distintos terminales 104, 106 pueden no estar siempre alineadas entre sí y con la ventana de símbolos del receptor, dando como resultado la posible pérdida de datos de símbolos. Por ejemplo, la Fig. 5 proporciona un diagrama 500 de temporización, donde las señales OFDM recibidas no están alineadas, p. ej., porque los transmisores en las estaciones móviles no están sincronizados. En el diagrama de la Fig. 5, la fila 502 corresponde a los símbolos X0 y X1, transmitidos por el primer terminal inalámbrico 104. La fila 504 corresponde a los símbolos Y0, Y1 transmitidos por el segundo terminal inalámbrico 106. La fila 506 ilustra dos ventanas consecutivas W1, W2 de símbolos del receptor de la estación base, que corresponden al periodo de tiempo durante el cual se seleccionan los datos de símbolos transmitidos para su tratamiento como un símbolo recibido. La temporización ejemplar de ventana de símbolos mostrada en la Fig. 5 da como resultado que los símbolos desde el primer terminal inalámbrico 104 sean adecuadamente recibidos. Sin embargo, debido a diferencias en la temporización de símbolos entre el transmisor del segundo terminal inalámbrico y el receptor de la estación base, los símbolos desde el segundo terminal inalámbrico 106 no se detectarán debidamente. En el ejemplo de la Fig. 5, no hay ninguna temporización de símbolos del receptor de la estación base que pueda sincronizarse con todas las señales OFDM recibidas, es decir, los símbolos OFDM desde los terminales inalámbricos 104, 106.

Dado que los transmisores en terminales inalámbricos pueden no estar sincronizados, p. ej., en un sistema de acceso múltiple OFDM, el sistema de sincronización de la tecnología anterior, donde la idea básica es fijar la temporización de símbolos del transmisor y ajustar la temporización de símbolos del receptor para lograr la sincronización, no funciona eficazmente.

Según la invención, a diferencia del sistema de sincronización de la tecnología anterior, el receptor de la estación base utiliza temporización fija de símbolos. Cada terminal inalámbrico ajusta independientemente su temporización de transmisor a fin de que los símbolos recibidos desde todos los terminales inalámbricos se sincronicen con la temporización de símbolos del receptor de la estación base.

La Figura 6 es un diagrama 600 en bloques que muestra, desde una perspectiva funcional, las etapas llevadas a cabo por un terminal inalámbrico como parte de la sincronización de temporización de símbolos realizada en un sistema de comunicación implementado según la invención. En la etapa 602 el terminal inalámbrico 202 recibe una señal transmitida desde la estación base 204. Luego, en la etapa 604, los circuitos 208 de sincronización y temporización del receptor adelantan o retardan la temporización de símbolos del receptor en D muestras, donde D es un entero positivo, usualmente distinto de cero. La información de ajuste de temporización de símbolos del receptor, p. ej., el número D de muestras en que la temporización del receptor se adelanta o se retarda, se transmite a los circuitos 212 de sincronización de temporización de símbolos del transmisor del terminal inalámbrico. La flecha 605 se utiliza en la Fig. 6 para representar la transmisión del valor D y la dirección de la corrección de temporización, o sea, para adelantar o retardar. El circuito 214 de sincronización de temporización de símbolos del transmisor adelanta o retarda la temporización de símbolos del transmisor en el mismo, o esencialmente el mismo, valor D con el cual se ajustó la temporización de símbolos del receptor. Los símbolos generados con la temporización ajustada de símbolos del transmisor son transmitidos entonces por el dispositivo inalámbrico en la etapa 606.

El ajuste de la temporización del transmisor en los terminales inalámbricos 202 puede basarse en una instrucción de corrección recibida desde la estación base 204, tal como la descrita y utilizada en la Solicitud de Patente Estadounidense (09/503.040). En el sistema descrito en la citada solicitud de patente estadounidense, cada terminal inalámbrico 202 transmite una señal específica, llamada una señal de control de temporización, a la estación base 204. La estación base 204 estima el tiempo de llegada de la señal recibida de control de temporización y envía una instrucción de corrección para corregir la temporización de transmisión del terminal inalámbrico, como una función de la señal recibida, garantizando por ello la sincronización entre el transmisor del terminal inalámbrico y el receptor de la estación base. Tal sistema de bucle cerrado es útil cuando distintos terminales inalámbricos 202 tienen puntuales retardos desconocidos de propagación hasta la estación base 204, que pueden determinarse a partir de señales transmitidas a la estación base 204 desde los terminales inalámbricos individuales.

El sistema de bucle cerrado descrito en la citada solicitud de patente requiere recursos extra del sistema, es decir, ancho de banda y potencia, para transmitir las señales de control de temporización a la estación base 204, y luego para retroalimentar los mensajes de corrección a los terminales inalámbricos 202. El sobregasto extra de recursos puede no ser significativo si el sistema de bucle cerrado es sólo responsable de corregir discrepancias de temporización de deriva lenta entre los transmisores del terminal inalámbrico y el receptor de la estación base, tal como para compensar la variación del retardo de propagación, p. ej., debida a cambios en la distancia entre los terminales inalámbricos 202 y la estación base 204.

Sin embargo, como hemos observado en la sección de antecedentes, los terminales inalámbricos 202 utilizan generalmente relojes 210 baratos y no muy exactos. La deriva del reloj entre los terminales inalámbricos 202 y la estación base 204 puede ser tan rápida que el sobregasto extra de recursos puede ser grande, si el sistema de bucle cerrado se utiliza para compensar la discrepancia de temporización en deriva entre los transmisores del terminal inalámbrico y el receptor de la estación base, que sea atribuible a diferencias entre relojes y/o inexactitudes de los relojes.

Según la presente invención, el ajuste de temporización de símbolos del transmisor de terminales inalámbricos se declara esclavo de la sincronización de temporización de su receptor. Específicamente, el terminal inalámbrico 202 lleva primero a cabo la sincronización de temporización de símbolos de su receptor, basándose en la señal recibida. La

ES 2 275 841 T5

sincronización de temporización de símbolos del receptor en el terminal inalámbrico puede utilizar cualquiera entre una pluralidad de procedimientos, incluyendo numerosas técnicas conocidas de sincronización.

5 Consideremos el caso en que el terminal inalámbrico 202 de la presente invención detecta, a partir del procedimiento implementado de sincronización de temporización, que la temporización de símbolos del receptor debería adelantarse en cierta magnitud Δ que corresponde, p. ej., a D muestras de la señal recibida. Es decir, la temporización de símbolos del transmisor en la estación base 204 está por delante, en la magnitud Δ , de la temporización de símbolos del receptor en el terminal inalámbrico 202. Tal deriva de temporización se debe, probablemente, a una discrepancia entre relojes de la estación base 204 y del terminal inalámbrico 202. Según la presente invención, se utiliza un reloj común 210 para gobernar los circuitos receptores y transmisores 206, 212 en el terminal inalámbrico 202. En consecuencia, es probable que la temporización de símbolos del receptor en la estación base 204 esté también por delante, en la magnitud Δ , de la temporización de símbolos del transmisor en el terminal inalámbrico 202. Para corregir el error de temporización, según la invención, el terminal inalámbrico 202 adelanta la temporización de símbolos de su transmisor en la misma, o esencialmente la misma, magnitud Δ utilizada para ajustar la temporización del receptor del terminal inalámbrico.

20 De manera similar, cuando el terminal inalámbrico 202 detecta que la temporización de símbolos del receptor debería retardarse en cierta magnitud Δ , el terminal inalámbrico 202 también retarda la temporización de símbolos de su transmisor en la misma, o esencialmente la misma, magnitud Δ , p. ej., en D muestras.

25 Como se ha expuesto anteriormente, la Figura 6 muestra las operaciones llevadas a cabo en terminales inalámbricos según la invención. Las funciones ilustradas pueden llevarse a cabo utilizando una UCP en el terminal inalámbrico, que ejecuta una o más rutinas obtenidas de la memoria, que también está incluida en el terminal inalámbrico. Cada terminal inalámbrico corrige primero la temporización de símbolos de su receptor, basándose en la señal recibida, utilizando, por ejemplo, un procedimiento convencional de sincronización de temporización. Luego, la temporización de símbolos del transmisor del terminal inalámbrico se ajusta como una función, p. ej., como esclava, de la sincronización de la temporización de símbolos del receptor. Cuando la temporización de símbolos del receptor está corregida, el terminal inalámbrico también corrige la temporización de símbolos de su transmisor, en la misma dirección, y en la misma, o esencialmente la misma, magnitud de ajuste. Por ejemplo, cuando el terminal inalámbrico detecta que la temporización del receptor necesita ser retardada en D muestras, la temporización del transmisor del terminal inalámbrico también es retardada en D muestras. De manera similar, cuando el terminal inalámbrico detecta que la temporización del receptor necesita ser adelantada en D muestras, la temporización del transmisor en el terminal inalámbrico también es adelantada en D muestras. Si se emplea el control de temporización de bucle cerrado en el terminal inalámbrico, en una realización el ajuste de temporización de la presente invención se aplica acumulativamente, p. ej., además del control de temporización de bucle cerrado.

40 La Figura 7 muestra el ajuste ejemplar de temporización de símbolos del transmisor de terminal inalámbrico, en el caso en que han de añadirse D muestras a un periodo de tiempo de símbolos a fin de hacer el ajuste de temporización necesario.

45 Cuando un terminal inalámbrico 202 ha de ajustar la temporización de símbolos de su transmisor, selecciona primero un símbolo OFDM, que ha de transmitirse en el futuro como el símbolo OFDM de transición, es decir, el símbolo cuya duración ha de modificarse para implementar el deseado cambio de temporización de símbolos. Por ejemplo, en la Fig. 7, en la duración del símbolo X0, el terminal inalámbrico X decide ajustar la temporización de símbolos de su transmisor en D muestras. El símbolo X1 se escoge entonces como el símbolo de transición. En general, no es necesario que el símbolo OFDM de transición sea el símbolo OFDM inmediatamente próximo a transmitir. Si el ajuste de temporización ha de adelantarse en D muestras, la duración del símbolo OFDM de transición se acorta quitando D muestras. Si el ajuste de temporización ha de retardarse en D muestras, la duración del símbolo OFDM de transición se aumenta añadiendo D muestras.

50 En la Fig. 7 la duración del símbolo X1 704 de transición escogido se alarga en D muestras, retardando por ello la temporización del transmisor en D muestras. Esto da como resultado que cada uno de los símbolos X0 702, X2 706 y X3 708 tenga N muestras, incluyendo N+D muestras el símbolo X1 704 de transición. Así, las duraciones de otros símbolos OFDM no de transición se dejan sin cambios en N muestras por símbolo. El símbolo X1 de transición se transmite por el terminal inalámbrico 202 a una estación base 204, junto con los otros símbolos en la secuencia 700 de transmisión.

60 La Figura 8 muestra la elección del símbolo OFDM de transición y un procedimiento para cambiar la duración del símbolo OFDM de transición en un sistema donde un terminal inalámbrico transmite símbolos en el mismo tono sobre varios símbolos consecutivos, durante un periodo de tiempo conocido como un lapso. El periodo durante el cual el terminal inalámbrico permanece en el mismo tono, p. ej., subportador de frecuencia, se llama un lapso. Un objetivo de mantener el mismo tono durante un lapso es utilizar la modulación diferencial.

65 Según una característica de la presente invención, que se refiere a la selección de símbolos de transición, el símbolo OFDM de transición se escoge para que sea bien el primero o bien el último símbolo en un lapso. Si el primer símbolo es el símbolo de transición, la duración del símbolo de transición se cambia añadiendo o quitando cíclicamente muestras en la porción del prefijo cíclico. Si el último símbolo es el símbolo de transición, la duración del símbolo se cambia añadiendo o quitando cíclicamente muestras en la porción del cuerpo TRF. La Figura 8 ilustra las operaciones

ES 2 275 841 T5

de añadir o quitar cíclicamente muestras en el prefijo cíclico o el cuerpo TRF en el símbolo de transición. Después de hacer los ajustes, el símbolo ajustado es transmitido por el transmisor inalámbrico a la estación base.

5 En la ilustración de la Fig. 8, el lapso 810 corresponde a cuatro símbolos 802, 804, 806 y 808. El primer símbolo 802 o el último símbolo 808 se escogen como el símbolo de transición, según una característica de la invención.

10 Las Figs. 10 y 11 ilustran la modificación del primer símbolo en un lapso para implementar una corrección de temporización de símbolos. La Fig. 10 ilustra el caso en que han de añadirse muestras al símbolo de transición, alargando por ello el símbolo. Las D muestras 1005, inmediatamente precedentes a las últimas K muestras 1006 del cuerpo TRF 1004, se copian y se colocan al frente de las K muestras normales del prefijo cíclico normal de K muestras, dando como resultado un prefijo cíclico 1003 que incluye K+D muestras. La copia cíclica de D muestras al frente del símbolo, realizada según se muestra en la Fig. 10, da como resultado un símbolo 1000 con N+D muestras.

15 La Fig. 11 ilustra el caso en que se quitan muestras del símbolo de transición, acortando por ello el símbolo, desde las N muestras normales, a un símbolo que incluye N-D muestras 1100. El acortamiento se logra reduciendo el tamaño del prefijo cíclico en D muestras 1102, dando como resultado un prefijo cíclico que tiene K-D muestras 1103. Observe que en el ejemplo de la Fig. 11, sólo las últimas K-D muestras 1106 del símbolo se copian para su uso como el prefijo cíclico. Las líneas de puntos se emplean en la Fig. 11 para indicar que las D muestras no se incluyen en el símbolo transmitido.

20 Las Figs. 12 y 13 ilustran la modificación del último símbolo en un lapso, para implementar una corrección de temporización de símbolos. La Fig. 12 ilustra el caso en que han de añadirse muestras al símbolo de transición, alargando por ello el símbolo. Se copian las D muestras 1205 del cuerpo TRF, inmediatamente precedentes al prefijo cíclico 1202 de K muestras y, a continuación del prefijo cíclico 1202 de K muestras, se copian al final del símbolo y se colocan detrás de las K muestras 1206 utilizadas para crear el prefijo cíclico 1206. De esta manera, el cuerpo TRF del símbolo de transición mostrado en la Fig. 12 se alarga en D muestras 1207, dando como resultado un símbolo de transición con N+D muestras 1200 y un cuerpo TRF 1204 con N-K+D muestras.

25 En la Fig. 13, la longitud total del símbolo se acorta a N-D muestras, quitando D muestras 1307 del final del símbolo a transmitir. El prefijo cíclico 1302 incluye K muestras copiadas de las últimas K muestras 1306 del cuerpo TRF antes de quitar las D muestras 1307.

30 La presente invención también es aplicable a sistemas de comunicaciones donde un primer dispositivo de comunicación se comunica simultáneamente con un segundo dispositivo de comunicación y con un tercer dispositivo de comunicación.

35 La Fig. 14 ilustra el primer dispositivo de comunicación, es decir, un terminal móvil 1406 en comunicación con los dispositivos de comunicación segundo y tercero, es decir, dos estaciones base 1402, 1404, a la vez, según la presente invención. Tal situación puede ocurrir, p. ej., cuando el terminal móvil 1406 está viajando hacia una nueva célula servida por la segunda estación base B 1404, estando aún registrado en la primera estación base A 1402. La comunicación con la estación base B 1404 puede ser, p. ej., para registrarse en la nueva estación base 1404 antes de terminar la comunicación con la vieja estación base 1404.

40 En caso de comunicación con dos estaciones base 1402, 1404, es deseable que el terminal móvil 1406 mantenga y ajuste distintas ventanas de temporización de símbolos para las comunicaciones a/desde cada una de las estaciones base 1402, 1404. La Fig. 15 muestra un procedimiento 1500 para mantener a la vez la sincronización de temporización de símbolos entre un terminal móvil 1406 y dos estaciones base distintas 1402, 1404.

45 El procedimiento 1500 de sincronización de temporización de símbolos de terminal móvil comienza en la etapa 1502, con el terminal móvil 1406 recibiendo una señal que representa las transmisiones desde ambas estaciones base 1402, 1404. La señal analógica recibida se convierte en una pluralidad de muestras digitales, realizando una operación de conversión de analógico a digital en la etapa 1504. Las muestras digitales se procesan luego a lo largo de dos caminos independientes de procesamiento del receptor.

50 Un primer camino de procesamiento del receptor comienza en la etapa 1506 y corresponde al procesamiento concebido para recuperar los símbolos recibidos desde la estación base A. Como parte del procesamiento del receptor realizado en la etapa 1506, se lleva a cabo una operación de corrección de temporización de símbolos a fin de sincronizar la ventana de símbolos utilizada para procesar las muestras suministradas por el convertidor de analógico a digital (A/D) con la temporización de símbolos del transmisor incluido en la estación base A 1402. La información de corrección de temporización de símbolos, asociada al procesamiento de señales recibidas desde la estación base A, p. ej., el número de muestras en que ha de adelantarse o retardarse la temporización del receptor, se lleva a la etapa 1510 de procesamiento del transmisor, que es responsable de generar símbolos a transmitir a la estación base A. Como parte del procesamiento en la etapa 1510, la temporización de símbolos utilizada para transmitir a la estación base A se ajusta en la misma, o esencialmente la misma, magnitud que la temporización de símbolos del receptor del terminal móvil utilizada para procesar señales desde la estación base A 1402.

65 Un segundo camino de procesamiento del receptor comienza en la etapa 1508, y corresponde al procesamiento concebido para recuperar símbolos recibidos desde la estación base B 1404. Como parte del procesamiento del re-

ES 2 275 841 T5

ceptor realizado en la etapa 1508, se lleva a cabo una operación de corrección de temporización de símbolos, a fin de sincronizar la ventana de símbolos utilizada para procesar las muestras suministradas por el convertidor A/D con la temporización de símbolos del transmisor incluido en la estación base B 1404. La información de corrección de temporización de símbolos, asociada al procesamiento de señales recibidas desde la estación base B 1404, p. ej., el número de muestras en que ha de adelantarse o retardarse la temporización del receptor, se lleva a la etapa 1512 de procesamiento del transmisor, que es responsable de generar símbolos a transmitir a la estación base B 1404. Como parte del procesamiento en la etapa 1512, la temporización de símbolos utilizada para transmitir a la estación base B 1404 se ajusta en la misma, o esencialmente la misma, magnitud que la temporización de símbolos del receptor del terminal móvil, utilizada para procesar señales desde la estación base B 1404.

Suponiendo que las salidas de las etapas 1510 y 1512 sean señales analógicas, se las deja añadirse antes de la transmisión en la etapa 1514. Si las salidas de las etapas 1510, 1512 son muestras digitales, las señales digitales pueden sumarse y someterse luego a la conversión de digital a analógico (D/A) antes de la transmisión en la etapa 1514.

En la forma anteriormente descrita, un terminal inalámbrico puede ajustar independientemente ventanas distintas de temporización de símbolos del transmisor, correspondientes a distintos terminales inalámbricos, como función de correcciones distintas de temporización de símbolos del receptor, realizadas basándose en señales recibidas a la vez desde distintas estaciones base.

Las etapas de los diversos procedimientos pueden implementarse de una gran variedad de maneras, p. ej., utilizando software, hardware o una combinación de software y hardware, para realizar cada etapa individual, o combinación de etapas, expuesta anteriormente. En consecuencia, diversas realizaciones de la presente invención incluyen medios para realizar las etapas de los diversos procedimientos. Cada medio puede implementarse utilizando software, hardware, p. ej., circuitos, o una combinación de software y hardware. Cuando se emplea software, los medios para realizar una etapa también pueden incluir circuitos tales como un procesador para ejecutar el software. En consecuencia, la presente invención se refiere a, entre otras cosas, instrucciones ejecutables en ordenador, tales como el software para controlar una máquina o circuito a fin de realizar una o más de las etapas anteriormente expuestas.

REIVINDICACIONES

5 1. Un procedimiento para ajustar la temporización de símbolos en un primer dispositivo de comunicaciones en un sistema Ortogonal Multiplexador por División de Frecuencia (OFDM), comprendiendo el procedimiento:

- determinar que se haga un ajuste de temporización de símbolos del receptor, a fin de ajustar la temporización de símbolos del receptor en dicho primer dispositivo de comunicaciones, para sincronizar la temporización de símbolos del receptor con la temporización de símbolos de un segundo dispositivo de comunicaciones;

10 **caracterizado por**

- ajustar la temporización de símbolos de un transmisor en dicho primer dispositivo de comunicaciones como una función de dicho determinado ajuste de temporización de símbolos del receptor; e

15 - incluir dicha etapa de ajuste de temporización de símbolos del transmisor la selección de uno entre un primer y un último símbolo en un lapso, a modificar para ajustar la temporización de símbolos del transmisor, siendo dicho lapso un periodo de tiempo durante el cual dicho transmisor mantiene el mismo tono, o un periodo de tiempo que comprende múltiples tiempos de símbolos, durante los cuales el transmisor utiliza el mismo tono o conjunto de tonos, antes de conmutar a otro tono o conjunto de tonos.

20 2. El procedimiento de la reivindicación 1, en el cual dicho ajuste de temporización de símbolos del receptor indica que la temporización de símbolos debería ajustarse en una magnitud correspondiente a D muestras de señales digitales.

25 3. El procedimiento de la reivindicación 2, en el cual dicha etapa de determinar un ajuste de temporización de símbolos del receptor incluye:

- 30 - recibir una señal de corrección de temporización de símbolos transmitida desde dicho segundo dispositivo de comunicaciones.

35 4. El procedimiento de la reivindicación 2, en el cual el primer dispositivo de comunicación es un terminal inalámbrico (104, 106).

40 5. El procedimiento de la reivindicación 4, en el cual el segundo dispositivo de comunicación es una estación base (102).

45 6. El procedimiento de la reivindicación 5, que comprende adicionalmente:

- determinar un ajuste adicional de temporización de símbolos del receptor, a realizar para ajustar la temporización de símbolos del receptor de un receptor adicional en dicho primer dispositivo de comunicaciones, a fin de sincronizar la temporización adicional de símbolos del receptor con la temporización de símbolos de un tercer dispositivo de comunicaciones, siendo dicho tercer dispositivo de comunicaciones una estación base adicional; y

- ajustar la temporización de símbolos de un transmisor adicional en dicho primer dispositivo de comunicaciones como función de dicho ajuste adicional determinado de temporización de símbolos del receptor.

50

7. El procedimiento de la reivindicación 4, que comprende adicionalmente:

- 55 - ajustar la temporización de símbolos de un receptor incluido en dicho primer dispositivo de comunicaciones, a fin de retardar la temporización de símbolos de dicho receptor en dichas D muestras; y

- en el que la etapa de ajustar la temporización de símbolos de dicho transmisor en dicho primer dispositivo de comunicaciones incluye retardar la transmisión de símbolos en D muestras, modificando el símbolo seleccionado añadiendo D muestras a dicho símbolo seleccionado, aumentando así la duración del símbolo seleccionado.

60

8. El procedimiento de la reivindicación 7, en el cual los símbolos en dicho lapso, distintos a dichos símbolos seleccionados, no se cambian como parte del ajuste de la temporización de símbolos de dicho transmisor.

65 9. El procedimiento de la reivindicación 7, en el cual el primer símbolo en dicho lapso se selecciona como dicho símbolo seleccionado, teniendo el símbolo seleccionado N muestras, incluyendo la etapa de modificar el símbolo seleccionado añadiendo D muestras:

ES 2 275 841 T5

copiar D muestras desde un cuerpo de dicho primer símbolo, e insertar las D muestras copiadas al principio de dicho símbolo seleccionado, a fin de producir un primer símbolo modificado con N+D muestras.

5 10. El procedimiento de la reivindicación 7, en el cual el último símbolo en dicho lapso se selecciona como dicho símbolo seleccionado, teniendo el símbolo seleccionado N muestras, incluyendo adicionalmente la etapa de ajustar la temporización de símbolos:

10 copiar D muestras desde un cuerpo de dicho símbolo seleccionado, e insertar las D muestras copiadas al final de dicho símbolo seleccionado, a fin de producir un último símbolo modificado con N+D muestras.

15 11. El procedimiento de la reivindicación 4, en el cual la etapa de ajustar la temporización de símbolos de dicho transmisor en dicho terminal inalámbrico incluye:

- ajustar la temporización de símbolos de dicho transmisor incluido en dicho primer dispositivo de comunicaciones a fin de adelantar la transmisión de símbolos.

20 12. El procedimiento de la reivindicación 11, en el cual el adelanto de transmisión de símbolos incluye la etapa de quitar D muestras de dicho símbolo seleccionado, disminuyendo por ello la duración de dicho símbolo seleccionado.

25 13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el cual dicho símbolo seleccionado es el primer símbolo en dicho lapso, el símbolo seleccionado incluye N muestras que comienzan con un prefijo cíclico de K muestras; y

- en el cual el ajuste de la temporización de símbolos de dicho transmisor incluye modificar dicho símbolo seleccionado, borrando D muestras del principio del prefijo cíclico de K muestras de dicho símbolo seleccionado, a fin de producir un primer símbolo modificado con N-D muestras, donde N, D y K son enteros positivos distintos de cero.

30

14. El procedimiento de la reivindicación 12, en el cual dicho símbolo seleccionado es el último símbolo en dicho lapso, teniendo el último símbolo seleccionado N muestras; y

- en el cual el ajuste de la temporización de símbolos de dicho transmisor incluye modificar dicho símbolo seleccionado, borrando D muestras del final de dicho símbolo seleccionado, a fin de producir un último símbolo modificado con N-D muestras, donde N y D son enteros positivos distintos de cero.

40 15. Un dispositivo móvil de comunicaciones para un sistema de Multiplexado Ortogonal por División de Frecuencia, que comprende:

- un reloj (210);
- un circuito (208) de control de temporización de símbolos del receptor, acoplado con dicho reloj (210), para determinar y realizar un ajuste de temporización de símbolos del receptor, utilizado para sincronizar la temporización de símbolos del receptor con la temporización de símbolos de al menos una señal emitida; y
- un circuito (212) de control de temporización de símbolos del transmisor, acoplado con dicho reloj (210) y con dicho circuito (208) de control de temporización de símbolos del receptor, recibiendo el circuito (212) de control de temporización de símbolos del transmisor información de ajuste de temporización de símbolos desde dicho circuito (208) de ajuste de temporización de símbolos del receptor;

55 **caracterizado por**

- realizar con dicho circuito (212) de ajuste de temporización de símbolos del transmisor un ajuste de temporización de símbolos del transmisor, en una magnitud y dirección que es la misma con respecto al ajuste de temporización de símbolos del receptor realizado por dicho circuito (208) de control de temporización de símbolos del receptor,
- incluyendo dicho circuito (212) de control de temporización de símbolos del transmisor medios para seleccionar un símbolo a alargar o acortar, antes de su transmisión, para implementar dicho ajuste de temporización de símbolos, siendo dicho símbolo seleccionado uno entre un primer símbolo y un último símbolo en un lapso, siendo dicho lapso un periodo de tiempo durante el cual un transmisor de dicho dispositivo móvil de comunicaciones permanece en el mismo tono, o un periodo de tiempo que comprende múltiples tiempos de símbolos, durante los cuales el transmisor utiliza el mismo tono o conjunto de tonos, antes de la conmutación a otro tono, o conjunto de tonos.

65

ES 2 275 841 T5

16. Un dispositivo móvil de comunicaciones para un sistema de Multiplexado Ortogonal por División de Frecuencia, que comprende:

- un reloj (210);
- un circuito (208) de control de temporización de símbolos del receptor, acoplado con dicho reloj (210), para determinar y realizar un ajuste de temporización de símbolos del receptor, utilizado para sincronizar la temporización de símbolos del receptor con la temporización de símbolos de al menos una señal emitida; y
- un circuito (212) de control de temporización de símbolos del transmisor, acoplado con dicho reloj (210) y con dicho circuito (208) de control de temporización de símbolos del receptor, recibiendo el circuito (212) de control de temporización de símbolos del transmisor información de ajuste de temporización de símbolos desde dicho circuito (208) de ajuste de temporización de símbolos del receptor;

caracterizado por

- realizar con dicho circuito (212) de ajuste de temporización de símbolos del transmisor un ajuste de temporización de símbolos del transmisor, en una magnitud que varía hasta un 20% del ajuste de temporización de símbolos del receptor, y en una dirección que es la misma con respecto al ajuste de temporización de símbolos del receptor realizado por dicho circuito (208) de control de temporización de símbolos del receptor,
- incluyendo dicho circuito (212) de control de temporización de símbolos del transmisor medios para seleccionar un símbolo a alargar o acortar, antes de su transmisión, para implementar dicho ajuste de temporización de símbolos, siendo dicho símbolo seleccionado uno entre un primer símbolo y un último símbolo en un lapso, siendo dicho lapso un periodo de tiempo durante el cual un transmisor de dicho dispositivo móvil de comunicaciones permanece en el mismo tono, o un periodo de tiempo que comprende múltiples tiempos de símbolos, durante los cuales el transmisor utiliza el mismo tono o conjunto de tonos, antes de la conmutación a otro tono, o conjunto de tonos.

17. El dispositivo móvil de comunicaciones de la reivindicación 15 o 16, en el cual el circuito de control de temporización de símbolos incluye adicionalmente:

- circuitos de copia para realizar una copia cíclica, a fin de añadir muestras copiadas a dicho símbolo seleccionado, para ser transmitido cuando dicha temporización de símbolos del transmisor ha de retardarse; y
- circuitos de borrado para borrar muestras de dicho símbolo seleccionado para ser transmitido cuando dicha temporización de símbolos del transmisor ha de adelantarse.

18. El dispositivo móvil de comunicaciones de la reivindicación 17, en el cual dichos símbolos son símbolos multiplexados por división de frecuencia, comprendiendo adicionalmente el dispositivo móvil de comunicaciones:

una antena (106, 107) para transmitir símbolos, incluyendo un símbolo cuya duración ha sido cambiada por uno entre dicho circuito de copia y dicho circuito de borrado.

19. El dispositivo móvil de comunicaciones de la reivindicación 15 o 16,

- en el cual dicho circuito (208) de control de temporización de símbolos del receptor incluye medios para determinar independientemente ajustes de temporización de símbolos, a realizar al procesar símbolos correspondientes a cada una de entre una primera y una segunda estación base; y
- en el cual dicho circuito (212) de control de temporización de símbolos del transmisor incluye medios para ajustar independientemente la temporización de símbolos transmitidos a las estaciones base primera y segunda, respectivamente, como función de los ajustes de temporización de símbolos que se ha determinado realizar al procesar símbolos correspondientes, respectivamente, a las estaciones base primera y segunda.

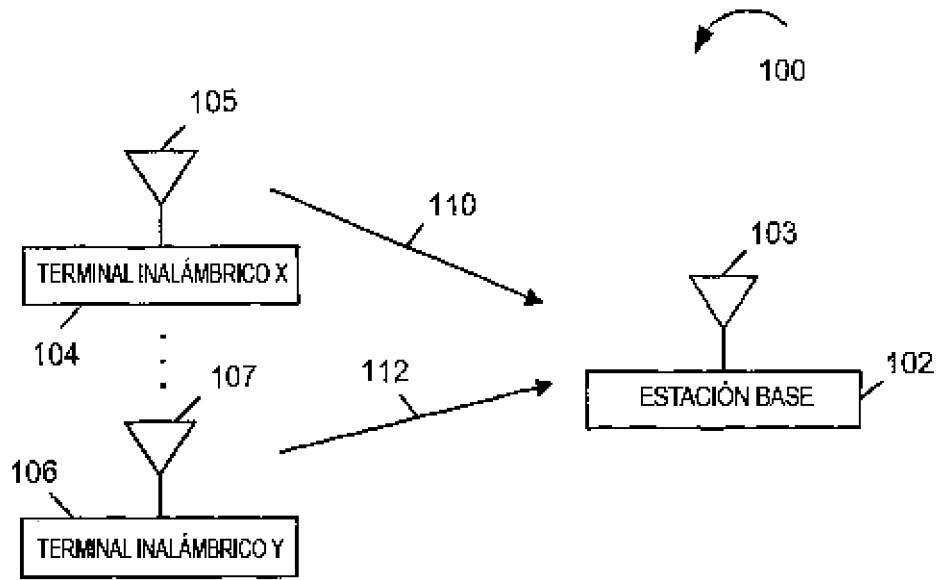


Fig. 1

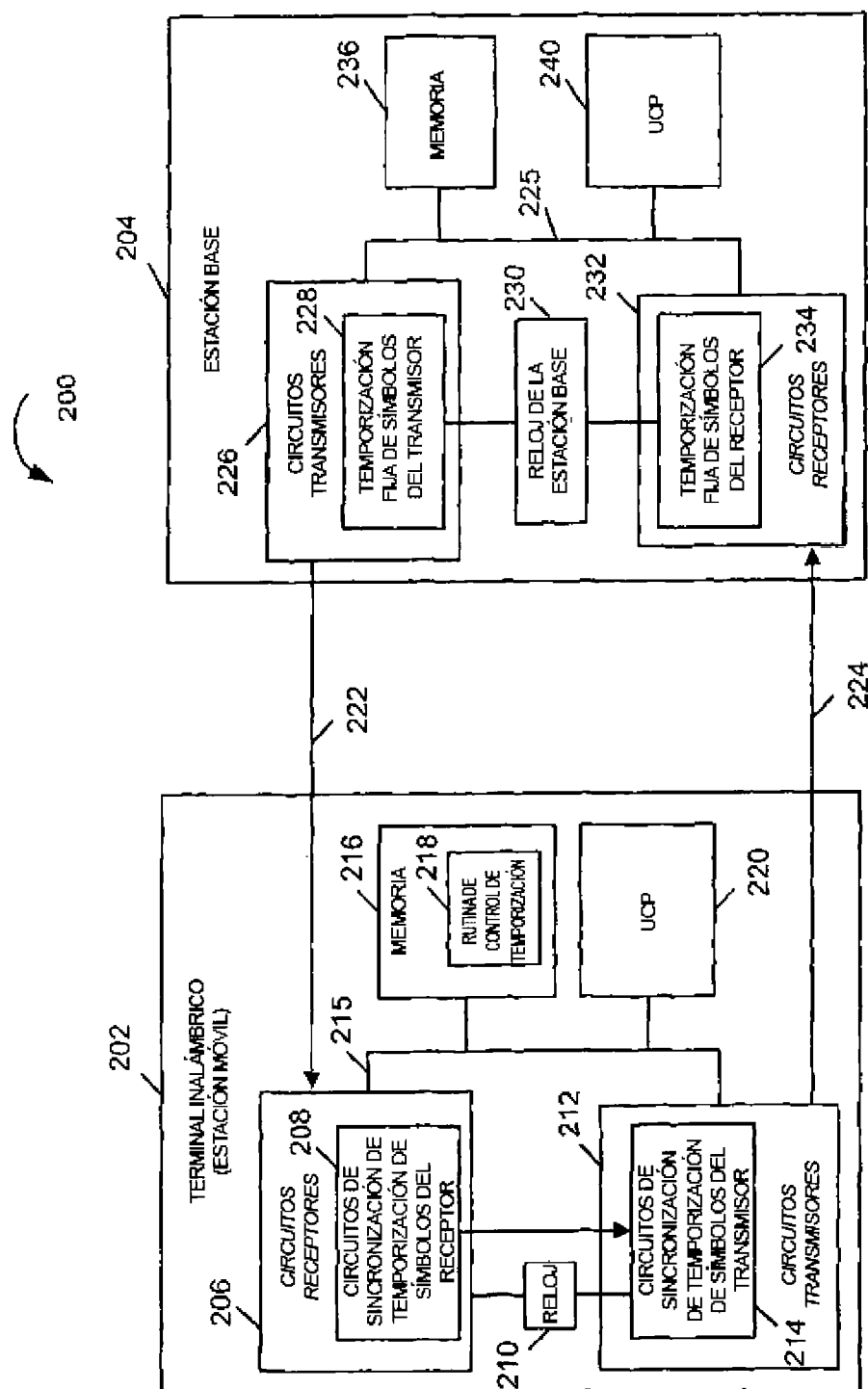


Fig. 2

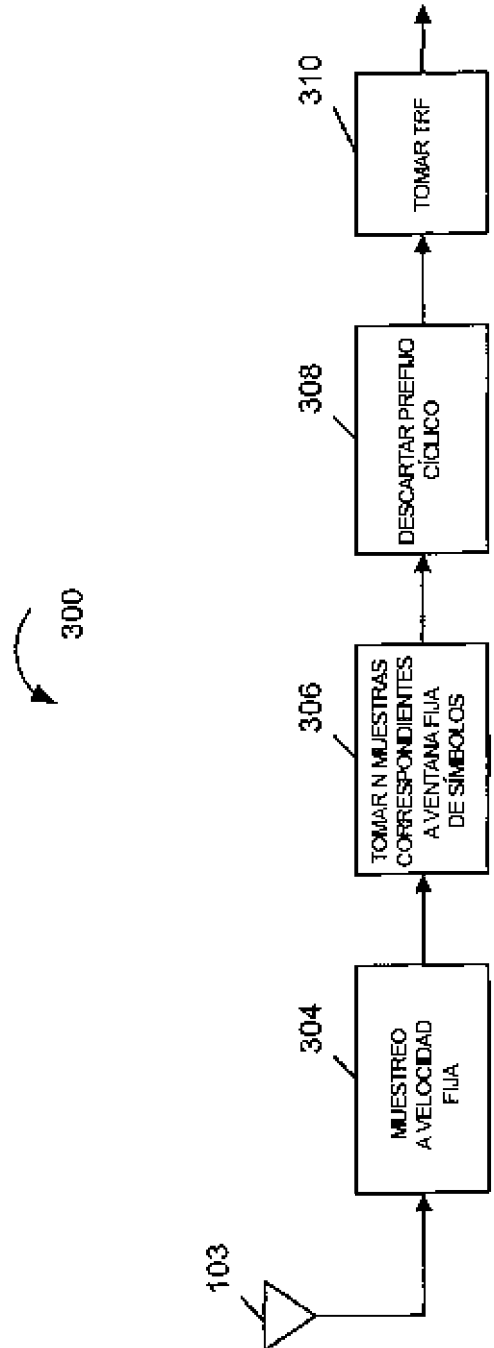


Fig. 3

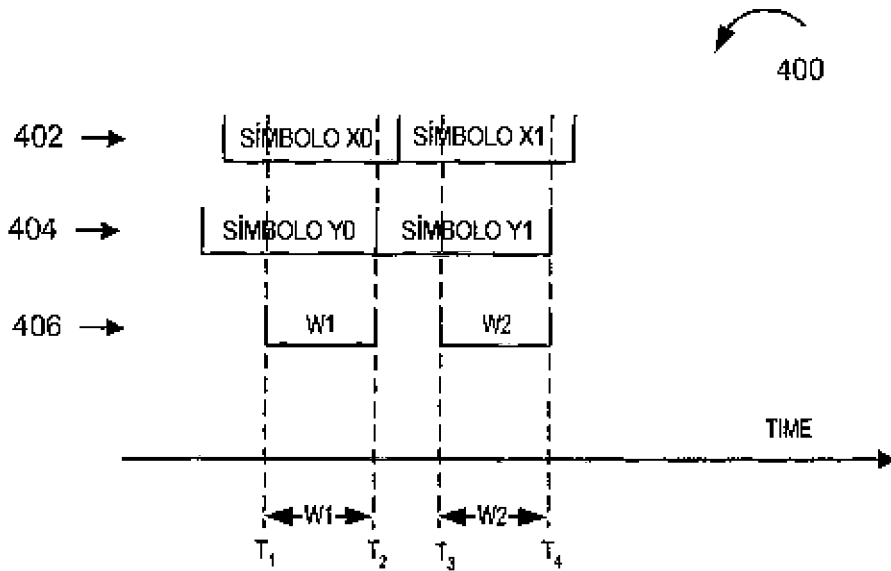


Fig. 4

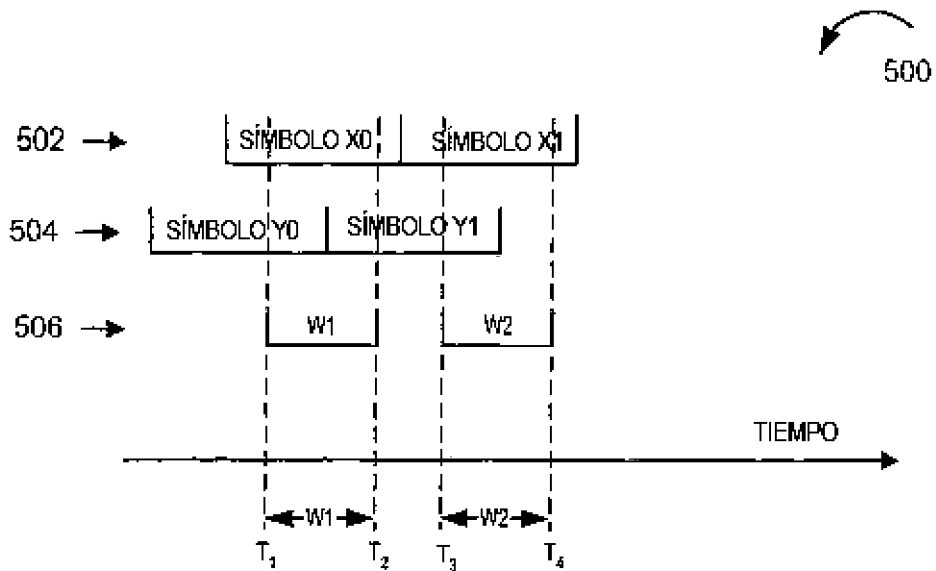


Fig. 5

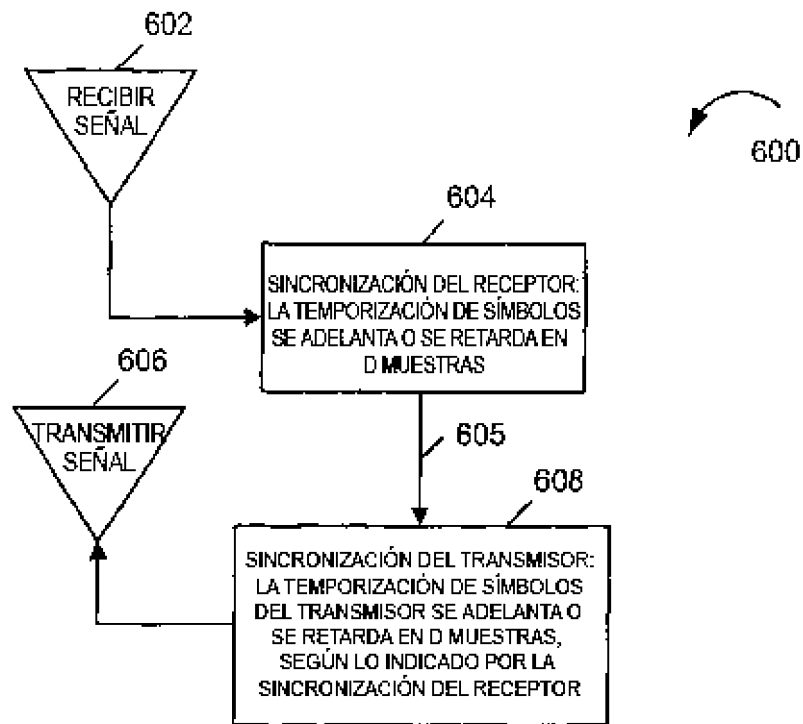


Fig. 6

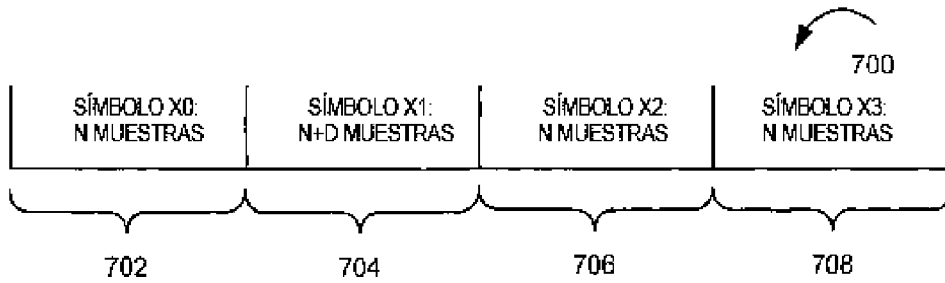


Fig. 7

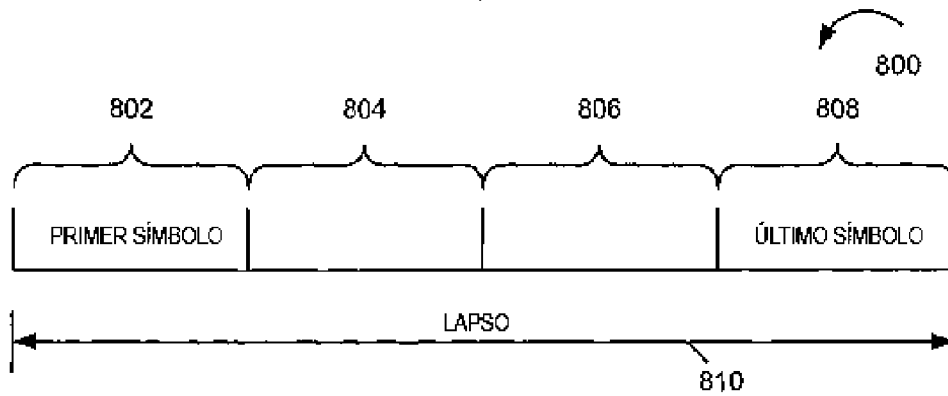


Fig. 8

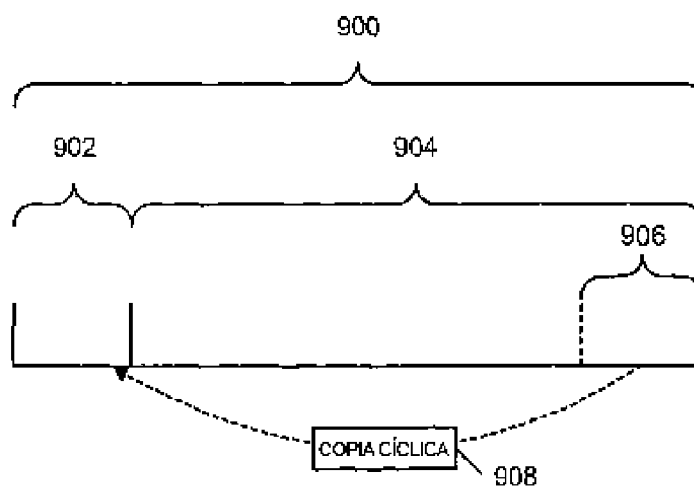


Fig. 9

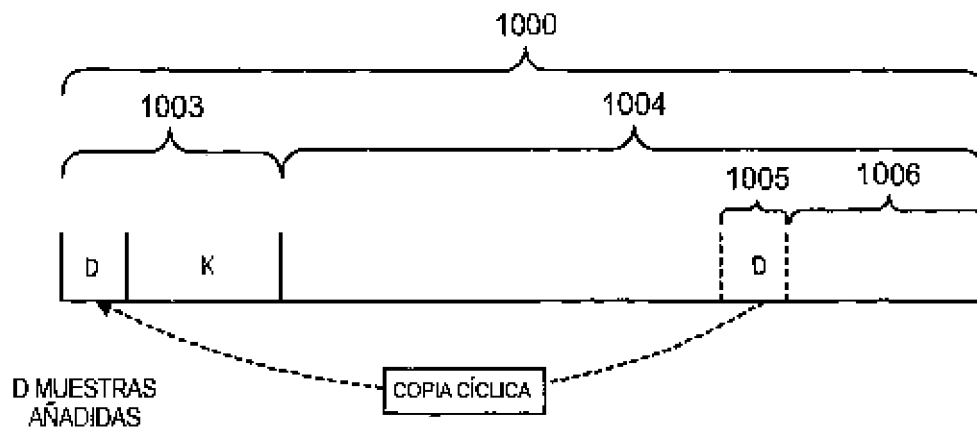


Fig. 10

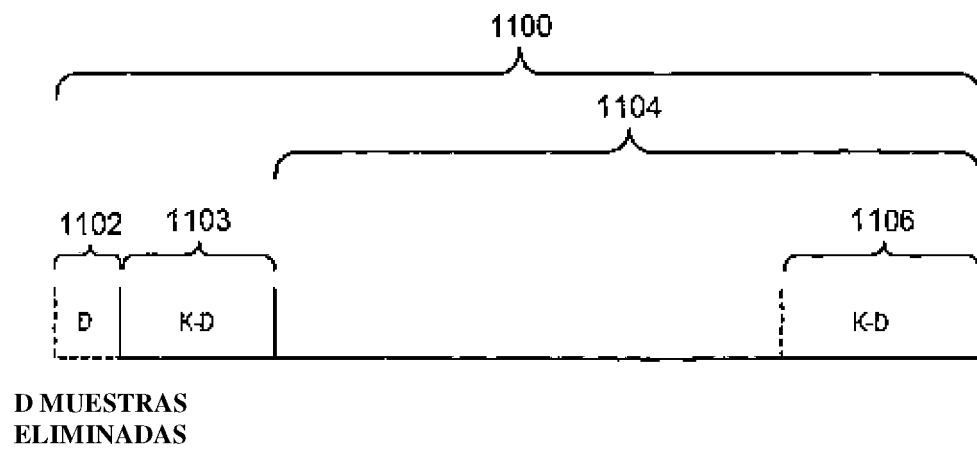


Fig. 11

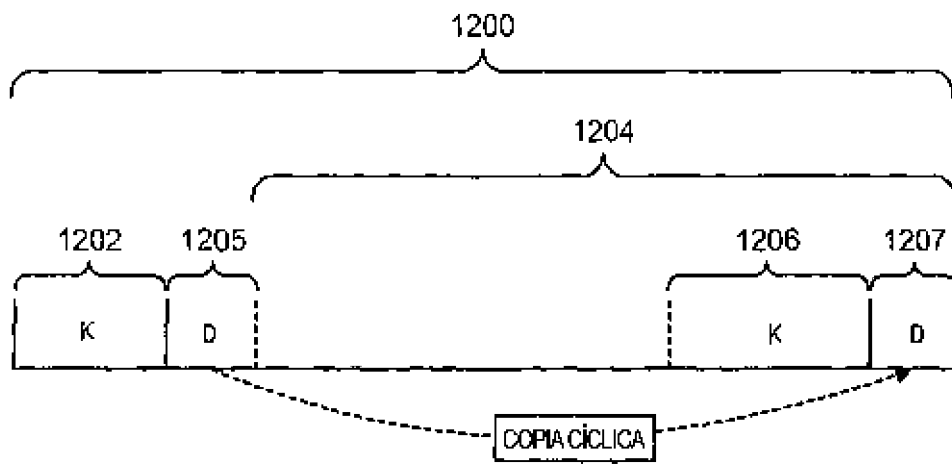


Fig. 12

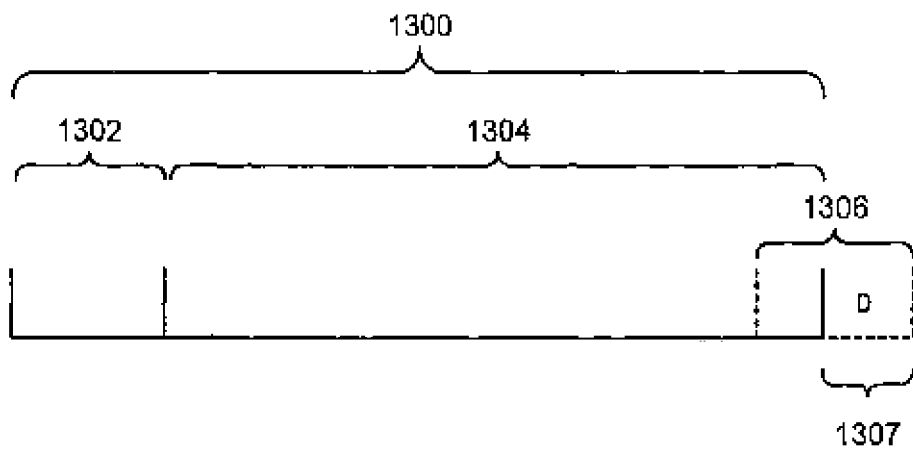


Fig. 13

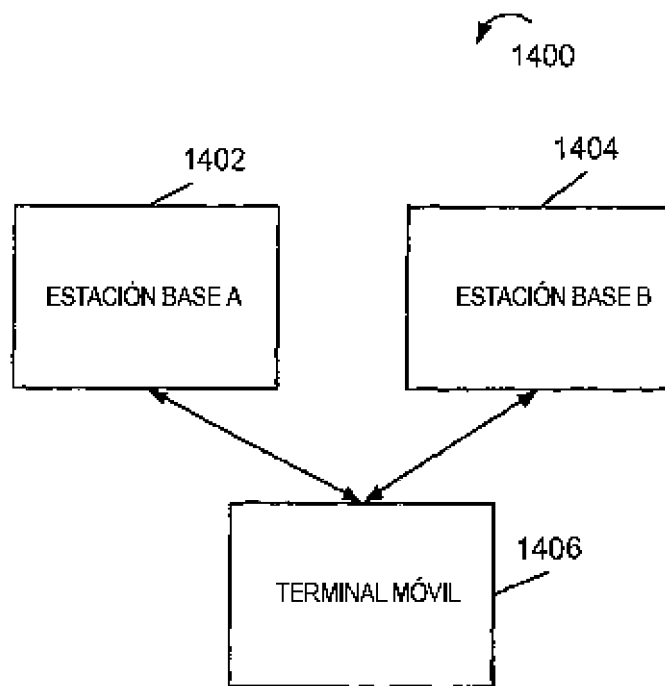


Fig. 14

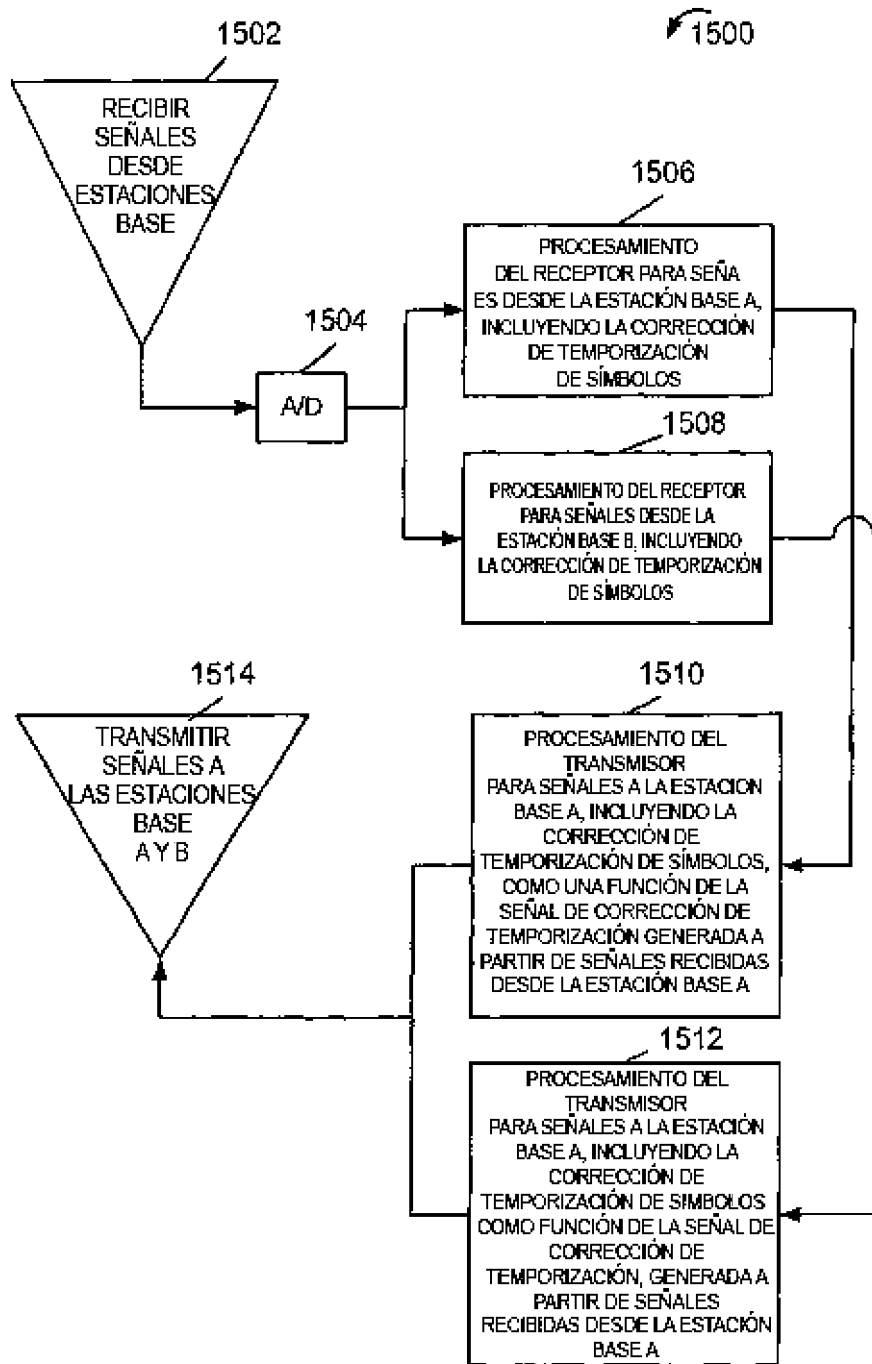


Fig. 15