

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 500**

51 Int. Cl.:

H04L 12/28 (2006.01)

H04B 1/7143 (2011.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2008** **E 11170244 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2013** **EP 2385659**

54 Título: **Técnica de salto de frecuencia para enlace ascendente EUTRA**

30 Prioridad:

05.02.2007 GB 0702190

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

02.01.2014

73 Titular/es:

**NEC CORPORATION (100.0%)
7-1, Shiba 5-chome Minato-ku
Tokyo 108-8001, JP**

72 Inventor/es:

**ARNOTT,, ROBERT y
AWAS, YASSIN ADEN**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 436 500 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).

DESCRIPCION

Técnica de salto de frecuencia para enlace ascendente EUTRA

5 CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere al salto de frecuencia dentro de un sistema de comunicación. La invención tiene relevancia en particular, aunque no exclusiva, para la señalización eficiente de la información de salto de frecuencia entre los dispositivos de un sistema de comunicación que utilice técnicas de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA).

10 Esta solicitud se basa en, y reivindica, el beneficio de prioridad de la solicitud de patente del Reino Unido No. 0702190.0, presentada el 5 de febrero de 2007, la descripción de la cual se incorpora aquí en su totalidad como referencia.

ANTECEDENTES DE LA TÉCNICA

15 El FDMA localizado con Salto de Frecuencia (L-FDMA+FH) por Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI) inter e intra ha sido seleccionado como el esquema de acceso múltiple de enlace ascendente para el interfaz de aire E-UTRA que se estudia actualmente en 3GPP (que es una norma basada en la colaboración, que estudia la evolución futura de los sistemas de telecomunicaciones con móviles de tercera generación). En el marco del sistema E-UTRA, una estación base (eNodoB) que se comunica con un número de dispositivos de usuario (UEs) asigna la cantidad total de recursos de tiempo/frecuencia al mayor número posible de usuarios simultáneos, a fin de permitir una adaptación del enlace eficiente y rápida y alcanzar la máxima ganancia de diversidad multi-usuario.

20 Los documentos NEC GROUP, NTT DOCOMO: "Performance of D FDMA and L FDMA with Frequency Hopping for E-UTRA Uplink", 3GPP TSG RAN WG1 # 46bis, 9 de octubre 2006 – 13 de octubre 2006, Seúl, Corea (R1-062761) describe un estudio que se ocupa de comparar FDMA Distribuido (D-FDMA, o IFDMA) y FDMA Localizado (L-FDMA) con salto de frecuencia basado en sub-tramas (L-FDMA + FH) y, ampliando en particular los resultados de un estudio anterior, que indicaba que L-FDMA con salto de frecuencia siempre supera a D-FDMA en el caso de TTI's más largos y modulaciones de orden superior. El estudio extendía la comparación a un TTI de 1 ms (es decir, la concatenación de dos sub-tramas). La razón manifiesta de este estudio era obtener una comparación acertada del rendimiento de los dos esquemas y proponer un camino a seguir en la selección de la multiplexación de los datos de usuario para el enlace ascendente E-UTRA.

25 El documento ERICSSON: "Frequency Hopping for E-UTM Uplink", 3GPP TSG RAN WG1 #46bis, 9 de Octubre 2006 – 13 de Octubre 2006, Seúl, Corea (R1-062851), describen L-FDMA con salto de frecuencia que ofrece supuestamente frecuencia mejorada y diversidad de interferencias comparadas con L-FDMA sin salto de frecuencia. El documento también describe que, para el caso en que la calidad basada en la planificación no sea utilizada, y en particular para servicios de velocidad baja, tal diversidad mejorada puede ser beneficiosa. El documento propone que la transmisión localizada con salto de frecuencia sea adoptada como un complemento a L-FDMA (sin salto de frecuencia).

40 Aspectos de la invención se exponen en las reivindicaciones independientes adjuntas.

45 Preferiblemente, si la asignación inicial comprende una pluralidad de dichos recursos de frecuencia, éstos son contiguos en la misma sub-banda, de modo que los recursos desplazados están también en la misma sub-banda. Esto es preferible, ya que permite que el nodo de comunicaciones sea capaz de transmitir información de manera más eficiente que como lo haría si los recursos desplazados no fueran contiguos y se encontraran en diferentes sub-bandas.

50 En una realización de ejemplo, el módulo de determinación de los recursos aplica un desplazamiento de frecuencia a su recurso de frecuencia inicialmente asignado de acuerdo con una secuencia de saltos de frecuencia pseudo-aleatoria, que puede ser calculada de antemano o calculada dinámicamente en el momento en que se va a aplicar el desplazamiento usando una ecuación predefinida. Tal ecuación utiliza con preferencia un valor pseudo-aleatorio de modo que la secuencia de saltos de frecuencia obtenida aparece como aleatoria.

55 En una realización de ejemplo, cuando el nodo de comunicaciones anterior es una estación base que se comunica con cierto número de otros nodos de comunicaciones, mantiene datos que definen una asignación inicial de dichos recursos de frecuencia para cada uno de dichos otros nodos de comunicaciones; y el módulo de determinación de los recursos aplica un desplazamiento común de frecuencia al recurso de frecuencia inicialmente asignado a cada uno de los otros nodos de comunicaciones para determinar el uso de un recurso de frecuencia respectivo que comunique la información a cada uno de los otros nodos de comunicaciones.

60 En un ejemplo hay también previsto un sistema de comunicaciones que comprende: un nodo de comunicaciones y una pluralidad de dispositivos de usuario que sirven para comunicarse con el nodo de comunicaciones sobre un canal de comunicaciones; en el que el canal de comunicaciones incluye una transmisión de banda ancha, que tiene una pluralidad de recursos de frecuencia, que está dividida en un pluralidad de sub-bandas contiguas, teniendo cada

una recursos de frecuencia N; en el que cada dispositivo de usuario tiene una asignación inicial respetiva de dichos recursos de frecuencia para ser utilizado para las comunicaciones con dicho nodo de comunicaciones; y en el que cada dispositivo de usuario sirve para aplicar un desplazamiento de frecuencia a su recurso de frecuencia inicialmente asignado de acuerdo con una secuencia de salto de frecuencia, correspondiendo el desplazamiento de frecuencia a un número entero de dichas sub-bandas.

En una realización de ejemplo se proporciona un sistema celular de comunicaciones que comprende: una estación base y una pluralidad de dispositivos de usuario; en el que cada dispositivo de usuario sirve para comunicarse con la estación base a través de un canal de comunicación que tiene una pluralidad de recursos de frecuencias; en el que la estación base sirve: i) para proporcionar a cada dispositivo de usuario una asignación inicial respectiva de dichos recursos de frecuencia, e ii) para proporcionar al menos a un dispositivo de usuario una oportunidad de comunicaciones periódica en la que el dispositivo de usuario pueda comunicarse con la estación base; en el que cada dispositivo de usuario sirve para aplicar un desplazamiento de frecuencia a su recurso de frecuencia inicialmente asignado de acuerdo con una secuencia de saltos de frecuencia; en el que los dispositivos de usuario usan la misma secuencia de saltos de frecuencia y están sincronizados entre sí de modo que, en cualquier momento, se aplica un desplazamiento de frecuencia común por medio de los dispositivos de usuario; y en el que la secuencia de saltos de frecuencia utilizada por los dispositivos de usuario es periódica y tiene un período que es mayor que la periodicidad de la oportunidad de comunicaciones periódica proporcionada al menos a uno de dichos dispositivos de usuario. De esta manera, se proporcionará una cierta diversidad de frecuencia para el al menos un dispositivo de usuario que tiene la oportunidad de comunicaciones periódicas.

En una realización de ejemplo, el al menos un usuario es un usuario planificado persistentemente y en la que uno o más de los otros dispositivos de usuario son usuarios planificados dinámicamente. Cuando a varios dispositivos de usuarios planificados persistentemente se les proporcionan diferentes intervalos de comunicaciones, el período de la secuencia de saltos de frecuencia se ajusta para que sea mayor que el intervalo de comunicaciones más largo. La secuencia de saltos de frecuencia utilizada por los dispositivos de usuario tiene preferiblemente un período que es más de cinco veces mayor y más preferiblemente más de diez veces mayor que la periodicidad de la oportunidad de comunicaciones periódica proporcionada al menos a uno de dichos dispositivos de usuario. Cuando el canal de comunicaciones está dividido en una pluralidad de sub-bandas contiguas, la secuencia de los saltos de frecuencia utilizada por los dispositivos de usuario puede tener un período que es mayor que la periodicidad de la oportunidad de comunicaciones periódica proporcionada al menos a uno de dichos dispositivos de usuario multiplicada por el número de dichas sub-bandas

En una realización de ejemplo, cada dispositivo de usuario se aplica un desplazamiento de frecuencia a su recurso de frecuencia inicialmente asignado de acuerdo con una secuencia de saltos de frecuencia pseudo-aleatoria, que puede ser fijada de antemano o calculada dinámicamente usando una ecuación predeterminada. Preferiblemente, los dispositivos de usuario calculan dinámicamente el desplazamiento de frecuencia que se tiene que aplicar en un momento dado, utilizando una ecuación que implica un valor pseudo-aleatorio, lo que hace que la secuencia de saltos de frecuencia aparezca como aleatoria. Se puede utilizar un circuito de registro de desplazamiento para generar, en cada momento, dicho valor pseudo-aleatorio. En una realización de ejemplo, el circuito de registro de desplazamiento tiene M registros y puede generar una secuencia de valores pseudo-aleatorios de longitud de hasta 2^M y en el que los dispositivos de usuario reinician periódicamente el registro de desplazamiento en sincronismo con la periodicidad de la secuencia de saltos de frecuencia. Cuando reinicia el registro de desplazamiento, el dispositivo de usuario controla preferiblemente la secuencia de los saltos de frecuencia que se emplea para fijar un estado inicial del registro de desplazamiento cada vez que se reinicia a uno de un número predeterminado de posibles estados de inicialización. Esto permite que el mismo circuito de registro de desplazamiento sea capaz de generar un número de diferentes secuencias de salto. En tal realización de ejemplo, la estación base puede marcar qué estado de inicialización tiene que utilizar cada dispositivo de usuario en cualquier momento dado.

En otra realización más a modo de ejemplo, se proporciona un sistema celular de comunicaciones que comprende: una pluralidad de estaciones base y una pluralidad de dispositivos de usuario; en el que, al usarlo, cada dispositivo de usuario está asociado con una estación base y sirve para comunicarse con la estación base asociada sobre un canal de comunicación que tiene una pluralidad de recursos de frecuencias; en el que cada dispositivo de usuario tiene una asignación inicial respectiva de dichos recursos de frecuencias; en el que cada dispositivo de usuario sirve para aplicar un desplazamiento de frecuencia a su recurso de frecuencia asignado inicialmente de acuerdo con una secuencia de saltos de frecuencia; en el que los dispositivos de usuario que están asociados con la misma estación base sirven, al usarlos, para utilizar la misma secuencia de saltos de frecuencia y están sincronizados entre sí de modo que, en cualquier momento, se aplica un desplazamiento de común frecuencia por los dispositivos de usuario asociados con la misma estación base; y en el que los dispositivos de usuario asociados, al usarlos con diferentes estaciones base utilizan secuencias de saltos de frecuencia diferentes. De esta manera, cada estación base puede controlar la asignación inicial de recursos proporcionada a los dispositivos de usuario asociados con ella para reducir al mínimo las colisiones de transmisión entre los dispositivos de usuario asociados con la misma estación base y, mediante el uso de una secuencia de saltos de frecuencia diferente en los dispositivos de usuario asociados a las diferentes estaciones de base, también se pueden reducir las colisiones entre células.

Como los expertos en la técnica apreciarán, la invención se refiere a un número de diferentes componentes de un sistema que puede ser fabricado y vendido por separado. La invención también se extiende a estos componentes por sí solos, así como a todo el sistema en su conjunto.

5 Como los expertos en la técnica apreciarán, los aspectos anteriores pueden ponerse en práctica por separado o en cualquier combinación en un sistema de comunicaciones. Se describirá a continuación una realización específica de ejemplo que aplica todos los aspectos anteriores en un sistema de comunicaciones.

10 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

estos y otros diversos aspectos de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la siguiente descripción detallada de una realización, expuesta solamente a modo de ejemplo, y que se describe con referencia a las figuras adjuntas, en las que:

15 La figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema de comunicación que comprende un número de teléfonos (celulares) móviles de usuario que se comunican con una de dos estaciones de base conectadas a la red telefónica;

La figura 2 ilustra la estructura de una sub-trama del sistema de comunicación E-UTRA;

20 La figura 3 es un diagrama de bloques que ilustra un registro de desplazamiento utilizado para generar una secuencia binaria pseudo aleatoria para controlar el salto de frecuencia utilizado por cada teléfono móvil de usuario;

La figura 4 es un gráfico de tiempo/frecuencia que ilustra la manera en la que se ha asignado una parte de los bloques disponibles de recursos de tiempos y frecuencias a cuatro teléfonos móviles;

25 La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra los principales componentes de una de las estaciones base que se muestran en la figura 1;

La figura 6 es un diagrama de bloques que ilustra los principales componentes de uno de los teléfonos móviles que se muestran en la figura 1;

La figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una disposición de registro de desplazamiento como el de la figura 3; y

30 La figura 8 es un gráfico de tiempo/frecuencia que muestra un modelo de salto para cuatro UEs (dispositivos de usuario) en una célula como la de la figura 4.

MEJOR MODO DE REALIZAR LA INVENCION

35 Visión general

La figura 1 ilustra esquemáticamente un sistema 1 móvil (celular) de telecomunicación en el que los usuarios de teléfonos móviles 3-0, 3-1 y 3-2, en una primera célula 4-1, se pueden comunicar con otros usuarios (no mostrados) por medio de una primera estación base 5-1 y de una red telefónica 7 y en el que los usuarios de teléfonos móviles, 3-3, 3-4 y 3-5 en una segunda célula 4-2 se pueden comunicar con otros usuarios (no mostrados) por medio de una 40 segunda estación base 5-2 y de la red telefónica 7. En esta realización de ejemplo, las estaciones base 5 utilizan una técnica de transmisión de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) para el enlace descendente (desde las estaciones base 5 a los teléfonos móviles 3) y una técnica de transmisión de L-DMA+FH para el enlace ascendente (desde los teléfonos móviles 3 a las estaciones base 5).

45 El uso del salto de frecuencia para el enlace ascendente ha sido elegido debido a que proporciona mejoras de calidad de servicio por medio de promediar la interferencia y de la diversidad de frecuencia. En esta realización de ejemplo, se ha elegido el esquema de saltos de frecuencia para que se cumplan preferiblemente los siguientes requisitos:

50 - Que no exista colisión entre saltos en teléfonos móviles 3 en la misma célula 4;
 - Diferentes pautas o modelos de saltos en las células vecinas 4 para reducir la interferencia entre células; - Alto grado de diversidad de frecuencias para un teléfono móvil 3 en toda la pauta de saltos para las transmisiones posteriores;

55 - Preservar la propiedad de una sola portadora del L-FDMA (en la que los recursos de frecuencia asignados se proporcionan como un único bloque contiguo de recursos de frecuencia);

- Reducir al mínimo la sobrecarga de señalización para informar a los teléfonos móviles 3 de la secuencia de saltos; y

60 - Salto de frecuencia diseñado para su uso por teléfonos móviles 3 planificados persistentemente que están utilizando, por ejemplo, servicios tales como VoIP, así como teléfonos móviles 3 que se planifican dinámicamente sobre la base de TTI por TTI.

Recursos de Tiempo/Frecuencia

65 En esta realización de ejemplo, la banda de transmisión disponible se divide en un número de sub-bandas, cada una de las cuales comprende un número de sub-portadoras contiguas dispuestas en bloques contiguos. A diferentes teléfonos móviles 3 se les asigna diferente(s) bloque(s) de recursos (sub-portadoras) dentro de una sub-banda en

diferentes momentos para transmitir sus datos. La figura 2 ilustra la definición más actual de E-UTRA del canal de transmisión comprendiendo una secuencia de Intervalos de Tiempo de Transmisión de 1 ms (TTIs) 11-1, 11-2, cada uno de los cuales consta de dos intervalos de 0,5 ms, 13-1 y 13-2. Como se muestra, el ancho de banda de transmisión disponible se divide en S sub-bandas 15-1 a 15-s y cada teléfono móvil 3 está planificado para transmitir sus datos en el enlace ascendente en intervalos seleccionados 13 y en sub-bandas seleccionadas 15, de acuerdo con la secuencia de saltos de frecuencia acordada.

Se pueden aplicar dos diferentes tipos de salto de frecuencia - salto de frecuencia Inter TTI y salto frecuencia intra TTI. El salto de frecuencia Inter TTI es cuando se cambia el recurso de frecuencia asignado de un TTI 11 al siguiente y el salto de frecuencia intra TTI es cuando se cambia el recurso de frecuencia asignado de un intervalo 13 al siguiente. La técnica que se describe a continuación es aplicable a ambos saltos de frecuencia Inter e Intra TTI, aunque la descripción se referirá principalmente al salto de frecuencia Inter TTI.

Esquema propuesto de salto de frecuencia

El esquema de salto de frecuencia utilizado en esta realización de ejemplo se basa en que a cada teléfono móvil 3 se le ha proporcionado una asignación inicial de bloques de recursos (uno o más bloques contiguos de sub-portadoras) dentro de una de las sub-bandas. Estas asignaciones iniciales son asignadas por la estación base 5, por lo que puede asegurarse que no hay colisiones entre las asignaciones iniciales de los teléfonos móviles 3 dentro de su célula 4. Estas asignaciones iniciales se cambian entonces de acuerdo con una secuencia de saltos asignada a la célula 4. El cambio aplicado en cualquier momento es un múltiplo entero del número de recursos en cada sub-banda. Como resultado, los recursos con saltos de frecuencia que se asignan a un teléfono móvil 3 también serán un bloque contiguo de los recursos en una única sub-banda. Esto es beneficioso, ya que permite que el amplificador de potencia (no mostrado) utilizado por los teléfonos móviles 3 sea más eficiente de lo que sería si los recursos utilizados no fueran contiguos y no estuvieran en la misma sub-banda. De ello se desprende que, para mantener esta ventaja, la mayor asignación contigua permitida para un teléfono móvil 3 con salto se corresponde con el número de bloques de recursos en una sub-banda.

Matemáticamente, el esquema de salto de frecuencia utilizado en esta realización de ejemplo se puede definir de la siguiente manera:

$$y = \{x + a(t)N\} \text{ mod } N_{RB} \quad \text{Ecuación 1,}$$

en la que

- N_{RB} es el número total de bloques de recursos en la banda de transmisión;
- N es el número de bloques de recursos contiguos en cada sub-banda;
- x es el bloque inicial de recursos asignado al teléfono móvil;
- y es el bloque de recursos de salto de frecuencia;
- t es un contador de TTI (o intervalo) sincronizado entre la estación base 5 y el teléfono móvil 3;
- $a(t)$ es el desplazamiento actual del salto de frecuencia y es un valor entero del conjunto $\{0, 1, \dots, S-1\}$; y
- S es el número de sub-bandas.

La figura 3 ilustra un registro de desplazamiento utilizado para generar una secuencia binaria pseudo-aleatoria para controlar el salto de frecuencia para ser utilizado por cada teléfono móvil de usuario. Se describirá más adelante el registro de desplazamiento de la figura 3.

La figura 4 ilustra una pauta de saltos que se puede generar de la manera anterior para cuatro teléfonos móviles (MTs), en la que MT1 a MT3 tienen asignado un bloque de recursos cada uno, mientras que MT4 tiene asignado dos bloques de recursos. En este ejemplo, $a(t)$ tiene los valores de 0, 2, S-1 y 1 para TTI #0, TTI #1, TTI#2 y TTI#n, respectivamente.

La forma en que los bloques contiguos de recursos pueden ser asignados al enlace ascendente y señalizados al Equipo de Usuario (tales como los teléfonos móviles 3) ya se ha propuesto en TSG-RAN R1-070364, "Uplink Resource Allocation for EUTRA" Grupo NEC, NTT DoCoMo, cuyo contenido se incorpora en este documento como referencia. Como los expertos en la técnica apreciarán, si un teléfono móvil 3 tiene asignado más de un bloque de recursos (x), entonces el cálculo anterior se realiza para cada bloque de recursos asignado.

En esta realización de ejemplo, N_{RB} , N y S son constantes semi-estáticas del sistema y se programan dentro de los teléfonos móviles 3 y de las estaciones base 5 con antelación. En cualquier momento determinado, el bloque de recursos asignado, x , es diferente para cada uno de los teléfonos móviles 3 en la misma célula 4. Sin embargo, el valor de $a(t)$ en cualquier momento es común para todos los teléfonos móviles 3 en la misma célula 4 y el valor se cambia de acuerdo con una secuencia de saltos predeterminada. La secuencia de saltos tiene preferiblemente las siguientes propiedades:

1. Debe de ser diferente en 4 células diferentes con el fin de hacer aleatoria la interferencia entre células;

2. Debe de ser simple de generar (para minimizar la carga computacional en las estaciones de base 5 y en los teléfonos móviles 3);
3. Debe de ser definida por un pequeño número de parámetros (para minimizar la carga de señalización); y
4. Debe de ser periódica con un período, T, que sea mucho más largo que el intervalo de transmisión de los usuarios planificados persistentemente (de lo contrario existe el riesgo de que el intervalo de transmisión sea igual al período de a(t), en cuyo caso no habría diversidad de frecuencia).

En el caso de que algunos TTIs se fijen aparte para saltos en los teléfonos móviles 3, el desplazamiento del salto de a(t) sólo sería aplicado a aquellos TTIs. Los teléfonos móviles 3 dinámicamente planificados aún se pueden planificar según tales 'saltos en TTIs' en cualesquiera bloques de recursos que no estén ocupados por los teléfonos móviles 3 con saltos.

Hay un cierto número de diferentes formas de generar a(t) en los teléfonos móviles 3 y en la estación base 5. Una posibilidad es utilizar una secuencia pseudo-aleatoria, reiniciando la secuencia cada T TTIs (o intervalos). Un gran número de secuencias podría ser generado fácilmente de esta manera y el número de la secuencia podría ser señalado de manera eficiente. Por ejemplo, considérese la disposición de registro de desplazamiento 17 mostrada en la figura 3, que produce una secuencia binaria pseudo-aleatoria (PRBS) de longitud 2047. El estado del registro de desplazamiento 17 se actualiza cada TTI (o intervalo). Si el valor del bit 11 del registro de desplazamiento en el tiempo t se representa por m(t), entonces se puede calcular un valor pseudo-aleatorio dentro del intervalo 0 a S-1, por ejemplo, de la siguiente manera:

$$a(t) = \text{suelo}[(m(t) \cdot S) / 2048]$$

Ecuación 2,

en la que $\text{suelo}[r]$ es la función suelo, es decir, el mayor entero no mayor que r.

Este cálculo es fácil de realizar con una multiplicación y desplazamiento de bit. Al reiniciar el registro de desplazamiento cada T = 256 TTIs (o intervalos), se pueden producir ocho secuencias diferentes usando diferentes estados iniciales. Más específicamente, el registro de desplazamiento 17 mostrado en la figura 3 podrá tomar 2047 estados diferentes que se pueden etiquetar como s(0) a s(2046). Como los registros se reinician cada 256 TTIs (o intervalos), el registro sólo tomará 256 de sus 2047 posibles estados. Por lo tanto, es posible utilizar el mismo registro de desplazamiento 17 para generar diferentes secuencias de a(t), simplemente comenzando el registro de desplazamiento 17 en diferentes estados iniciales. Por ejemplo, se puede definir una primera secuencia de a(t) fijando el registro de desplazamiento 17 a su estado inicial s(0); se puede definir una segunda secuencia de a(t) fijando los registros de desplazamiento 17 a su estado inicial s(256); se puede definir una tercera secuencia de a(t) fijando los registros de desplazamiento 17 en el estado inicial s(512), etc. Se pueden asignar entonces diferentes secuencias a la estación base 5 y a los teléfonos móviles 3 en las diferentes células 4, evitando de este modo la posibilidad de que dos teléfonos móviles 3 en diferentes células 4 puedan estar siguiendo exactamente la misma pauta de salto de frecuencia y por lo tanto colisionando el 100% del tiempo. Los teléfonos móviles 3 en una célula dada 4 pueden ser señalados con el estado inicial, pero esto requeriría once bits de sobrecarga de señalización. Por lo tanto, en esta realización de ejemplo, todos los estados iniciales son pre-programados en los teléfonos móviles 3 y los adecuados que se van a utilizar por los teléfonos móviles 3 en una célula se señalan a los teléfonos móviles 3 usando un identificador asociado de la secuencia (que sería un identificador de 3 bits para el ejemplo anterior que tiene ocho secuencias diferentes).

Estación Base

La figura 5 es un diagrama de bloques que ilustra los componentes principales de cada una de las estaciones base 5 utilizados en esta realización de ejemplo. Como se muestra, cada estación base 5 incluye un circuito transceptor 21 que sirve para transmitir señales a y para recibir señales de los teléfonos móviles 3 por medio de una o más antenas 23 y que sirve para transmitir señales a y para recibir señales de la red telefónica 7 por medio de un interfaz de red 25. El funcionamiento del circuito transceptor 21 está controlado por un controlador 27 de acuerdo con el software almacenado en la memoria 29. En esta realización de ejemplo, el software en la memoria 29 incluye, entre otras cosas, un sistema operativo 31, un módulo 33 de asignación de los recursos y un módulo 34 de determinación de los recursos (módulos que pueden formar parte del sistema operativo 31).

El módulo 33 de asignación de los recursos sirve para asignar bloques de recursos iniciales (x) que van a utilizar cada uno de los teléfonos móviles 3 en sus comunicaciones con la estación base 5. Esta asignación inicial de recursos depende del tipo y de la cantidad de datos a ser transmitidos por el dispositivo de usuario. Para los usuarios suscritos a los servicios en los que se transmiten regulares pero pequeñas cantidades de datos, el módulo 33 de asignación de los recursos asigna bloques de recursos adecuados sobre una base recurrente o periódica. Para un servicio de VoIP, por ejemplo, puede dar lugar a que se le estén asignando bloques de recursos al usuario cada 20 ms. Este tipo de asignación se conoce como asignación persistente. Para usuarios con mayores volúmenes de datos a transmitir, el módulo de asignación de recursos asignará los bloques de recursos apropiados sobre una base dinámica, teniendo en cuenta las condiciones de canal actuales entre el teléfono móvil 3 del usuario y la estación base 5. Se hace referencia a este tipo de asignación como asignación dinámica.

El módulo 34 de determinación de los recursos se proporciona para determinar los recursos reales de frecuencia que cada teléfono móvil 3 utilizará para transmitir sus datos a la estación base 5. El módulo 34 de determinación de los recursos utiliza los recursos de frecuencias determinados para controlar el funcionamiento del circuito transceptor 21, de modo que los datos recibidos de cada teléfono móvil 3 puedan ser recuperados y enviados adecuadamente a la red telefónica 7. Para lograr esto, el módulo 34 de determinación de los recursos pone en práctica el registro de desplazamiento anteriormente descrito 17-5 y el contador TTI (o intervalo) (t)35 (aunque éstos podrían realizarse como hardware en el controlador 27), de modo que pueda mantener el seguimiento de qué bloque o bloques de recursos va a utilizar cada teléfono móvil 3 en cada momento, utilizando las ecuaciones 1 y 2 anteriores y las asignaciones iniciales realizadas por el módulo 33 de asignación de los recursos. En esta realización de ejemplo, el módulo 34 de determinación de los recursos recibe un identificador de secuencia de la red telefónica 7 que identifica el estado inicial que se va a aplicar a su registro de desplazamiento 17-5. El módulo 34 de determinación de los recursos utiliza el identificador de secuencia para recuperar el estado inicial correspondiente de la memoria que utiliza entonces para fijar el estado inicial del registro de desplazamiento 17-5. El módulo 34 de determinación de los recursos también señala el identificador de secuencia recibido a todos los teléfonos móviles 3 en su célula 4. El módulo 34 de determinación de los recursos también transmite datos de sincronización para sincronizar los contadores de TTI (o intervalo) en los teléfonos móviles 3 con su propio contador de TTI (o intervalo) 35, de modo que la estación base 5 y los teléfonos móviles 3 puedan mantener la sincronización aplicando la secuencia de saltos de frecuencia de (a(t)).

Teléfono móvil

La figura 6 ilustra esquemáticamente los principales componentes de cada uno de los teléfonos móviles 3 mostrados en la figura 1. Como se muestra, los teléfonos móviles 3 incluyen un circuito transceptor 71 que sirve para transmitir señales a y para recibir señales de la estación base 5 por medio de una o más antenas 73. Como se muestra, el teléfono móvil 3 también incluye un controlador 75 que controla el funcionamiento del teléfono móvil 3 y que está conectado al circuito transceptor 71 y a un altavoz 77, un micrófono 79, una pantalla 81 y un teclado 83. El controlador 75 funciona de acuerdo con las instrucciones de software almacenadas dentro de la memoria 85. Como se muestra, estas instrucciones de software incluyen, entre otras cosas, un sistema operativo 87 y un módulo 89 de determinación de los recursos. En esta realización de ejemplo, el módulo 89 de determinación de los recursos incluye el registro de desplazamiento de 11 bits 17-3 descrito anteriormente y un contador de TTI (o intervalo) 91.

Durante el funcionamiento, el módulo 89 de determinación de los recursos recibe el identificador de secuencia para la célula 4, transmitido por la estación base 5 en un canal de señalización común. El módulo 89 de determinación de los recursos utiliza este identificador de secuencia para recuperar de la memoria el estado inicial correspondiente que se va a aplicar al registro de desplazamiento 17-3. El módulo 89 de determinación de los recursos también recibe los datos de sincronización para sincronizar su contador de TTI (o intervalo) 91 con el contador correspondiente 35 en la estación base 5. En esta realización de ejemplo, el teléfono móvil 3 recibe esta información en el momento en que primero se asocia a la estación base 5. El módulo 89 de determinación de los recursos también recibe los datos de asignación de recursos que identifican los recursos inicialmente asignados, x, así como el TTI 11 y/o el intervalo 13 en el que se han asignado aquellos recursos a ese teléfono móvil 3. Para los teléfonos móviles 3 planificados persistentemente, estos datos de asignación de recursos pueden definir un período entre los TTI o intervalos asignados, de tal manera que al teléfono móvil 3 se le asigne el bloque de recursos x cada Y TTIs (o intervalos). En este caso, los datos de asignación de los recursos sólo tienen que ser transmitidos una vez o cada vez que se tenga que cambiar la asignación. Para los usuarios planificados dinámicamente, los datos de asignación de los recursos deben ser transmitidos antes de cada transmisión planificada.

Una vez que el módulo 89 de determinación de los recursos ha recibido los datos para inicializar el registro de desplazamiento 17-3 y el contador 91, así como los datos de asignación de recursos, utiliza las ecuaciones 1 y 2 para determinar el bloque(s) de recurso(s) real(es) a utilizar para sus transmisiones de enlace ascendente en el TTI (o intervalo) planificado. Esta información se utiliza entonces para controlar en consecuencia el funcionamiento del circuito 71.

Modificaciones y alternativas

Anteriormente se ha descrito una realización detallada de ejemplo. Como los expertos en la técnica apreciarán, se puede hacer una serie de modificaciones y alternativas a la realización de ejemplo anterior, manteniéndose los beneficios de las invenciones que incorporan. Se describirá ahora, a modo de ilustración sólo, un cierto número de estas alternativas y modificaciones.

En la realización de ejemplo anterior, la ecuación 2 se utilizó para generar el valor de a(t) para ser utilizado en la ecuación 1. Si es necesario, este cálculo puede ser modificado ligeramente para asegurarse de que valores sucesivos de a(t) sean siempre diferentes, como sigue:

$$a(t) = \{a(t-1)+1+\text{suelo}[(m(t) \cdot (S-1))/2^M]\} \quad \text{mod } S \quad \text{Ecuación 3,}$$

en la que a(0)=0 y M es el número de registros en el registro de desplazamiento 17.

Otra posibilidad es la de generar $a(t)$ mediante muestreo cíclico de la secuencia 0, 1, ..., S-1 de la siguiente manera:

$$a(t) = kt \bmod S \quad t = 0 \text{ a } T-1,$$

donde k es un número entero primo con respecto a S . En este caso, diferentes valores de k generan diferentes secuencias. Sin embargo, puesto que la secuencia resultante será periódica con periodo S , es poco probable que se cumpla el requisito deseado de que su periodo sea mucho más largo que el intervalo de transmisión de los usuarios planificados persistentemente.

En la realización de ejemplo anterior, la estación base 5 recibió el identificador de secuencia de la red telefónica 7 que identificó el estado de inicialización a ser aplicado a su registro de desplazamiento 17-5. Esta asignación de los estados de inicialización puede ser fijada por la red o puede ser cambiada de forma regular o periódica. Si se cambia, la estación base 5 transmite preferiblemente el nuevo estado de inicialización (o identificador de estado) en un canal común de señalización, de modo que los teléfonos móviles 3 puedan actualizar sus registros de desplazamiento 17-3 de manera correspondiente. En una realización de ejemplo, las estaciones base 5 pueden estar dispuestas para seleccionar aleatoriamente un estado de inicialización para ser utilizado. En este caso es posible que dos células vecinas 4 pudieran acabar usando la misma secuencia de salto, pero cambiando la secuencia regular o periódicamente, es posible asegurar que cualquier interferencia resultante entre células será de corta duración.

En la realización de ejemplo anterior, se utilizaron registros de desplazamiento de 11 bits para generar la secuencia de saltos de frecuencia apropiada. Como los expertos en la técnica apreciarán, se podrían utilizar en su lugar registros de desplazamiento de longitud mayor o menor. Del mismo modo, el número de secuencias diferentes que se pueden obtener a partir del registro de desplazamiento también puede variar - no tiene por qué ser ocho. Como los expertos en la técnica apreciarán, para una longitud dada del registro de desplazamiento, hay un compromiso entre el número de secuencias que se pueden derivar de ella y la periodicidad (T) de esas secuencias. La longitud de la secuencia es preferible que sea de al menos 5 veces y preferiblemente más de 10 veces mayor que el intervalo de transmisión de cualquiera de los usuarios planificados persistentemente. Para garantizar la máxima diversidad de frecuencia para todos los usuarios, la longitud de la secuencia debe corresponder a la longitud del máximo intervalo de transmisión multiplicada por el número de sub-bandas (S).

En la realización de ejemplo anterior, se ha descrito un sistema de telecomunicaciones basado en teléfonos móviles en el que se emplearon las técnicas de salto de frecuencia descritas anteriormente. Como los expertos en la técnica apreciarán, muchas de estas técnicas de salto de frecuencia pueden emplearse en cualquier sistema de comunicación que utilice una pluralidad de bloques de recursos. En particular, muchas de estas técnicas de salto de frecuencia pueden ser utilizadas en sistemas de comunicación inalámbricos o cableados que utilizan señales electromagnéticas o señales acústicas para transportar los datos. En el caso general, las estaciones base y los teléfonos móviles pueden ser considerados como nodos de comunicaciones que se comunican entre sí. Las técnicas de salto de frecuencia descritas anteriormente se pueden usar sólo para datos de enlace ascendente, sólo para datos de enlace descendente o para datos de enlace descendente y datos de enlace ascendente. Otros nodos de comunicaciones pueden incluir dispositivos de usuario como, por ejemplo, asistentes personales digitales, ordenadores portátiles, navegadores de web, etc.

En las realizaciones de ejemplo anteriores, se ha descrito un cierto número de módulos de software. Como los expertos apreciarán, los módulos de software se pueden proporcionar en forma compilada o sin compilar y se pueden suministrar a la estación base o al teléfono móvil como señal en una red de ordenadores, o en un medio de grabación. Además, las funcionalidades realizadas por parte o por todo de este software se pueden realizar usando uno o más circuitos dedicados de hardware. Sin embargo, se prefiere el uso de módulos de software, ya que ello facilita la actualización de la estación base 5 y de los teléfonos móviles 3 con el fin de actualizar sus funcionalidades.

En las realizaciones de ejemplo anteriores, ciertas constantes del sistema, tales como el número total de bloques de recursos en el canal de comunicación, el número de sub-bandas y el número de bloques de recursos en cada sub-banda fueron programados en los teléfonos móviles y en las estaciones base. Esta información puede ser programada directamente dentro de las instrucciones de software ejecutadas en estos dispositivos o puede ser entradas de software que pueden variar de vez en cuando. En cualquiera de los casos, los teléfonos móviles y la estación base incluirán datos (software o entradas) que definen estas constantes del sistema, ya sea directa o indirectamente. Por ejemplo, pueden ser almacenados datos que definan directamente los valores de N_{RB} y S , junto con datos que definan la forma en que N puede ser derivada de estos dos valores.

Lo que sigue es una descripción detallada de la forma en que las presentes invenciones pueden ser llevadas a cabo según la norma 3GPP LTE actualmente propuesta. Aunque se describen diversas características como esenciales o necesarias, esto puede ser sólo el caso de la norma 3GPP LTE propuesta, por ejemplo debido a otros requisitos impuestos por la norma. Estas declaraciones no deben, por lo tanto, ser interpretadas como limitativas la presente

invención en modo alguno. La siguiente descripción utilizará la nomenclatura utilizada en la Evolución a Largo Plazo (LTE) de UTRAN. Por ejemplo, se hace referencia a una estación base como eNodoB y se hace referencia a un dispositivo de usuario como un UE.

5 1 Introducción

Durante las explicaciones de TSG-RAN WG1#46bis, se decidió que se debería usar FDMA(L-FDMA) Localizada con salto de frecuencia de TTI (L-FDMA+FH) inter e intra para el enlace ascendente EUTRA. Sin embargo, no se dió explicación alguna sobre qué tipo de pauta de salto de frecuencia puede ser soportado por el enlace ascendente EUTRA.

10 En esta contribución, se recogen algunos de los requisitos que se pueden utilizar para seleccionar una pauta eficiente de salto para el enlace ascendente L-FDMA y se propone un esquema adecuado de salto de frecuencia para el enlace ascendente.

15 2 Requisitos para la pauta de salto de frecuencia

Es bien sabido que el salto de frecuencia proporciona mejora de la calidad del servicio a base de promediar la interferencia y la diversidad de frecuencias. Sin embargo, el salto de frecuencia debe ser hecho a medida de cada sistema. Los siguientes requisitos son aplicables al sistema de LTE [5-6]:

- 20 - No haber colisión entre los UEs que realizan el salto en la misma célula;
- Diferentes pautas de salto en células vecinas para reducir la interferencia entre células;
- Alto grado de diversidad de frecuencias para un UE en toda la pauta de salto para las transmisiones sucesivas;
- Conservar las propiedades de única portadora del L-FDMA;
- 25 - Señalizar la sobrecarga para informar a los UEs de que una secuencia específica o común de salto debe mantenerse tan pequeña como sea posible;
- El salto de frecuencia debe ser diseñado para paquetes de tamaño pequeño destinados a los UEs planificados persistentes (por ejemplo, servicio de VOIP), así como a UEs de alta velocidad.

30 3 Esquema de salto de frecuencia

Sea N_{RB} el número total de Bloques de Recursos (RBs) en todo el ancho de banda. Sea que el ancho de banda se divide en S sub-bandas de $N=N_{RB}/S$ RBs contiguos cada una.

35 Si a un UE se le asigna un RB x , se entenderá que el RB utilizado realmente para la transmisión en el número t de TTI (o intervalo) es

$$y = x + a(t)N \text{ mod } N_{RB},$$

en donde

40 t es un contador de TTI (o intervalo) sincronizado entre el eNodoB y el UE, y $a(t)$ es un valor del conjunto $\{0, 1, \dots, S-1\}$.

45 Si a un UE se le asignan más de un RB, entonces el cálculo anterior se realiza para cada RB asignado. A condición de que todos los RBs asignados sean contiguos y contenidos dentro de una de las sub-bandas S , la característica de portadora única se mantiene incluso después de aplicar el desplazamiento de salto de frecuencia $a(f)$. De ello se deduce que la mayor asignación contigua permisible para un UE que realiza el salto es N RBs. La señalización de las asignaciones de recursos contiguos asignados ya se han propuesto en el [7]. La secuencia periódica $a(t)$ es común para todos los UE de la célula, y debe tener las siguientes propiedades.

- 50 5. Debe de ser diferente en diferentes células a fin de hacer aleatoria la interferencia entre células.
- 6. Debe de ser simple de generar (para minimizar la carga computacional en el eNodoB y en el UE).
- 7. Debe de ser definida por medio de un pequeño número de parámetros (para minimizar la carga de señalización).
- 55 8 Su periodo, T , debe de ser mucho mayor que el intervalo de transmisión de los usuarios planificados persistentemente (de lo contrario se corre el riesgo de que el intervalo de transmisión sea igual al período de $a(t)$, en cuyo caso no habría diversidad de frecuencias).

60 En el caso de que algunos TTIs se reserven para los UEs que realizan el salto, el desplazamiento de salto $a(t)$ sólo se aplicaría en aquellos TTIs. Los UEs dinámicamente planificados todavía se pueden planificar en tales 'TTIs que realizan el salto' en cualesquiera RBs que no estén ocupados por los UEs que realizan el salto.

Una posibilidad es generar $a(t)$ utilizando una secuencia pseudo-aleatoria, reiniciando la secuencia cada T TTIs (o intervalos). Un gran número de secuencias podría ser generado fácilmente de esta manera y el número de secuencias podría ser señalado de manera eficiente. Por ejemplo, considérese la disposición del registro de desplazamiento que se muestra en la figura 7 y que produce una secuencia (PRBS) binaria pseudo-aleatoria de

longitud 2047.

El estado del registro de desplazamiento se actualiza cada TTI (o intervalo). Sea que $m(t)$ representa el valor del registro de desplazamiento de 11 bits en el tiempo t . Un valor pseudo-aleatorio en el intervalo 0 a $S-1$ se puede obtener de la siguiente manera:

5

$$a(t) = \text{suelo} [(m(t).S)/2048].$$

10

Este cálculo es fácil de realizar con multiplicación y desplazamiento de bit. Al reiniciar el registro de desplazamiento cada $T=256$ TTIs (o intervalos), se pueden producir 8 diferentes secuencias utilizando diferentes estados iniciales. Obviamente un registro de desplazamiento más largo podría producir más secuencias, y/o un período T mayor. Estas diferentes secuencias pueden también ser asignadas dentro de diferentes células.

15

Si fuese necesario, el cálculo anterior podría modificarse ligeramente para asegurar que los valores sucesivos de $a(t)$ son siempre diferentes, como sigue:

$$a(t) = \{a(t-1)+1+\text{suelo}[(m(t).(S-1))/2048]\} \text{ mod } S, \text{ donde } a(0) = 0.$$

20

La figura 8 muestra una pauta de salto para cuatro UEs en la que UE1 a UE3 tienen asignados 1RB cada uno, mientras que UE4 tiene asignados 2RBs. En este ejemplo, $a(t)$ tiene valores de 0, 2, $S-1$ y 1 para TTI#0, TTI#1, TTI#2 y TTI#n, respectivamente.

4 Conclusiones

25

Esta contribución esboza algunos de los requisitos para la selección de una pauta de salto eficiente para un enlace ascendente de L-FDMA. Además, se ha descrito un método para generar pautas de salto para L-FDMA que evita la colisión entre los UEs que están realizando el salto y en el que al mismo tiempo se atenúa la interferencia entre células.

30

Por lo tanto, se propone que tal esquema de salto de frecuencia sea adoptado por el enlace ascendente de E-UTRA.

6 Referencias

35

- [1] TSG-RAN WG1#47, R1-063319 "Persistent Scheduling in E-UTRA", NTT DoCoMo, NEC Group.
- [2] TSG-RAN WG1 LTE AdHoc, R1-060099, "Persistent Scheduling for EUTRA" Ericsson.
- [3] TSG-RAN WG1#47, R1-063275, "Discussion on control signalling for persistent scheduling of VoIP", Samsung.
- [4] TSG-RAN WG1#44, R1-060604 "Performance Comparison of Distributed FDMA and Localised FDMA with Frequency Hopping for EUTRA Uplink", NEC Group.
- [5] TSG-RAN WG1#46Bis, R1-062761 "Performance of D-FDMA and L-FDMA with Frequency Hopping for EUTRA Uplink", NEC Group, NTT DoCoMo.
- [6] TSG-RAN VVG1#46Bis, R1-062851 "Frequency hopping for E-UTRA uplink", Ericsson.
- [7] R1-070364, "Uplink Resource Allocation for EUTRA" NEC Group, NTT DoCoMo.

40

45

Aunque la invención ha sido mostrada y descrita en particular con referencia a realizaciones de ejemplo de la misma, la invención no se limita a estas realizaciones. Se entenderá por los expertos en la técnica, que se pueden hacer diversos cambios en la forma y detalles en la misma sin apartarse del alcance de la presente invención como se define por medio de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (1) celular de comunicaciones que comprende: una estación base (5) y una pluralidad de dispositivos de usuario (3);
 5 en el que cada dispositivo de usuario (3) sirve para comunicarse con la estación base (5) sobre un canal de comunicación que tiene una pluralidad de recursos de frecuencias; en el que la estación base (5) sirve para:
- 10 i) proporcionar a cada dispositivo de usuario (3) con una asignación inicial respectiva de dichos recursos de frecuencia; y
 ii) proporcionar al menos un dispositivo de usuario (3) con una oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente en la cual el dispositivo de usuario (3) puede comunicarse con la estación base (5);
- 15 en el que cada dispositivo de usuario (3) sirve para aplicar un desplazamiento de frecuencia a su recurso de frecuencia asignada inicialmente de acuerdo con una secuencia de saltos de frecuencia; en el que los dispositivos de usuario (3) utilizan la misma secuencia de saltos de frecuencia y están sincronizadas entre sí, de modo que en cualquier momento se aplica un desplazamiento de frecuencia común por medio de los dispositivos de usuario (3); y
 20 en el que la secuencia de saltos de frecuencia utilizada por los dispositivos de usuario (3) es periódica y tiene un período que es mayor que la periodicidad de la oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente proporcionada al menos a uno de dichos dispositivos de usuario.
- 25 2. Un sistema celular de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la secuencia de saltos de frecuencia utilizada por los dispositivos de usuario tiene un periodo que es mayor de cinco veces la periodicidad de la oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente proporcionada al menos a uno de dichos dispositivos de usuario.
- 30 3. Un sistema celular de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la secuencia de saltos de frecuencia utilizada por los dispositivos de usuario tiene un periodo que es mayor de diez veces la periodicidad de la oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente proporcionada al menos a uno de dichos dispositivos de usuario.
- 35 4. Un sistema celular de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el canal de comunicaciones está dividido en una pluralidad de sub-bandas contiguas y en el que la secuencia de saltos de frecuencia utilizada por los dispositivos de usuario tiene un periodo que es mayor que la periodicidad de la oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente proporcionada al menos a uno de dichos dispositivos de usuario multiplicada por el número de dichas sub-bandas.
- 40 5. Un sistema celular de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 4, en el que cada recurso de frecuencia en una sub-banda tiene un recurso de frecuencia correspondiente en cada una de las otras sub-bandas y en el que cada dispositivo de usuario sirve para aplicar un desplazamiento de frecuencia que cambia el recurso de frecuencia asignado inicialmente por un recurso de frecuencia correspondiente en otra sub-banda.
- 45 6. Un sistema celular de comunicaciones de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el canal de comunicaciones está dividido en una pluralidad de sub-bandas contiguas y en el que dichos dispositivos de usuario sirven para aplicar un desplazamiento de frecuencia a su recurso de frecuencia asignada inicialmente de acuerdo con la siguiente ecuación:
- 50
$$y = \{x + a(t)N\} \text{ mod } N_{RB}$$
- en la que
- 55 N_{RB} es el número total de recursos de frecuencia en la banda de transmisión
 N_s es el número de recursos de frecuencia contiguos en cada sub-banda
 x es el recurso de frecuencia asignado inicialmente
 y es el recurso de salto de frecuencia
 t es un contador de tiempo;
 $a(t)$ es el desplazamiento de salto de frecuencia aplicado al momento dado t , y es un valor entero del
 60 conjunto $\{0, 1, \dots, S-1\}$; y
 S es el número de sub-bandas.
7. Un sistema celular de comunicaciones de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que dichos dispositivos de usuario sirven para aplicar un desplazamiento de frecuencia a su recurso de frecuencia asignado inicialmente de acuerdo con una secuencia pseudo-aleatoria de salto de frecuencia.
- 65

8. Un sistema celular de comunicaciones de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dichos dispositivos de usuario sirven para calcular dinámicamente el desplazamiento de frecuencia a ser aplicado en un momento dado utilizando una ecuación predeterminada.

5 9. Un sistema celular de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 8, en el que los dispositivos de usuario sirven para calcular dinámicamente el desplazamiento de frecuencia a ser aplicado en un momento dado utilizando una ecuación que implica un valor pseudo-aleatorio.

10 10. Una estación base para su uso en un sistema (1) celular de comunicaciones que comprende la estación base (5) y una pluralidad de dispositivos de usuario (3), la estación base que sirve:

15 para comunicar con cada uno de los dispositivos de usuario (5) del sistema (1) celular de comunicaciones, sobre un canal de comunicación que tiene una pluralidad de recursos de frecuencia, en el que la estación base (5) proporciona a cada dispositivo de usuario (3) con una asignación inicial de dichos recursos de frecuencia y proporciona al menos uno de los dispositivos de usuario (3) con una oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente en la cual al menos un dispositivo de usuario (3) puede comunicar con la estación base (5); y
20 para cada dispositivo de usuario (3) de la pluralidad de dispositivos de usuario (3):

25 aplicar un desplazamiento de frecuencia al recurso de frecuencia asignado inicialmente para ese dispositivo de usuario (3) de acuerdo con una secuencia de salto de frecuencia para comunicar con ese dispositivo de usuario (3); y
utilizar la misma secuencia de salto de frecuencia para cada dispositivo de usuario, en una forma sincronizada para que, en cualquier momento, un desplazamiento de frecuencia común es aplicado para cada dispositivo de usuario (3) de la pluralidad de dispositivos de usuario (3);

30 en el que la secuencia de salto de frecuencia utilizada es periódica y tiene un periodo que es mayor que la periodicidad de la oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente proporcionada al menos a uno de dichos dispositivos de usuario.

11. Un método de comunicaciones realizado en un sistema (1) celular de comunicaciones de acuerdo con la reivindicación 1, el método que comprende:

35 cada dispositivo de usuario (3) que comunica con la estación base (5) sobre un canal de comunicación que tiene una pluralidad de recursos de frecuencia; y
la estación base (5):

40 i) que proporciona a cada dispositivo de usuario con una asignación inicial respectiva de dichos recursos de frecuencia; y
ii) que proporciona al menos un dispositivo de usuario (3) con una oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente en la cual el dispositivo de usuario (3) puede comunicarse con la estación base (5);

45 en el que cada dispositivo de usuario (3) sirve para aplicar un desplazamiento de frecuencia a su recurso de frecuencia asignada inicialmente de acuerdo con una secuencia de saltos de frecuencia;
en el que los dispositivos de usuario (3) utilizan la misma secuencia de saltos de frecuencia y están sincronizadas entre sí, de modo que en cualquier momento se aplica un desplazamiento de frecuencia común por medio de los dispositivos de usuario (3); y
50 en el que la secuencia de saltos de frecuencia utilizada por los dispositivos de usuario (3) es periódica y tiene un periodo que es mayor que la periodicidad de la oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente proporcionada al menos a uno de dichos dispositivos de usuario.

12. Un método realizado por una estación base de un sistema (1) celular de comunicaciones que comprende la estación base (54) y una pluralidad de dispositivos de usuario (3), el método que comprende:

60 comunicar con cada uno de los dispositivos de usuario (5) del sistema (1) celular de comunicaciones, sobre un canal de comunicación que tiene una pluralidad de recursos de frecuencia, en el que la estación base (5) proporciona a cada dispositivo de usuario (3) con una asignación inicial de dichos recursos de frecuencia y proporciona al menos uno de los dispositivos de usuario (3) con una oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente en la cual al menos un dispositivo de usuario (3) puede comunicarse con la estación base (5); y
para cada dispositivo de usuario (3) de la pluralidad de dispositivos de usuario (3):

aplicar un desplazamiento de frecuencia al recurso de frecuencia asignado inicialmente para ese dispositivo de usuario (3) de acuerdo con una secuencia de salto de frecuencia para comunicar con ese dispositivo de usuario (3); y

5 utilizar la misma secuencia de salto de frecuencia para cada dispositivo de usuario, de una forma sincronizada para que, en cualquier momento, un desplazamiento de frecuencia común es aplicado para cada dispositivo de usuario (3) de la pluralidad de dispositivos de usuario (3);

10 en el que la secuencia de salto de frecuencia utilizada es periódica y tiene un periodo que es mayor que la periodicidad de la oportunidad de comunicaciones periódica planificada persistentemente proporcionada al menos a uno de dichos dispositivos de usuario.

13. Un producto informático que comprende instrucciones ejecutables por ordenador para hacer que un dispositivo programable de ordenador realice el método de la reivindicación 12.

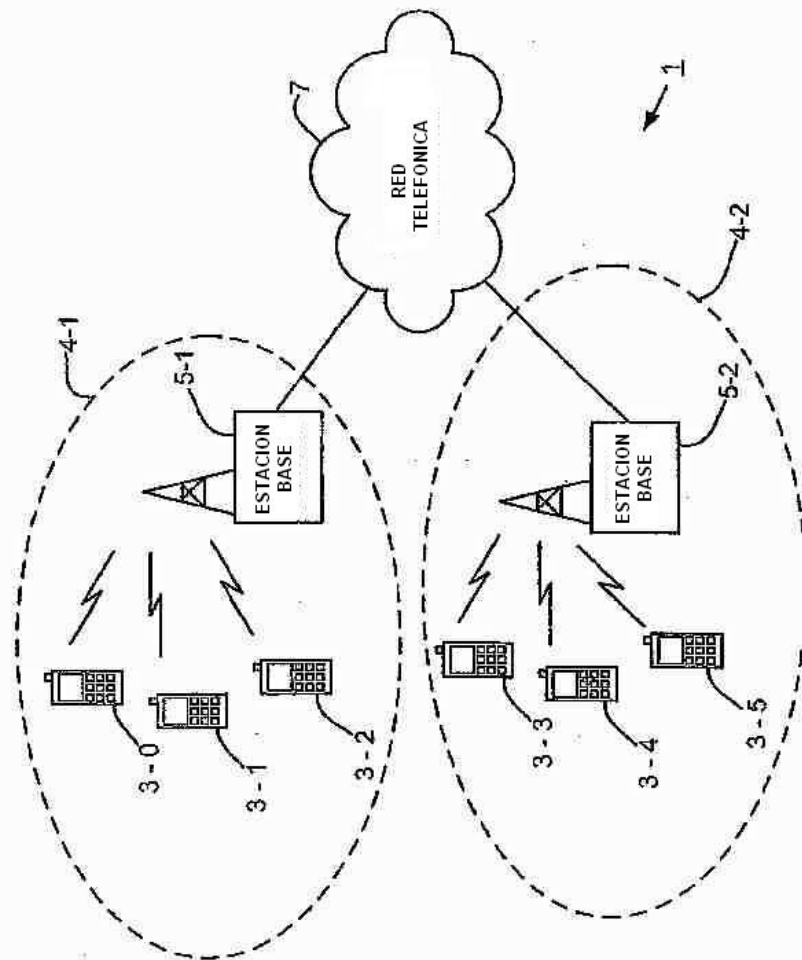


FIGURA 1

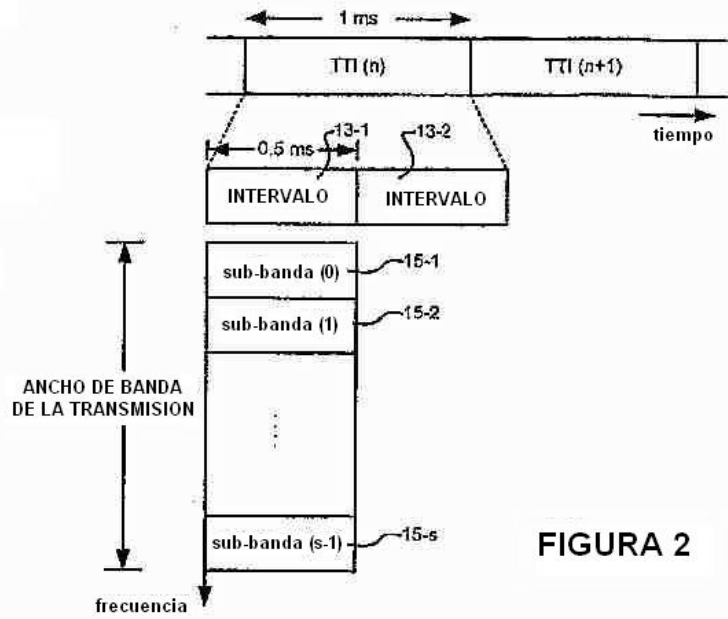


FIGURA 2

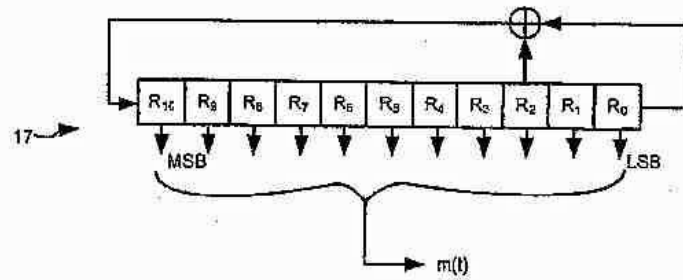


FIGURA 3

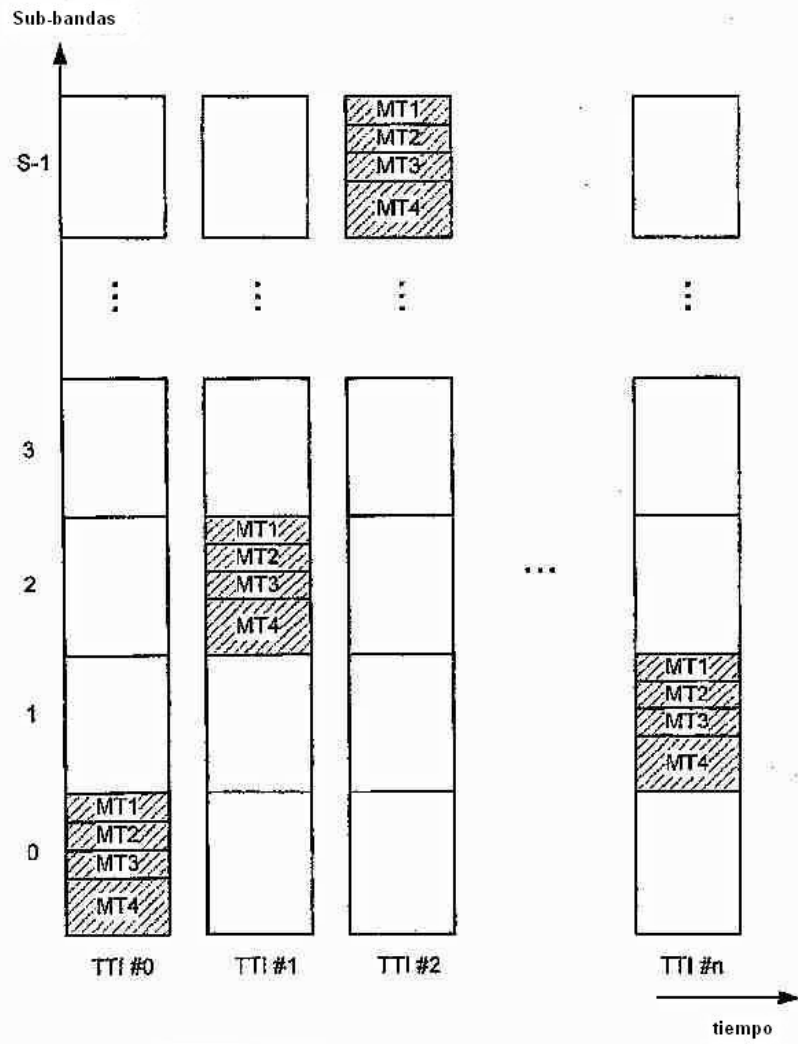


FIGURA 4

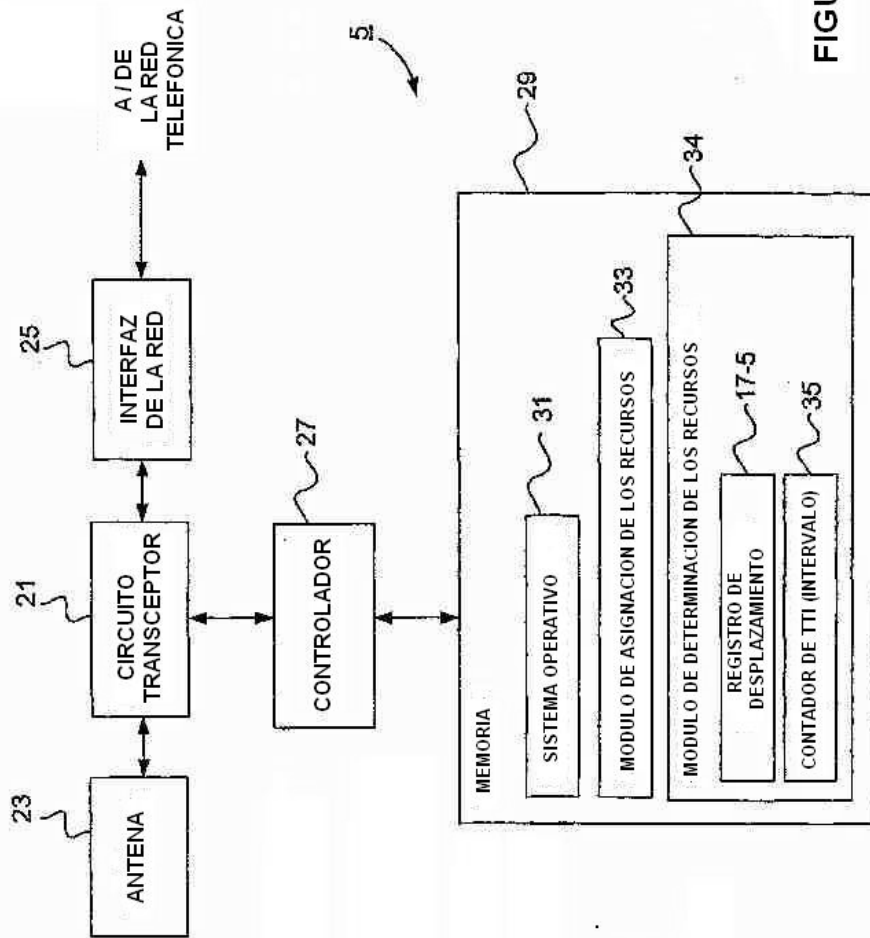


FIGURA 5

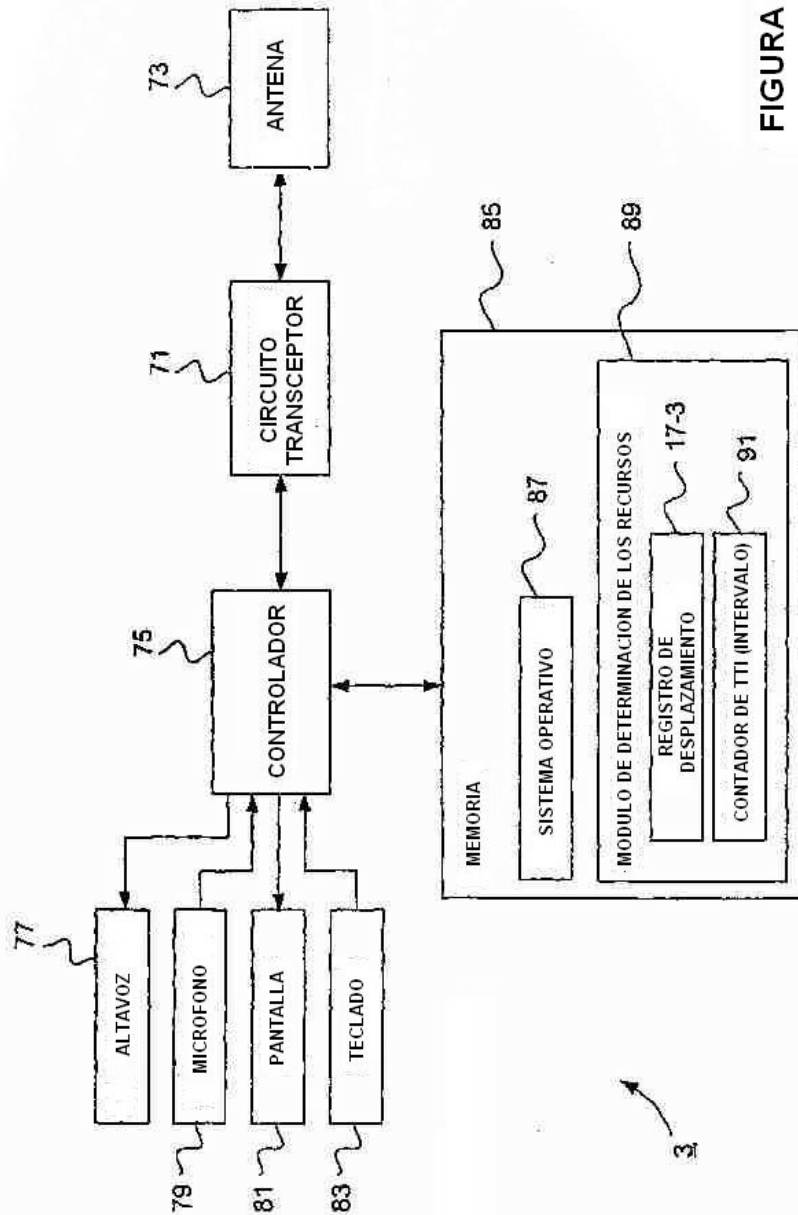


FIGURA 6

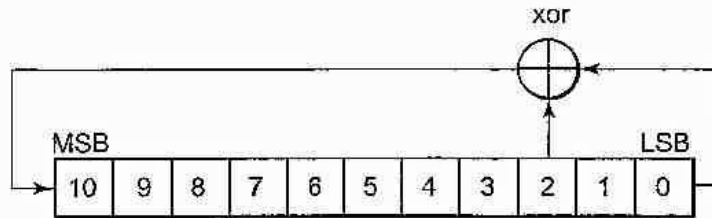


FIGURA 7

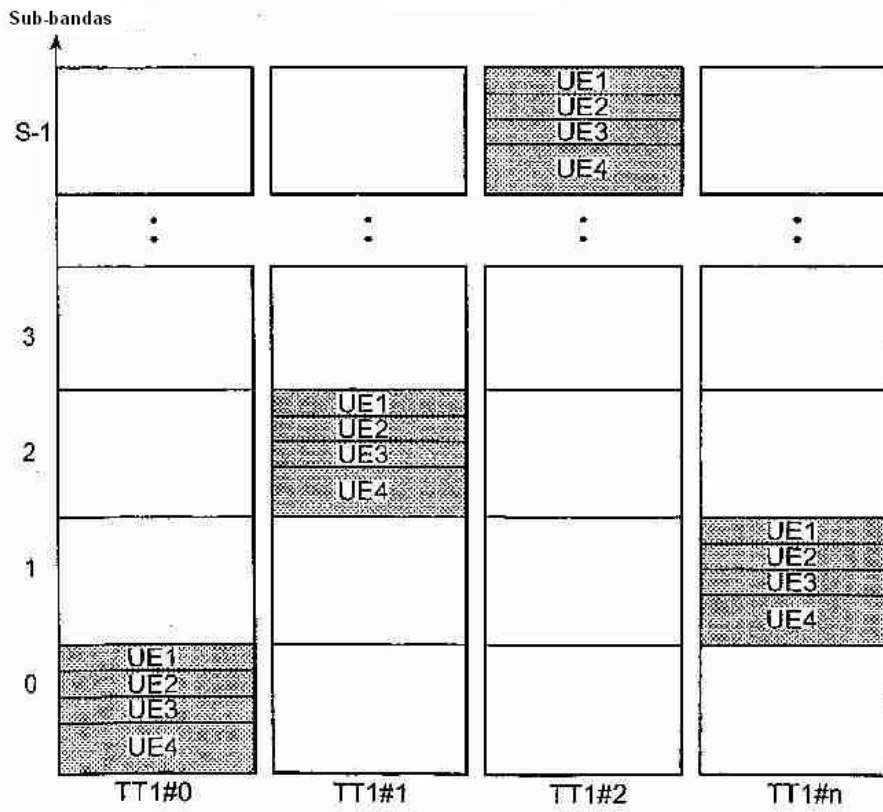


FIGURA 8