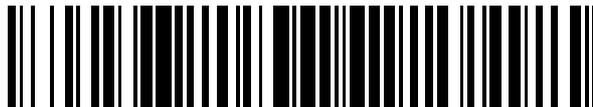


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 579 778**

51 Int. Cl.:

H04B 1/707 (2006.01)

H04L 27/26 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.10.2007** **E 07118434 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.04.2016** **EP 2051395**

54 Título: **Dispositivo y método de comunicación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.08.2016

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)
164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

LINDOFF, BENGT;
BERNHARDSSON, BO y
NILSSON, JOHAN

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 579 778 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

Dispositivo y método de comunicación

Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere a métodos para detectar un símbolo y a métodos para identificar una celda. La presente invención se refiere asimismo a dispositivos de comunicación que son capaces de detectar un símbolo e identificar una celda.

Antecedentes de la invención

10 En la venidera evolución de las normas de telefonía móvil celular, tales como GSM y WCDMA, es probable que se den nuevas técnicas de transmisión tales como OFDM. Además, con el fin de tener una migración suave desde los sistemas celulares existentes hacia el nuevo sistema de alta velocidad de alta capacidad en el radio-espectro existente, el nuevo sistema debe ser capaz de funcionar en un ancho de banda flexible y también en modo de duplexación por división de frecuencia (FDD) y duplexación por división de tiempo (TDD). Una propuesta para este tipo de nuevo sistema celular flexible es la Evolución a Largo Plazo de 3G (3G LTE) que puede ser entendida como una evolución de la norma 3G WCDMA. Este sistema utilizará OFDM a modo de técnica de acceso múltiple (denominada OFDMA) en el enlace descendente y será capaz de funcionar en anchos de banda que abarcan desde 15 1,25 MHz a 20 MHz. Además, serán soportadas velocidades de transmisión de datos de hasta 100 Mb/s o superiores para el mayor de los anchos de banda. Sin embargo, el uso de 3G LTE no se espera sólo de los servicios de alta velocidad, sino también de los servicios de baja velocidad tales como voz. Ya que la 3G LTE está diseñada para datos en paquetes (TCP/IP), el VoIP (Voz sobre Protocolo de Internet) será el servicio portador de voz.

20 Un aspecto importante de la LTE y de sistemas similares es la función de movilidad, por lo que los procedimientos de sincronización de símbolos y de búsqueda de celda son de superior importancia con el fin de que un Equipo de Usuario (UE), tal como un teléfono celular móvil, detecte y sincronice con celdas adyacentes.

Un método conocido para detectar un símbolo en un canal de radio comprende los pasos de realizar un filtrado adaptado sobre una señal recibida utilizando el símbolo y determinando los picos en la señal filtrada.

25 El método es utilizado en un método conocido para identificar una celda por parte de un equipo de usuario. Es este caso el equipo de usuario está recibiendo una señal desde un canal de sincronización. Se realiza un filtrado adaptado sobre la señal recibida utilizando el símbolo de sincronización y se determinan los picos y la temporización correspondiente de la señal filtrada. La información de la temporización determinada a partir del filtro adaptado es utilizada para etapas de búsqueda de celda posteriores, es decir etapas que determinan la temporización de trama y la identidad de la celda.

30

Aunque el método conocido para detectar un símbolo en un radio-canal y el método para identificar una celda, y los dispositivos correspondientes, funcionan adecuadamente, al menos en algunos escenarios de funcionamiento, presentan cierto número de desventajas.

35 Por ejemplo, en un escenario de duplexación por división de tiempo, donde dos equipos de usuario están situados físicamente cerca el uno del otro y uno de ellos se comunica con una estación base y el otro está realizando una búsqueda inicial de celda (en primer lugar tratando de identificar un símbolo de sincronización). Este último equipo de usuario no estará al corriente de la temporización y, cuando el primer equipo de usuario está transmitiendo, la interferencia procedente del primer equipo de usuario, recibida en el receptor de este último equipo de usuario, es mucho mayor que la señal de enlace descendente procedente de la estación base.

40 El documento US 2003/117979 describe un procedimiento de búsqueda de celda que utiliza unos factores de calidad de pico. Un factor de calidad de pico sugerido puede contener una representación de magnitud de un pico, el cual puede ser un valor relativo a un ruido de fondo. Se elige como picos a un número fijo, tal como cuatro, de los valores de correlación con las mayores magnitudes, y el ruido de fondo se puede determinar promediando los valores de los puntos de datos que no son picos, es decir todos los valores, excepto aquellos escogidos como picos.

45 El documento US 2007/025429 describe un procesado de banda base en un terminal de WCDMA. En un módulo de búsqueda de celda se obtiene una sincronización de ranura respecto a una señal de WCDMA en base a la correlación con un PSCH (Canal Primario de Sincronización) de la señal de WCDMA. En un módulo de exploración multi-camino se determina un ruido de fondo a partir de la señal de WCDMA dentro de una ventana de búsqueda. Las ubicaciones dentro de la ventana de búsqueda que no presentan caminos, representan el ruido de fondo para la ventana de búsqueda. De ese modo, también en ese caso, se emplean todas las ubicaciones que no son consideradas como caminos para determinar el ruido de fondo.

50

55 Un inconveniente del método conocido (y de su dispositivo correspondiente) es que éste tendrá el efecto de una detección errónea de temporización y de adaptación de símbolo. Técnicas normalizadas de filtrado adaptado para detección de símbolo, tales como detección de símbolos de sincronización, en ciertos escenarios de funcionamiento ofrecerán riesgo de muy mala eficiencia de detección. Ésto aumentará considerablemente el tiempo inicial de

sincronización y, en el caso de una identificación de celda, las llamadas corren el riesgo de perderse durante el traspaso debido a la lenta identificación de celdas realizada por el equipo de usuario que realiza la búsqueda inicial de celda y que necesita hacer un traspaso a una celda nueva.

- 5 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un método para detectar un símbolo y un método para identificar una celda, y a sus dispositivos correspondientes, los cuales superan o alivian hasta cierto punto los inconvenientes citados anteriormente.

Compendio de la invención

La presente invención se define en las reivindicaciones anexas.

- 10 Una ventaja, con respecto a algunas realizaciones, es que el detector es muy robusto frente a escenarios de interferencia, especialmente los que pueden ocurrir en sistemas de duplexación por división de tiempo.

- 15 Una ventaja adicional, con respecto a algunas realizaciones de la presente invención, es que los tiempos de sincronización para el caso de duplexación por división de tiempo son mejorados, y se pueden alcanzar tiempos de sincronización similares para el caso de duplexación por división de frecuencia. Esto, a su vez, tiene la ventaja de que los dispositivos de comunicación basados en la presente invención identificarán más rápidamente las celdas a las que se pueden conectar, lo que a su vez reduce las ocasiones de llamadas perdidas y mejora asimismo los tiempos de establecimiento de la conexión para los dispositivos.

Aún otra ventaja adicional, con respecto a algunas realizaciones de la presente invención, es que permite que los dispositivos utilicen los mismos pasos para la identificación de la celda independientemente de si funcionan en modo duplexación por división de tiempo o en duplexación por división de frecuencia.

20 **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 muestra un escenario de FDD con dos Equipos de Usuario;

la Figura 2 representa un diagrama temporal que muestra un escenario de FDD;

la Figura 3 muestra un escenario de TDD con dos Equipos de Usuario;

la Figura 4 muestra un diagrama temporal que muestra un escenario de TDD;

- 25 la Figura 5 representa un diagrama de flujo que muestra una realización de la presente invención;

la Figura 6 representa un diagrama de flujo que muestra una realización de la presente invención;

la Figura 7 representa un diagrama de flujo que muestra una realización de la presente invención.

la Figura 8 representa un diagrama de bloques que muestra un dispositivo de comunicación de usuario según una realización de la presente invención; y,

- 30 la Figura 9 representa un diagrama de bloques que muestra una primera etapa de una Unidad de Búsqueda de Celda de la presente invención.

Descripción detallada

- 35 A continuación se describen unas realizaciones de la presente invención, únicamente a título de ejemplo. Deberá notarse que los detalles mostrados en las figuras pueden no estar representados a escala. Al contrario, las dimensiones de los detalles de las ilustraciones están escogidas de modo que mejoran la comprensión de la presente invención.

La descripción que sigue está basada en una detección de P-SCH en el sistema de 3GPP LTE, modo TDD, pero la invención podría también ser implementada y utilizada en otros sistemas celulares basados en OFDM (por ejemplo Wimax).

- 40 El esquema de búsqueda de celda actual propuesto para LTE es como sigue (se hace referencia al documento R1-062990 de 3GPP (ETSI):

1. Detectar una temporización de celda nueva de 5 ms usando el Canal Primario de Sincronización (P-SCH).
2. Detectar la temporización de trama y el grupo de celdas usando el Canal Secundario de Sincronización (S-SCH).
3. Usar los símbolos de referencia para detectar la Identificación de celda (ID de celda).
- 45 4. Leer el Canal de Radiodifusión (BCH) para recibir una información de sistema específica de celda.

Sería una ventaja si la búsqueda de celda, en relación a los símbolos del canal de sincronización (SCH) y a la información obtenida en cada paso, pudiera ser la misma funcionando tanto en Duplexación por División de Frecuencia (FDD) así como en Duplexación por División de Tiempo (TDD).

5 Sin embargo, debido a que el escenario de interferencia es diferente en FDD y en TDD, las técnicas de detección de P-SCH conocidas presentan algunos defectos en TDD.

En FDD el enlace ascendente y el enlace descendente utilizan diferentes frecuencias portadoras. La Figura 1 representa un escenario de FDD con dos Equipos de Usuario, A y B, situados físicamente cerca el uno del otro, y A se comunica con una Estación Base BS. La Figura 2 representa un diagrama temporal que muestra el escenario de FDD. En ciertos instantes de tiempo, el Equipo de Usuario A recibió una información sobre el Enlace Descendente (DL) (portadora F_d) y transmitió una información sobre el Enlace Ascendente (UL) (portadora F_u). En la Figura 2, esto se representa mediante los bloques de tiempo en DL y UL marcados con "A". El Equipo de Usuario B está buscando a una celda a la que conectarse, es decir está realizando una búsqueda inicial de celda. El Equipo de Usuario B inicia una búsqueda del P-SCH, transmitido en intervalos regulares. El P-SCH transmitido está representado en la Figura 1 por CS y en la Figura 2 por los bloques de tiempo en DL marcados como "SCH". Para LTE FDD en particular, el P-SCH es transmitido cada 5 ms. La búsqueda del P-SCH se lleva a cabo típicamente aplicando un filtrado adaptado a la secuencia de P-SCH. Matemáticamente, si y_t representa el DL recibido, s_t es la secuencia de P-SCH de longitud N, la salida procedente de la detección de P-SCH se obtiene según las ecuaciones 1:

$$D_t = \left\| \sum_{k=0}^{N-1} s_k^* y_{t-k} \right\|^2 \quad \text{(ecuación: 1)}$$

$$\text{temporización(pico)} = \arg \max_t D_t \quad \text{(ecuación: 2)}$$

20 Los picos del filtrado adaptado, temporización(pico), indicados por t_x en la Figura 2, son obtenidos en instantes de tiempo correspondientes a los instantes de tiempo en los que el P-SCH es transmitido y por tanto (para LTE: 5 ms) se determina la temporización como el instante de tiempo en el que se ha detectado el máximo de la salida del filtro adaptado (según la ecuación 2). La temporización de trama (para LTE: 10 ms) y otras informaciones de sistema son obtenidas en etapas de búsqueda de celda posteriores.

25 En la Figura 3 se muestra un escenario de TDD similar. En la Figura 4 se representa un diagrama temporal correspondiente. En este caso, el Equipo de Usuario A transmite en intervalos regulares (intervalos, donde se permite la transmisión de UL) sobre la misma portadora del DL (F_d). En la Figura 4 se representa la transmisión por el Equipo de Usuario A mediante los bloques de tiempo en DL/UL marcados con "A, UL" y la transmisión de la Estación Base hacia el Equipo de Usuario A se representa mediante los bloques de tiempo en DL/UL marcados con "A, DL". En la Figura 3 se representa el P-SCH transmitido mediante CS y en la Figura 4 mediante los bloques de tiempo en DL/UL marcados con "SCH". Ahora, debido a que la distancia entre el Equipo de Usuario A y el Equipo de Usuario B es mucho menor que la distancia entre B y la Estación Base BS, la interferencia de UL procedente del Equipo de Usuario A, recibida en el receptor del Equipo de Usuario B (el cual en esta etapa, cuando realiza la búsqueda inicial de celda no conoce la temporización de UL y DL) es mucho mayor que la señal de DL. Esto producirá un efecto de un ruido de fondo muy superior al pico de correlación de P-SCH, y por tanto se obtiene una detección errónea de la temporización (representada en la Figura 4 por t_x durante la transmisión del Equipo de Usuario A).

Consecuentemente, las técnicas normalizadas de filtrado adaptado para la detección de P-SCH en un sistema de TDD ofrecerán riesgo de muy mala eficiencia de detección, aumentando el tiempo inicial de sincronización considerablemente. Por tanto, existe la necesidad de técnicas de detección de P-SCH robustas frente a tales escenarios de interferencia.

Según la presente invención, la detección de P-SCH se realiza sobre la proporción entre la salida del filtro adaptado y una estimación del ruido de fondo, por lo que se excluye o suprime un intervalo de tiempo que se espera que incluya unas componentes multi-camino. Utilizando esta técnica, el pico máximo se define como un pico que es mucho mayor que las muestras vecinas, lo cual hace al detector más robusto para el escenario de TDD descrito anteriormente. El detector de P-SCH determinado no necesita ninguna sintonización de umbrales y es muy robusto frente a escenarios de interferencia que pueden tener lugar en sistemas de TDD. La detección de P-SCH funciona bien incluso si el nivel de interferencia de (UL) es de 35-40 dB superior a la interferencia de DL.

En la figura 5 se representa un diagrama de flujo de una realización de la invención. El Equipo de Usuario recibe la señal Y_t (100) y realiza un filtrado adaptado para obtener D_t (110). El ruido de fondo en el instante t , N_t , es estimado como el promedio sobre un cierto número de símbolos de la salida procedente del filtro adaptado, con la excepción de algunas muestras cercanas al instante de tiempo t (120). La razón para excluir a algunas de las muestras es excluir posibles componentes multi-camino de la señal y así medir esencialmente sólo el ruido y no las componentes

multi-camino. La detección se hace de ese modo muy robusta frente a escenarios de interferencia, especialmente aquellos que pueden tener lugar en sistemas de duplexación por división de tiempo. Matemáticamente, ésto se puede escribir de acuerdo con la ecuación 3:

$$N_t = \frac{1}{m_1} \sum_{k=n}^{n+m_1} D_{t-k} + \frac{1}{m_2} \sum_{k=n}^{n+m_2} D_{t+k} \quad (\text{ecuación: 3})$$

$$\tilde{D}_t = \frac{D_t}{N_t} \quad (\text{ecuación: 4})$$

5

$$\text{temporización(pico)} = \arg \max_t \tilde{D}_t \quad (\text{ecuación: 5})$$

10

15

Donde m_1 , m_2 son las muestras (ruido) utilizadas para estimar el ruido de fondo, y $2n$ corresponde con el número de muestras que se podría esperar que incluyen componentes multi-camino. El valor de n podría ser escogido típicamente como $n = N_{cp}$, es decir como el número que corresponde a la duración del Prefijo Cíclico (CP). En un símbolo de OFDM, un prefijo cíclico es una repetición del final del símbolo en el principio, con el fin de permitir que los caminos múltiples se establezcan antes de que los datos lleguen al receptor. Típicamente, el sistema utiliza un CP cuya duración es superior a la dispersión del retardo de mayor duración esperado del radio-canal, y debido a que – en esta etapa – el Equipo de Usuario no conoce donde está el pico dentro del CP, se excluyen el doble de muestras CP para asegurar la no inclusión de las componentes multi-camino en la estimación del ruido de fondo. La longitud de m_1 debería ser escogida de forma tal que, para una temporización de P-SCH correcta, la estimación del ruido de fondo debería ser obtenida sobre muestras que pertenezcan a la transmisión de DL. En LTE se transmite el SCH a la mitad de una subtrama de DL de 1 ms, por tanto m_1 puede ser escogido como el número de muestras correspondientes a 0,5 ms, aproximadamente.

20

A continuación, se obtiene (130) la nueva variable de decisión \tilde{D}_t según la ecuación 4 y los picos de \tilde{D}_t , temporización(pico), son determinados según la ecuación 5, por lo que se obtiene (140) la temporización (5 ms).

25

En una realización alternativa de la invención, representada en la Figura 6, el Equipo de Usuario recibe la señal Y_t (200) y realiza un filtrado adaptado para obtener D_t (210). A continuación, se estima el ruido de fondo en el instante t , N_t , a partir de la señal recibida Y_t (comparado con el de la salida del filtro adaptado de la realización anterior). Por ejemplo, el ruido de fondo en el instante t puede ser estimado promediando el cuadrado de $|Y_t|$ sobre un número de muestras. Las muestras cercanas al instante de tiempo t son excluidas al corresponder con el número de muestras que se espera puedan incluir componentes multi-camino. A continuación, se obtiene (230) la nueva variable de decisión \tilde{D}_t según la ecuación 4 y los picos de \tilde{D}_t , temporización(pico), son determinados según la ecuación 5, por lo que se obtiene (140) la temporización (5 ms).

30

En referencia a las realizaciones descritas anteriormente, cuando se realiza la estimación del ruido de fondo, N_t , debería entenderse que en realizaciones alternativas se puede escoger la exclusión de un número de muestras cualquiera. Adicionalmente, excluir la(s) muestra(s) no significa sólo omitir al completo la(s) muestra(s), sino también otras formas (por ejemplo, otras formas de suprimir la señal(ruido) o reemplazarla por pseudo-ruido) para obtener el resultado de hacer que la señal de ruido estimada sea independiente o menos dependiente de componentes multi-camino.

35

La Figura 7 representa un diagrama de flujo que representa un método para identificar una celda, ID de celda, en un sistema de comunicaciones inalámbrico. Los primeros cinco pasos del método corresponden a los primeros cinco pasos del método descrito anteriormente y explicado conjuntamente con la Figura 5. En consecuencia, el Equipo de Usuario recibe la señal Y_t (300) y realiza un filtrado adaptado para obtener D_t (310). A continuación, se estima el ruido de fondo en el instante t , N_t , como el promedio sobre un cierto número de símbolos de la salida del filtro adaptado, exceptuando algunas muestras cercanas al instante de tiempo t (320). A continuación, se obtiene (330) la nueva variable de decisión \tilde{D}_t según la ecuación 4 y los picos de \tilde{D}_t , temporización(pico), son determinados según la ecuación 5 por lo que se obtiene (340) la temporización (5 ms). Adicionalmente, el Equipo de Usuario recibe una señal procedente del canal secundario (350) de sincronización y a continuación detecta la temporización de trama y el grupo de celdas a partir del canal secundario (360) de sincronización. Finalmente, se detecta (370) la Identificación de Celda, por ejemplo realizando una correlación sobre códigos de ID de celda que estuvieran disponibles.

45

50

En una realización alternativa, los cinco primeros pasos del método corresponden a los cinco primeros pasos del método descrito anteriormente y explicado conjuntamente con la Figura 6 en lugar de con la Figura 5, es decir, el ruido de fondo en el instante t , N_t , es estimado a partir de la señal recibida Y_t (comparado con el de la salida del filtro adaptado de la realización anterior). Una ecuación general correspondiente a la ecuación 3 viene dada por la

ecuación 6:

$$N_t = \frac{1}{m_1} \sum_{k=n}^{n+m_1} X_{t-k} + \frac{1}{m_2} \sum_{k=n}^{n+m_2} X_{t+k} \quad (\text{ecuación: 6})$$

donde X_t representa la señal de entrada sobre la cual se basa la estimación del ruido de fondo. En particular, en los ejemplos descritos anteriormente, X_t es o bien igual a D_t o bien a Y_t .

- 5 En referencia a las realizaciones descritas anteriormente, el filtrado adaptado podría ser reemplazado por cualquier tipo de filtrado capaz de responder (es decir, que pueda distinguir o detectar) a la secuencia de sincronización o, más en general, al símbolo que debe ser detectado.

10 La Figura 8 representa un diagrama de bloques de un Equipo de Usuario 700. El Equipo de Usuario comprende una antena 701 conectada a un receptor frontal (FeRX) 702. El receptor frontal está conectado a un filtro analógico (AF) 703, que a su vez está conectado a un convertor analógico-a-digital (ADC) 704. El ADC está conectado al primer filtro digital (DF1) 705, que a su vez está conectado a un segundo filtro digital (DF2) 708 y a un Transformador Rápido de Fourier (FFT) 706. El FFT está conectado a un Detector 707 de Identificación de Celda (Det. CID) y también a una Unidad 709 de Búsqueda de Celda (CSU). El Detector de Identificación de Celda y la Unidad de Búsqueda de Celda están conectados a una Unidad de Control (CU) 710. La Unidad de Búsqueda de Celda está provista de una señal de reloj F_s . En un ejemplo, $F_s = 1,92$ MHz.

15 En funcionamiento, en un sistema de LTE y utilizando el detector de P-SCH tal como se ha explicado anteriormente, el Equipo de Usuario estará realizando una búsqueda inicial de celda. A partir de informaciones de capa superior (tales como banda de frecuencia usada, listas de historial, etc.), la Unidad 709 de Búsqueda de Celda obtiene información sobre si el funcionamiento es en FDD o en TDD. Esta información de capa superior es proporcionada por la Unidad de Control 710, tal como se representa en la Figura 8 mediante la conexión "TDD/FDD".

20 En el caso de FDD, la Unidad de Búsqueda de Celda puede llevar a cabo la búsqueda de celda según el esquema de búsqueda de celda propuesto actualmente para LTE tal como se ha explicado anteriormente. En ese caso, en funcionamiento, el segundo filtro digital (DF2) 708 recibe la señal Y_t y realiza un filtrado adaptado mediante un Filtro Adaptado P-SCH para obtener D_t . Esto se realiza de acuerdo con la ecuación 1 y la explicación asociada, como se ha descrito anteriormente. La(s) secuencia(s) de P-SCH relevante(s) es(son) suministrada(s) a la Unidad 709 de Búsqueda de Celda, mediante la Unidad de Control 710, tal como se representa en la Figura 8 mediante "P-SCH sec.". D_t es entregada al detector. Los picos de \tilde{D}_t , temporización(pico), son determinados según la ecuación 2 mediante el detector, por lo que se obtiene la temporización (5 ms), (posteriormente referida como td).

25 En el caso en el que la Unidad de Control proporciona información a la Unidad de Búsqueda de Celda de que el funcionamiento es en TDD, o en el caso en el que la Unidad de Búsqueda de Celda no diferencia entre funcionamiento en FDD y en TDD, el Equipo de Usuario sigue el siguiente esquema de búsqueda de celda. Una señal de radio recibida por la antena 701 es entregada al receptor frontal (FeRX) 702, en el que es convertida en una señal en banda base. El ancho de banda de la señal es filtrada mediante el filtro analógico 703 (que tiene un ancho de banda de BW_0) y es convertida, de analógica en digital, en una señal digital mediante el convertor analógico-a-digital (ADC) 704. A continuación la señal es filtrada digitalmente mediante el primer filtro digital (DF1) 705 y entregada al FFT 706. La señal de salida procedente del ADC 704 también es entregada al segundo filtro digital (DF2) 708 (que tiene un ancho de banda de BW_1), que filtra el ancho de banda del canal de sincronización. Se supone el uso de un ancho de banda BW_1 de 1,25 MHz (es decir, el ancho de banda del canal de sincronización para LTE actualmente propuesto). La señal filtrada es entregada a la Unidad 709 de Búsqueda de Celda (CSU), la cual realiza la detección de P-SCH y S-SCH de la búsqueda de celda.

30 A continuación, también se hace referencia a la Figura 9, en la que se representa un diagrama de bloques de una primera etapa 800 de la Unidad 709 de Búsqueda de Celda. La primera etapa 800 comprende un Filtro Adaptado de P-SCH (P-SCH MF) 801 que está conectado a un Estimador 802 de Ruido de Fondo (NFE), y a una Unidad de Cálculo (CU) 803. El Estimador 802 de Ruido de Fondo está conectado a la Unidad de Cálculo 803. La Unidad de Cálculo 803 está conectada al Detector (DET) 804.

35 En funcionamiento, el segundo filtro digital (DF2) 708 recibe la señal Y_t y realiza un filtrado adaptado mediante el Filtro Adaptado de P-SCH 801 para obtener D_t . La(s) secuencia(s) de P-SCH relevante(s) es(son) suministrada(s) a la Unidad 709 de Búsqueda de Celda mediante la Unidad de Control 710, como se representa en la Figura 8 mediante "P-SCH sec.". El ruido de fondo en el instante t, N_t , es estimado mediante el Estimador 802 de Ruido de Fondo, como el promedio sobre un cierto número de símbolos de la salida procedente del filtro adaptado, con la excepción de algunas muestras cercanas al instante t (120). Esto se realiza de acuerdo con la ecuación 3 y la explicación asociada como se ha descrito anteriormente. D_t , tal cual es proporcionada por el Filtro Adaptado de P-SCH, 801, y N_t , tal cual es proporcionada por el Estimador 802 de Ruido de Fondo, son entregadas a la Unidad de

Cálculo 803. La Unidad de Cálculo calcula la proporción de acuerdo con ecuación 4, obteniendo así \tilde{D}_t , que a su vez es entregada al Detector 804. Los picos de \tilde{D}_t , temporización(pico), son determinados según la ecuación 5 por el Detector 804, por lo que se obtiene la temporización (5 ms) td.

5 La Unidad 709 de Búsqueda de Celda detecta a continuación la temporización de trama y el grupo de celdas a partir del Canal Secundario de Sincronización (S-SCH). La(s) secuencia(s) de S-SCH relevante(s) es(son) suministrada(s) a la Unidad 709 de Búsqueda de Celda, mediante la Unidad de Control 710, como se representa en la Figura 8 mediante "S-SCH sec.". La información de la temporización, t_i , es entregada desde la Unidad 709 de Búsqueda de Celda al FFT 706. La información de la temporización, t_i , es o bien idéntica a la temporización, t_d , determinada por el
 10 Detector 804, o bien a una función de la misma. La salida del FFT, \tilde{Y}_{RS} , (símbolos de referencia) es entregada al Detector 707 de Identificación de Celda. El Detector 707 de Identificación de Celda detecta la ID de Celda en base a los símbolos de referencia recibidos, \tilde{Y}_{RS} , y a la información de grupo de Celdas, representada como c-grp en la Figura 8, proporcionada por la Unidad 709 de Búsqueda de Celda, y a los Códigos de Identificación de Celda, representados como "CIC cds" en la Figura 8, proporcionados por la Unidad de Control 710.

15 Por ejemplo, cuando se determina la temporización, el grupo de celdas es detectado correlacionando todas las posibles firmas de grupo de celdas con la señal secundaria de sincronización (S-SCH). Adicionalmente, se puede determinar la ID de Celda dentro de los grupos de celdas mediante la correlación de firmas de ID de celda posibles contenidas en los símbolos de referencia (es decir, OFDM piloto).

20 En una realización alternativa de la invención, la Unidad 709 de Búsqueda de Celda no diferencia entre funcionamiento en FDD o en TDD. En ese caso, se proporciona el mismo esquema de Búsqueda de Celda para ambos casos de funcionamiento en FDD y en TDD. En tal realización alternativa, es posible que no exista la necesidad de que esta información sea proporcionada por la Unidad de Control hacia la Unidad de Búsqueda de Celda (por lo que la conexión correspondiente entre ambas, para este propósito, puede ser omitida).

En una realización alternativa más de la invención, en lugar de utilizar la ecuación 7: (compárese con la ecuación 4 y la explicación asociada tal como se ha descrito anteriormente)

$$\tilde{D}_t = \frac{D_t}{N_t} \quad \text{(ecuación: 7)}$$

25

para calcular la variable del detector, \tilde{D}_t , se puede emplear la ecuación 8:

$$\tilde{D}_t = \frac{f(D_t)}{N_t} \quad \text{(ecuación: 8)}$$

30 en la que $f(\cdot)$ es una función. Un ejemplo de este tipo de función es una función sumatoria \tilde{D}_t a lo largo del prefijo cíclico, N_{cp} . La salida corresponde entonces a la suma de las potencias sobre los caminos múltiples, lo cual puede mejorar la eficiencia de detección a través de sumar la potencia de todas las señales.

Ha de entenderse que el "Equipo de Usuario" puede ser, por ejemplo, un teléfono celular móvil, un ordenador portátil preparado para conectarse a una red inalámbrica o cualquier tipo de dispositivo inalámbrico. En términos generales, un Equipo de Usuario es referido como un dispositivo de comunicación.

REIVINDICACIONES

1. Método, en un sistema basado en OFDM, para detectar un símbolo en un radio-canal que comprende los pasos de:

recibir (100; 200; 300) una señal procedente del radio-canal;

5 filtrar (110; 210; 310) la señal recibida a través de un primer filtro que es capaz de responder al símbolo, obteniendo así una primera señal;

establecer una estimación del ruido de fondo (120; 220; 320) de la señal recibida;

establecer una segunda señal (130; 230; 330) que es una representación de la proporción entre la primera señal y la estimación del ruido de fondo;

10 detectar la presencia del símbolo (140; 240; 340) mediante la detección de un pico en la segunda señal;

caracterizado porque el paso de establecer la estimación del ruido de fondo comprende excluir o suprimir un intervalo de tiempo que se espera contiene componentes multi-camino, correspondiendo el intervalo de tiempo al doble de la duración de un prefijo cíclico de un símbolo de Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia, OFDM.

15 2. Método para detectar un símbolo según la reivindicación 1, en el que el paso de establecer una estimación del ruido de fondo comprende:

basar la estimación en una representación digital de la señal recibida, y excluir o suprimir un número de muestras que corresponden esencialmente al doble del número de muestras que se espera incluyan componentes multi-camino.

20 3. Método para detectar un símbolo según cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el paso de establecer una estimación del ruido de fondo comprende:

basar la estimación en la primera señal.

4. Método para detectar un símbolo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que el paso de establecer una estimación del ruido de fondo comprende:

25 filtrar una representación de la señal recibida a través de un segundo filtro que responde a la potencia y/o amplitud de la señal.

5. Método para detectar un símbolo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la estimación del ruido de fondo, N_t , es establecida mediante la fórmula:

$$N_t = \frac{1}{m_1} \sum_{k=n}^{n+m_1} X_{t-k} + \frac{1}{m_2} \sum_{k=n}^{n+m_2} X_{t+k}$$

30 donde X_t es la señal sobre la que se basa la estimación del ruido de fondo, m_1 , m_2 , son las muestras usadas para estimar el ruido de fondo, y $2n$ son las muestras que se espera incluyan componentes multi-camino.

6. Método para detectar un símbolo según la reivindicación 5, en el que n es establecido en el número de muestras que corresponden esencialmente a la duración del prefijo cíclico, N_{cp} .

35 7. Método para detectar un símbolo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que la primera señal, D_t , es establecida mediante la fórmula:

$$D_t = \left\| \sum_{k=0}^{N-1} s_k^* y_{t-k} \right\|^2$$

donde s_k^* es la secuencia de símbolos de longitud N e y_t representa la señal recibida.

8. Método para detectar un símbolo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además el paso de:

detectar la temporización de la presencia del símbolo detectado.

9. Método para detectar un símbolo según la reivindicación 8, en el que la temporización de la presencia del símbolo, temporización(pico), es establecida mediante la fórmula:

$$\text{temporización(pico)} = \arg \max_t \tilde{D}_t$$

5 donde \tilde{D}_t representa la segunda señal.

10. Método para detectar un símbolo según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además los pasos de:

determinar si el radio-canal está funcionando en duplexación por división de frecuencia, y, en caso afirmativo, detectar el símbolo mediante los pasos de:

10 filtrar la señal recibida a través del primer filtro, obteniendo así una tercera señal; y,

detectar la presencia del símbolo mediante la detección de un pico en la tercera señal.

11. Método, en un sistema basado en OFDM, para identificar una ID de celda en un sistema de comunicaciones inalámbrico, que comprende los pasos de:

15 recibir una señal procedente de un canal primario (300) de sincronización, obteniendo así una primera señal recibida;

filtrar (310) la primera señal recibida a través de un primer filtro, que responde a un símbolo de sincronización, obteniendo así una primera señal;

establecer una segunda señal (320) que depende del ruido de fondo de la primera señal recibida, por lo que se excluye o suprime un intervalo de tiempo que se espera incluya componentes multi-camino;

20 establecer una tercera señal (330) que es una representación de la proporción entre la primera señal y la segunda señal;

detectar (340) la presencia y la temporización del símbolo mediante la detección de un pico en la tercera señal;

recibir una señal procedente de un canal secundario (350) de sincronización, obteniendo así una segunda señal recibida ;

25 detectar la temporización de trama y el grupo de celdas (360) a partir de la segunda señal recibida;

detectar el ID de celda (370) mediante la correlación con códigos de ID de celda disponibles;

caracterizado porque el intervalo de tiempo que se espera incluye componentes multi-camino corresponde al doble de la duración de un prefijo cíclico de un símbolo de Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia OFDM.

30 12. Método para identificar una ID de celda según la reivindicación 11, en el que el paso de detectar la temporización de trama y el grupo de celdas a partir de la segunda señal recibida comprende el paso de:

recuperar la temporización de trama y el grupo de celdas utilizando la temporización del símbolo detectado mediante un pico en la tercera señal.

13. Método para identificar una ID de celda según cualquiera de las reivindicaciones 11 ó 12, en el que el paso de establecer una estimación del ruido de fondo comprende:

35 basar la estimación en una representación digital de la señal recibida, y excluir o suprimir un número de muestras que corresponden esencialmente al doble del número de muestras que se espera incluyan componentes multi-camino.

14. Método para identificar una ID de celda según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 13, en el que el paso de establecer una estimación del ruido de fondo comprende:

40 basar la estimación en la primera señal.

15. Método para identificar una ID de celda según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en el que el paso de establecer una estimación del ruido de fondo comprende:

filtrar una representación de la señal recibida a través de un segundo filtro que responde a la potencia y/o amplitud de la señal.

16. Método para identificar una ID de celda según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en el que la estimación del ruido de fondo, N_t , es establecida mediante la fórmula:

$$N_t = \frac{1}{m_1} \sum_{k=n}^{n+m_1} X_{t-k} + \frac{1}{m_2} \sum_{k=n}^{n+m_2} X_{t+k}$$

5 donde X_t es la señal en la que se basa la estimación del ruido de fondo, m_1 , m_2 , son las muestras usadas para estimar el ruido de fondo, y $2n$ son las muestras que se espera incluyan componentes multi-camino.

17. Método para identificar una ID de celda según la reivindicación 16, en el que n es establecido en el número de muestras que corresponden esencialmente a la duración del prefijo cíclico, N_{cp} .

10 18. Método para identificar una ID de celda según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 17, en el que la primera señal, D_t , es establecida mediante la fórmula:

$$D_t = \left\| \sum_{k=0}^{N-1} s_k^* y_{t-k} \right\|^2$$

donde s_k^* es la secuencia de símbolos de longitud N e y_t representa la señal recibida.

15 19. Método para identificar una ID de celda según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 18, que comprende además el paso de:

detectar la temporización de la presencia del símbolo detectado.

20. Método para identificar una ID de celda según la reivindicación 19, en el que la temporización de la presencia del símbolo, temporización(pico), es establecida mediante la fórmula:

$$\text{temporización(pico)} = \arg \max_t \tilde{D}_t$$

20 donde \tilde{D}_t representa la segunda señal.

21. Método para identificar una ID de celda según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 20, que comprende además los pasos de:

determinar si el radio-canal está funcionando en duplexación por división de frecuencia, y, en caso afirmativo, detectar la ID de celda mediante los pasos de:

25 filtrar la señal recibida a través del primer filtro, que responde a un símbolo de sincronización, obteniendo así la cuarta señal; y,

detectar la presencia y la temporización del símbolo mediante la detección de un pico en la cuarta señal;

recibir una señal procedente de un canal secundario de sincronización, obteniendo así una segunda señal recibida;

detectar la temporización de trama y el grupo de celdas a partir de la segunda señal recibida;

30 detectar el ID de celda mediante la correlación con códigos de ID de celda disponibles.

22. Método para identificar una ID de celda según la reivindicación 21, en el que el paso de detectar la temporización de trama y el grupo de celdas a partir de la segunda señal recibida comprende el paso de:

recuperar la temporización de trama y el grupo de celdas utilizando la temporización del símbolo detectado mediante un pico en la cuarta señal.

23. Dispositivo de comunicación, en un sistema (700) basado en OFDM, que es capaz de detectar un símbolo de un radio-canal, donde el dispositivo comprende:

un receptor (702-705) para recibir una señal procedente del radio-canal;

un primer filtro (801) conectado al receptor, siendo el primer filtro que capaz de responder al símbolo;

5 un estimador (802) de ruido de fondo conectado al receptor o al primer filtro;

una unidad de cálculo (803) conectada al primer filtro y al estimador de ruido de fondo, estando la unidad de cálculo dispuesta para calcular la proporción entre las señales procedentes del primer filtro y del estimador de ruido de fondo;

10 un detector (804) conectado a la unidad de cálculo dispuesto para detectar un pico en la señal procedente de la unidad de cálculo;

caracterizado porque el estimador de ruido de fondo está dispuesto para proporcionar una señal dependiente del ruido de fondo de la señal recibida, por lo que se excluye o suprime un intervalo de tiempo que se espera incluya componentes multi-camino, correspondiendo el intervalo de tiempo al doble de la duración de un prefijo cíclico de un símbolo de Multiplexación por División Ortogonal de Frecuencia, OFDM.

15 24. Dispositivo de comunicación según la reivindicación 23, en el que el estimador de ruido de fondo está dispuesto para excluir o suprimir un número de muestras que corresponde esencialmente al doble del número de muestras que se espera incluyan componentes multi-camino.

25. Dispositivo de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 23 ó 24, en el que el estimador de ruido de fondo comprende un segundo filtro que responde a la potencia y/o amplitud de la señal.

20 26. Dispositivo de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 23 a 25, en el que el estimador de ruido de fondo está dispuesto para calcular la estimación del ruido de fondo, N_t , mediante la fórmula:

$$N_t = \frac{1}{m_1} \sum_{k=n}^{n+m_1} X_{t-k} + \frac{1}{m_2} \sum_{k=n}^{n+m_2} X_{t+k}$$

donde X_t es la señal en la que se basa la estimación del ruido de fondo, m_1 , m_2 , son las muestras usadas para estimar el ruido de fondo, y $2n$ son las muestras que se espera incluyan componentes multi-camino.

25 27. Dispositivo de comunicación según la reivindicación 26, en el que n es establecido en el número de muestras que corresponden esencialmente a la duración del prefijo cíclico, N_{cp} .

28. Dispositivo de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 23 a 27, en el que el primer filtro está dispuesto para calcular una señal, D_t , mediante la fórmula:

$$D_t = \left\| \sum_{k=0}^{N-1} s_k^* y_{t-k} \right\|^2$$

30 donde s_k es la secuencia de símbolos de longitud N e y_t representa la señal recibida.

29. Dispositivo de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 23 a 28 que comprende además:

una unidad (709) de búsqueda de celda para detectar la temporización de la presencia del símbolo detectado.

30. Dispositivo de comunicación según la reivindicación 29, en el que la unidad de búsqueda de celda está dispuesta para calcular temporización(pico) mediante la fórmula:

$$\text{temporización(pico)} = \arg \max_t \tilde{D}_t$$

35

donde \tilde{D}_t representa la proporción entre las señales procedentes del primer filtro y del estimador de ruido de fondo.

31. Dispositivo de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 29 ó 30, que comprende además un transformador rápido de Fourier, FFT, en el que el FFT está conectado a la unidad de búsqueda de celda y está dispuesto para poder responder a la temporización de la presencia del símbolo detectado.

32. Dispositivo de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 23 a 31, que comprende además:

5 una unidad de control (710) dispuesta para determinar si el radio-canal está funcionando en duplexación por división de frecuencia o en duplexación por división de tiempo.

33. Dispositivo de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 23 a 32, que comprende además:

10 un detector (707) de código de identificación conectado a la unidad de búsqueda de celda, al FFT y a la unidad de control, estando el detector de código de identificación dispuesto para detectar la ID de Celda mediante la correlación con códigos de ID de celda disponibles.

34. Dispositivo de comunicación según cualquiera de las reivindicaciones 23 a 33, en el que el dispositivo es un teléfono celular móvil.

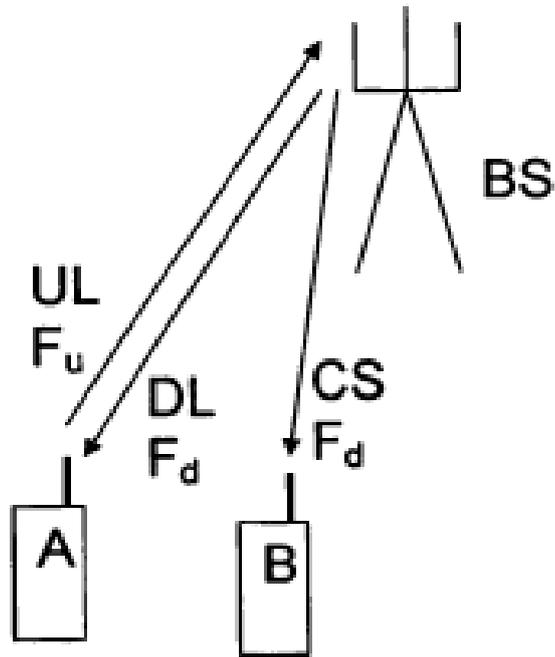


Fig. 1

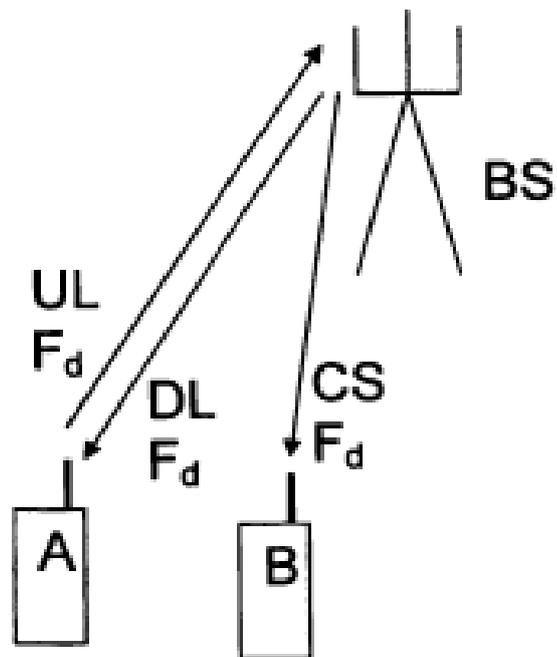


Fig. 3

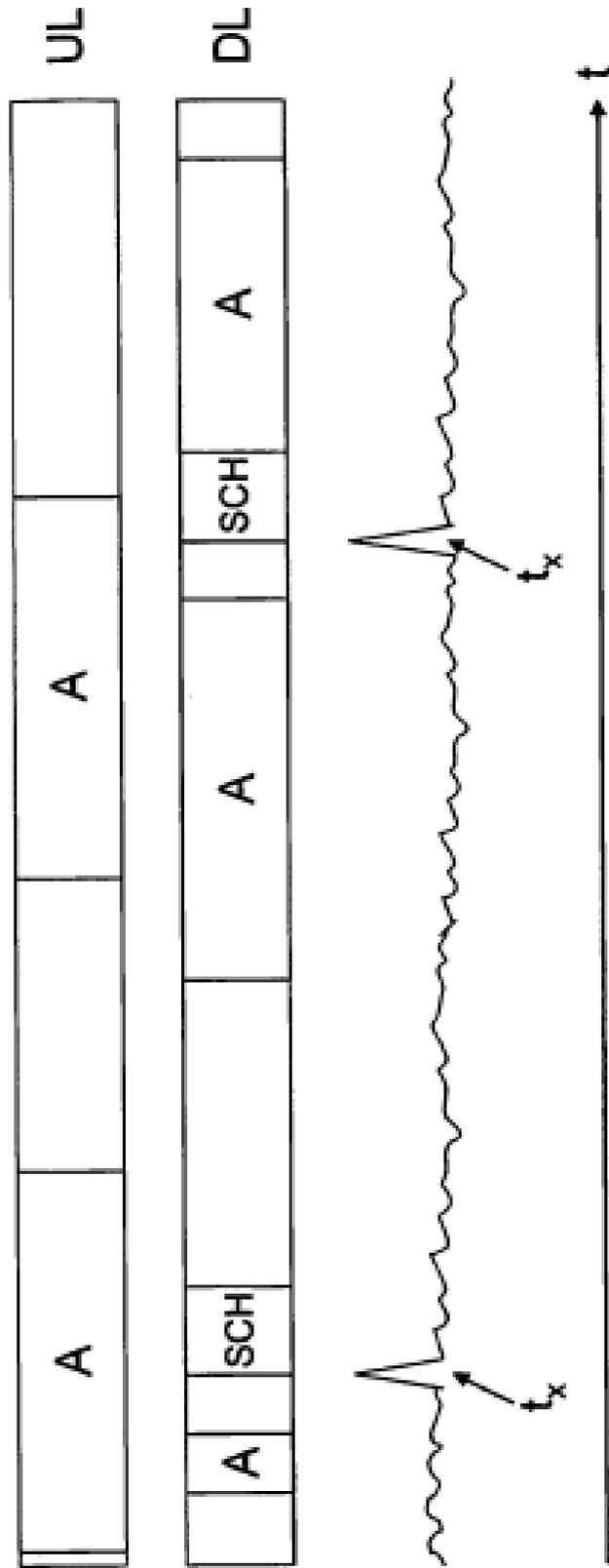


Fig. 2

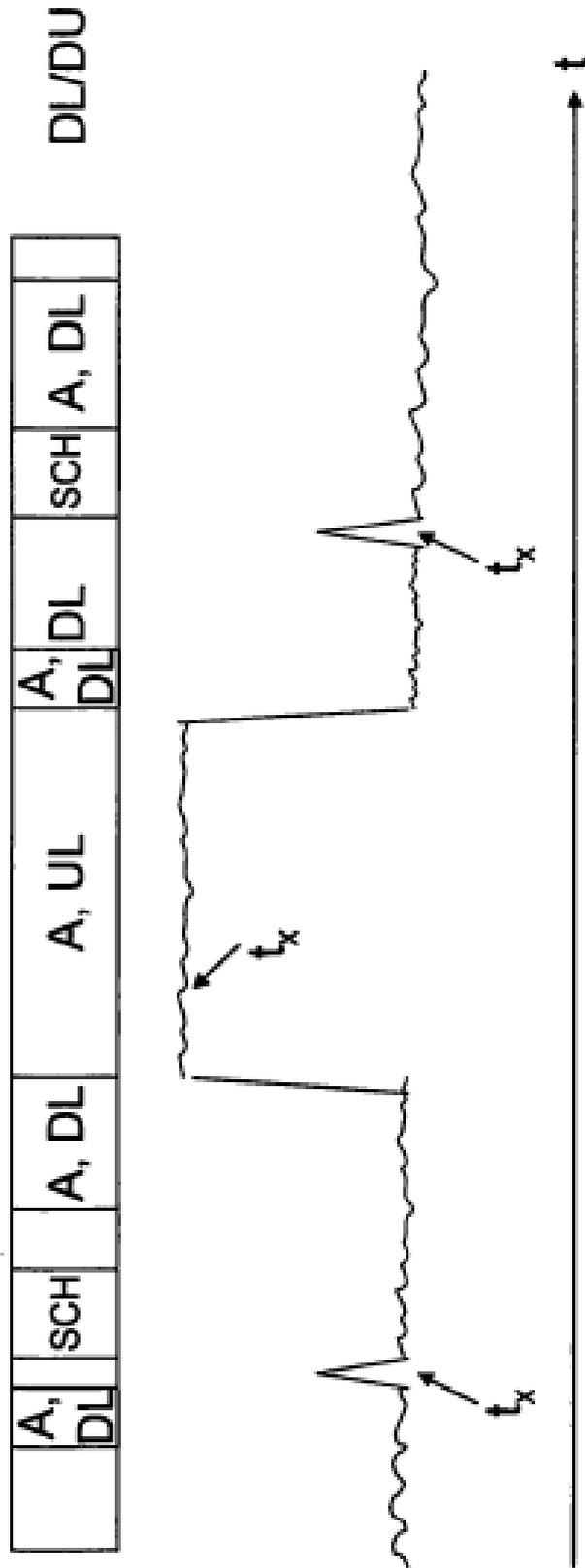


Fig. 4

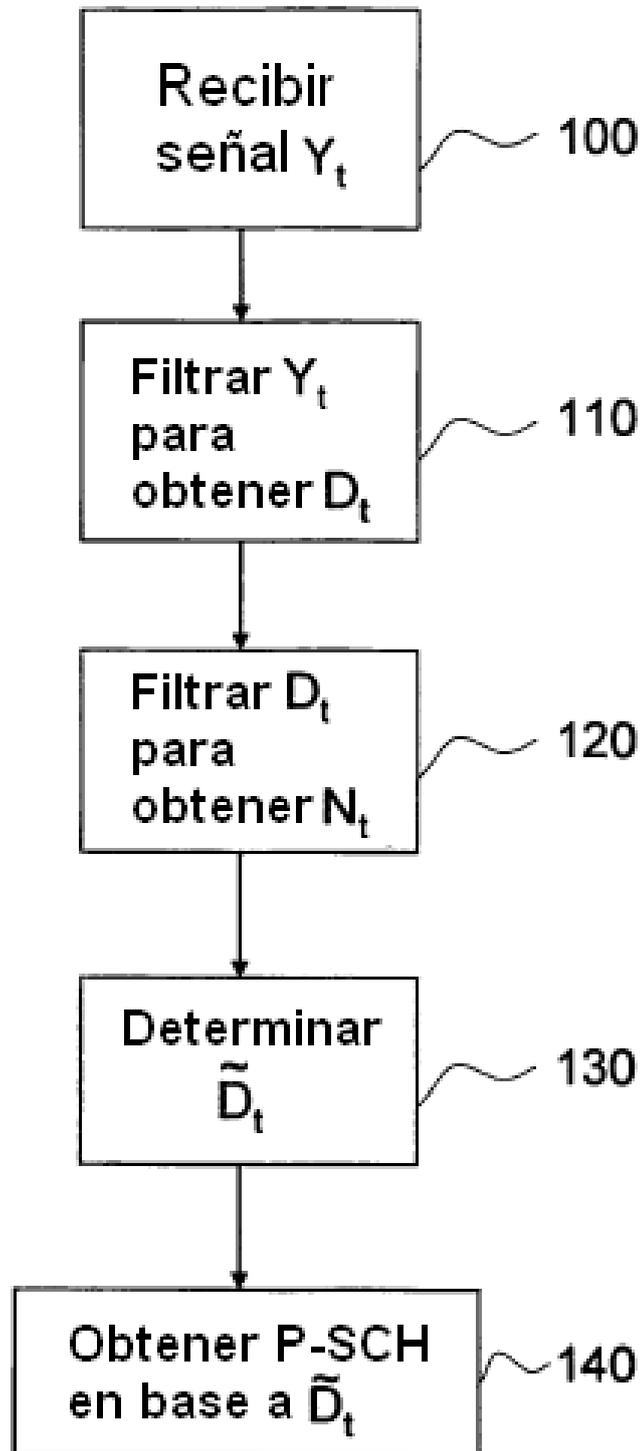


Fig. 5

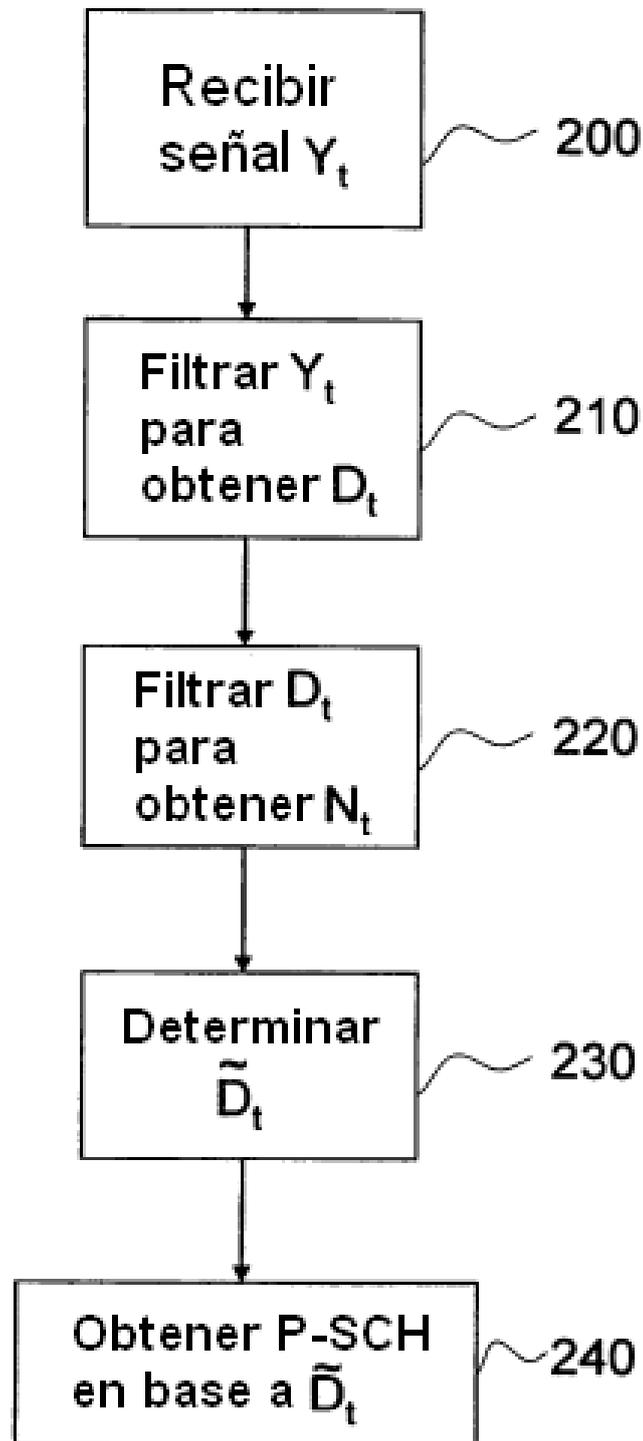


Fig. 6

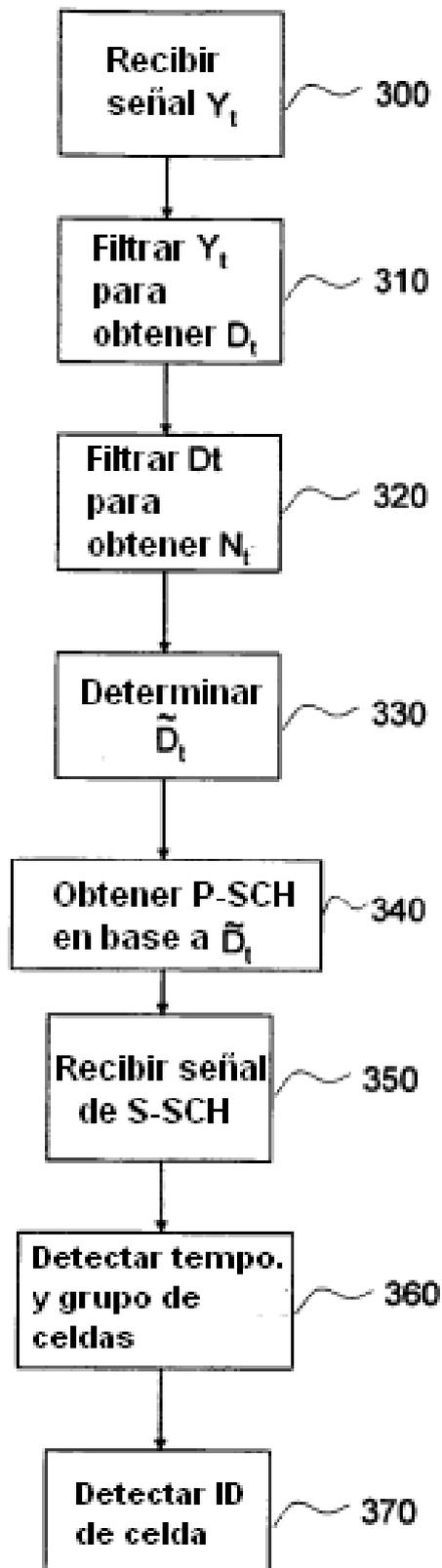


Fig. 7

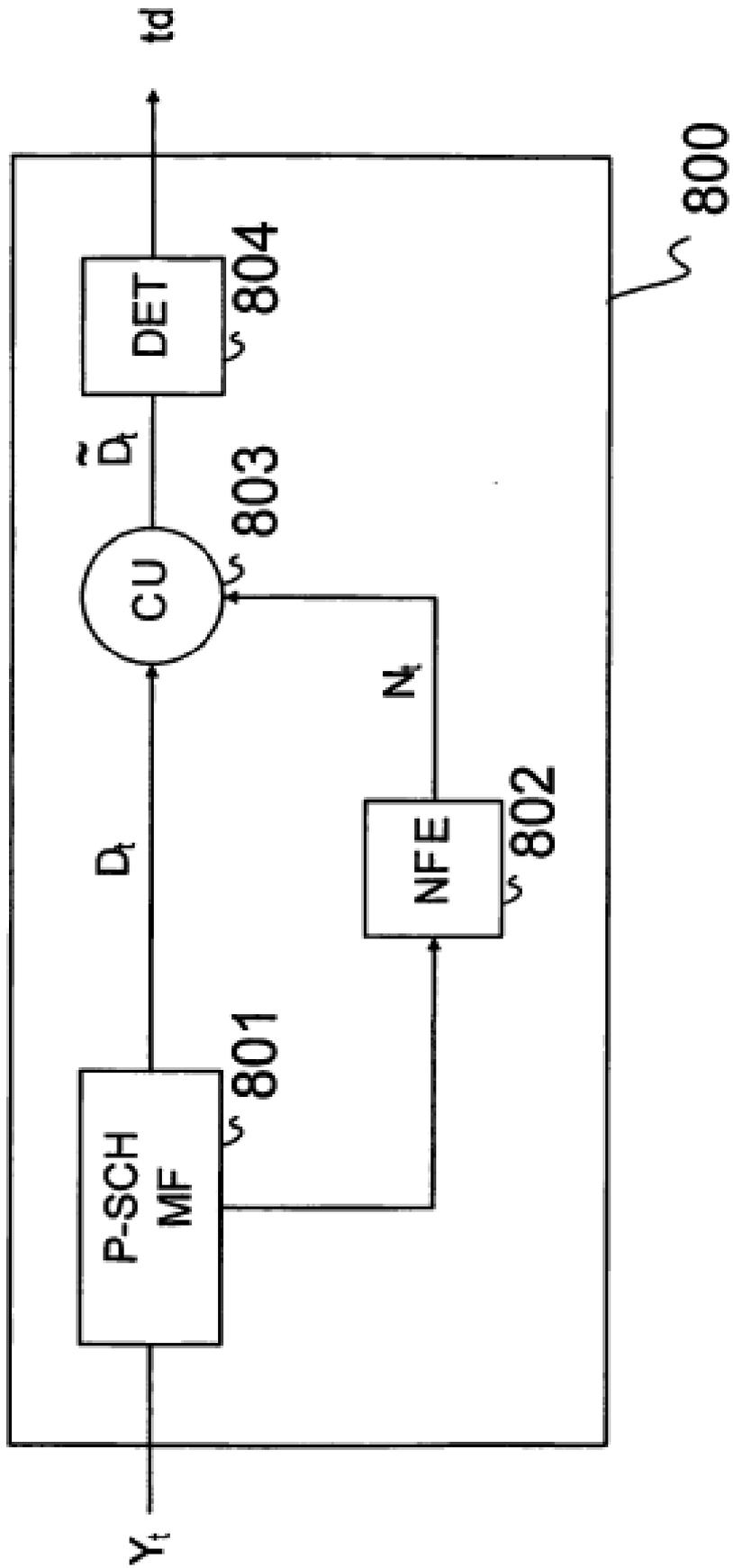


Fig. 9