

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 428**

51 Int. Cl.:
H04B 7/26

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07847958 .1**

96 Fecha de presentación: **07.12.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **2122858**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **25.11.2009**

54 Título: **SECUENCIAS DE SINCRONIZACIÓN SECUNDARIA PARA DETECCIÓN DE GRUPO DE CÉLULAS EN UN SISTEMA DE COMUNICACIONES CELULARES.**

30 Prioridad:
08.01.2007 US 883898 P

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.01.2012

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

72 Inventor/es:
**LINDOFF, Bengt;
BALDEMAIR, Robert y
DAHLMAN, Erik**

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 372 428 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

Secuencias de sincronización secundaria para detección de grupo de células en un sistema de comunicaciones celulares

Antecedentes

5 La presente invención se refiere a métodos y aparatos para identificar células en un sistema de comunicación celular.

10 Durante la evolución venidera de los estándares celulares móviles como el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) y el Acceso Múltiple por División de Código de Banda ancha (WCDMA), es probable que se generen nuevas técnicas de transmisión como el Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal (OFDM). Además, con el fin de disponer de una migración suave desde los sistemas celulares existentes al nuevo sistema de alta capacidad y alta tasa de datos, en el espectro de radio existente, un nuevo sistema tiene que estar capacitado para utilizar un ancho de banda de tamaño variable. Una propuesta para un nuevo sistema celular flexible de ese tipo, denominado Evolución a Largo Plazo de Tercera Generación (3G LTE), puede ser visto como una evolución del estándar 3G WCDMA. Este sistema podrá utilizar OFDM como técnica de acceso múltiple (denominada OFDMA) en el enlace descendente, y estará capacitado para operar en un rango de ancho de banda de 1,25 MHz a 20 MHz. Además, se podrán soportar tasas de datos de hasta 100 Mb/s para el ancho de banda más grande. Sin embargo, se espera que la 3G LTE sea utilizada no solo para servicios de tasa alta, sino también para servicios de tasa baja como la voz. Puesto que la 3G LTE está diseñada para el Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet (TCP/IP), es probable que Voz sobre IP (VoIP) sea el servicio que transporte el habla.

20 La capa física de un sistema de 3G LTE incluye una trama de radio genérica que tiene una duración de 10 ms. La Figura 1 ilustra una trama 100 de ese tipo. Cada trama tiene 20 ranuras (numeradas de 0 a 19), teniendo cada ranura una duración de 0,5 ms. Se realiza una sub-trama de hasta dos ranuras adyacentes, y por lo tanto tiene una duración de 1 ms.

25 Un aspecto importante de la LTE es la función de movilidad. Por ello, los símbolos de sincronización y los procedimientos de búsqueda de célula son de importancia considerable para que el Equipo de Usuario (UE) detecte y sincronice con otras células. Para facilitar los procedimientos de búsqueda y sincronización de célula, señales definidas incluyen señales de sincronización primaria y secundaria (P-SyS y S-SyS, respetivamente), las cuales son transmitidas por un Canal de Sincronización Primaria (P-SCH) y una Canal de Sincronización Secundaria (S-SCH), respectivamente. Las P-SySs y S-SySs son transmitidas dos veces por trama: una vez en la sub-trama 0, y de nuevo en la sub-trama 5, como se muestra en la Figura 1.

30 El esquema de búsqueda de célula actualmente propuesto para la LTE es como sigue:

1. Detectar uno de tres símbolos de P-SyS posibles, indicando con ello la temporización de 5 ms y la ID de célula dentro de un grupo de células actualmente desconocido.
- 35 2. Detectar la temporización de trama y el grupo de células utilizando la S-SyS. Esto, en combinación con los resultados de la etapa 1, proporciona una indicación de la ID de célula completa.
3. Utilizar los símbolos de referencia (también denominados pilotos CQI) para detectar la ID de célula. Se remite al lector interesado al documento R1-062990, titulado "Resultado de la sesión de diseño de búsqueda de célula", TSG-RAN WG1 #46bis, 9-13 Octubre 2006, para más información sobre este propósito.
- 40 4. Leer el Canal de Radiodifusión (BCH) para recibir información de sistema específica de la célula.

45 Las señales de SyS transmitidas por el S-SCH están construidas a modo de un par de secuencias, S1, S2 (véase la Figura 1). Las secuencias están definidas en el dominio de la frecuencia. Las señales que van a ser transmitidas por el S-SCH deben ser construidas de tal modo que el par S1, S2 de la SyS definan de forma unívoca el grupo de células y la temporización de trama de 10 ms una vez detectadas por el UE de tal modo que sea detectada la secuencia pn de grupo de células y el UE pueda iniciar la etapa de verificación (etapa 3) del proceso descrito anteriormente (es decir, la verificación de la ID de célula detectada a partir del procesamiento de la etapa 1 y la etapa 2).

Además, con el fin de minimizar el tiempo de interrupción cuando se realizan mediciones de Tecnología de Acceso Inter-frecuencia e Inter-Radio (Inter-RAT), resulta deseable que sea también posible detectar el grupo de células utilizando solamente una SyS (es decir, solo S1 o S2).

Por consiguiente, existe una necesidad de un diseño de secuencia de S-SyS que satisfaga ambos requisitos.

Sumario

Se debe enfatizar en que los términos “comprende” y “comprendiendo”, cuando se utilicen en la presente descripción, deben ser tomados en el sentido de que especifican la presencia de características, entidades, etapas o componentes establecidos; pero el uso de estos términos no excluye la presencia o adición de una o más de otras características, entidades, componentes o grupos de los mismos.

5 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, los objetos anteriores y otros objetos han sido alcanzados mediante métodos y aparatos que indican parámetros de temporización y una identidad de un grupo de células particular a partir de un número, M , de grupos de células posibles en una señal transmitida en un sistema de comunicación celular que emplea una trama de radio en una capa física, comprendiendo la trama de radio un número de ranuras de tiempo. La indicación de estos parámetros incluye transmitir, en una conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, una señal de sincronización, S_1 , que comprende un par de secuencias S_i, S_j dispuestas según una primera ordenación; y transmitir, en otra conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, una señal de sincronización, S_2 , que comprenda el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según una segunda ordenación, donde:

cada miembro del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j se elige en un grupo que comprende al menos

$$N_{Seq} = \text{ceil} \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2} \right) \text{ secuencias diferentes, y}$$

15 el par de secuencias elegido está identificado de forma unívoca con el grupo de células particular, en el que $i, j \in [1, \dots, N_{Seq}]$ y $\tilde{S}_i \neq \tilde{S}_j$.

La primera ordenación de las secuencias se utiliza solamente para la transmisión en la primera ranura de tiempo conocida de la trama de radio, y la segunda ordenación de las secuencias se utiliza solamente para la transmisión en la otra citada conocida de las ranuras de tiempo. Por consiguiente, la detección de la ordenación de un par de secuencias puede ser utilizada por un receptor como un identificador de ranura de tiempo, lo que permite a su vez que se determine la temporización de trama de radio.

20 En algunas realizaciones, la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j se efectúa mediante transmisión de la secuencia \tilde{S}_i con anterioridad a la secuencia \tilde{S}_j ; y la segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j se efectúa mediante la transmisión de la secuencia \tilde{S}_j con anterioridad a la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i . En estos casos, S_1 y S_2 pueden ser de longitud n , y cada una de las secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j puede ser de longitud $n/2$.

En realizaciones alternativas, en las que la capa física del sistema de comunicación celular emplea Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal, la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j se efectúa mediante la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i sobre un primer conjunto de una o más sub-portadoras, y la transmisión de la secuencia \tilde{S}_j sobre un segundo conjunto de una o más sub-portadoras. A la inversa, la segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j se efectúa mediante la transmisión de la secuencia \tilde{S}_j sobre el primer conjunto de una o más sub-portadoras, y la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i sobre el segundo conjunto de una o más sub-portadoras.

En otra realización alternativa más, la ordenación del par de secuencias puede ser efectuada mediante generación de las señales de sincronización S_1 y S_2 de acuerdo con:

$$35 \quad S_1 = \alpha \tilde{S}_i + \beta \tilde{S}_j; \text{ y}$$

$$S_2 = \beta \tilde{S}_i + \alpha \tilde{S}_j,$$

donde:

α es un primer multiplicando;

β es un segundo multiplicando, $\alpha \neq \beta$.

40 Cada uno de los multiplicandos, α y β , puede ser por ejemplo un valor escalar y corresponder a una cantidad de amplitud de señal. Alternativamente, cada uno de los multiplicandos, α y β , puede corresponder a una cantidad de potencia de señal.

En algunas realizaciones, las señales de sincronización S_1 y S_2 y las secuencias \tilde{S}_i y \tilde{S}_j pueden ser todas de igual longitud.

5 En algunas variantes de tales realizaciones, la transmisión de la señal de sincronización S_1 comprende transmitir $\alpha\tilde{S}_i$ y $\beta\tilde{S}_j$ simultáneamente; y transmitir la señal de sincronización S_2 comprende transmitir $\beta\tilde{S}_i$ y $\alpha\tilde{S}_j$ simultáneamente.

10 Diversos aspectos de la invención están también reflejados en el lado del receptor del sistema de comunicación, en el que se proporcionan métodos y aparatos que detectan parámetros de temporización y una identidad de un grupo de células particular a partir de un número, M , de grupos de células posibles en una señal recibida en un sistema de comunicación celular que emplea una trama de radio en una capa física, comprendiendo la trama de radio un número de ranuras de tiempo que incluye dos ranuras de tiempo asociadas a un canal de sincronización. Tal detección incluye recibir, en una de las ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización, una de entre una primera y una segunda señales de sincronización S_1 y S_2 , en las que la primera señal de sincronización S_1 comprende un par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según una primera ordenación y la segunda señal de sincronización S_2 comprende el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según una segunda ordenación. A 15 continuación se determina cuál de un número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_i recibida, cuál del número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_j recibida, y si el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas estaban dispuestas según la primera ordenación o según la segunda ordenación, donde el número de secuencias predefinidas se elige en el grupo que comprende al menos

$$N_{Seq} = \text{ceil}\left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2}\right) \text{ secuencias diferentes,}$$

20 El grupo de células particular se identifica llevando a cabo un proceso de identificación de grupo de células que incluye determinar con qué grupo de células está unívocamente asociado el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas. También se determina en cuál de las dos ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización se recibió la primera de entre la primera y la segunda señales de sincronización utilizando información que indica si las secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j fueron recibidas con la primera ordenación o con la segunda ordenación.

25 Según otro aspecto más, la identificación del grupo de células particular mediante determinación del grupo de células con el que están asociadas unívocamente el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas, comprende utilizar el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas para localizar una entrada en una tabla de búsqueda.

30 Según otro aspecto adicional, la utilización de la información acerca de si las secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j estaban dispuestas según la primera ordenación o según la segunda ordenación para determinar en cuál de las dos ranura de tiempo asociadas al canal de sincronización fue recibida una de entre la primera y la segunda señales de sincronización, comprende utilizar el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas para localizar una entrada en una tabla de búsqueda.

35 Según otro aspecto, el basarse en solamente una o ambas de las señales de sincronización recibidas puedan haberse hecho dependientes del tipo de búsqueda de célula que se esté realizando. Por ejemplo, tales realizaciones pueden incluir recibir, en otra de las ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización, otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización. A continuación se determina si un tipo de procedimiento de búsqueda de célula que se va a realizar es un procedimiento de búsqueda de célula inter-frecuencia, un procedimiento de búsqueda de célula de tecnología de acceso inter-radio, o un procedimiento de búsqueda intra-célula. Si el tipo de procedimiento de búsqueda de célula que se va a realizar no es ninguno de ellos, entonces se determina cuál del número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_i recibida de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización, cuál del número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_j recibida de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización, y si el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización estaban dispuestas en la primera ordenación o en la segunda ordenación. En tales casos, el proceso de identificación de grupo de células incluye además determinar a qué grupo de células están unívocamente asociadas el par de 40 secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización.

Breve descripción de los dibujos

Los objetos y las ventajas de la invención podrán ser entendidos mediante la lectura de la descripción detallada que sigue junto con los dibujos, en los que:

La Figura 1 es un ejemplo de trama de radio adecuada para sistemas de comunicación como el sistema 3G LTE.

5 Las Figuras 2(a) y 2(d) ilustran un número de formas alternativas ejemplares de construcción de los símbolos $S_i (1 \leq i \leq 2)$ a partir de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j de acuerdo con un aspecto de realizaciones acordes con la invención.

Las Figuras 2(b) y 2(c) muestran disposiciones alternativas en el dominio de la frecuencia de sub-secuencias que integran cada una de las secuencias S1 y S2 de SyS de acuerdo con un aspecto de realizaciones alternativas acordes con la invención.

10 La Figura 3 es un diagrama de flujo de ejemplos de procesos/etapas llevados a cabo mediante circuitería en un UE para la utilización de los símbolos de sincronización secundaria de la invención para determinar el grupo de células y la temporización de trama de acuerdo con otras realizaciones acordes con la invención.

Descripción detallada

15 Las diversas características de la invención van a ser descritas ahora con referencia a las Figuras, en las que las partes iguales han sido identificadas con los mismos caracteres de referencia.

Los diversos aspectos de la invención van a ser descrito ahora con mayor detalle en relación con un número de realizaciones ejemplares. Para facilitar una comprensión de la invención, muchos aspectos de la invención se describen en términos de secuencias de acciones que van a ser realizadas por elementos de un sistema de ordenador u otro hardware capaz de ejecutar instrucciones programadas. Se reconocerá que en cada una de las realizaciones las diversas acciones podrían ser llevadas a cabo por circuitos especializados (por ejemplo, puertas lógicas discretas interconectadas para realizar una función especializada), mediante instrucciones de programa que son ejecutadas por uno o más procesadores, o mediante una combinación de ambos. Además, la invención puede ser adicionalmente considerada como materializada completamente dentro de cualquier forma de portador legible con ordenador, tal como una memoria de estado sólido, un disco magnético o un disco óptico que contenga un conjunto apropiado de instrucciones de ordenador que puedan ocasionar que un procesador lleve a cabo las técnicas descritas en la presente memoria. Así, los diversos aspectos de la invención pueden ser materializados de muchas formas diferentes, y todas ellas son contempladas dentro del alcance de la invención. Para cada uno de los diversos aspectos de la invención, cualquiera de tales formas de realización puede ser mencionada en la presente memoria como "lógica configurada para" llevar a cabo una acción descrita, o alternativamente como "lógica que" lleva a cabo una acción descrita.

Un aspecto de realizaciones acordes con la invención consiste en la provisión de una cantidad mínima de secuencias de S-SyS necesarias para satisfacer el requisito de que el par $[S_1, S_2]$ defina unívocamente el grupo de células y la temporización de trama, y al mismo tiempo haga también que resulte posible detectar el grupo de células utilizando solamente una S-SyS (es decir, solamente un miembro del par $[S_1, S_2]$).

35 Otro aspecto consiste en la provisión de métodos y aparatos que utilicen las secuencias S-SyS mencionadas en lo que antecede para detección del grupo de células.

Para facilitar una mejor comprensión de los diversos aspectos de la invención, la descripción que sigue supone un ejemplo de proceso de 2 etapas en el procedimiento de búsqueda de célula de LTE; es decir, detección de grupo de células. Sin embargo, la invención no está limitada a este ejemplo de realización, sino que por el contrario es aplicable a cualquier entorno comparable de comunicaciones de radio.

Además, las secuencias que se describen en lo que sigue pueden ser definidas y detectadas tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia, y las secuencias exactas utilizadas (por ejemplo, Hadamard, pn, Zadoff-chu, secuencias M, etc.) no están limitadas por la invención.

Para comenzar la exposición, supóngase que se necesitan M grupos de células singulares y que cada grupo de células está asociado unívocamente a un par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j . Además, tomando 3G LTE como ejemplo no limitativo, supóngase que los símbolos S-SyS que son transmitidos en dos posiciones por trama 100 (por ejemplo, en las sub-tramas 0 y 5, la primera transmisión dentro de la trama está etiquetada como S_1 y la segunda transmisión dentro de la trama está etiquetada como S_2) han sido creados, cada uno de ellos, como una función de estas secuencias. Es decir, $S_1 = f_1(\tilde{S}_i, \tilde{S}_j)$ y $S_2 = f_2(\tilde{S}_i, \tilde{S}_j)$. La detección de al menos una de estas secuencias podría proporcionar también información acerca de dónde está situada la sub-trama 0. El número más bajo de secuencias que proporciona toda la información anterior puede ser determinado como sigue: Supóngase que N_{seq} es el número de secuencias necesarias para representar los M grupos de células. El número de combinaciones posibles de estas secuencias, tomando dos cada vez, viene dado por la expresión $N_{seq} \cdot (N_{seq} - 1) / 2$. E valor mínimo

de N_{seq} que permite que los M grupos de células sean representados, puede ser encontrado a continuación de acuerdo con:

$$\frac{N_{seq} (N_{seq} - 1)}{2} = M \quad (1)$$

Esto conduce a la siguiente ecuación cuadrática:

$$5 \quad N_{seq}^2 - N_{seq} - 2M = 0 \quad (2)$$

Aplicando la fórmula cuadrática bien conocida para encontrar las raíces de una ecuación cuadrática, se encuentra que el valor positivo de N_{seq} que satisface los requisitos anteriores viene dado por:

$$N_{seq} = \frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2} \quad (3)$$

10 En la práctica, no se puede permitir que N_{seq} sea un número no entero, de modo que el mínimo valor entero aceptable de N_{seq} viene dado por:

$$N_{seq} = \text{ceil} \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2} \right), \quad (4)$$

donde $\text{ceil}()$ es una función que redondea su argumento hasta el valor entero más próximo.

15 Utilizando lo anterior en un ejemplo simple, supóngase que se desea representar $M=340$ grupos de células diferentes con combinaciones (apareamientos) singulares de valores de secuencia. El número mínimo de secuencias requeridas en este caso es:

$$N_{seq} = \text{ceil} \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8 \cdot 340}}{2} \right) = \text{ceil} \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 2720}}{2} \right) = 27. \quad (5)$$

Una razón de por qué es deseable minimizar el número de secuencias necesario consiste en reducir la complejidad del procesamiento requerido en el UE para detectar el grupo de células. Las Figuras 2(a) y 2(b) ilustran un número de formas alternativas ejemplares de construcción de los símbolos $S_i (1 \leq i \leq 2)$ a partir de \tilde{S}_i, \tilde{S}_j .

20 Con referencia a la Figura 2(a), un primer ejemplo de realización incluye transmitir, como símbolo S_i asociado al grupo de células particular, el correspondiente par de secuencias $\tilde{S}_i, \tilde{S}_j (i \neq j)$, con la ordenación del par (en cualquiera de los dominios de tiempo o de frecuencia) indicando si el símbolo transmitido es S_1 o S_2 . La longitud de cada uno de \tilde{S}_i y \tilde{S}_j es, en este ejemplo, la mitad de la longitud de S_i (en teoría, \tilde{S}_i y \tilde{S}_j no necesitan ser de igual longitud, pero en la práctica se eligen de modo que lo sean). Por ejemplo, una realización en el dominio del tiempo podría incluir transmitir, como señales de sincronización secundaria, $S_1 = \tilde{S}_i, \tilde{S}_j$ (es decir, transmitir en primer lugar \tilde{S}_i y después transmitir \tilde{S}_j) y $S_2 = \tilde{S}_j, \tilde{S}_i$ (es decir, transmitir en primer lugar \tilde{S}_j y después transmitir \tilde{S}_i) en cada trama de radio.

30 Alternativamente, las realizaciones en el dominio de la frecuencia que aplican el principio ilustrado en la Figura 2(a) transmiten las secuencias \tilde{S}_i y \tilde{S}_j simultáneamente siendo, por ejemplo, la transmisión del símbolo S_1 llevada a cabo mediante la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i en un conjunto más bajo de frecuencias y siendo la secuencia \tilde{S}_j transmitida en un conjunto más alto de frecuencias. La transmisión del símbolo S_2 es opuesta, siendo la secuencia \tilde{S}_j transmitida en el conjunto más bajo de frecuencias y siendo la secuencia \tilde{S}_i transmitida en el conjunto más alto de frecuencias. La disposición ha sido ilustrada en la Figura 2(b).

35 En otras realizaciones en el dominio de la frecuencia que aplican el principio ilustrado en la Figura 2(a), las secuencias \tilde{S}_i y \tilde{S}_j son transmitidas simultáneamente por intercalación. Por ejemplo, dados dos conjuntos de frecuencias que están intercaladas entre sí, la transmisión del símbolo S_1 puede ser realizada transmitiendo la secuencia \tilde{S}_i en uno "mas bajo" de los conjuntos de frecuencias intercaladas y transmitiendo la secuencia \tilde{S}_j en

uno “más alto” de los conjuntos de frecuencias. (Aquí, los términos “más alto” y “más bajo” no se refieren a los conjuntos de frecuencias como un grupo contiguo simple, sino por el contrario a pares de elementos de recurso asociados a las frecuencias intercaladas, de modo que un elemento de recurso asociado a \tilde{S}_i está a una frecuencia más baja que el elemento de recurso contiguo asociado a \tilde{S}_j). La transmisión del símbolo S_2 es opuesta, siendo la secuencia \tilde{S}_j transmitida en uno más bajo de los conjuntos de frecuencias y siendo la secuencia \tilde{S}_i transmitida en uno más alto de los conjuntos de frecuencias. Esta disposición ha sido ilustrada en la Figura 2(c).

En cualquiera de los casos (es decir, la realización en el dominio del tiempo o la realización en el dominio de la frecuencia), el detector (UE) incluye con preferencia una tabla de búsqueda que asocia cada par y cada ordenación de secuencia con un identificador de grupo de células y con la información de temporización de trama (es decir, si la ordenación del par de secuencia indica sub-trama 0 o sub-trama 5), de modo que el detector puede identificar fácilmente el grupo de células y la temporización de trama.

Con referencia a la Figura 2(d), otro ejemplo de realización alternativa incluye generar cada símbolo S_i como la suma ponderada del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j ($i \neq j$), estando cada emparejamiento particular asociado unívocamente a uno de los M grupos de células. Además, la cantidad de ponderación aplicada a cada una de las secuencias indica si el par de secuencias están siendo transmitidas en la sub-trama 0 (S_1) o en la sub-trama 5 (S_2). Es decir, los símbolos de sincronización secundaria para cada trama de radio pueden ser representados como sigue:

$$\begin{aligned} S_1 &= a \tilde{S}_i + b \tilde{S}_j \text{ (para la sub-trama 0)} \\ S_2 &= b \tilde{S}_i + a \tilde{S}_j \text{ (para la sub-trama 5)} \end{aligned} \quad (6)$$

En tales realizaciones, la longitud de cada secuencia \tilde{S}_i, \tilde{S}_j puede ser la misma que la longitud del símbolo S_i , y ambas secuencias son transmitidas al mismo tiempo. Las diferentes ponderaciones (α y β , con $\alpha \neq \beta$) que indican en qué sub-trama está siendo transmitido el símbolo, pueden ser logradas mediante transmisión de las secuencias a diferentes amplitudes y/o potencias de cada una en relación con la otra.

En esta realización, el detector (UE) incluye con preferencia una tabla de búsqueda que asocia cada par de secuencias y cada ponderación relativa de las secuencias (por ejemplo, según se indica mediante la amplitud y/o la potencia de la señal) a un identificador de grupo de células y una información de temporización de trama (es decir, si los multiplicandos α y β aplicados indican la sub-trama 0 o la sub-trama 5), de modo que el detector puede identificar fácilmente el grupo de células y la temporización de trama. En realizaciones alternativas, un circuito lógico asocia cada par de secuencias y cada ponderación relativa de las secuencias a un identificador de grupo de células y una información de temporización de trama, de modo que el detector puede identificar fácilmente el grupo de células y la temporización de trama.

Una posibilidad para construir los multiplicandos α y β consiste en interpretarlos como matrices en diagonal, es decir:

$$\alpha = \begin{bmatrix} \alpha_1 & & & \\ & \alpha_2 & & \\ & & \ddots & \\ & & & \alpha_N \end{bmatrix} \quad (7)$$

De ahí que, $S_1 = \alpha \tilde{S}_i + \beta \tilde{S}_j$ pueda ser interpretado como una multiplicación por elementos, es decir:

$$S_{1,k} = a \tilde{S}_{i,k} + b \tilde{S}_{j,k} \quad (8)$$

en la que k es el elemento k^o del vector.

Una forma alternativa de construir los multiplicandos α y β consiste en permitir que β sea una función de la secuencia frente a α en la fórmula para S_1 , es decir:

$$S_1 = a \tilde{S}_i + b(\tilde{S}_i) \tilde{S}_j \text{ (para la sub-trama 0)}$$

$$\mathbf{S}_2 = b(\tilde{S}_j) \tilde{S}_i + a\tilde{S}_j \text{ (para la sub-trama 5)} \quad (9)$$

En esta realización, el UE deberá correlacionar en primer lugar la secuencia \tilde{S}_i y detectarla. A continuación, en base a la secuencia S_i detectada, el UE busca, por ejemplo, en una tabla de búsqueda para determinar la secuencia de β , y a continuación correlaciona y detecta la secuencia \tilde{S}_j .

- 5 Otra alternativa adicional es similar a la que se acaba de describir, pero por el contrario permite que α sea una función de la secuencia frente a β .

Se apreciará que se pueden implementar diversas realizaciones en entornos tanto de OFDM como de no OFDM. En un sistema OFDM, por ejemplo, se puede efectuar una primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j que puede ser efectuada mediante transmisión de la secuencia \tilde{S}_i sobre un primer conjunto de una o más sub-portadoras, y la

- 10 transmisión de la secuencia \tilde{S}_j sobre un segundo conjunto de una o más sub-portadoras. Una segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j puede ser efectuada mediante transmisión de la secuencia \tilde{S}_j sobre el primer conjunto de una o más sub-portadoras, y la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i sobre el segundo conjunto de una o más sub-portadoras.

- 15 En un entorno de no OFDM, la capa física del sistema de comunicación celular puede incluir también que los símbolos de la señal de sincronización, S_1 , estén separados en un dominio de frecuencia. En tales realizaciones, la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j puede ser efectuada mediante la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i sobre un primer conjunto de frecuencias, y la transmisión de la secuencia \tilde{S}_j sobre un segundo conjunto de frecuencias. La segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j puede ser efectuada mediante la transmisión de la secuencia \tilde{S}_j sobre el primer conjunto de frecuencias, y la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i sobre el segundo conjunto de frecuencias.
- 20

- La Figura 3 es un diagrama de flujo de ejemplos de procesos/etapas llevados a cabo por medio de circuitería en un UE (por ejemplo, un detector) para la utilización de los símbolos de sincronización secundaria descritos en lo que antecede para determinar el grupo de células y la temporización de trama de acuerdo con realizaciones acordes con la invención. Se puede considerar también que los diversos bloques mostrados en la Figura 3 representan la lógica del UE configurada para llevar a cabo la función indicada.
- 25

El UE empieza por realizar la etapa 1 de procesamiento, la cual incluye empezar la búsqueda de célula y detectar una temporización de ranura de la célula que se acaba de encontrar (por ejemplo, temporización de 5 ms) y la ID de célula dentro de un grupo de células desconocido utilizando las señales de P-SyS recibidos en el P-SCH (etapa 301). Las técnicas para llevar a cabo esta etapa son bien conocidas, y van más allá del alcance de la invención.

- 30 El UE está ahora listo para llevar a cabo la etapa 2 de procesamiento. Sin embargo, de acuerdo con un aspecto de realizaciones acordes con la invención, el tipo de búsqueda de célula que se está llevando a cabo determinará si se utilizan ambos S_1 y S_2 , o si se utiliza solamente uno de ellos. Más en particular, existe un número de tipos diferentes de búsquedas de célula (por ejemplo, búsqueda de célula inicial, búsqueda de célula contigua, búsqueda de célula inter-frecuencia, y búsqueda de célula de tecnología de acceso inter-radio), y cada una realiza la etapa 2 de procesamiento para detectar la temporización de trama e identificar un grupo de células de la célula. Los procedimientos de búsqueda de célula son esencialmente los mismos para los diferentes tipos, pero existen algunas diferencias. Por ejemplo, para una búsqueda de célula intra-frecuencia, el UE puede realizar la búsqueda de célula simultáneamente con la recepción de datos procedentes de la célula de servicio. Sin embargo, para búsquedas de célula inter-frecuencia o de tecnología de acceso inter-radio (por ejemplo, acampando en un sistema GSM y realizando la búsqueda de célula sobre una portadora de sistema de LTE) el UE debe interrumpir su recepción de datos desde la célula de servicio cuando cambian las frecuencias de portadora para la búsqueda de célula. Con el fin de reducir la longitud de la interrupción (es decir, la interrupción en la recepción de datos), se desea estar en condiciones de detectar toda la información de célula en una trama de sincronización. Esto elimina la posibilidad de acumular información de búsqueda de célula sobre un número de tramas de sincronización y que por lo tanto
- 35
- 40
- 45 como resultado búsquedas de célula inter-frecuencia y de tecnología de acceso inter-radio que tengan un peor comportamiento que las búsquedas de célula intra-frecuencia. Para acomodar esto, las redes son típicamente planificadas de modo que toleren una búsqueda de célula más baja para la búsqueda de célula de tecnología de acceso inter-frecuencia e inter-radio que para la búsqueda de célula intra-frecuencia.

Respecto a los procedimientos de búsqueda de célula inicial, el error de frecuencia puede ser grande. Esto origina una necesidad de llevar a cabo una etapa de corrección de error de frecuencia, típicamente entre las etapas 1 y 2. El rendimiento de búsqueda de célula inicial no es típicamente tan bueno como el de búsqueda de célula contigua, pero la búsqueda de célula inicial se realiza solamente cuando se conecta el UE, de modo que no afecta seriamente al rendimiento global del UE.

Volviendo ahora a la descripción de la Figura 3, si se determina que el tipo de búsqueda de célula que se está realizando es una búsqueda de célula inter-frecuencia ("IF"), inter-célula ("IC") o de tecnología de acceso inter-radio (IRAT) (trayectoria "SÍ" de decisión, bloque 303), se invoca la etapa 2 de procesamiento que utiliza solamente un S-SyS (ya sea S_1 o ya sea S_2) por trama de radio para detectar el grupo de células y la temporización de trama (etapa 305). El par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j que optimiza la potencia de correlación se elige como un indicador del grupo de células detectado. Dependiendo de qué realización se implemente, el orden específico de las secuencias o alternativamente el orden de relación de potencia de \tilde{S}_i, \tilde{S}_j determina la temporización de trama (por ejemplo, la temporización de 10 ms en un sistema de LTE).

Sin embargo, si se determina que el tipo de búsqueda de célula que se está realizando no es una búsqueda de célula inter-frecuencia, inter-célula o de tecnología de acceso inter-radio (trayectoria "NO" en el bloque de decisión 303), esto significa que el UE está realizando una búsqueda de célula que requiere una determinación más precisa de la temporización de trama y del grupo de células, tal como una búsqueda de célula inicial o una búsqueda de célula contigua. Por consiguiente, se invoca la etapa 2 de procesamiento que utiliza ambos S-SySs (es decir, ambos S_1 y S_2) por trama de radio para detectar el grupo de células y la temporización de trama (etapa 307).

Los resultados obtenidos a partir de la etapa 2 de procesamiento (ya sea la etapa 305 o ya sea la etapa 307) son utilizados a continuación de la manera habitual para facilitar el procesamiento de la etapa 3. En algunas realizaciones, esto puede incluir verificar la ID de célula obtenida a partir del procesamiento precedente utilizando símbolos de referencia asociados al grupo de células identificado (etapa 309). Es decir, los símbolos de referencia utilizados para la detección de ID de célula son descryptados utilizando el código de encriptación determinado por el grupo de células y la ID de célula.

Para completar el ejemplo, la Figura 3 muestra también que la etapa 4 de procesamiento (es decir, la lectura del BCH para obtener información de sistema específica de la célula) se lleva también a cabo. Sin embargo, ni la etapa 3 ni la etapa 4 de procesamiento son un aspecto esencial de la invención, y por lo tanto no se describen aquí con mayor detalle.

La invención ha sido descrita con referencia a realizaciones particulares. Sin embargo, resultará fácilmente evidente para los expertos en la materia que es posible materializar la invención en formas específicas diferentes de la realización descrita en lo que antecede. Las realizaciones descritas son meramente ilustrativas y no deben ser consideradas como limitativas en ningún sentido. El alcance de la invención viene dado por las reivindicaciones anexas, en vez de por la descripción anterior, y se prevé que todas las variaciones y equivalentes que caigan dentro del rango de las reivindicaciones estén abarcadas por las mismas.

REIVINDICACIONES

1.- Un método de indicar parámetros de temporización y una identidad de un grupo de células particular a partir de un número, M , de grupos de células posibles en una señal transmitida en un sistema de comunicación celular que emplea una trama de radio en una capa física, comprendiendo la trama de radio un número de ranuras de tiempo, comprendiendo el método:

5 transmitir, en una conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, una señal de sincronización, S_1 , que comprende un par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según una primera ordenación; y

transmitir, en otra conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, una señal de sincronización, S_2 , que comprende el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según una segunda ordenación,

10 donde:

cada miembro del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j se elige a partir de un grupo que comprende N_{seq} secuencias diferentes, en el que N_{seq} es al menos

$$N_{seq} = \text{ceil} \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2} \right) \text{ secuencias diferentes,}$$

el par de secuencias seleccionado está identificado unívocamente con el grupo de células particular, donde $i, j \in [1, \dots, N_{seq}]$ y $\tilde{S}_i \neq \tilde{S}_j$; y

15 la primera ordenación de las secuencias se utiliza solamente para la transmisión en una conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, y la segunda ordenación de las secuencias se utiliza solamente para la transmisión en dicha otra conocida de las ranuras de tiempo.

2.- El método de la reivindicación 1, en el que:

20 la capa física del sistema de comunicación celular emplea Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal;

la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j se efectúa transmitiendo la secuencia \tilde{S}_i sobre un primer conjunto de una o más sub-portadoras, y transmitiendo la secuencia \tilde{S}_j sobre un segundo conjunto de una o más sub-portadoras, y

25 la segunda ordenación del par de secuencias, \tilde{S}_i, \tilde{S}_j , se efectúa transmitiendo la secuencia \tilde{S}_j sobre el primer conjunto de una o más sub-portadoras, y transmitiendo la secuencia \tilde{S}_i sobre el segundo conjunto de una o más sub-portadoras.

3.- El método de la reivindicación 1, en el que:

30 en la capa física del sistema de comunicación celular, los símbolos de la señal de sincronización, S_1 , están separados en un dominio de frecuencia;

la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j se efectúa transmitiendo la secuencia \tilde{S}_i sobre un primer conjunto de frecuencias, y transmitiendo la secuencia \tilde{S}_j sobre un segundo conjunto de frecuencias; y

35 la segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j se efectúa transmitiendo la secuencia \tilde{S}_j sobre el primer conjunto de frecuencias, y transmitiendo la secuencia \tilde{S}_i sobre el segundo conjunto de frecuencias.

4.- El método de la reivindicación 1, en el que el uso de la primera ordenación de las secuencias solamente para la transmisión en la primera conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, y el uso de la segunda ordenación

de las secuencias solamente para la transmisión en dicha otra conocida de las ranuras de tiempo, permite la detección de la temporización de trama de radio utilizando solamente una de las señales de sincronización, S_1 y S_2 .

5.- Un método de detección de parámetros de temporización y una identidad de un grupo de células particular a partir de un número, M , de posibles grupos de células en una señal recibida en un sistema de comunicación celular que emplea una trama de radio en una capa física, comprendiendo la trama de radio un número de ranuras de tiempo que incluyen dos ranuras de tiempo asociadas a un canal de sincronización, comprendiendo el método:

5 recibir, en una de las ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización, una de entre una primera y una segunda señales de sincronización, S_1 y S_2 , donde la primera señal de sincronización S_1 comprende un par de secuencias, \tilde{S}_i, \tilde{S}_j , dispuestas según una primera ordenación y la segunda señal de sincronización S_2 comprende el par de secuencias, \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según una segunda ordenación;

10 determinar cuál de un número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_i recibida, cuál del número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_j recibida, y si el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas estaban dispuestas según la primera ordenación o según la segunda ordenación, donde el número de secuencias predefinidas se elige a partir de un grupo que comprende N_{seq} secuencias diferentes, donde N_{seq} es al menos

$$N_{seq} = \text{ceil} \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2} \right) \text{ secuencias diferentes;}$$

15 identificar el grupo de células particular llevando a cabo un proceso de identificación de grupo de células que incluye determinar con qué grupo de células se asocia unívocamente el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas, y

20 determinar en cuál de las dos ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización fue recibida la primera de entre la primera y la segunda señales de sincronización, utilizando información que indica si las secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j fueron recibidas según la primera ordenación o la segunda ordenación-

6.- El método de la reivindicación 5, en el que:

25 la capa física del sistema de comunicación celular emplea Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal;

la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j hace que la secuencia \tilde{S}_i sea recibida sobre un primer conjunto de una o más sub-portadoras, y la secuencia \tilde{S}_j sea recibida sobre un segundo conjunto de una o más sub-portadoras; y

30 la segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j hace que la secuencia \tilde{S}_j sea recibida sobre el primer conjunto de una o más sub-portadoras, y la secuencia \tilde{S}_i sea recibida sobre el segundo conjunto de una o más sub-portadoras.

7.- El método de la reivindicación 6, en el que la primera y la segunda señales de sincronización, S_1 y S_2 , y las secuencias \tilde{S}_i y \tilde{S}_j son todas de igual longitud.

8.- El método de la reivindicación 5, en el que:

35 en la capa física del sistema de comunicación celular, los símbolos de la señal de sincronización S_1 están separados en un dominio de frecuencia;

la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j provoca que la secuencia \tilde{S}_i sea recibida sobre un primer conjunto de frecuencias, y que la secuencia \tilde{S}_j sea recibida sobre un segundo conjunto de frecuencias; y

la segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j provoca que la secuencia \tilde{S}_j sea recibida sobre el primer conjunto de frecuencias, y la secuencia \tilde{S}_i sea recibida sobre el segundo conjunto de frecuencias.

9.- El método de la reivindicación 5, en el que recibir, en una de las ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización, una de entre la primera y segunda señales de sincronización S_1 y S_2 comprende:

5 recibir el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j simultáneamente.

10.- El método de la reivindicación 5, que comprende:

detectar la temporización de trama de radio utilizando información que indica en cuál de las dos ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización fue recibida la primera de entre la primera y la segunda señales de sincronización.

10 11.- El método de la reivindicación 5, en el que identificar el grupo de células particular determinando el grupo de células con el que están asociadas unívocamente el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas, comprende utilizar el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas para localizar una entrada en una tabla de búsqueda.

12.- El método de la reivindicación 5, en el que la identificación del grupo de células particular mediante determinación del grupo de células con el que están asociadas unívocamente el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas, se lleva a cabo mediante circuitería de cálculo.

13.- El método de la reivindicación 5, en el que utilizar información acerca de si las secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j estaban dispuestas según la primera ordenación o según la segunda ordenación para determinar en cuál de las dos ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización se recibió la primera recibida de entre la primera y la segunda señales de sincronización comprende utilizar el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas para localizar una entrada en una tabla de búsqueda.

14.- El método de la reivindicación 5, en el que utilizar información acerca de si las secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j estaban dispuestas según la primera ordenación o según la segunda ordenación para determinar el cuál de las dos ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización se recibió la primera recibida de entre la primera y la segunda señales de sincronización se realiza mediante circuitería de cálculo.

15.- El método de la reivindicación 5, que comprende:

recibir, en otra de las ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización, otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización;

determinar si un tipo de procedimiento de búsqueda de célula que se va a realizar es un procedimiento de búsqueda de célula inter-frecuencia;

30 determinar si el tipo de procedimiento de búsqueda de célula que se va a realizar es un procedimiento de búsqueda de célula de tecnología de acceso inter-radio;

determinar si el tipo de procedimiento de búsqueda de célula que se va a realizar es un procedimiento de búsqueda intra-célula;

35 si el procedimiento de búsqueda de célula que se va a realizar no es ninguno de entre el procedimiento de búsqueda de célula inter-frecuencia, el procedimiento de búsqueda de célula de tecnología de acceso inter-radio o el procedimiento de búsqueda intra-célula, proceder entonces a:

determinar cuál del número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_i recibida de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización, cuál del número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_j recibida de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización, y si el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización estaban dispuestas según la primera ordenación o la segunda ordenación,

40

donde el proceso de identificación de grupo de células incluye además determinar con qué grupo de células se asocia unívocamente el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas de la otra de entra la primera y la segunda señales de sincronización.

5 16.- Un aparato para indicar parámetros de temporización y una identidad de un grupo de células particular a partir de un número, M , de posibles grupos de células en una señal transmitida en un sistema de comunicación celular que emplea una trama de radio en una capa física, comprendiendo la trama de radio un número de ranuras de tiempo, comprendiendo el aparato:

10 una lógica configurada para transmitir, en una conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, una señal de sincronización S_1 que comprende un par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según una primera ordenación, y

una lógica configurada para transmitir, en otra conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, una señal de sincronización S_2 que comprende el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según una segunda ordenación,

donde:

15 cada miembro del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j se elige a partir de un grupo que comprende N_{seq} secuencias diferentes, donde N_{seq} es al menos

$$N_{seq} = \text{ceil} \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2} \right) \text{ secuencias diferentes;}$$

el par seleccionado de secuencias está unívocamente identificado con el grupo de células particular, donde $i, j \in [1, \dots, N_{seq}]$ y $\tilde{S}_i \neq \tilde{S}_j$; y

20 el aparato está configurado para operar de tal modo que la primera ordenación de las secuencias se utiliza solamente para la transmisión en la primera conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, y la segunda ordenación de las secuencias se utiliza solamente para la transmisión en la citada otra conocida de las ranuras de tiempo.

17.- El aparato de la reivindicación 16, en el que:

25 la capa física del sistema de comunicación celular emplea Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal;

30 la lógica configurada para transmitir, en la primera conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, la señal de sincronización S_1 que comprende el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según la primera ordenación, efectúa la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j mediante la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i sobre un primer conjunto de una o más sub-portadoras, y la transmisión de la secuencia \tilde{S}_j sobre un segundo conjunto de una o más sub-portadoras, y

35 la lógica configurada para transmitir, en dicha otra conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, la señal de sincronización S_2 que comprende el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según la segunda ordenación, efectúa la segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j mediante la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i sobre el primer conjunto de una o más sub-portadoras, y la transmisión de la secuencia \tilde{S}_j sobre el segundo conjunto de una o más sub-portadoras.

18.- El aparato de la reivindicación 17, en el que la primera y la segunda señales de sincronización S_1 y S_2 y las secuencias \tilde{S}_i y \tilde{S}_j , son todas de igual longitud.

19.- El aparato de la reivindicación 16, en el que:

40 en la capa física del sistema de comunicación celular, los símbolos de la señal de sincronización S_1 están separados en un dominio de frecuencia;

la lógica configurada para transmitir, en la primera conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, la señal de sincronización S_1 que comprende el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según la primera ordenación, efectúa la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j mediante la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i sobre un primer conjunto de frecuencias, y la transmisión de la secuencia \tilde{S}_j sobre un

5

segundo conjunto de frecuencias; y la lógica configurada para transmitir, en dicha otra conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, la señal de sincronización S_2 que comprende el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según la segunda ordenación, efectúa la segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j mediante la transmisión de la secuencia \tilde{S}_j sobre el primer conjunto de frecuencias, y la transmisión de la secuencia \tilde{S}_i sobre el

10

20.- El aparato de la reivindicación 16, en el que el uso de la primera ordenación de las secuencias solamente para la transmisión en la primera conocida de las ranuras de tiempo de la trama de radio, y el uso de la segunda ordenación de las secuencias solamente para la transmisión en dicha otra conocida de las ranuras de tiempo, permiten la detección de temporización de trama de radio utilizando solamente una de las señales de sincronización S_1 y S_2 .

15

21.- Un aparato para detectar parámetros de temporización y una identidad de un grupo de células particular a partir de un número, M , de posibles grupos de células en una señal recibida en un sistema de comunicación celular que emplea una trama de radio en una capa física, comprendiendo la trama de radio un número de ranuras de tiempo que incluyen dos ranuras de tiempo asociadas a un canal de sincronización, comprendiendo el aparato:

20

una lógica configurada para recibir, en una de las ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización, una de entre una primera y una segunda señales de sincronización S_1 y S_2 , donde la primera señal de sincronización S_1 comprende un par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según una primera ordenación, y la segunda señal de sincronización S_2 comprende el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j dispuestas según una segunda ordenación;

25

una lógica configurada para determinar cuál de un número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_i recibida, cuál del número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_j recibida, y si el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas estaban dispuestas según la primera ordenación o la segunda ordenación, donde el número de secuencias predefinidas se elige a partir de un grupo que comprende N_{seq} secuencias diferentes, donde N_{seq} es de al menos

$$N_{seq} = \text{ceil} \left(\frac{1 + \sqrt{1 + 8M}}{2} \right) \text{ secuencias diferentes;}$$

30

una lógica configurada para identificar el grupo de células particular llevando a cabo un proceso de identificación de grupo de células que incluye determinar con qué grupo de células están asociadas unívocamente el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas; y

35

una lógica configurada para determinar en cuál de las dos ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización fue recibida la primera de entre la primera y la segunda señales de sincronización, utilizando información que indica si las secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j fueron recibidas según la primera ordenación o la segunda ordenación.

22.- El aparato de la reivindicación 21, en el que:

40

la capa física del sistema de comunicación celular emplea Multiplexado por División de Frecuencia Ortogonal;

la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j provoca que la secuencia \tilde{S}_i sea recibida sobre un primer conjunto de una o más sub-portadoras, y la secuencia \tilde{S}_j sea recibida sobre un segundo conjunto de una o más sub-portadoras; y

la segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j provoca que la secuencia \tilde{S}_j sea recibida sobre el primer conjunto de una o más sub-portadoras y la secuencia \tilde{S}_i sea recibida sobre el segundo conjunto de una o más sub-portadoras.

5 23.- El aparato de la reivindicación 22, en el que la primera y la segunda señales de sincronización S_1 y S_2 y las secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j , son todas de igual longitud.

24.- El aparato de la reivindicación 21, en el que:

en la capa física del sistema de comunicación celular, los símbolos de la señal de sincronización S_1 están separados en un dominio de frecuencia;

10 la primera ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j provoca que la secuencia \tilde{S}_i sea recibida sobre un primer conjunto de frecuencias y la secuencia \tilde{S}_j sea recibida sobre un segundo conjunto de frecuencias; y

la segunda ordenación del par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j provoca que la secuencia \tilde{S}_j sea recibida sobre el primer conjunto de frecuencias y la secuencia \tilde{S}_i sea recibida sobre el segundo conjunto de frecuencias.

15 25.- El aparato de la reivindicación 21, en el que la lógica configurada para recibir, en una de las ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización, una de entre la primera y la segunda señales de sincronización S_1 y S_2 , comprende:

una lógica configurada para recibir el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j simultáneamente.

26.- El aparato de la reivindicación 21, que comprende:

20 una lógica configurada para detectar temporización de trama de radio utilizando información que indica en cuál de las dos ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización fue recibida la primera de entre la primera y la segunda señales de sincronización.

27.- El aparato de la reivindicación 21, en el que la lógica configurada para identificar el grupo de células particular mediante la determinación del grupo de células con el que están asociadas unívocamente el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas comprende una lógica configurada para usar el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas para localizar una entrada en una tabla de búsqueda.

25 28.- El aparato de la reivindicación 21, en el que la lógica configurada para identificar el grupo de células particular mediante la determinación del grupo de células con el que están asociadas unívocamente el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas comprende circuitería de cálculo.

30 29.- El aparato de la reivindicación 21, en el que la lógica configurada para determinar en cuál de las dos ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización fue recibida la primera de entre la primera y la segunda señales de sincronización utilizando información que indica si las secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j fueron recibidas según la primera ordenación o la segunda ordenación, comprende:

una tabla de búsqueda; y

una lógica configurada para usar el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas para localizar una entrada en la tabla de búsqueda.

35 30.- El aparato de la reivindicación 21, en el que la lógica configurada para determinar en cuál de las dos ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización fue recibida la primera de entre la primera y la segunda señales de sincronización utilizando información que indica si las secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j fueron recibida según la primera ordenación o la segunda ordenación, comprende:

circuitería de cálculo que toma como entrada el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas.

40 31.- El aparato de la reivindicación 21, que comprende:

una lógica configurada para recibir, en otra de las ranuras de tiempo asociadas al canal de sincronización, otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización;

una lógica configurada para determinar si un tipo de procedimiento de búsqueda de célula que va a ser llevado a cabo es un procedimiento de búsqueda de célula inter-frecuencia;

5 una lógica configurada para determinar si el tipo de procedimiento de búsqueda de célula que va a ser llevado a cabo es un procedimiento de búsqueda de célula de tecnología de acceso inter-radio;

una lógica configurada para determinar si el tipo de procedimiento de búsqueda de célula que va a ser llevado a cabo es un procedimiento de búsqueda intra-célula;

10 una lógica configurada para responder al tipo de procedimiento de búsqueda de célula que va a ser llevado a cabo que no sea ninguno de entre el procedimiento de búsqueda de célula inter-frecuencia, el procedimiento de búsqueda de célula de tecnología de acceso inter-radio o el procedimiento de búsqueda intra-célula, procediendo a:

determinar cuál del número de secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_i recibida de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización, cuál del número de

15 secuencias predefinidas se empareja mejor con la secuencia \tilde{S}_j recibida de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización, y si el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización estaban dispuestas según la primera ordenación o la segunda ordenación,

20 donde el proceso de identificación de grupo de células incluye además determinar el grupo de células con el que se asocian unívocamente el par de secuencias \tilde{S}_i, \tilde{S}_j recibidas de la otra de entre la primera y la segunda señales de sincronización.

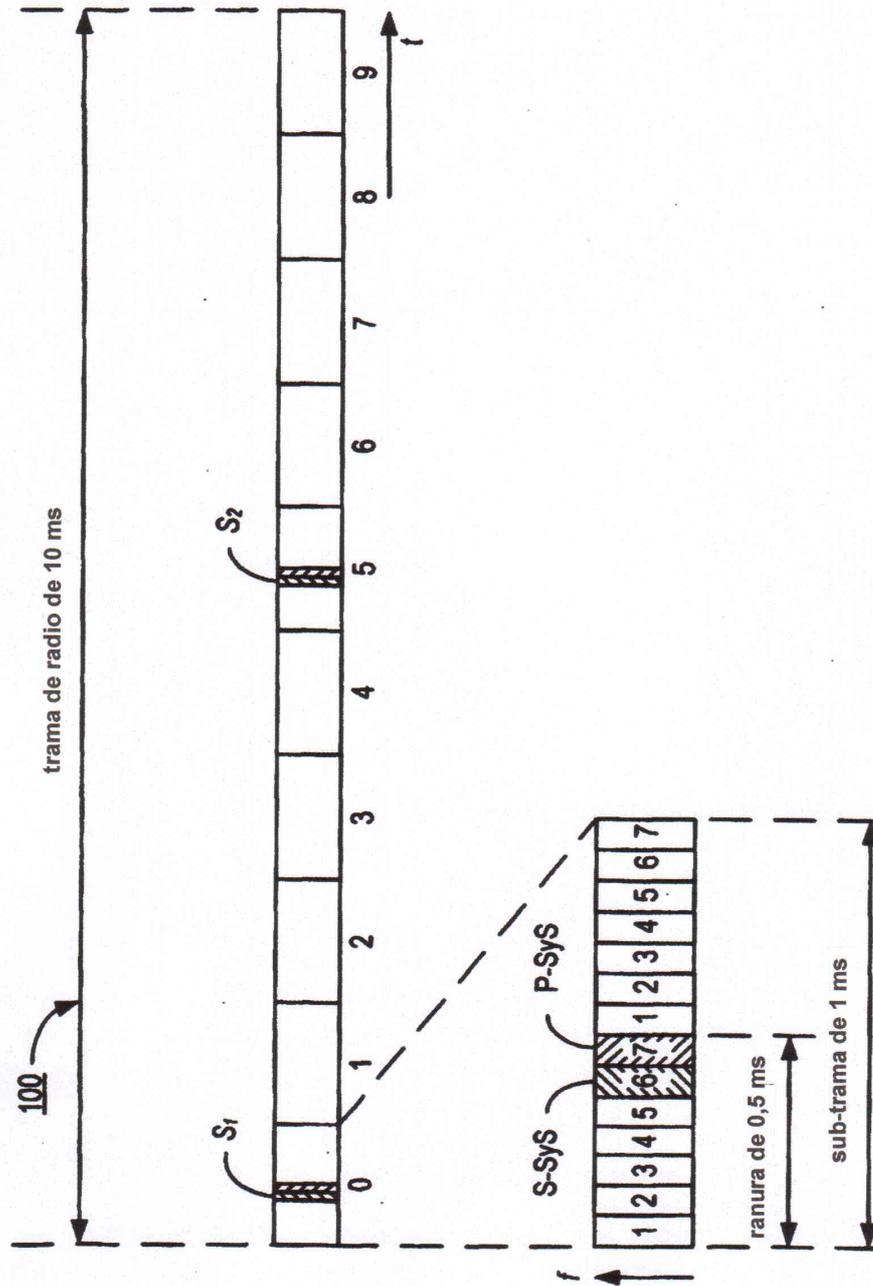


FIG. 1

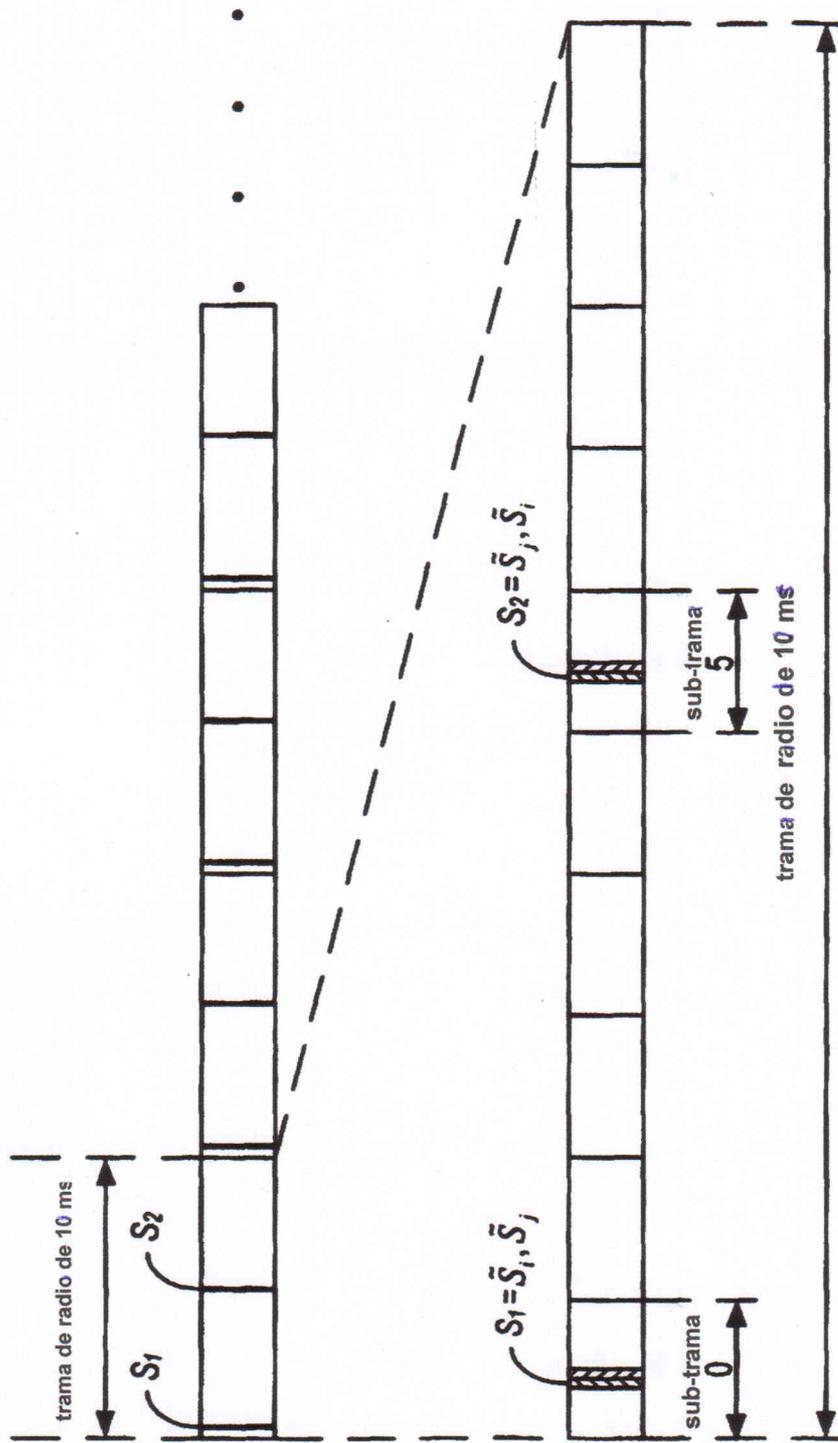


FIG. 2(a)

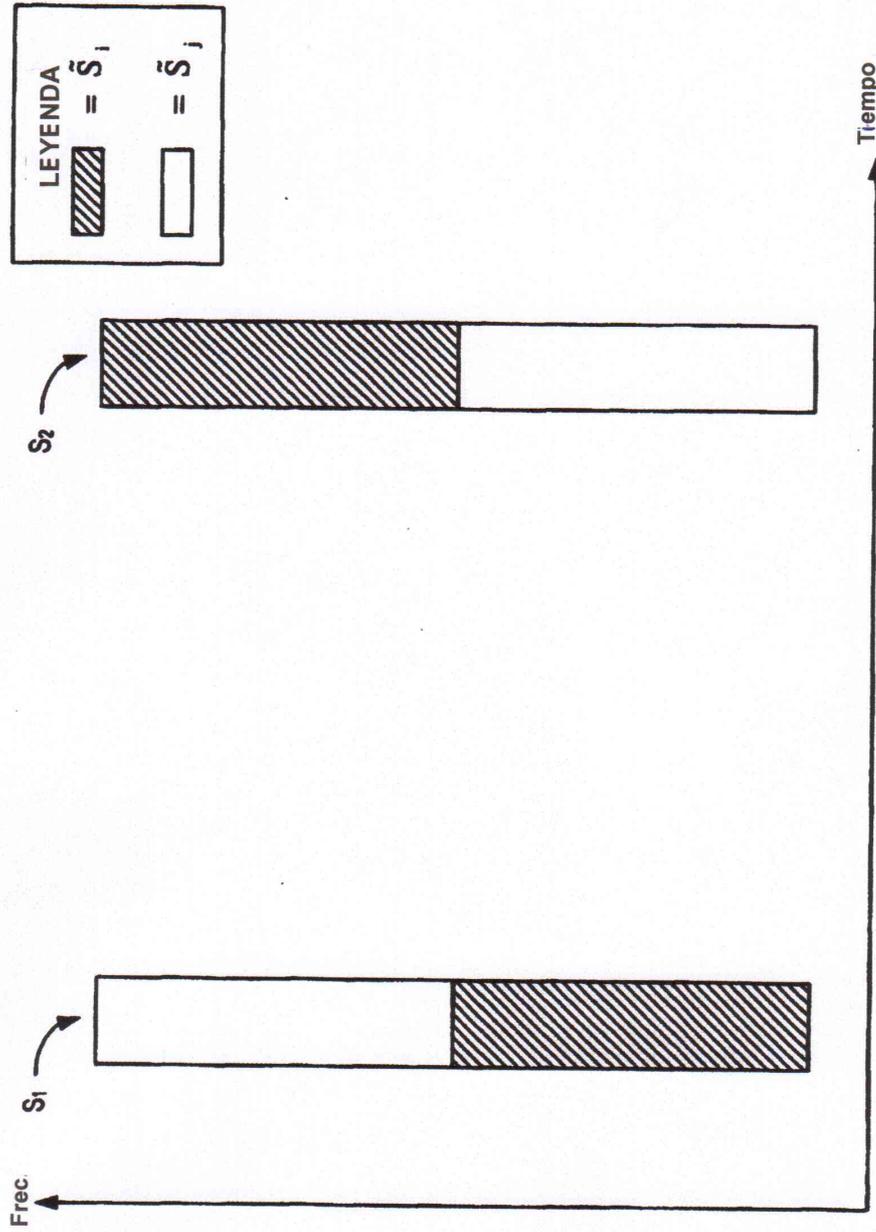


FIG. 2b

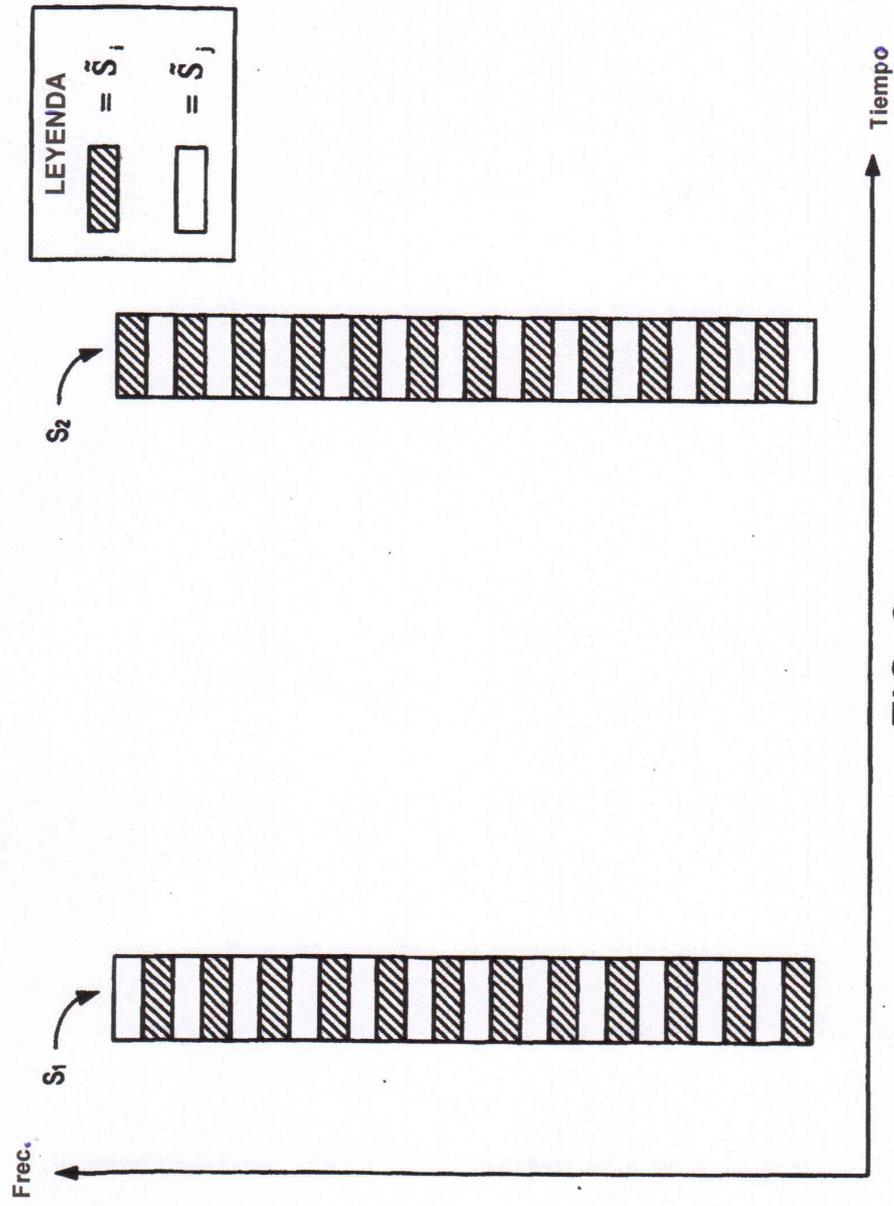


FIG. 2c

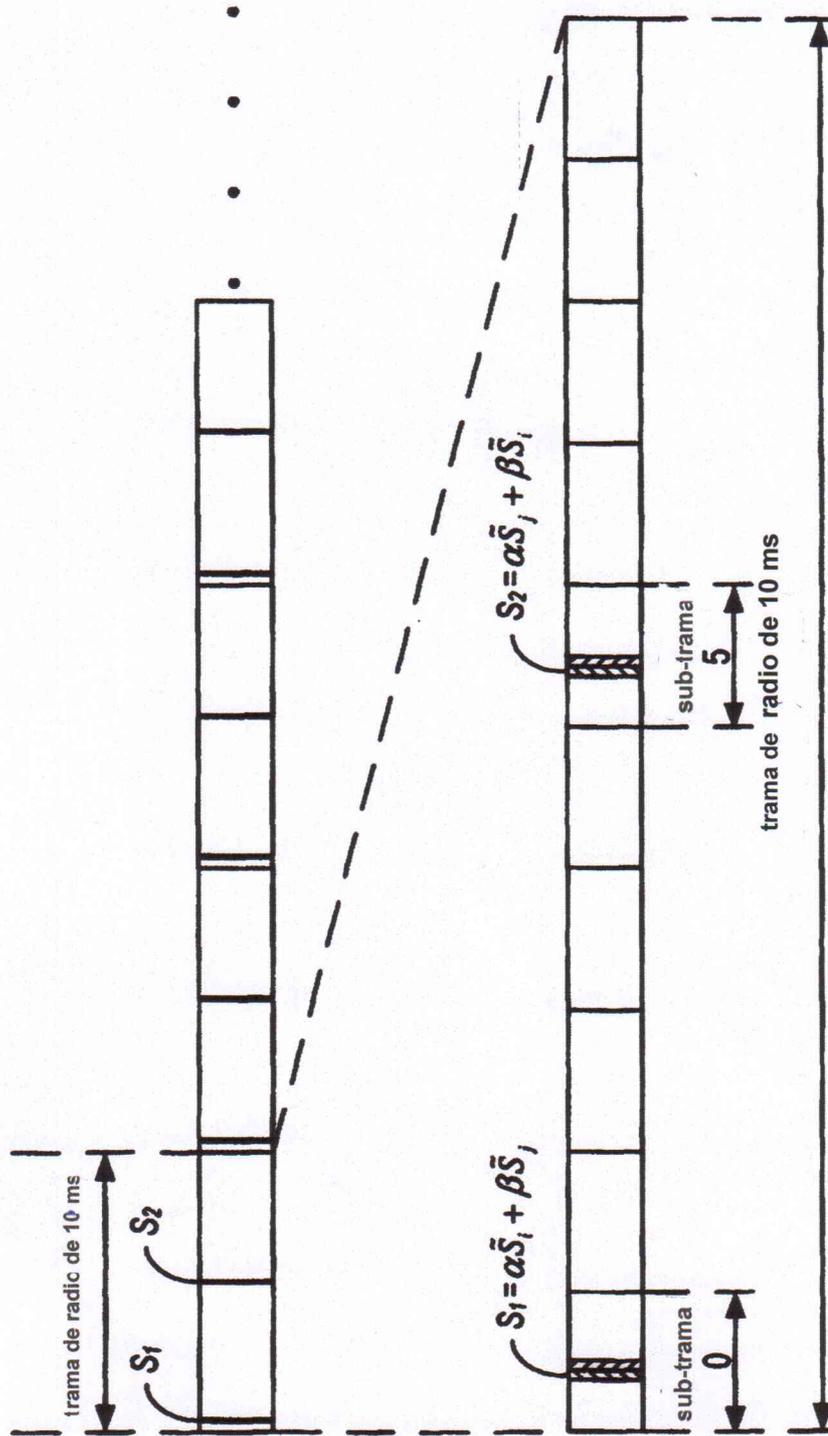


FIG. 2(d)

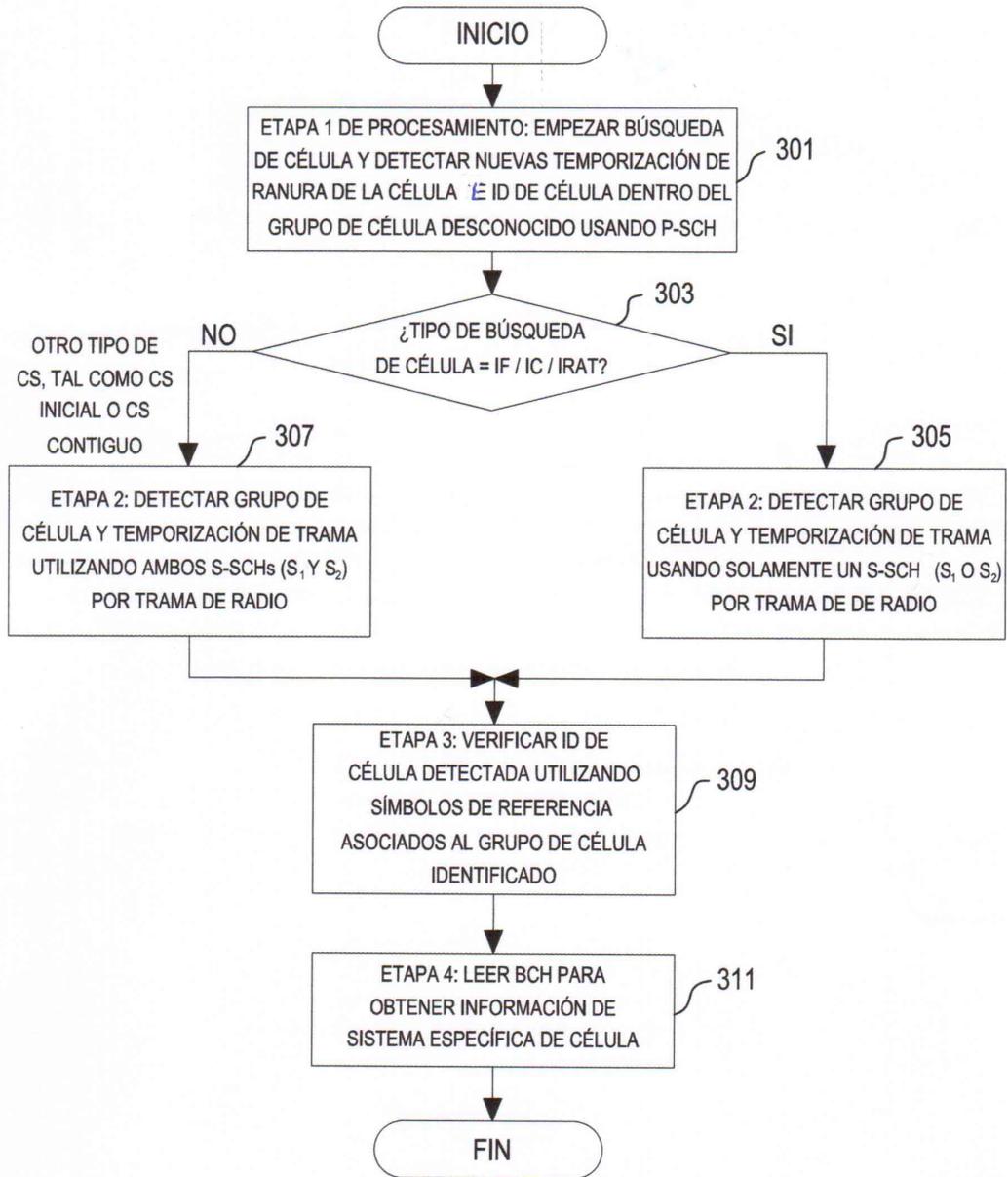


FIG. 3