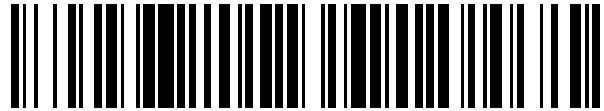


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 523 671**

51 Int. Cl.:

H04J 13/14 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2008 E 08734126 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.09.2014 EP 2120379**

54 Título: **Método, aparato y sistema de comunicación móvil para determinar un conjunto de longitudes de zona de correlación nula**

30 Prioridad:

30.04.2007 CN 200710074200

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

28.11.2014

73 Titular/es:

**HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building Bantian
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129 , CN**

72 Inventor/es:

MAURITZ, OSKAR

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 523 671 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

Método, aparato y sistema de comunicación móvil para determinar un conjunto de longitudes de zona de correlación nula

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a la tecnología de la comunicación móvil y más en particular, a un método, un aparato y un sistema de comunicación móvil de determinación de un conjunto de longitudes de Zona de Correlación Nula en la tecnología de Preámbulo de Acceso Aleatorio (RAP).

10

Antecedentes de la invención

En un sistema de comunicación móvil, un Preámbulo de Acceso Aleatorio se suele transmitir a una estación base por un terminal móvil para iniciar el procedimiento de acceso aleatorio y para permitir la sincronización del terminal móvil con la estación base.

15

Existen 64 preámbulos en cada célula en el documento de "3GPP TS 36.211 v1.0.0 – Canales físicos y modulación" que se publicó en marzo de 2007. Cuando se inicia un procedimiento de acceso aleatorio, un terminal móvil transmite uno de los 64 preámbulos. Un mensaje se transmite a una estación base por la estación móvil seleccionando un preámbulo particular.

20

Antes de transmitir el preámbulo, un terminal móvil debe sincronizarse a la frecuencia portadora y la temporización de tramas de una estación base se hace sincronizada con el enlace descendente. Aunque el terminal móvil esté sincronizado con el enlace descendente, existe una incertidumbre cuando una señal transmitida por el terminal móvil llega a la estación base. Esto es así porque un terminal móvil alejado de la estación base recibirá señales de enlace descendente con un mayor retardo que un terminal móvil próximo a la estación base y las señales transmitidas en enlace ascendente tendrán más tiempo para propagarse a la estación base para un terminal móvil que esté alejado de la estación base en comparación con las señales procedentes de un terminal móvil próximo a la estación base. La incertidumbre en el tiempo de desplazamiento de ida y vuelta causa interferencias entre las señales de enlace ascendente transmitidas por diferentes terminales móviles a no ser que la sincronización de enlace ascendente se realice antes de la transmisión de datos en enlace ascendente.

25

30

La transmisión de cualquiera de los preámbulos RAPs permite a una estación base estimar el tiempo de llegada de una señal de enlace ascendente. A continuación, la estación base puede, basándose en la estimación del tiempo de llegada, transmitir un orden por anticipado a un terminal móvil para garantizar la sincronización de enlace ascendente. En consecuencia, una vez que se transmita un preámbulo por un terminal móvil, la estación base puede detectar qué preámbulo ha sido transmitido y estimar el tiempo de llegada.

35

Para obtener buenas propiedades de detección de los preámbulos o para estimar, con exactitud, el tiempo de llegada de la señal de enlace ascendente, el conjunto de preámbulos debe diseñarse para tener buenas propiedades de autocorrelación y correlaciones cruzadas.

40

El conjunto de RAPs en la red UTRA Evolucionada (E-UTRA) se define a partir de una o varias secuencias raíz. Un subconjunto de los preámbulos $x_{u,v}(k)$ se genera a partir de la secuencia de Zadoff-Chu (ZC) raíz de u -ésimo orden $x_u(k)$ mediante desplazamientos cíclicos de una pluralidad de los incrementos de desplazamiento N_{cs} . Más concretamente, $x_{u,v}(k)$ puede generarse en conformidad con la ecuación siguiente:

45

$$x_{u,v}(k) = x_{u,v}((k + vN_{cs}) \bmod N_{zc}), \quad (1)$$

50

en donde v es un número entero y N_{zc} es la longitud de la secuencia ZC definida por:

$$x_u(k) = W^{uk(k+1)/2}, \quad k=0,1,\dots,N_{zc}-1, \quad W = e^{-j2\pi/N_{zc}}, \quad j = \sqrt{-1} \quad (2)$$

55

El número de preámbulos que puede generarse a partir de una secuencia raíz única es $N_{pre} = \lfloor N_{zc} / N_{cs} \rfloor$, en donde $\lfloor n \rfloor$ indica el mayor número entero no superior a n . Si $N_{pre} < 64$, entonces varios subconjuntos de preámbulos, generados desde diferentes secuencias raíces, se requieren para obtener 64 preámbulos en una célula. La correlación cruzada entre diferentes secuencias raíces es pequeña pero sigue siendo mayor que la correlación cruzada entre secuencias generada por una secuencia raíz única. Por ello, es conveniente para el rendimiento de la detección, tener $N_{pre} = 64$ si N_{pre} no pudo establecerse con un mayor valor.

60

El número de secuencias ZC contenido en cada conjunto de secuencias ZC con longitud de N_{zc} es $N_{zc}-1$. Si el

número de secuencias raíces para la obtención de los 64 preámbulos de una célula es N_r , $N_r = \lceil 64 / N_{pre} \rceil$, en donde $\lfloor n \rfloor$ indica el número entero mínimo no superior a n , entonces el número de conjuntos disyuntos es $N_D = \lfloor (N_{zc} - 1) / N_r \rfloor$. Diferentes células en una red deben hacer uso de preámbulos obtenidos a partir de conjuntos disyuntos de secuencias raíces, de modo que la estación base conozca si un preámbulo transmitido está previsto para una determinada célula o no. Cuanto mayor es el número de secuencias raíces N_r que se necesita para obtener 64 preámbulos en una célula, tanto menor es el número de conjuntos disyuntos de RAPs N_D . Por ello, desde la perspectiva de la planificación de la red es deseable tener $N_{pre} = 64$ y si ello no es posible, tener un valor tan alto como sea posible de N_{pre} .

Un subconjunto de preámbulos generados por la ecuación (1) es un conjunto de las así denominadas secuencias de Zona de Correlación Nula (ZCZ). La definición para un conjunto de secuencias de ZCZ es como sigue: un conjunto de M secuencias $\{d_v(k)\}$, $v=0,1,\dots, M-1$, $k=0,1,\dots, N-1$, de longitud N , se dice que es un conjunto de secuencias ZCZ, si todas las secuencias en el conjunto satisfacen las propiedades de autocorrelación y de correlación cruzada siguientes.

La función de autocorrelación periódica $\sum_{k=0}^{N-1} d_v(k) d_v^*((k+p) \bmod N)$ es cero para todos los valores de p tal como $0 < |p| \leq T$, y la función de correlación cruzada periódica $\sum_{k=0}^{N-1} d_v(k) d_w^*((k+p) \bmod N)$ es cero para todos los valores de p , tal como $|p| \leq T$ (incluyendo $p = 0$), en donde T es la longitud de ZCZ.

Una secuencia de ZC tiene una autocorrelación periódica ideal, a modo de ejemplo, $\sum_{k=0}^{N-1} x_u(k) x_u^*((k+p) \bmod N)$ es cero para todos los valores de p no nulos. De este modo, el conjunto de preámbulos definidos como desplazamientos cíclicos de la secuencia raíz en conformidad con la ecuación (1) es un conjunto de secuencias ZCZ, en donde la longitud de ZCZ es $T=N_{cs}-1$.

Sobre la base de $N_{pre} = \lfloor N_{zc} / N_{cs} \rfloor$, N_{cs} debe tener un valor lo más pequeño posible con el fin de hacer que N_{pre} sea lo mayor posible. No obstante, el valor de N_{cs} no debe ser demasiado pequeño. En una estación base, se utiliza un banco de correladores cuando se reciben RAPs, de modo que exista un solo correlador para cada preámbulo. Cada correlador proporciona el tiempo de llegada desde 0 a $T \times T_s = (N_{cs}-1) \times T_s$, en donde T_s es el periodo del símbolo de la secuencia. La propiedad de ZCZ del conjunto de preámbulos implica que el correlador, para cualquier preámbulo, proporcionará una salida nula si se transmite cualquier otro preámbulo tan largo como la suma del tiempo de desplazamiento de ida y vuelta y el retardo disperso en la célula es menor o igual al producto de la longitud de ZCZ y de T_s (esto es, $T \times T_s$). El tiempo máximo de desplazamiento de ida y vuelta T_r en una célula, viene dado por el radio de la célula **R**: $T_r = 2R/c$, en donde c es la velocidad de la luz. De este modo, el valor mínimo de la longitud de ZCZ y el valor mínimo de la longitud de N_{cs} , para una determinada célula, aumenta con el radio de la célula. Por lo tanto, el valor de los N_{cs} seleccionados debe ser suficientemente grande para garantizar que se satisfagan las condiciones antes citadas.

Puesto que el radio de la célula a soportarse en E-UTRA es desde 1 km a 100 km y puesto que N_{cs} debe ser lo más pequeño posible para cualquier célula dada, existe una necesidad de múltiples valores de N_{cs} . El valor de un N_{cs} en una célula es un difundido a un terminal móvil por una estación base. Por supuesto, la estación base puede difundir la longitud de ZCZ al terminal móvil, de modo que el terminal móvil tenga conocimiento sobre cómo generar preámbulos. Es deseable tener la menor cantidad posible de señalización en el canal de difusión para evitar una sobrecarga. Por lo tanto, para conseguir una sobrecarga de señalización baja, debería ser un conjunto predefinido limitado de valores de N_{cs} o un conjunto de longitudes de ZCZ.

Actualmente, se propone en el documento 3GPP Tdoc "R1-071661- Sobre la construcción y señalización de preámbulos de RACH" dado a conocer en marzo de 2007 en el que el valor de incremento de desplazamiento cíclico N_{cs} , en la célula, se propuso para señalizarse al equipo de usuario UE pero no existía ninguna restricción sobre los valores del incremento de desplazamiento cíclico, lo que daría lugar a una magnitud importante de la señalización. Una propuesta alternativa se proporciona en el documento 3GPP Tdoc "R1-071471 – Cuestiones pendientes en el diseño de preámbulo de acceso aleatorio para una red E-UTRA" dado a conocer en marzo de 2007, que es para tener 11 valores de N_{cs} sin especificación de cómo seleccionar los valores. Por supuesto, no se describe en estos documentos cómo seleccionar las longitudes de ZCZ. Actualmente, no existe ningún sistema factible para seleccionar un conjunto limitado adecuado de longitudes de ZCZ, con el fin de garantizar una sobrecarga de señalización pequeña y limitada. Se propone en el documento 3GPP Tdoc "R1-062556-RACH Diseño de Secuencias Basado en el Método de Repetición" dado a conocer en octubre de 2006 en el que la longitud básica de RACH debe ser mayor que 0.5 ms y el tamaño de ZCZ y la longitud de CP debe cambiarse en función del tamaño de la célula.

Sumario de la invención

5 Es un objetivo de la invención dar a conocer un método, una estación base y un sistema de comunicación móvil, que permita la selección de un conjunto limitado de longitudes de ZCZ para mejorar la calidad del acceso aleatorio de terminales móviles y para disminuir los gastos generales de la señalización. Este objetivo se consigue mediante las características de las reivindicaciones independientes. Otras formas de puesta en práctica son evidentes a partir de las reivindicaciones subordinadas, la descripción y las Figuras.

10 Una forma de realización de la invención da a conocer un método de determinación de un conjunto de longitudes de ZCZ, cuyo método comprende: determinación de una longitud de una secuencia raíz; selección de dicho conjunto de longitudes de ZCZ que, para cualquier radio de célula, el número máximo de preámbulos determinados a partir de una longitud de ZCZ seleccionada a partir del conjunto seleccionado de longitudes de ZCZ, siendo la longitud de ZCZ aplicable a la célula y siendo capaz de determinar un número máximo de preámbulos, es el más próximo al número máximo de preámbulos determinados a partir de una longitud de ZCZ seleccionada a partir del conjunto de todos los números enteros, siendo la longitud de ZCZ aplicable a la célula y siendo capaz de determinar un número máximo de preámbulos, en donde el número máximo de preámbulos se determina a partir de la longitud de la secuencia raíz y de una longitud de ZCZ seleccionada.

20 Otra forma de realización de la invención da a conocer un aparato de determinación de un conjunto de longitudes de ZCZ, cuyo aparato comprende: una unidad de determinación de longitud, adaptada para determinar la longitud de una secuencia raíz y una unidad de selección de conjunto, adaptada para seleccionar dicho conjunto de longitudes de ZCZ que, para cualquier radio de célula, el número máximo de preámbulos determinados a partir de una longitud ZCZ seleccionada de entre el conjunto seleccionado de longitud ZCZ, siendo la longitud ZCZ aplicable a la célula y siendo capaz de determinar un número máximo de preámbulos, es el más próximo al número máximo de preámbulos determinados a partir de una longitud ZCZ seleccionada desde el conjunto de todos los números enteros, siendo la longitud ZCZ aplicable a la célula y siendo capaz de determinar un número máximo de preámbulos, en donde el número máximo de preámbulos se determina a partir de la longitud de la secuencia raíz y de una longitud ZCZ seleccionada.

30 Otra forma de realización de la invención da a conocer una estación base, que incluye: una unidad de determinación de longitud, adaptada para determinar una longitud de una secuencia raíz y una unidad de selección de conjunto, adaptada para seleccionar dicho conjunto de longitudes ZCZ que, para cualquier radio de célula, el número máximo de preámbulos determinados a partir de una longitud ZCZ seleccionada desde el conjunto seleccionado de longitudes ZCZ, siendo la longitud ZCZ aplicable a la célula y siendo capaz de determinar un número máximo de preámbulos, es el más próximo al número máximo de preámbulos determinado a partir de una longitud ZCZ seleccionada desde el conjunto de todos los números enteros, siendo aplicable a la célula siendo capaz de determinar un número máximo de preámbulos, en donde el número máximo de preámbulos se determina a partir de la longitud de la secuencia raíz y una longitud ZCZ seleccionada.

40 Otra forma de realización de la invención da a conocer un sistema de comunicación móvil, cuyo sistema comprende una estación base y un terminal móvil, estando la estación base adaptada para interactuar con el terminal móvil y para especificar una longitud de ZCZ a partir de un conjunto de longitudes ZCZ para el terminal móvil; el terminal móvil está adaptado para generar un preámbulo en función de la longitud ZCZ especificada por la estación base y para transmitir una señal de enlace ascendente a la estación base utilizando el preámbulo; el conjunto de longitudes de ZCZ es tal que un conjunto de longitudes ZCZ que, para cualquier radio de célula, el número máximo de preámbulos determinado a partir de la longitud ZCZ seleccionada desde el conjunto seleccionado de longitudes ZCZ, siendo la longitud de ZCZ aplicable a la célula y capaz de determinar un número máximo de preámbulos, es el más próximo al número máximo de preámbulos determinados a partir de una longitud ZCZ seleccionada desde el conjunto de todos los números enteros, siendo la longitud de ZCZ aplicable a la célula y capaz de determinar un número máximo de preámbulos, en donde el número máximo de preámbulos se determina a partir de la longitud de la secuencia raíz y una longitud ZCZ seleccionada.

50 En una forma de realización de la invención, el conjunto limitado de longitudes ZCZ que se selecciona debe satisfacer una determinada condición, proporcionando así una solución técnica para seleccionar un conjunto limitado de longitudes de ZCZ que es buena en relación con la disminución de los gastos generales de señalización.

Breve descripción de los dibujos

60 La Figura 1 es un diagrama de flujo que ilustra una forma de realización del método de la invención;

La Figura 2 es un diagrama que ilustra la relación entre el número máximo de preámbulos y el radio de la célula según una forma de realización de la invención;

65 La Figura 3 es un diagrama que ilustra el valor de la diferencia relativa máxima en el intervalo de radio de célula k según una forma de realización de la invención;

La Figura 4 es un diagrama de bloques de la estación base según una forma de realización de la invención y

La Figura 5 es un diagrama que ilustra el sistema de comunicación móvil según una forma de realización de la invención.

5 Descripción detallada de la invención

La solución general de una forma de realización de la invención se describe en primer lugar, incorporando la Figura 1. Según se ilustra en la Figura 1, la forma de realización incluye:

10 Etapa 101: Se determina la longitud de la secuencia raíz;

15 Etapa 102: Un conjunto de longitudes de ZCZ se selecciona de modo que, para cualquier radio de la célula, el número máximo de preámbulos determinados a partir de una longitud de ZCZ, que se selecciona desde el conjunto seleccionado de longitudes de ZCZ y es aplicable a la célula y capaz de determinar un número máximo de preámbulos, es el más próximo al número máximo de preámbulos obtenidos a partir de una longitud de ZCZ que se selecciona desde el conjunto de todos los números enteros y es aplicable a la célula y capaz de determinar un número máximo de preámbulos, en donde el número máximo de preámbulos se determina a partir de la longitud de la secuencia raíz y de una longitud de ZCZ seleccionada.

20 En una forma de realización de la invención, debe asegurarse que el producto de una longitud de ZCZ y del periodo del símbolo de la secuencia sea mayor que la suma del tiempo de ida y vuelta y el retardo disperso de una célula, esto es, $T \times T_s > T_r + T_d$, donde T es la longitud de ZCZ, T_s es el periodo del símbolo, T_r es el tiempo de ida y vuelta y T_d es el retardo disperso.

25 Puesto que el tiempo máximo de ida y vuelta T_r en una célula se determina por el radio de la célula R , esto es, $T_r = 2R/c$, en donde c es la velocidad de la luz, $T \times T_s > T_r + T_d$, puede ser objeto de nueva escritura como $T \times T_s > 2R/c + T_d$.

30 Además, puesto que $T = N_{cs} - 1$, $T \times T_s > 2R/c + T_d$ puede ser objeto de reescritura como $(N_{cs} - 1) \times T_s > 2R/c + T_d$. Por lo tanto, $N_{cs} > 1 + (2R/c + T_d) / T_s$.

35 De forma adicional, puesto que $N_{pre} = \lfloor N_{zc} / N_{cs} \rfloor$, $N_{pre} < \lfloor N_{zc} / (1 + (2R/c + T_d) / T_s) \rfloor$. De este modo, N_{pre} puede ser una función del radio de la célula R . Por supuesto, el radio de la célula puede ser también variable y el valor de N_{pre} disminuye cuando aumenta el valor de N_{cs} .

40 En una forma de realización de la invención, un conjunto limitado de valores de N_{cs} se construye, esto es, para un determinado radio de la célula, el valor de N_{pre} correspondiente al valor de N_{cs} mínimo, que se selecciona a partir del conjunto limitado y es aplicable a la célula, es el más próximo al N_{pre} correspondiente al valor de N_{cs} mínimo que se selecciona a partir del conjunto de todos los números enteros y es aplicable a la célula. Además, una diferencia relativa máxima puede construirse a partir de N_{pre} . Esta diferencia relativa máxima está comprendida entre el valor de $N_{pre}(R)$ que se determina a partir del valor de N_{cs} mínimo seleccionado desde el conjunto de números enteros y es aplicable a la célula, y el valor $N_{pre}(R)$ que se determina a partir del valor del N_{cs} mínimo seleccionado desde el conjunto limitado y es aplicable a la célula. Si el conjunto limitado finalmente determinado o seleccionado es tal que un conjunto en el que la diferencia relativa máxima entre el valor de $N_{pre}(R)$ que se determina a partir del valor de N_{cs} mínimo seleccionado desde el conjunto de números enteros y es aplicable a la célula y el valor de $N_{pre}(R)$ que se determina a partir del valor de N_{cs} mínimo seleccionado desde el conjunto limitado y es aplicable a la célula, se reduce al mínimo en una célula de cualquier radio, con lo que este conjunto limitado es uno requerido.

50 Según se ilustra en la Figura 2, la curva A indica que para cualquier radio de célula, un número entero desde el conjunto de todos los números enteros puede seleccionarse como N_{cs} de la célula, en donde un número máximo de secuencias de preámbulos puede generarse sobre la base del número entero seleccionado y las secuencias de preámbulos generadas son aplicables a la célula. La curvatura B indica un conjunto de N_{cs} que incluye un número limitado de N_{cs} . Cuando el número limitado de N_{cs} se aplica en células de todos los radios, dentro de un determinado intervalo de radios de células, se utilizará un mismo valor N_{cs} para todos los radios de células. De este modo, el valor de N_{cs} debe determinarse en función del radio de célula máximo en el intervalo de radios de células. En comparación con A, disminuye el número de preámbulos generados en conformidad con B.

60 Bajo estas condiciones, si el conjunto limitado seleccionado asegura que la diferencia relativa máxima entre el valor de $N_{pre}(R)$ determinado a valor de un valor de N_{cs} seleccionado desde cualquier número entero y el valor $N_{pre}(R)$ determinado a partir de un valor de N_{cs} seleccionado desde el conjunto limitado es reducido al mínimo y se supone que el valor de $N_{pre}(R)$ determinado a partir de un valor de N_{cs} seleccionado desde cualquier número entero es $A(R)$ y el $N_{pre}(R)$ determinado a partir de un valor de N_{cs} seleccionado desde el conjunto limitado es $B(R)$ y luego, $A(R)$ y

$B(R)$ se ilustran respectivamente en la Figura 2.

Según se deduce de la Figura 2, existe una pequeña desviación entre $A(R)$ y $B(R)$. Para un determinado de radio de célula R , la desviación de $B(R)$ respecto a $A(R)$ para algunos radios de células R puede aumentar el número de secuencias raíces requeridas para ese radio de célula R . El aumento del número de secuencias raíces se hace muy importante para grandes radios de células, en donde N_{pre} es pequeño. A modo de ejemplo, si $A(R) = 3$ y $B(R) = 2$, el número de secuencias raíces aumenta de forma significativa, desde $\lceil 64/3 \rceil = 22$ to $\lceil 64/2 \rceil = 32$. Una medida adecuada de la desviación de B respecto de A debe ponderar, por lo tanto, la diferencia $A-B$ con más alto peso para un valor pequeño de N_{pre} , p.e., considerando la diferencia relativa máxima entre $A(R)$ y $B(R)$, es decir, $[A(R) - B(R)]/A(R)$. Se adoptará la diferencia relativa máxima entre $A(R)$ y $B(R)$ en todos los radios de células como la medición de la desviación de $B(R)$ respecto a $A(R)$ y se determinará un conjunto de valores de N_{cs} que reduzca al mínimo esta medición. Este conjunto puede consistir en un $N_{cs} = 0$ y $K + 1$ valores N_{cs} no nulos. El número total de valores de N_{cs} en el conjunto es $K + 2$.

A modo de ejemplo, en una célula relativamente pequeña, sería posible generar 64 preámbulos de ZCZ a partir de una secuencia raíz única si $N_{cs} = \lfloor N_{zc} / 64 \rfloor$. Este valor es el más pequeño valor en el conjunto de $N_{cs}(k)$.

El valor máximo, $N_{cs}(k)$, es el que permite tener 2 secuencias de ZCZ a partir de un conjunto de secuencias raíces únicas, de modo que sea $\lfloor N_{zc} / 2 \rfloor$.

Para las mayores células, existe solamente una RAP generada a partir de cada secuencia raíz, por lo tanto, $N_{cs}(K+1) = 0$.

La diferencia relativa máxima entre $A(R)$ y $B(R)$, esto es, $[A(R) - B(R)]/A(R)$, es no creciente con el radio R dentro del intervalo de $[r(k-1), r(k)]$ y siendo el intervalo k , según se ilustra en la Figura 2. En la Figura 2, $r(k)$ indica el k -ésimo radio de célula dispuesto de forma ordenada desde pequeños a grandes. El motivo es que $B(R)$ es constante en el intervalo, mientras que A es inversamente proporcional al más pequeño valor N_{cs} posible para un valor de R dado. Este valor de N_{cs} aumenta con el tiempo de ida y vuelta y por lo tanto, con el valor de R .

Si se supone que el número máximo de secuencias de preámbulos del conjunto $A(R)$ es $N_{pre}(k-1)-1$ en el intervalo de radios de células de $[r(k-1), r(k)]$, el número máximo de secuencias de preámbulos del conjunto $B(R)$ que se genera en este intervalo, se asocia con el radio de célula $r(k)$, es decir, el número máximo de secuencias de preámbulos es $N_{pre}(k)$. La diferencia relativa máxima D_k en el intervalo k puede obtenerse a partir de la ecuación siguiente:

$$D_k = \frac{N_{pre}(k-1) - 1 - N_{pre}(k)}{N_{pre}(k-1) - 1}$$

Si D_k y $N_{pre}(k-1)$ se proporcionan, $N_{pre}(k)$ puede obtenerse re disponiendo la ecuación anterior, esto es.

$$N_{pre}(k) = (1 - D_k)(N_{pre}(k-1) - 1)$$

La diferencia relativa máxima D_{max} para todos los radios de células puede proporcionarse por $D_{max} = \max\{D_k\}_{k=1}^K$.

Para $N_{pre}(k)$, se permitirá primero que $N_{pre}(k)$ sea un número real y luego, se redondea el resultado al número entero más próximo. Además, $N_{pre}(0)$ y $N_{pre}(K)$ son valores fijos.

A continuación, D_{max} se minimiza si todos los valores de D_k son iguales, esto es, $D_k = D, k = 1, 2, \dots, K$, como se constatará en lo que sigue.

Un conjunto de valores $\{N_{pre}^{(1)}(k)\}_{k=0}^K$, se construye con la restricción de que $N_{pre}^{(1)}(k) = N_{pre}(k)$ para $k = 0$ y $k = K$, de modo que $D_k^{(1)} = D, k=1, 2, \dots, K$. Para este conjunto $D_{max}=D$.

A continuación, se establece otro conjunto de valores $\{N_{pre}^{(2)}(k)\}_{k=0}^K$, con la restricción de que $N_{pre}^{(2)}(k) = N_{pre}(k)$

para $k = 0$ y $k = K$, de modo que $D_{\max} < D$, i.e. $D_k^{(2)} < D_k^{(1)}$, $k=1, 2, \dots, K$.

Quando $k = 1$, puesto que $D_k^{(2)} < D_k^{(1)}$ y $N_{\text{pre}}^{(2)}(0) = N_{\text{pre}}^{(1)}(0)$, $N_{\text{pre}}^{(2)}(1) > N_{\text{pre}}^{(1)}(1)$ se obtiene en función de $N_{\text{pre}}(k) = (1 - D_k)(N_{\text{pre}}(k-1) - 1)$.

Quando $k = 2$, puesto que $D_2^{(2)} < D_2^{(1)}$ y $N_{\text{pre}}^{(2)}(1) > N_{\text{pre}}^{(1)}(1)$, $N_{\text{pre}}^{(2)}(2) > N_{\text{pre}}^{(1)}(2)$ se obtiene en función de $N_{\text{pre}}(k) = (1 - D_k)(N_{\text{pre}}(k-1) - 1)$.

De modo similar, para todos los valores de k , puesto que $N_{\text{pre}}^{(2)}(K) = N_{\text{pre}}^{(1)}(K) = N_{\text{pre}}(K)$, $N_{\text{pre}}^{(2)}(k) > N_{\text{pre}}^{(1)}(k)$, es imposible.

De este modo, es imposible establecer un conjunto de valores $N_{\text{pre}}(k)$ de modo que $D_{\max} < D$, que prueba que D_{\max} se minimiza si todos los valores D_k son iguales, esto es, $D_k = D$, $k = 1, 2, \dots, K$.

De este modo, el conjunto de valores $\{N_{\text{pre}}(k)\}_{k=0}^K$ que mínima D_{\max} puede encontrarse.

La sustitución de D_k por D en $N_{\text{pre}}(k) = (1 - D_k)(N_{\text{pre}}(k-1) - 1)$ y redistribuyendo la ecuación, se obtiene una ecuación diferencial lineal como sigue:

$$N_{\text{pre}}(k) - aN_{\text{pre}}(k-1) = -a, \text{ en donde } a = (1-D).$$

Por recursión, se obtiene a partir de la ecuación anterior:

$$N_{\text{pre}}(k) = N_{\text{pre}}(0)a^k + \frac{a}{1-a}(a^k - 1) \tag{3}$$

A partir de la ecuación anterior y de las condiciones límite $N_{\text{pre}}(0)$ y $N_{\text{pre}}(K)$, a puede determinarse en forma numérica.

A modo de ejemplo, el número máximo de preámbulos generados desde una secuencia raíz es 64, esto es, $N_{\text{pre}}(0)=64$. El número mínimo de preámbulos obtenido por desplazamiento cíclico es 2, a modo de ejemplo, $N_{\text{pre}}(14)=2$. De este modo, $a = 0.856$ puede obtenerse a partir de estos dos parámetros y todos los valores $N_{\text{pre}}(k)$, $k=1, 2, \dots$, pueden obtenerse de este mismo modo.

La diferencia relativa máxima se minimiza mediante un método de minimización aproximada aplicando un algoritmo sub-óptimo, esto es, minimizando la diferencia relativa máxima para el número máximo ficticio, con base en valor real, de ZCZ RAPs y el número máximo de las ZCZ RAPs es, en adelante, cuantificado. El método se especifica a continuación.

Mediante un primer redondeo del valor de $N_{\text{pre}}(k)$ ficticio, con base en valor real, en

$N_{\text{pre}}(k) = N_{\text{pre}}(0)a^k + \frac{a}{1-a}(a^k - 1)$, se obtiene la ecuación siguiente.

$$N_{\text{CS}}(k) = \lfloor N_{\text{ZC}} / [N_{\text{pre}}(0) \times a^k + a / (1-a) \times (a^k - 1)] \rfloor \tag{4}$$

en donde $\lfloor x \rfloor$ indica el número entero máximo no mayor que x , N_{ZC} es la longitud de la secuencia raíz, $N_{\text{pre}}(0)$ indica el número máximo de preámbulos generados a partir de la secuencia raíz.

También a modo de ejemplo, si $N_{\text{pre}}(0)=64$ y $N_{\text{pre}}(14)=2$, $a=0.856$ se obtiene sobre la base de la ecuación (3). A continuación, cuando $N_{\text{ZC}}=839$, los valores de $N_{\text{ZC}} = 839$, $N_{\text{CS}}(k)$, $k = 0, 1, 2, \dots, 14$ obtenidos aplicando la ecuación (4) se ilustra en la tabla 1 siguiente.

Tabla 1

k	$N_{\text{CS}}(k)$
0	13
1	15

2	18
3	22
4	26
5	32
6	38
7	46
8	59
9	76
10	93
11	119
12	167
13	279
14	419

Si solamente se obtiene una secuencia de preámbulos para una célula muy grande, que es la propia secuencia, entonces $N_{cs}=0$. Añadiendo este valor a la tabla anterior, se obtiene la tabla 2.

5

Tabla 2

k	$N_{cs}(k)$
0	13
1	15
2	18
3	22
4	26
5	32
6	38
7	46
8	59
9	76
10	93
11	119
12	167
13	279
14	419
15	0

Por último, el valor entero verdadero de $N_{pre}(k)$ se obtiene a partir de $N_{pre}(k) = \lfloor N_{zc} / N_{cs}(k) \rfloor$ que para algunos valores de k $N_{zc} / N_{cs}(k)$ son mayores que los valores redondeados $N_{pre}(k)$. Según se ilustra en la Figura 3, cuando $K = 14$, el valor de D_k obtenido a partir del valor del número real de $N_{pre}(k)$ es $D = 0.144$. Puede deducirse de la Figura 3 que los valores enteros verdaderos de $N_{pre}(k)$ harán que D_k se desvíe respecto a D . No obstante, la desviación es todavía muy pequeña para todas las células con la excepción de las dos células mayores. De este modo, el conjunto limitado seleccionado de valores de N_{cs} es aplicable.

10

15 Conviene señalar que si el conjunto limitado de valores de N_{cs} es objeto de determinación, el conjunto limitado de longitudes de ZCZ puede determinarse también, a modo de ejemplo, en función de $T=N_{cs}-1$.

20

En correspondencia, la invención da a conocer una forma de realización de un aparato de determinación de un conjunto de longitudes de ZCZ. Según se ilustra en la Figura 4, el aparato incluye: una unidad de determinación de longitud 410, configurada para determinar una longitud de una secuencia raíz y una unidad de selección de conjunto 420, configurada para seleccionar tal conjunto de longitudes de ZCZ que, para cualquier radio de célula, el número máximo de preámbulos determinado a partir de una longitud de ZCZ que se selecciona a partir del conjunto

seleccionado de longitudes de ZCZ y es aplicable a la célula y capaz de determinar un número máximo de preámbulos, es el más próximo al número máximo de preámbulos determinado a partir de una longitud ZCZ que se selecciona desde el conjunto de todos los números enteros y es aplicable a la célula y capaz de determinar un número máximo de preámbulos, en donde el número máximo de preámbulos se determina por la longitud de la secuencia raíz y una longitud de ZCZ seleccionada.

La unidad de selección de conjunto 420 puede incluir: un módulo 421 adaptado para la selección de un conjunto de incrementos de desplazamiento cíclico, en donde el módulo 421 está configurado para seleccionar dicho conjunto de incrementos de desplazamiento cíclico que, para cualquier radio de célula, el número máximo de preámbulos determinado a partir de un incremento de desplazamiento cíclico que se selecciona a partir del conjunto seleccionado de incrementos de desplazamiento cíclico y es aplicable a la célula, es el más próximo al número máximo de preámbulos determinados a partir de un incremento de desplazamiento cíclico, que se selecciona a partir del conjunto de todos los números enteros y es aplicable a la célula, en donde el número máximo de preámbulos se determina por la longitud de secuencia raíz y un incremento de desplazamiento cíclico seleccionado y un módulo 422 adaptado para obtener un conjunto de longitudes de ZCZ, en donde el módulo está configurado para obtener el conjunto de longitudes de ZCZ en función del conjunto seleccionado de incrementos de desplazamiento cíclico.

En la forma de realización del aparato anterior, el incremento de desplazamiento cíclico seleccionado a partir del conjunto seleccionado de incrementos de desplazamiento cíclico es el incremento de desplazamiento cíclico mínimo en el conjunto seleccionado de incrementos de desplazamiento cíclico y el incremento de desplazamiento cíclico seleccionado a partir del conjunto de todos los números enteros es el incremento de desplazamiento cíclico mínimo en el conjunto de todos los números enteros.

La invención da a conocer una forma de realización de una estación base, según se ilustra en la Figura 4, que incluye: una unidad de determinación de longitud 410, configurada para determinar una longitud de una secuencia raíz y una unidad de selección de conjunto 420, configurada para seleccionar dicho conjunto de longitudes de ZCZ que, para cualquier radio de célula, el número máximo de preámbulos determinados a partir de una longitud de ZCZ, que se selecciona a partir del conjunto seleccionado de longitudes de ZCZ, y es aplicable a la célula y capaz de determinar un número máximo de preámbulos, es el más próximo al número máximo de preámbulos determinados a partir de una longitud de ZCZ que se selecciona desde el conjunto de todos los números enteros y es aplicable a la célula y capaz de determinar un número máximo de preámbulos en donde el número máximo de preámbulos se determina a partir de la longitud de la secuencia raíz y de una longitud de ZCZ seleccionada.

La invención da a conocer, además, una forma de realización de un sistema de comunicación móvil, según se ilustra en la Figura 5. El sistema comprende una estación base 400 y un terminal móvil 500. La estación base 400 está configurada para interactuar con el terminal móvil 500 y para especificar una longitud de ZCZ a partir de un conjunto de longitudes de ZCZ para el terminal móvil 500; el terminal móvil 500 está configurado para generar un preámbulo en función de la longitud de ZCZ especificada por la estación base 400 y para transmitir una señal de enlace ascendente a la estación base 400 utilizando el preámbulo; el conjunto de longitudes de ZCZ es tal como un conjunto de longitudes de ZCZ que, para cualquier radio de célula, el número máximo de preámbulos determinados a partir de una longitud de ZCZ, que se selecciona a partir del conjunto seleccionado de longitudes de ZCZ y es aplicable a la célula y capaz de determinar un número máximo de preámbulos, es el más próximo del número máximo de preámbulos determinado a partir de una longitud de ZCZ que se selecciona desde el conjunto de todos los números enteros y es aplicable a la célula y capaz de determinar un número máximo de preámbulos, en donde el número máximo de preámbulos se determina a partir de la longitud de la secuencia raíz y de una longitud de ZCZ seleccionada.

En la forma de realización anterior del sistema de comunicación móvil, el incremento de desplazamiento cíclico seleccionado a partir del conjunto seleccionado de incrementos de desplazamiento cíclico es el incremento de desplazamiento cíclico mínimo aplicable a la célula en el conjunto seleccionado de incrementos de desplazamiento cíclico, siendo el incremento de desplazamiento cíclico seleccionado a partir del conjunto de todos los números enteros en el incremento de desplazamiento cíclico mínimo aplicable a la célula el conjunto de todos los números enteros.

En general, en las formas de realización de la invención, el conjunto limitado seleccionado de valores de N_{cs} debe ser tal como un conjunto que, en una pluralidad de intervalos de radio de células, la diferencia relativa máxima entre el número máximo de los ZCZ RAPs que se determina a partir de valor de N_{cs} del conjunto limitado, que es aplicable a la pluralidad de células y el número máximo de ZCZ RAPs determinado a partir de una pluralidad de valores de N_{cs} de un conjunto de números enteros que son aplicables a la pluralidad de células es objeto de minimización. Además, un conjunto limitado de longitudes de ZCZ puede seleccionarse a este respecto. Por supuesto, en una pluralidad de intervalos de radios de células, la diferencia relativa máxima entre el número máximo de ZCZ RAPs que se determina a partir de la longitud de ZCZ mínima del conjunto limitado de longitudes de ZCZ, que es aplicable a la pluralidad de células, y el número máximo de ZCZ RAPs determinado a partir de una pluralidad de longitudes de ZCZ del conjunto de todos los números enteros que son aplicables a la pluralidad de células, se minimiza en esta operación.

Lo que fue anteriormente descrito son solamente formas de realización preferidas de la invención. Conviene señalar que, para un experto en esta técnica, pueden realizarse variaciones y mejoras. El alcance de protección de la invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método de comunicación para un sistema de comunicación móvil, que comprende:

5 la selección de una secuencia raíz a partir de secuencias de Zadoff-Chu de zona de correlación nula, ZCZ,

la selección de una longitud de la secuencia raíz;

la selección de un conjunto de incrementos de desplazamiento cíclico;

10 la determinación de un conjunto de longitudes ZCZ reduciendo cada incremento de desplazamiento cíclico no nulo del conjunto de incrementos de desplazamiento cíclico en 1,

15 la utilización de los incrementos de desplazamiento cíclico para generar preámbulos de acceso aleatorio con longitudes ZCZ correspondientes a partir del conjunto de longitudes ZCZ determinadas,

y el conjunto de incrementos de desplazamiento cíclico es {0, 13, 15, 18, 22, 26, 32, 38, 46, 59, 76, 93, 119, 167, 279, 419} para una longitud de secuencia raíz de 839.

20 2. El método según la reivindicación 1, en donde el conjunto de incrementos de desplazamiento cíclico se utiliza por un terminal móvil para generar preámbulos de acceso aleatorio.

3. El método según la reivindicación 1, en donde incrementos de desplazamiento cíclico no nulos $N_{cs}(k)$, en el conjunto de incrementos de desplazamiento cíclico, se generan en conformidad con la fórmula siguiente:

25

$$N_{CS}(k) = \lfloor N_{ZC} / [N_{pre}(0) \times a^k + a / (1 - a) \times (a^k - 1)] \rfloor, k=0,1, 2 \dots$$

30 en donde $\lfloor x \rfloor$ indica el número entero máximo no superior a x , $\lceil x \rceil$ indica la operación de redondeo de x , $a = (1 - D)$, siendo D una diferencia relativa máxima, $N_{pre}(0)$ es el número máximo de preámbulos que pueden generarse a partir de una secuencia raíz única y N_{zc} es la longitud de una secuencia raíz.

4. El método según la reivindicación 3, en donde $a = 0.856$, $N_{pre}(0)=64$ y $N_{zc}=839$.

35 5. Una estación base (400), en un sistema de comunicación móvil, que comprende:

una unidad de determinación de longitud (410), adaptada para determinar una longitud de una secuencia raíz;

una unidad de selección de conjunto (420) que comprende:

40 un módulo (421) para seleccionar un conjunto de incrementos de desplazamiento cíclico, en donde el conjunto de incrementos de desplazamiento cíclico es {0, 13, 15, 18, 22, 26, 32, 38, 46, 59, 76, 93, 119, 167, 279, 419} para una longitud de secuencia raíz de 839 y

45 un módulo (422) para obtener un conjunto de longitudes ZCZ reduciendo cada incremento de desplazamiento cíclico no nulo del conjunto de incrementos de desplazamiento cíclico en 1;

estando la estación base configurada para interactuar con un terminal móvil para especificar una longitud ZCZ a partir del conjunto de longitudes ZCZ para el terminal móvil.

50 6. Un sistema de comunicación móvil que comprende la estación base (400) según la reivindicación 5.

7. El sistema de comunicación móvil según la reivindicación 6 que comprende, además, un terminal móvil (500) adaptado para generar un preámbulo en conformidad con la longitud ZCZ especificada por la estación base (400) y para transmitir una señal de enlace ascendente a la estación base (400) utilizando el preámbulo.

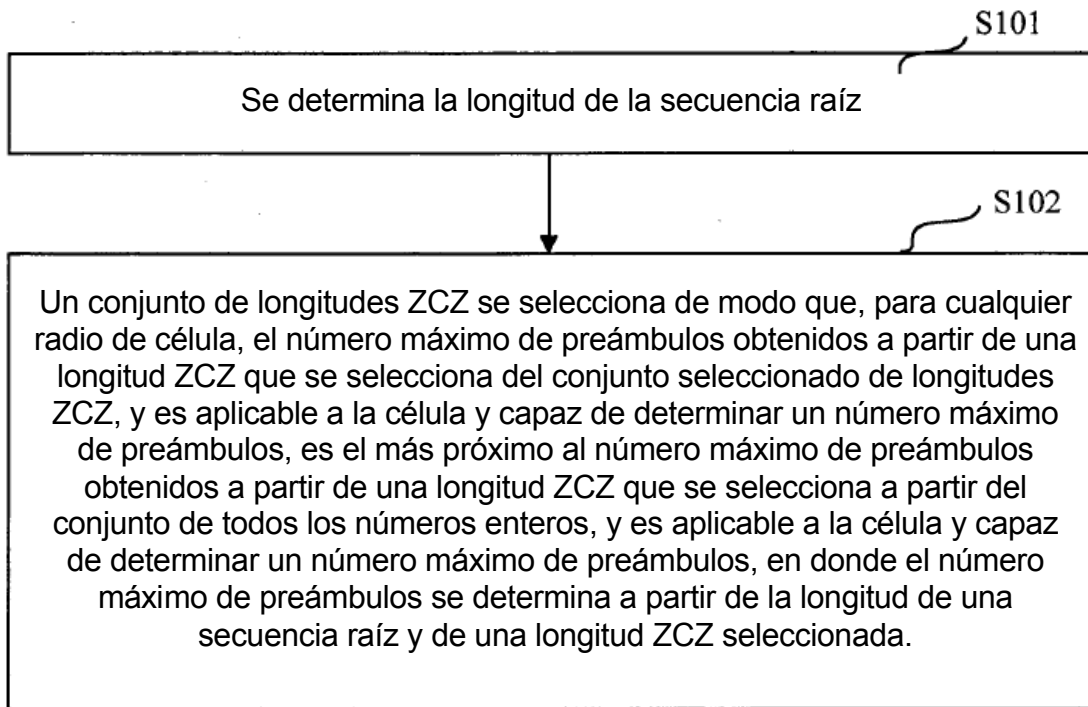


Fig. 1

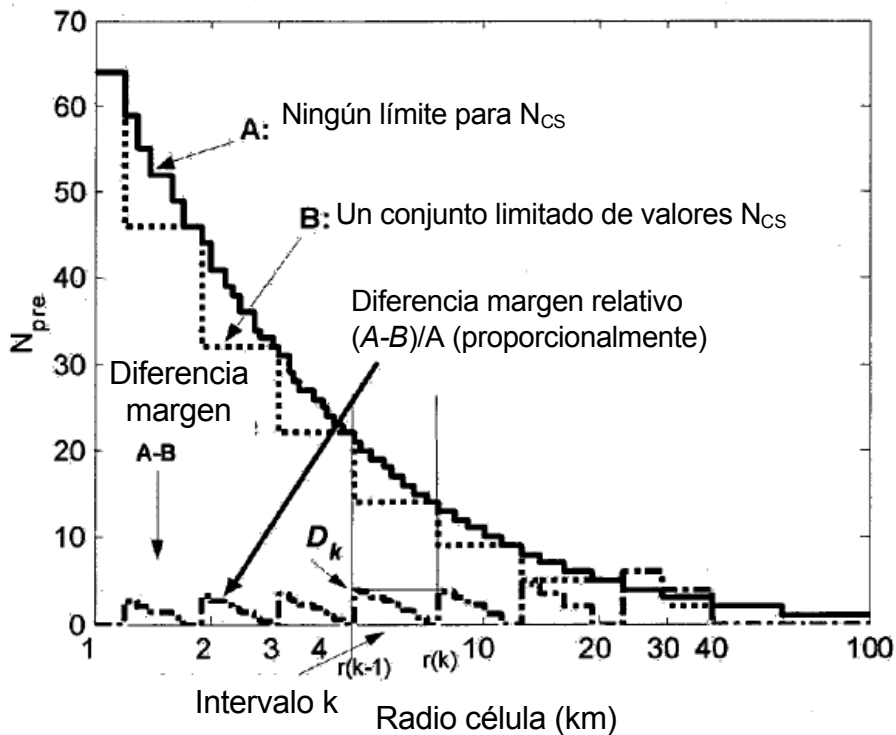


Fig. 2

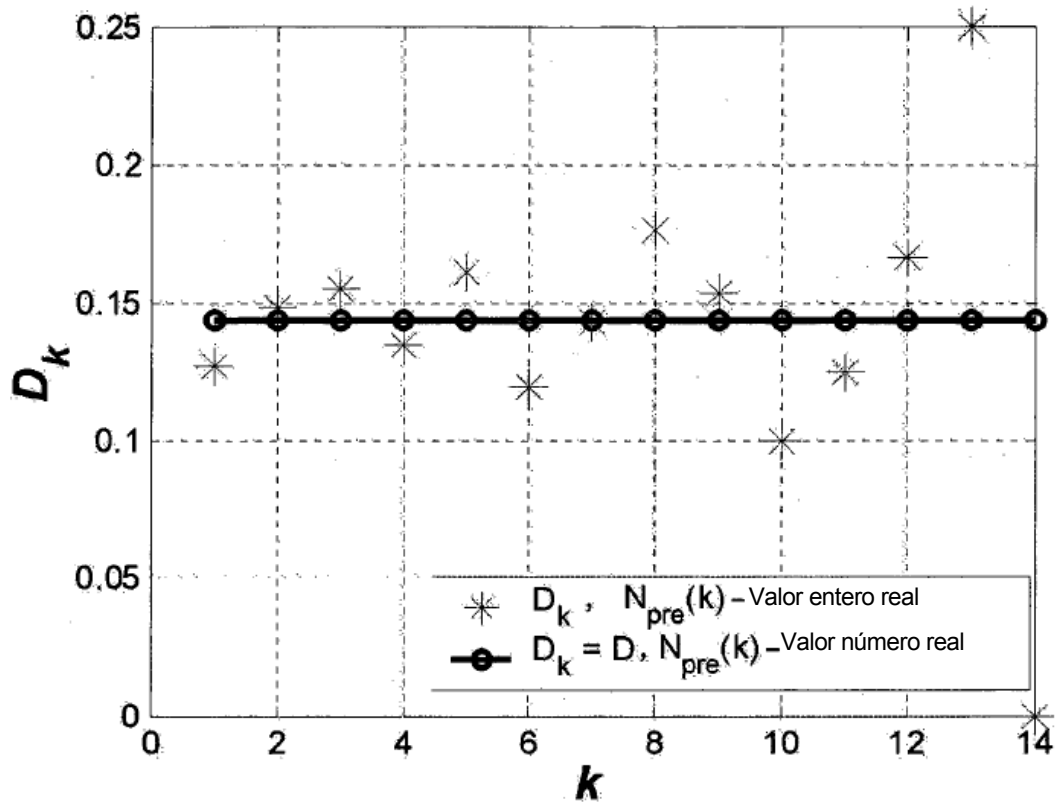


Fig. 3

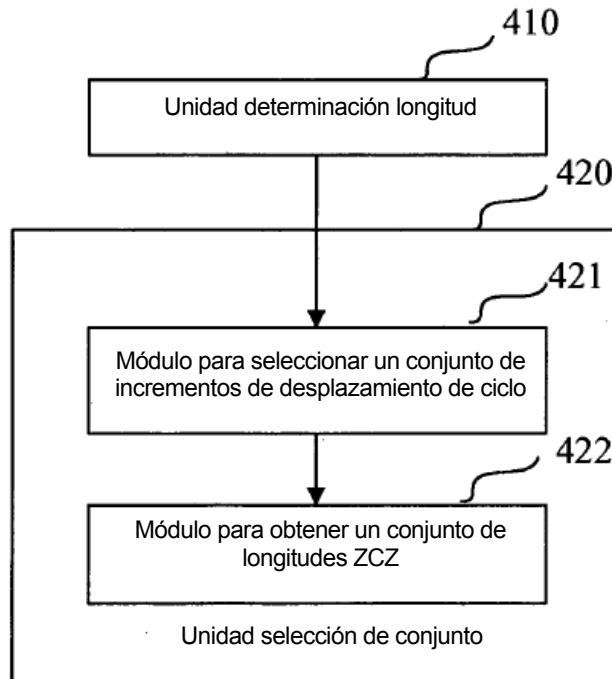


Fig. 4

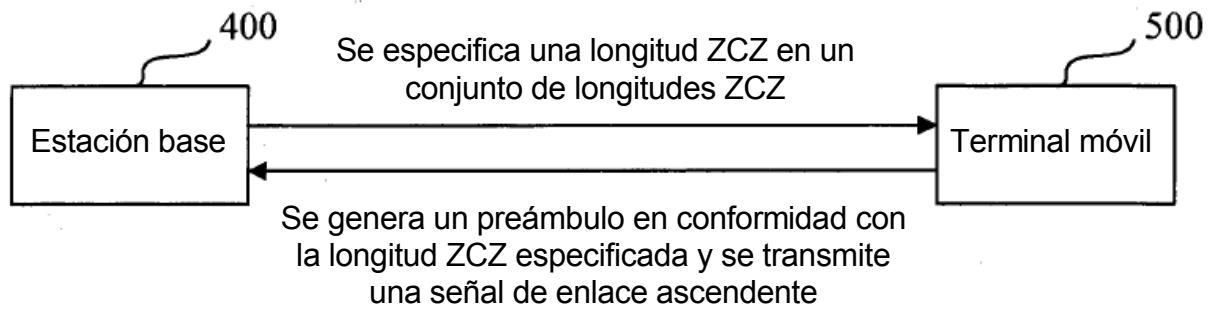


Fig. 5