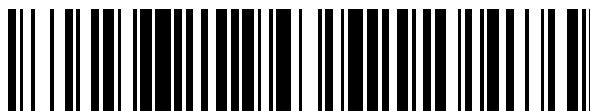


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 381 676**

51 Int. Cl.:
H04W 52/34 (2009.01)
H04W 52/06 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05823894 .0**
96 Fecha de presentación: **22.12.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1964279**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.09.2008**

54 Título: **Gestión de recursos de radio basada en testigo**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.05.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.05.2012

73 Titular/es:
Telefonaktiebolaget L M Ericsson (publ)
164 83 Stockholm , SE

72 Inventor/es:
KAZMI, Muhammad y
LIAO, Jingyi

74 Agente/Representante:
de Elizaburu Márquez, Alberto

ES 2 381 676 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

Gestión de recursos de radio basada en testigo.

5 CAMPO TÉCNICO DE LA INVENCION

La presente invención se refiere a un método de gestión de recursos de radio basado en testigo en una red de telefonía móvil basada en radio, a un nodo central y a un punto de acceso que utiliza el método.

10 En particular la invención se refiere a un método para la asignación dinámica de potencia de transmisión a equipos de usuario (UE – User Equipment, en inglés) en un sistema de radio de interferencia limitada multicelular con reutilización restrictiva de frecuencia utilizando un sistema de equilibrado de potencia de radiofrecuencia (RF – Radio Frequency, en inglés).

15 ANTECEDENTES

20 El objeto de un esquema de asignación de potencia es asignar dinámicamente la potencia de RF a los UEs en una celda con el fin de equilibrar la interferencia de canal compartido en enlace descendente en entorno de celdas múltiples. Esto es particularmente importante en un entorno basado en acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal (OFDMA – Orthogonal Frequency Division Multiple Access, en inglés) de celdas múltiples con reutilización restrictiva de frecuencia, por ejemplo, reutilización 1 ó reutilización 3.

25 En un sistema basado en OFDMA el ancho de banda disponible está subdividido en varios intervalos de frecuencias. Un intervalo es normalmente un recurso de radio bidimensional, definido tanto en el dominio del tiempo como en el de la frecuencia y comprende subportadoras ortogonales. Cada UE estima la calidad del canal en cada intervalo e comunica a la red la calidad medida, por ejemplo un indicador de calidad de canal (CQI – Channel Quality Indicator, en inglés). El CQI puede ser medido por un UE basándose en símbolos de control. Las medidas de calidad de canal de enlace descendente pueden utilizar cualquier otra señal medible adecuada que puede representar la calidad instantánea del canal en el enlace descendente. Basándose en el CQI proporcionado, un controlador de red de radio (RNC – Radio Network Controller, en inglés) asigna dinámicamente los intervalos que deben ser utilizados para la transmisión de datos a los UEs en el enlace descendente. Para asignar intervalos el RNC utiliza cualquier esquema de asignación de frecuencia convencional. Las estaciones de base, también llamadas puntos de acceso (APs), transmiten en los intervalos seleccionados utilizando un cierto nivel de potencia que está determinado por un esquema de control de potencia convencional gestionado por el RNC.

35 DESCRIPCIÓN DE LA TÉCNICA RELACIONADA

40 El impacto de la interferencia de canal compartido en el OFDMA de celdas múltiples ha sido estudiado, Ref. [1]. Algunos esquemas de asignación de potencia han sido investigados para los sistemas de telefonía móvil basados en OFDMA. Se ha propuesto un esquema de asignación de potencia basado en la pérdida de ruta en una red ad hoc inalámbrica basada en OFDMA, Ref. [2]. Se han estudiado esquemas de control de potencia, con el objetivo de equilibrar la relación de portadora a interferencia (CIR – Carrier to Interference Ratio, en inglés) en diferentes tecnologías de acceso, Ref. [3] y Ref. [4]. En estos esquemas el principal propósito es asignar la potencia de manera que se mantenga la misma CIR en todos los enlaces con el mismo requisito de calidad de servicio (QoS – Quality of Service, en inglés). Estos esquemas tienden a minimizar la interferencia de canal compartido. El control de potencia basado en informes de CQI se propone para el OFDMA en Ref. [5]. El esquema de control de potencia en [5] no resuelve el problema de un escenario de OFDMA de celdas múltiples, donde un aumento de potencia en una celda generará una interferencia en las otras celdas.

50 Problemas con las soluciones existentes
El control de potencia y la asignación de potencia han sido extensamente estudiados para sistemas de CDMA. Los sistemas de potencia de control actualmente utilizados o propuestos tienen los siguientes inconvenientes:

55 El esquema de asignación de potencia basado en ganancia de ruta no tiene en cuenta la calidad del canal, Ref. [2]. En las redes reales los enlaces de radio incluso con la misma calidad de servicio (por ejemplo relación de borrado de trama, FER (Frame Erasure Ratio, en inglés) pueden requerir diferentes objetivos de CIR con el fin de cumplir sus objetivos de calidad. Por ello, los esquemas de asignación de potencia basados en el equilibrado de CIR, Ref. [3] y Ref. [4], que buscan minimizar la interferencia de canal compartido no solucionan el problema de cumplir los objetivos de máxima calidad (por ejemplo FER).

60 El control de potencia basado en CQI en OFDMA, Ref. [5], no cubre la situación de un entorno de celdas múltiples en el que un aumento de potencia en una celda provocará una interferencia en otras celdas. En el caso peor, existirá un aumento o disminución globales no deseados en la potencia en todas las celdas. Este es un problema que necesita ser resuelto.

5 Una asignación de potencia fija en el enlace descendente de un canal de radio puede producir una degradación del rendimiento de las celdas en el caso de que la potencia de transmisión en la potencia del enlace descendente sea menor que el nivel requerido para mantener una calidad de canal correspondiente al servicio actual. Similar pérdida de recursos de potencia en el enlace descendente en el caso de que la potencia asignada fija sea mayor que la potencia requerida. La Ref. [6] se refiere a un método de controlar la potencia de transmisión de terminales en una red de telefonía móvil de tipo de CDMA y para proporcionar una estación de base y un controlador de estación de base que implementa el método. La Ref. 6 no resuelve el problema utilizando las características técnicas especiales de la reivindicación 1, en la cual el esquema de control de potencia convencional es detenido para algunos Equipos de Usuario y no para otros. La Ref. 6 no describe el equilibrado de potencia de un canal reutilizado sino de canales separados de una manera convencional mediante CDMA.

COMPENDIO DE LA INVENCION

15 Un objeto de la invención es proporcionar, en un sistema de radio de telefonía móvil una restrictiva reutilización de frecuencias, un método, un nodo controlador central y un punto de acceso que, en combinación con esquemas de control de potencia convencionales, equilibra la potencia de transmisión del enlace descendente en las frecuencias reutilizadas con el fin de equilibrar la interferencia en un entorno de celdas múltiples.

20 En un sentido amplio la invención se refiere a un esquema de equilibrado de potencia del tipo anterior que (i) tiene en cuenta la variación instantánea de canal y la interferencia de canal compartido y (ii) satisface los requisitos de rendimiento de las diferentes celdas cuando se asigna potencia para el enlace descendente a los UEs.

25 Otro objeto más de la invención es proporcionar un esquema de equilibrado de potencia que proporcione el citado equilibrado asignando dinámicamente un testigo o revocando un testigo de un canal de radio reutilizado individual basándose en la calidad de o en la potencia de transmisión en el canal: inhibiendo (i) un testigo, si está revocado del canal, el control de potencia convencional congelando con ello la potencia de transmisión en el canal en su nivel de potencia actual, y reasumiendo (ii) un testigo, si es asignado o reasignado al canal, el control de potencia convencional, permitiendo con ello una variación dinámica de la potencia de transmisión en el canal de acuerdo con el control de potencia convencional. El control de potencia convencional es así inhibido (abortado) en un canal reutilizado del cual fue revocado el testigo.

35 De acuerdo con la invención la asignación de un testigo se basa bien en algún patrón predefinido, o bien en informes de medidas relativas a radio desde puntos de acceso y equipos de usuario, o en un nivel de potencia de transmisión por radio utilizado en un punto de acceso. Si se basa en el nivel de potencia de transmisión, el equilibrado de potencia es más rápido comparado con el caso en el que se basa en medidas relativas a radio, puesto que no se requiere ninguna señalización de parámetros de entrada para el esquema de equilibrado de potencia sobre la interfaz de radio.

40 Una idea principal que se encuentra detrás de la invención es que cada punto de acceso proporciona un control de potencia convencional (aumento o disminución por etapas de la potencia de transmisión) en cada canal sólo si se le ha asignado un testigo. En combinación con el control de potencia convencional, el esquema de equilibrado de potencia es utilizado para evitar un aumento o disminución global de las interferencias en un entorno de celdas múltiples. De acuerdo con la invención, el control de potencia en combinación con el equilibrado de potencia no pertenece sólo a una celda, sino a muchas celdas y está coordinado entre las muchas celdas. La invención proporciona una solución de equilibrado de potencia para diferentes configuraciones de red de radio en tecnologías de acceso por radio de celdas múltiples, con una ventaja particular en los sistemas de interferencia limitada tales como OFDMA, CDMA, etc.

50 El método de equilibrado de potencia basado en testigo asegura la estabilidad del sistema evitando un repentino aumento o disminución en la interferencia de canal compartido en sistemas de interferencia limitada de celdas múltiples tales como OFDMA y CDMA con una restrictiva reutilización de frecuencia, por ejemplo reutilización 1 ó reutilización 3.

55 El método de equilibrado de potencia de la invención hace un uso eficiente del recurso de potencia en el enlace descendente.

60 El método de equilibrado de potencia de la invención equilibra las interferencias y satisface los requisitos de rendimiento de las diferentes celdas.

En la memoria y reivindicaciones el término "canal" es una frecuencia, un intervalo de tiempo, un intervalo de frecuencia, un código ortogonal u otra manifestación del canal, dependiendo de la técnica de acceso utilizada en el sistema de telefonía móvil.

El rendimiento de una celda se mide a menudo en términos de suma total del número de bits correctos recibidos por unidad de tiempo en la celda.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

5
 La Figura 1 es una vista esquemática de un sistema de telefonía móvil,
 la Figura 2 es una vista tridimensional que ilustra intervalos de frecuencia,
 la Figura 3 es una matriz que muestra una asignación de testigo,
 10 la Figura 4 es un diagrama de cómo puede variar un identificador de calidad de canal CQI (Channel Quality Identifier, en inglés) asociado con un intervalo de frecuencia particular de una celda a otra cuando no se utiliza ningún esquema de equilibrado de potencia,
 la Figura 5 es un diagrama que ilustra la reutilización del mismo intervalo de frecuencia en diferentes celdas, mostrándose el intervalo de frecuencia en dos instantes de tiempo diferentes.
 15 la Figura 6 es un diagrama que ilustra el CQI en función del tiempo en una celda del sistema,
 la Figura 7 es el mismo diagrama que en la Figura 5, pero ahora tras aplicar la presente invención, utilizando la asignación de testigo basada en el CQI,
 las Figuras 8 a 11 son diagramas similares a los de las Figuras 4 - 7 pero ahora utilizando la potencia de transmisión como variable dependiente y utilizando la asignación de testigo basada en la potencia de transmisión de radio,
 20 las Figuras 12 a 16 son esquemas de señalización para esquemas de equilibrado de potencia basados en patrones predefinidos, condiciones de radio o potencia de transmisión,
 la Figura 17 es una arquitectura de red de acceso por radio con un nodo central para la asignación de testigos,
 la Figura 18 es una arquitectura de red de acceso por radio sin un nodo central, en la que la asignación de testigo se lleva a cabo mediante la coordinación entre puntos de acceso, y
 25 la Figura 19 es una arquitectura de red de acceso a red de radio completamente distribuida, en la que la asignación de testigo se realiza mediante la coordinación entre puntos de acceso llevada a cabo mediante equipos de usuario.

30 DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES

La invención se describirá en lo que sigue con referencia a un sistema de telefonía móvil que comprende una pluralidad de APs, puntos de acceso (Access Points, en inglés) 1, un APC, controlador de punto de acceso (Access Point Controller, en inglés), 2, una pluralidad de celdas, A, B,...I, y en cada celda una pluralidad de UEs, equipos de usuario (User Equipment, en inglés) de telefonía móvil, 3.

(En una red de acceso por radio basada en OFDMA la parte contraria del APC es un RNC y la del AP es un Nodo - B.)

40 Los APs están distribuidos sobre una extensa área y se comunican con el APC mediante líneas terrestres no mostradas y con los UEs mediante radio.

El APC comprende un planificador que asigna intervalos de frecuencia a un AP. A un AP se le asignan típicamente una pluralidad de intervalos de frecuencia en los cuales se comunica con los UEs a los que proporciona servicio. Una comunicación con un UE tiene lugar sobre un enlace descendente y un enlace ascendente respectivamente.

Los intervalos de frecuencia son típicamente utilizados en un sistema de salto de frecuencia en el cual la transmisión en el enlace descendente salta de un intervalo de frecuencia a otro durante una comunicación en curso. Los intervalos de frecuencia utilizados para saltar son seleccionados para combatir el desvanecimiento selectivo de frecuencia. Tal desvanecimiento es típicamente una consecuencia del movimiento de un UE.

La Figura 2 ilustra esquemáticamente el término de intervalo de frecuencia. El intervalo total de frecuencia se divide en intervalos de frecuencia y cada intervalo comprende una pluralidad de subportadoras.

55 A modo de ejemplo y sólo con el fin de proporcionar una imagen general, el ancho de banda completo dedicado al sistema de telefonía móvil puede ser 10 MHz y un intervalo de frecuencia puede tener un ancho de banda de 200 - 400 kHz. Si el ancho de banda de un intervalo es 300 kHz y el ancho de banda de un intervalo es 15 kHz hay 20 subportadoras en cada intervalo de frecuencia.

60 En la Figura 2 se muestra un intervalo 4 en la banda de frecuencia f_1 para ser utilizado simultáneamente por los APs de las celdas A, B, C y D durante el periodo de tiempo $0 - t_1$. Otro intervalo 5 es utilizado también simultáneamente por los mismos APs de las celdas A - D durante el mismo periodo de tiempo. Un AP en una celda puede así utilizar una pluralidad de intervalos al mismo tiempo. Otro AP en otra llamada puede utilizar los mismos intervalos de frecuencia durante el mismo periodo de tiempo.

La parte derecha de la Figura 1 ilustra el uso del intervalo 4 en las celdas A - D en otro periodo de tiempo t_2 a t_3 . Con el fin de no enturbiar la figura no se muestra el intervalo 5 en este periodo de tiempo. Debe observarse que durante el periodo de tiempo t_1 a t_2 las celdas A - D pueden utilizar más intervalos que los intervalos 4 y 5.

El APC asigna intervalos a un AP, proporciona a cada intervalo un ID y señala los IDs al AP.

En lo que sigue la invención se describirá con una reutilización de intervalo de frecuencia de 1, que es un intervalo que es utilizado en todas las demás celdas A - I. Una reutilización de 3 indica que el mismo intervalo no se utiliza en celdas consecutivas. Se puede tener una reutilización de menos de uno por ejemplo 1/2, lo que significa que el mismo intervalo se utiliza dos veces en la misma celda. Una reutilización de intervalos de aproximadamente 3 a una reutilización de 1/2 ó menos puede verse como una reutilización restrictiva de intervalos de frecuencia.

Dado que el mismo intervalo 4 se utiliza en celdas que son vecinas a y vecinas de las vecinas se sigue que una transmisión simultánea en el intervalo 4 en la celda A provocará una interferencia en el intervalo 4 en sus celdas vecinas B - G. Por el contrario, la transmisión en el intervalo 4 en cualquier otra celda B - G provocará una interferencia en el intervalo 4 en la celda A. Tal interferencia se denomina interferencia compartida. Además de una interferencia compartida una celda está también sujeta a la interferencia de otras fuentes. La transmisión con una potencia de RF alta en el intervalo 4 en la celda A provocará así una interferencia de canal compartido en las celdas B - G que rodean a la celda A. Igualmente, la transmisión con una potencia de RF alta en el intervalo 4 en cualquiera de las celdas B - G provocará una interferencia de canal compartido en la celda A. de acuerdo con la invención la potencia de transmisión en el intervalo 4 debería ser equilibrada entre las celdas A - G. Una potencia de RF demasiado baja en el intervalo 4 en la celda A no es buena, puesto que esto hará a la celda A susceptible de una interferencia de canal compartido así como de otra interferencia. Además, el rendimiento de la celda A será bajo en tal caso.

Aunque la discusión de interferencia y de interferencia compartida anterior aplicaba a las celdas A - G debe resultar claro que el mismo razonamiento aplica a cada celda individual en el sistema.

De acuerdo con la asignación la potencia de RF utilizada en un intervalo de frecuencia debería ser equilibrada entre las celdas del sistema. Además, la potencia de RF utilizada en todos los intervalos de frecuencia debería ser equilibrada entre las celdas del sistema. De acuerdo con esto un equilibrado de potencia de RF global resulta deseable. En un sentido amplio la misma potencia de RF debería ser utilizada en todos los intervalos en todas las llamadas. A tal fin, la invención propone un esquema de equilibrado de potencia de RF.

Además de asignar un intervalo identificado a un AP el APC asigna una potencia de RF predefinida para ser utilizada en el intervalo en una celda individual. Así, cada celda puede transmitir en el mismo intervalo utilizando diferentes niveles de potencia (dependiendo del tamaño de celda configurado). Como se ha indicado anteriormente a una celda pueden asignarse muchos intervalos diferentes y la potencia de RF asignada a los intervalos en la misma celda sería, en un sentido amplio, la misma.

De acuerdo con la invención un AP aumenta o disminuye la potencia de RF para un intervalo de frecuencia sólo si al AP le ha sido asignado un testigo Γ para ese intervalo particular. Por otro lado si el AP no tiene el testigo, la potencia de RF del correspondiente intervalo permanece constante. El testigo Γ puede ser 0 ó 1. Por ello un testigo es asignado a un AP ajustando Γ a 1, si no el testigo no es asignado. El mismo testigo puede ser asignado a un AP o a un grupo de APs. El grupo de APs a los cuales se les ha asignado el testigo puede ser localizado o puede también ser distribuido en una región.

Un testigo puede ser asignado para cada intervalo de frecuencia disponible dentro del AP. En este caso la asignación de testigo comprenderá dos vectores dimensionales $\Gamma_{i,j}$, donde i y j son el AP y el intervalo respectivamente. La Figura 3 ilustra una asignación de testigo bidimensional asumiendo N APs totales y M intervalos máximos disponibles por AP.

Un testigo puede ser también un vector tridimensional $(\Gamma_{i,j,k})$ donde i , j y k son el AP, el intervalo y el UE respectivamente. Esto significa que el testigo también puede ser un UE específico.

En caso de múltiples escenarios de antena de transmisión, tales como MIMO o formación de haz el testigo puede ser también un vector tetradimensional $(\Gamma_{i,j,k,l})$ donde i , j , k y l son el AP, el intervalo el UE y el haz/antena respectivamente.

Asignación de Potencia

Una vez que el AP obtiene un testigo puede utilizarse cualquier algoritmo de asignación de potencia convencional para asignar potencia a sus UEs. Como ejemplo, a continuación se explica uno de tales algoritmos de asignación de potencia convencionales con referencia a la asignación de testigo tridimensional.

5 Considerérese un entorno de celdas múltiples en el cual un AP i asigna potencia $P_{i,j,k}(t)$ en el intervalo de frecuencia j al usuario k durante el tiempo/intervalo de planificación t . La potencia asignada al mismo usuario en el mismo intervalo tras un intervalo τ , es decir $P_{i,j,k}(t+\tau)$ se expresa como:

$$P_{i,j,k}(t+\tau) = P_{i,j,k}(t) + \Delta P_{i,j,k}(t+\tau) \quad (1)$$

10 donde debe predecirse $\Delta P_{i,j,k}(t+\tau)$ para asignar correctamente la potencia instantánea. El $\Delta P_{i,j,k}(t+\tau)$ puede basarse en cualquier informe de medida de calidad adecuado tal como CQI, SINR, etc. Los detalles del algoritmo de asignación de potencia no forman parte de esta invención.

Si ($\Gamma_{i,j,k} = 1$)

15 estimar $\Delta P_{i,j,k}$ en (1) usando un algoritmo de control de potencia convencional,

Si no

$\Delta P_{i,j,k} = 0$ en (1) anterior; no hay ningún cambio en la potencia transmitida.

20 En otras palabras cuando un AP no tiene el testigo ni aumenta ni disminuye su potencia de RF; por el contrario, continúa transmitiendo con la potencia de RF previa en el intervalo correspondiente al UE correspondiente.

Si ΔP aumenta, el aumento no debe ser demasiado grande, porque esto provocará interferencia. Por lo tanto, los umbrales se han establecido, como se explicará a continuación.

25 Debe observarse que un algoritmo de asignación de potencia convencional, cuando está activo (testigo = 1), permite que la potencia de RF en un intervalo en un AP aumente o disminuya en etapas predefinidas, por ejemplo en las etapas de 1 dB, como consecuencia de las medidas de calidad de canal tomadas en el UE en tiempos regulares, por ejemplo una medida cada 1/10 segundos. Estas medidas son comunicadas por los UEs al AP y dependiendo de la calidad del canal medida el AP aumenta o disminuye su potencia de transmisión hasta que la calidad del canal se corresponde con la asociada con el servicio utilizado en el canal.

Esquemas de equilibrado de potencia

35 El objeto de un esquema de equilibrado de potencia fue mencionado anteriormente. Los APs informan acerca de la potencia de transmisión que utilizan al APC y el APC utiliza un esquema de equilibrado de potencia con el fin de ajustar mutuamente la potencia de transmisión entre los intervalos de frecuencia y las celdas, de manera que la interferencia de canal compartido se reduzca y que se mantenga un rendimiento de celda razonable. El equilibrado de potencia se alcanza dentro de aproximadamente ½ segundo o algunos cientos de milisegundos después de que el APC ha recibido una comunicación acerca de la existencia de un intervalo malo. Como se ha observado anteriormente el intervalo es malo si su potencia de transmisión es demasiado alta o demasiado baja comparada con un umbral. Se describirán tres esquemas de equilibrado de potencia diferentes, un esquema de asignación basado en testigo basado en reglas planificadas, un esquema de asignación basado en testigo basado en condiciones de radio y un esquema de asignación basado en testigo basado en potencia de transmisión.

45 Equilibrado de potencia basado en reglas planificadas:

Véase la Figura 8. Ilustra la potencia de transmisión utilizada en el intervalo 4 en las celdas A - D en un cierto instante. La línea 6 es un tipo de valor medio deseado para la potencia de transmisión en el intervalo, como se ve en una perspectiva global. El valor medio deseado es por consiguiente no sólo para las cuatro celdas A - D mostradas, sino para todas las celdas A - I del sistema. El APC tiene esta visión global. Supóngase que a todas las celdas se les ha asignado un testigo, que es la potencia de transmisión que es regulada de acuerdo con un esquema de control de potencia convencional. En la celda D la potencia de transmisión es demasiado alta, puesto que excede la línea 6. El APC, conociendo la potencia de transmisión utilizada en la celda D, revoca por consiguiente el testigo de la celda A siguiendo la regla planificada. Revocar el testigo significa que la potencia de transmisión en la celda A es congelada en la potencia de transmisión actualmente utilizada. Es de esperar que esto tenga el efecto de que la celda D pueda disminuir su potencia de transmisión, reduciendo con ello la interferencia de canal compartido. El APC espera a ver cómo es la situación. Si no tiene lugar ningún cambio en la celda D, entonces el APC revoca el testigo de otra celda que es vecina de la celda mala D y espera a ver si la potencia de transmisión en la celda D se reduce hasta el valor medio global deseado mostrado en la línea 6. La regla planificada es tal que los testigos son revocados de las celdas A, C, E, etc., uno cada vez, que son vecinas de la celda D mala. De alguna forma la situación se estabilizará en el entorno de celdas múltiples. Cuando la situación se ha estabilizado y la potencia de transmisión en las celdas generalmente está en el nivel medio global el APC puede reasignar testigos a la celda o celdas de la cual o de las cuales fue revocado el testigo.

Ésta es una regla planificada simple que puede ser modificada de varias maneras. Una modificación de la regla sería revocar los testigos de dos celdas vecinas cada vez hasta que todas las celdas vecinas han sido privadas de testigos. Otra modificación más sería revocar los testigos de un conjunto de celdas predefinidas que rodean a la celda mala.

Un esquema de equilibrado de potencia basado en reglas predefinidas o en un patrón predefinido reacciona rápidamente, no requiere ninguna señalización de cabecera, es fácil de implementar, pero no es dinámico y puede no ser eficiente visto desde el punto de vista del rendimiento de celda.

Equilibrado de potencia basado en condiciones de radio:

Las condiciones de radio están representadas por los informes de medida de calidad del UE en el enlace descendente mencionados previamente. Las medidas de calidad pueden ser relativas a CQI, SINR, RSSI, potencia de señal recibida, interferencia recibida, etc. En este caso el testigo es revocado del AP en los intervalos cuya calidad de enlace descendente disminuye por debajo de un cierto nivel (γ_1) en el tiempo (T_1). El testigo puede ser reasignado si la calidad en este intervalo resulta mejor que un cierto nivel (γ_2) en el tiempo (T_2). En la Figura 6 se muestran los niveles γ_1 y γ_2 .

Véase la Figura 4, que ilustra una situación en la que las flechas verticales representan el CQI para el intervalo de frecuencia 4 en las celdas A - D visto por el APC. Aspectos globales similares tal como se han explicado anteriormente son de aplicación, aunque sólo se muestra la situación en cuatro celdas. La línea 7 representa un valor medio global para el CQI.

Véase la Figura 5. Como se muestra, el CQI de la celda A es adecuado (= aceptable, marcado en color YE (amarillo, YELlow, en inglés), el CQI en la celda B es malo (= no aceptable, marcado en color RE (rojo, RED, en inglés), la celda C es adecuada (= aceptable, marcada en color YE (amarillo, YELlow, en inglés), y la celda D es mala (= demasiado buena y por lo tanto no aceptable, marcada en color RE (rojo, RED, en inglés). La Figura 5 ilustra los dos intervalos 4 y 5 en las celdas A - D; estando la parte izquierda de la Figura 5 asociada con la Figura 4 y con la Figura 6. En la Figura 5 el marcado de color de los intervalos es el mismo que el utilizado en la Figura 6. Como aparece en el intervalo 5 de la Figura 5, f_2 tiene otras relaciones de CQI distintas de las del intervalo 4, f_1 .

Véase la Figura 6, que es un diagrama que comprende dos curvas 8 y 9 que ilustran cómo varía el CQI a lo largo del tiempo; las curvas 8 y 9 están asociadas con el intervalo 4 y con un UE particular de la celda B. Se muestran un valor de umbral superior γ_1 y un nivel de umbral inferior γ_2 . Un valor de CQI por debajo de γ_1 significa que el intervalo es malo (REd - Rojo, Red, en inglés), un valor de CQI por encima de γ_2 significa que el CQI del intervalo es bueno (GReen - Verde, GReen, en inglés) y un valor de CQI entre γ_1 y γ_2 proporciona histéresis y significa que el CQI del intervalo es adecuado (= YELlow, en inglés - Amarillo). Si el CQI disminuye y está en la región roja RE por debajo de γ_1 durante un tiempo $t_2 - t_1$ (= T_1) el APC revoca el testigo del intervalo f_1 en la vecindad más cercana de la celda B, que es la de la celda A o la de la celda B, o de ambas dependiendo del esquema de equilibrado de potencia basado en la condición de radio particular. Los instantes de tiempo $t_1 - t_3$ en la Figura 6 son diferentes de los mostrados en la Figura 2. El APC conoce la potencia de transmisión utilizada en el intervalo 4 por las celdas y por lo tanto no se requiere ninguna señalización de cabecera para que el APC revoque el testigo (o los testigos). Digamos que el testigo es revocado (testigo = 0) de la celda A, el AP en la celda A congela su potencia de transmisión en su valor actual, es decir, el AP continúa transmitiendo en el intervalo 4 con el valor de potencia que tenía cuando el testigo fue revocado. A continuación de la revocación del testigo de la celda A el APC comprueba el resultado en el sistema utilizando una perspectiva global. En particular el APC comprueba para ver si la distribución de CQI en la Figura 4 ha cambiado. Es de esperar que haya cambiado y la distribución de CQI ahora aparece como en la Figura 7, donde el CQI es aproximadamente el mismo en todas las celdas. El CQI de la celda 7 ha disminuido ligeramente, pero es aún aceptable.

Revocando el testigo de la celda A vecina la interferencia del canal compartido a la celda B disminuirá, lo que a su vez mejora el CQI en la celda B. Otras celdas pueden estar también influenciadas puesto que tienen su control de potencia activo. Si la mejora del CQI en la celda B persiste en la región verde GR (GReen, en inglés) durante un tiempo mayor de $t_4 - t_3$ (= T_2 para la curva 9) el APC reasigna ahora (testigo = 1) un testigo a la celda A.

Un testigo ni es asignado ni es revocado si el nivel de calidad de un intervalo está entre el nivel γ_1 y γ_2 , es decir, si la calidad está dentro de la región amarilla YE (YELlow, en inglés).

En ausencia de testigo la potencia de transmisión sigue siendo la misma, como se ha explicado anteriormente. Así, los informes de medida del UE, por ejemplo CQI, RSSI, para el propósito de la asignación de potencia no son necesarios cuando el AP no tiene los testigos para los intervalos correspondientes.

Un UE informa de la medida, por ejemplo CQI, RSSI, sólo si su punto de acceso tiene el testigo (y no hay otro requisito para los informes del CQI). El periodo durante el cual el UE informa acerca de su CQI es decidido por el AP

- y/o por el APC y depende del esquema del control de potencia. El periodo puede ser un valor fijo o puede estar basado en alguna probabilidad seleccionada por el AP o establecida por el APC. El periodo de informe es emitido por el AP o es enviado al UE por el AP y/o por el APC usando un mecanismo de señalización específico para el UE. El mecanismo reduce el número de informes de medida, potencia de transmisión del enlace ascendente, procesamiento en el UE y AP cuando no se necesitan informes de medida del UE.
- El esquema de equilibrado de potencia gestionado por el APC puede estar diseñado de tal manera que el testigo es revocado de más de un vecino como se ha mencionado anteriormente. El APC puede incluso revocar el testigo de todos los vecinos más cercanos, por ejemplo de las celdas C, A y G en la Figura 1. Esto impactará ciertamente en el CQI de la celda B.
- Debe entenderse que un operador tiene que ajustar adecuadamente parámetros tales como γ_1 y γ_2 , t_1 , t_2 , t_3 y t_4 para el sistema de telefonía móvil cuando despliega el esquema de equilibrado de potencia. Una vez que ha sido realizado el APC conocerá cuántas celdas vecinas de las cuales deben revocarse los testigos cuando la calidad del CQI disminuye hasta la región roja RE (REd, en inglés).
- El esquema de distribución de potencia funciona de esta manera: las medidas de CQI son comunicadas al AP. El AP utiliza los informes para la asignación de recursos y para otros propósitos, tales como ARQ y retransmisión. Normalmente, el AP no transmite los informes de CQI al APC, pero cuando el CQI sube por encima de γ_2 ó baja por debajo de γ_1 durante un cierto tiempo, entonces este evento es comunicado al APC. Esto significa que mientras no haya eventos comunicados al APC en un intervalo particular en una celda particular, entonces el intervalo está en la región amarilla YE (YEllow, en inglés). Cuando un testigo es revocado la señalización puede reducirse diciendo al UE que no comunique la medida utilizada para el control de potencia convencional.
- Equilibrado de potencia basado en potencia de transmisión
Un testigo no se le asigna (= es revocado de) a un AP para un intervalo si la potencia transmitida en este intervalo permanece por encima de cierto nivel (γ_3) durante un cierto tiempo (T_3). El testigo puede ser reasignado si la potencia de transmisión baja por debajo de un cierto nivel (γ_4) durante un tiempo (T_4).
- Véanse las Figuras 8 - 11. Las curvas 11 y 12 se refieren al intervalo 4 para la celda D. Esta vez los intervalos asociados con potencia de transmisión demasiado alta o demasiado baja se clasifican como malos puesto que una potencia de transmisión alta genera interferencia en las celdas vecinas. Por lo tanto el intervalo 4 en la celda D es malo (marca de color rojo REd (REd, en inglés) en la Figura 9). De acuerdo con el esquema de equilibrado de potencia el testigo asociado con el intervalo 4 en la celda D es revocado (el testigo es puesto a cero) si se encuentra en la región roja RE (REd, en inglés) durante un tiempo mayor de $t_8 - t_7$ (= T_3). Después de que el testigo ha sido revocado por el APC, el APC espera y comprueba si la distribución mostrada en la Figura 8 ha cambiado. Es de esperar que cambie y sea como se muestra en la Figura 11. El esquema de equilibrado de potencia puede reasignar el testigo a la celda D si la potencia de transmisión baja por debajo de γ_4 durante un periodo de tiempo mayor de $t_6 - t_5$ (= T_4). Cuando la potencia de transmisión para un intervalo baja por debajo de γ_4 la interferencia en las celdas vecinas disminuye y el intervalo se clasifica como verde GR (GReen, en inglés).
- Un testigo no es ni asignado ni revocado si el nivel de calidad de un intervalo está entre el nivel γ_2 y γ_4 , es decir, si la calidad se encuentra en la región amarilla YE (YEllow, en inglés).
- De manera similar, una potencia de transmisión demasiado baja, como en la celda B, no es buena puesto que hace que el sistema sea inestable. Por lo tanto el testigo es revocado de la celda B y se espera que la distribución de potencia global cambie mediante esta medida. El testigo puede ser reasignado a la celda B si la potencia de transmisión sube por encima del umbral inferior γ_4 durante un cierto tiempo.
- Un esquema de transmisión de potencia basado en condiciones de radio o basado en potencia de transmisión proporciona una revocación dinámica de testigos y una reasignación dinámica de testigos, aumenta el rendimiento de las celdas y proporciona estabilidad al sistema.
- La única diferencia entre un esquema de equilibrado basado en CQI y un esquema de equilibrado de potencia basado en potencia de transmisión es que en el último caso el testigo ya ha sido revocado de los intervalos que transmiten con una potencia de RF demasiado baja (región verde GR, GReen, en inglés) o demasiado alta (región roja RE, REd, en inglés). En el primer caso, cuando el CQI es malo en un intervalo, se revoca el testigo de la celda vecina con un buen CQI.
- Las Figuras 12 a 14 son el esquema de señalización que ilustra la información intercambiada entre un AP y el APC en el caso de cualquiera de los tres esquemas de equilibrado de potencia explicados. Las Figuras 15 y 16 ilustran la señalización entre el APC y un AP cuando los parámetros γ_1 , γ_2 , γ_3 y γ_4 y los correspondientes periodos de tiempo son establecidos. En las figuras el APC comprende un medio 12 para asignar y reasignar un testigo a un intervalo de frecuencia, un medio de recepción 13 y un esquema de equilibrado de potencia 14. El medio de recepción interactúa

con el medio de equilibrado de potencia e identifica el ID de los intervalos cuyos testigos van a ser reasignados o revocados. Un punto de acceso comprende un medio 15 para recibir información acerca de los testigos para ser reasignados o revocados de intervalos de frecuencia individuales.

5 Consideración arquitectónica de la red de acceso por radio en la asignación de testigo:
La entidad de red, que asigna los testigos a los APs depende de la topología de la red de radio y de la configuración como se explica a continuación:

10 **Arquitectura de RAN con Nodo Central**
En la Figura 17 existe un APC de nodo central que soporta toda la información relativa a radio. El APC asigna el testigo (asociado con un intervalo individual) a los APs. El APC reúne varios informes de medidas de los APs y de los UEs o de ambos. Los informes de medida comprenden valores de CQI, SINR, potencia de transmisión, RSSI, etc. como se ha explicado anteriormente. El APC recibe los informes de medida en el evento activado o periódicamente. Basado en estos informes de medidas el APC tiene un conocimiento global en lo que se refiere a radio (por ejemplo, nivel de interferencia) de todos los canales o intervalos utilizados en diferentes APs. El APC asigna a continuación los testigos a varios APs con el objetivo de equilibrar la interferencia de canal compartido a través de todo el ancho de banda. La asignación de testigo por el APC requiere el intercambio de señalización entre el RNC, los APs y el US como se ilustra en las Figuras 12 - 16.

20 **Arquitectura de RAN sin Nodo Central:**
En una arquitectura de acceso por radio, donde los APs están conectados mediante topología de anillo como se muestra en la Figura 18, la asignación de testigo se lleva a cabo mediante la coordinación entre los APs. En este caso los APs intercambian información relativa a las condiciones de radio en varios intervalos o canales. Los APs reciben también los informes de medidas de calidad de radio en el enlace descendente de los UEs. Basándose en estos informes de medidas y en la coordinación entre APs el testigo es asignado a un AP o grupo de APs durante un cierto tiempo T_5 . Después del tiempo T_5 el testigo se pasa al otro AP o grupo de APs que necesitan el testigo.

30 En la Figura 18 uno de los APs puede también actuar como un AP maestro, que recoge información relativa a radio de todos los APs y UEs. Entonces el AP maestro asigna el testigo a los APs.

35 **Arquitectura de RAN completamente distribuida:**
En una arquitectura completamente distribuida tal como la mostrada en la Figura 19, la coordinación entre los APs para el propósito de asignación de testigo es llevada a cabo por los UEs. La información relativa al testigo utilizado y no utilizado actualmente en una celda es transmitida por el AP a los UEs. Los UEs envían a continuación esta información a otros APs vecinos o a otros UEs en la celda vecina, que finalmente devuelve la información a sus propios APs.

40 La invención puede ser variada y modificada dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

45 **Referencias**
[1]C. Yih y E. Geraniotis, "Analysis of co - channel interference in multi - cell OFDM networks" in Proc. IEEE PIMRC, Sept. 1998, vol. 2, pp. 544 - 548.

[2]G. Kulkarni y M. Srivastava, "Sub - Carrier and Bit Allocation Strategies for OFDM based Wireless Ad Hoc Networks." In Proc. IEEE Globcom, 2002.

50 [3]J. Zander, "Performance of Optimum Transmitter Power Control in Cellular Radio Systems", IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 41, no. 1, Feb. 1992.

[4] J. Rohwer, C. Abdullah, A. Al - Oseriy, "Power Control Algorithms in Wireless Communications".

55 [5]Sang - Hoon Sung, Joong - Ho Jeong, Yun - Sang Park, Soon - Young Yoon, Jae - Hwan Chang, "Apparatus and Method for selective power control for an OFDM mobile communication system", US Patent Application Publication No. US2005/0105589 A1.

[6]C. Cordier, M.Fratti, "Method of Controlling Terminal Transmission Power in CDMA type Cellular Network, and a Base Station controller implementing the Method", US Patent Publication No. US6.226.281 B1.

60 **Abreviaturas:**
ARQ:Solicitud Automática para retransmisión (Automatic ReQuest for retransmission, en inglés)
UE:Equipo de Usuario (User Equipment, en inglés)
AP:Punto de Acceso (Access Point, en inglés)
RAN:Red de Acceso por Radio (Radio Access Network, en inglés)

	RNC:Controlador de Red de Radio (Radio Network Controller, en inglés)
	CDMA:Acceso Múltiple por División de Código (Code Division Multiple Access, en inglés)
	CIR:Relación de Portadora a Interferencia (Carrier to Interference Ratio, en inglés)
5	CQI:Indicador de Calidad de Canal (Channel Quality Indicator, en inglés)
	FER:Relación de Borrado de Trama (Frame Erasure Ratio, en inglés)
	OFDMA:Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal (Orthogonal Frequency Division Multiple Access, en inglés)
	RF:RadioFrecuencia (Radio Frequency, en inglés)
10	RSSI:Indicador de Potencia de Señal de Radio (Radio Signal Strength Indicator, en inglés)
	SINR:Relación de Señal a Interferencia y Ruido (Signal Interference and Noise Ratio, en inglés)

REIVINDICACIONES

- 5 1.Un método de asignación dinámica de potencia de transmisión a equipos de usuario (UEs – User Equipment, en inglés) en un sistema de radio de interferencia limitada de celdas múltiples con una reutilización restrictiva de frecuencia, comprendiendo el método
- 10 -asignar un canal de radio a un UE dentro de una celda y a uno o más UEs dentro de celdas contiguas, siendo así el canal de radio asignado reutilizado,
-controlar la potencia de transmisión en los canales de radio asignados individualmente siguiendo un esquema de control de potencia convencional, **caracterizado por**
-equilibrar la potencia de transmisión por radio entre los canales de radio reutilizados asignando dinámicamente un testigo a o revocando un testigo de un canal de radio reutilizado individual basado en la calidad o en la potencia de transmisión en el canal, (i) deteniendo un testigo el control de potencia convencional si es revocado del canal, y (ii) permitiendo el testigo el control de potencia convencional si es asignado al canal.
- 15 2.Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la asignación de testigo se basa en un patrón preasignado.
- 20 3.Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la asignación de testigo se basa en informes de medidas relativas a radio de puntos de acceso (1) y de equipos de usuario (3).
- 25 4.Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** la asignación de testigo se basa en el nivel de potencia de transmisión de radio en un punto de acceso.
- 30 5.Un método de acuerdo con la reivindicación 2 ó 3, **caracterizado porque** el esquema de asignación de testigo comprende la revocación de un testigo de un canal reutilizado cuya calidad en el enlace descendente se encuentra por debajo de un primer nivel (γ_1) durante un primer periodo de tiempo (T_1) y la reasignación del testigo si la calidad en el canal reutilizado resulta mejor que un segundo nivel (γ_2) durante un segundo periodo de tiempo (T_2).
- 35 6.Un método de acuerdo con la reivindicación 5, **caracterizado porque** un testigo es revocado en el canal reutilizado en una o más celdas vecinas de la celda cuya calidad de enlace descendente se encuentra por debajo del primer nivel (γ_1) durante el primer periodo de tiempo (T_1) y el testigo es reasignado si la calidad del enlace descendente en una o más celdas vecinas resulta mejor que el segundo nivel (γ_2) durante el segundo periodo (T_2).
- 40 7.Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 5 - 6, **caracterizado porque** el testigo ni es asignado ni revocado si el nivel de calidad está entre el primer nivel (γ_1) y el segundo nivel (γ_2).
- 45 8.Un método de acuerdo con la reivindicación 4, **caracterizado porque** el esquema de asignación de testigo comprende la revocación de un testigo del punto de acceso en un canal reutilizado cuya potencia de transmisión en el enlace descendente aumenta por encima de un tercer nivel (γ_3) durante un tercer periodo de tiempo (T_3) y la reutilización del testigo si la potencia de transmisión en este canal resulta menor que un cuarto nivel (γ_4) durante un cuarto periodo de tiempo (T_4).
- 50 9.Un método de acuerdo con la reivindicación 8, **caracterizado porque** el testigo ni es asignado ni revocado si el nivel de potencia de transmisión está entre el tercer nivel (γ_3) y el cuarto nivel (γ_4).
- 55 10.Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** si un testigo es revocado de un canal de radio reutilizado individual a un equipo de usuario (3) que utiliza este canal de radio se le ordena que deje de informar acerca de medidas relativas al control de potencia correspondientes a este canal.
- 60 11.Un método de acuerdo con la reivindicación 10, **caracterizado porque** un punto de acceso (1) o controlador de punto de acceso (2) transmite la citada orden al equipo de usuario, indicando la orden el periodo de tiempo durante el cual el equipo de usuario no comunicará los informes de medidas.
- 12.Un método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 - 4, **caracterizado por** asignar un testigo a un grupo de puntos de acceso.
- 13.Un método de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizado porque** el grupo de puntos de acceso son celdas vecinas o están distribuidas en una región.
- 14.Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** un testigo es asignado por un controlador centralizado o mediante coordinación interpuntos de acceso directa o mediante coordinación interpuntos de acceso mediante equipos de usuario.

- 5 15.Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado por** coordinar una pluralidad de entidades de redes, entre éstas un controlador de red de radio, puntos de acceso y equipos de usuario, para asignar un testigo a un punto de acceso o un grupo de puntos de acceso.
- 10 16.Un método de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** se asignan testigos para cada canal de radio en una celda, comprendiendo entonces un testigo un vector bidimensional Γ_{ij} , donde i y j son punto de acceso y intervalo de frecuencia respectivamente, de recursos de radio, llevando un punto de acceso a cabo la etapa de equilibrado de potencia.
- 15 17.Un método de acuerdo con la reivindicación 16, **caracterizado porque** los testigos son asignados para cada equipo de usuario, comprendiendo el testigo un vector tridimensional $\Gamma_{i,j,k}$ donde i , j y k son punto de acceso, intervalo de frecuencia y equipo de usuario respectivamente de recursos de radio.
- 20 18.Un método de acuerdo con la reivindicación 17, **caracterizado porque** se asignan testigos para cada haz de antena, comprendiendo el testigo un vector tetradimensional $\Gamma_{i,j,k,l}$ donde i , j , k y l son punto de acceso, intervalo de frecuencia, equipo de usuario y haz/antena respectivamente de recursos de radio.
- 25 19.Un nodo de control central para la asignación dinámica de potencia de transmisión a equipos de usuario (UEs – User Equipment) en sistemas de radio de interferencia limitada de múltiples celdas con reutilización restrictiva de frecuencia, estando el nodo **caracterizado por**
un medio para asignar y reasignar un testigo para cada canal de radio reutilizado
un esquema de equilibrado de potencia (14) para equilibrar la potencia de transmisión de radio entre los canales reutilizados individualmente asignando dinámicamente un testigo o revocando un testigo de un canal de radio reutilizado individual basado en la calidad o en la potencia de transmisión en el canal, deteniendo (i) un testigo el control de potencia convencional si es revocado del canal, y permitiendo (ii) el testigo el control de potencia convencional si es asignado a un canal, y
un medio para transmitir testigos asignados o reasignados a canales reutilizados.
- 30 20.Un nodo controlador central de acuerdo con la reivindicación 19, **caracterizado por** medios de recepción (13) para recibir informes en el ID del canal cuya calidad de canal está por debajo o por encima de valores de umbral predefinidos durante periodos de tiempo predefinidos, estando el medio de recepción adaptado para interactuar con el esquema de equilibrado de potencia.
- 35 21.Un nodo controlador central de acuerdo con la reivindicación 20, **caracterizado por** un medio de recepción (13) para recibir informes acerca del ID del canal cuya potencia de transmisión está por debajo o por encima de valores de umbral predefinidos en periodos de tiempo predefinidos, estando el medio de recepción adaptado para interactuar con el esquema de equilibrado de potencia (14).
- 40 22.Un punto de acceso para su uso en un sistema de radio de interferencia limitada de múltiples celdas con reutilización restrictiva de frecuencia que comprende control convencional de la potencia de transmisión utilizada en el enlace descendente de canales de radio individuales asignados a equipos de usuario, **caracterizado por** medios (15) para recibir información acerca de testigos para ser asignados a o revocados de canales reutilizados individuales en el punto de acceso, deteniendo (i) un testigo de control de potencia gestionado localmente si está revocado de los canales reutilizados, y permitiendo (ii) un control de potencia gestionado localmente si está asignado a los canales reutilizados.
- 45

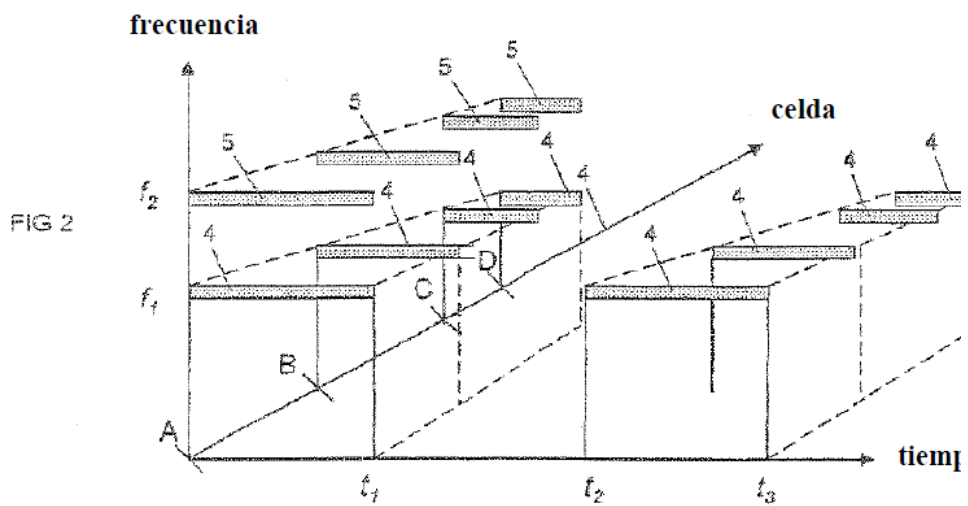
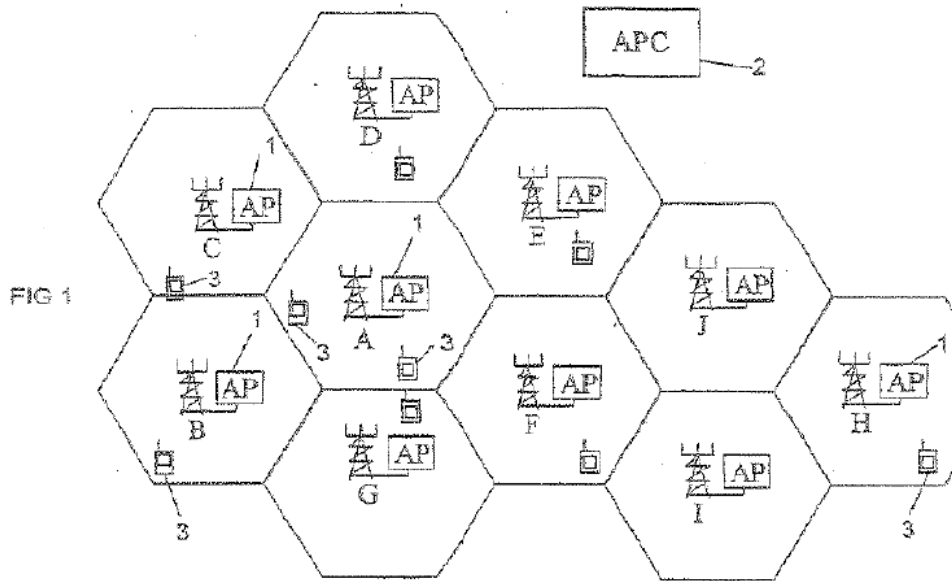


FIG 3

		AP:s			
Intervalos	$G_{1,1}$	$G_{1,2}$	$G_{1,3}$	$G_{1,N}$
	$G_{2,1}$	$G_{2,2}$	$G_{2,3}$	$G_{2,N}$
	$G_{3,1}$	$G_{3,2}$	$G_{3,3}$	$G_{3,N}$
	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
	$G_{M,1}$	$G_{M,2}$	$G_{M,3}$	$G_{M,N}$

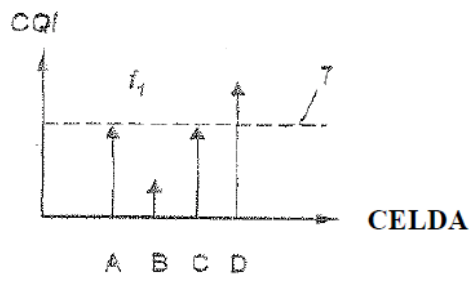


FIG 4

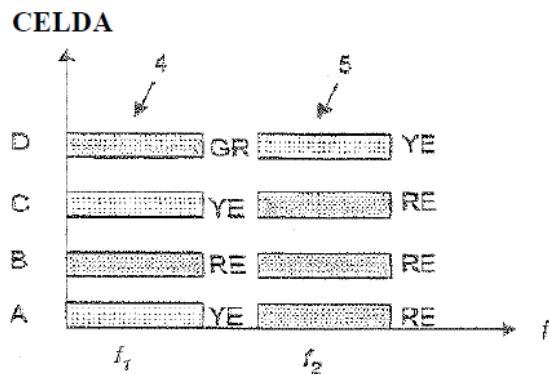


FIG 5

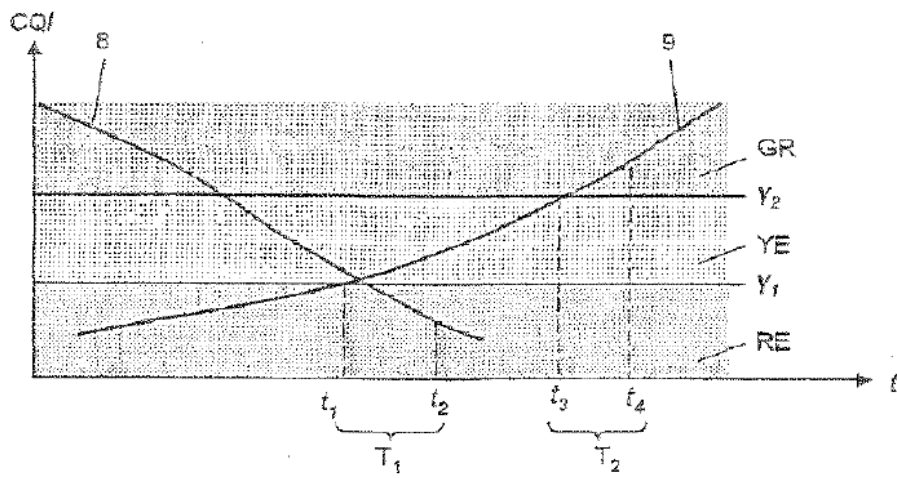


FIG 6

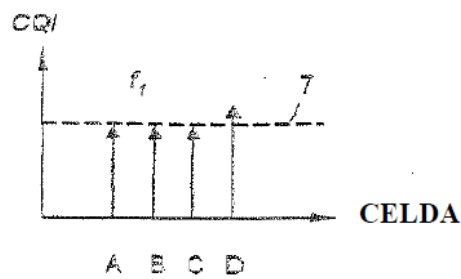


FIG 7

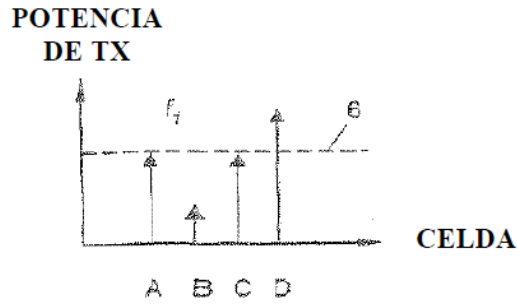


FIG 8

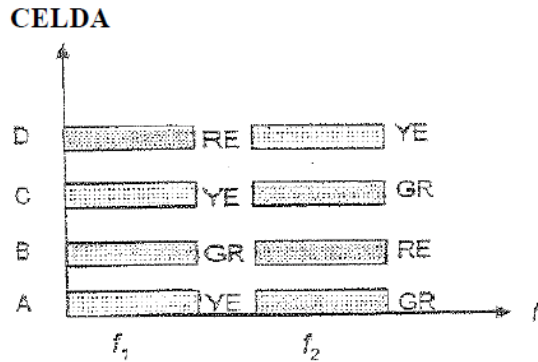


FIG 9

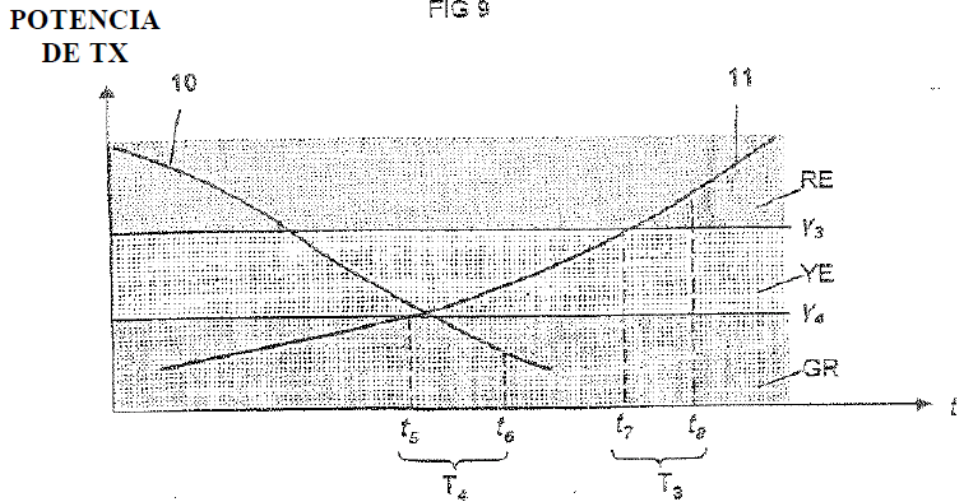


FIG 10

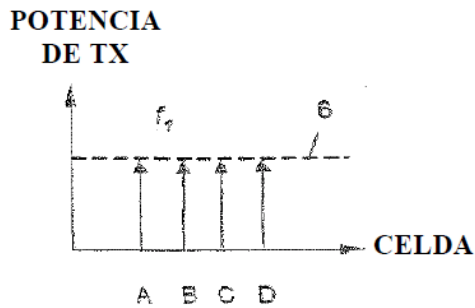


FIG 11

Asignación de testigo basada en patrón predefinido

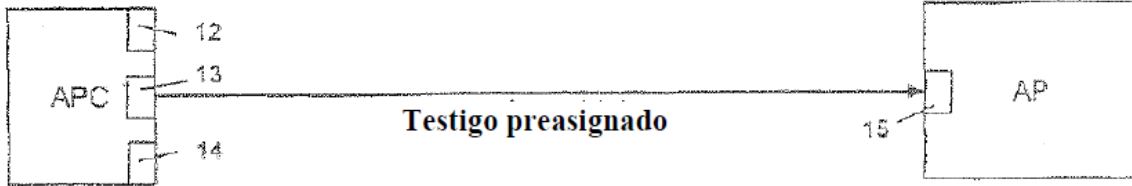


FIG 12

Asignación de testigo basada en condiciones de radio

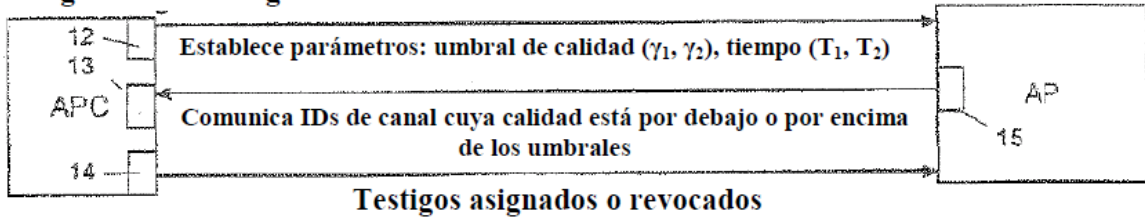


FIG 13

Asignación de testigo basada en potencia de transmisión

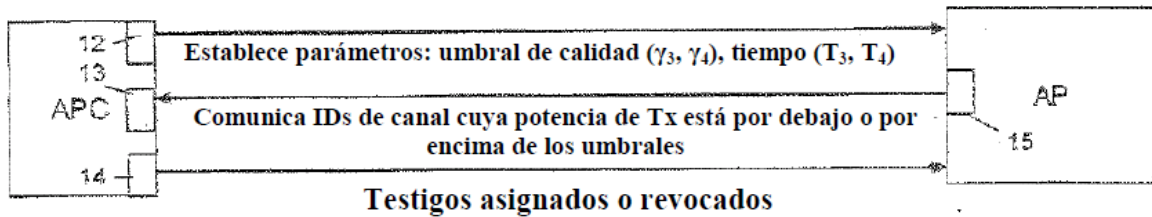


FIG 14

Asignación de testigo basada en condiciones de radio

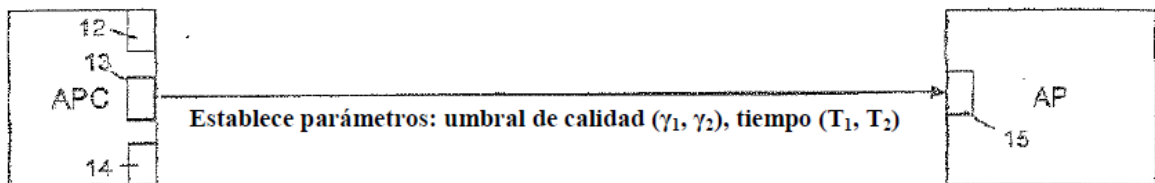


FIG 15

Preasignación de testigo basada en potencia de transmisión

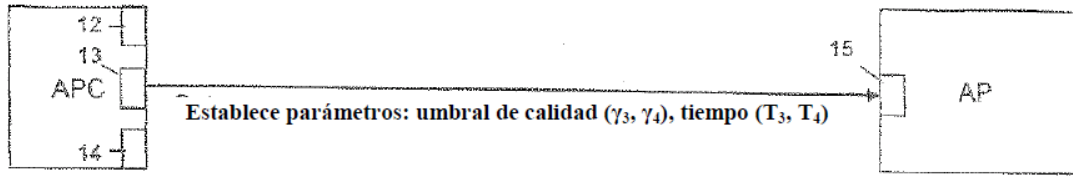


FIG 16

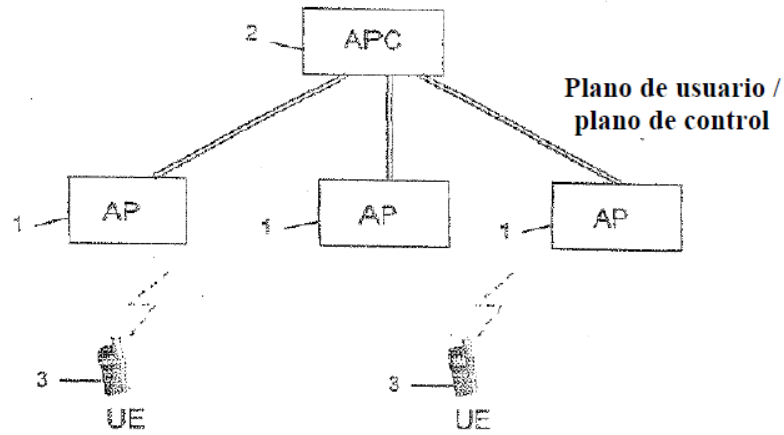


FIG 17

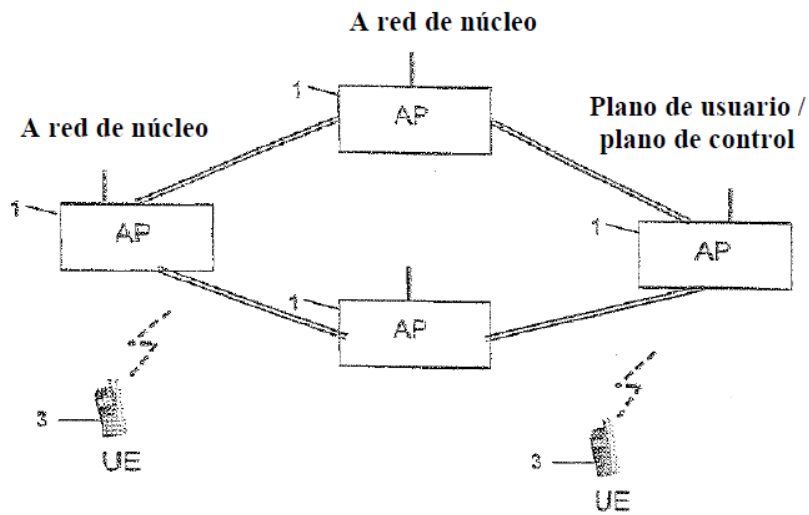


FIG 18

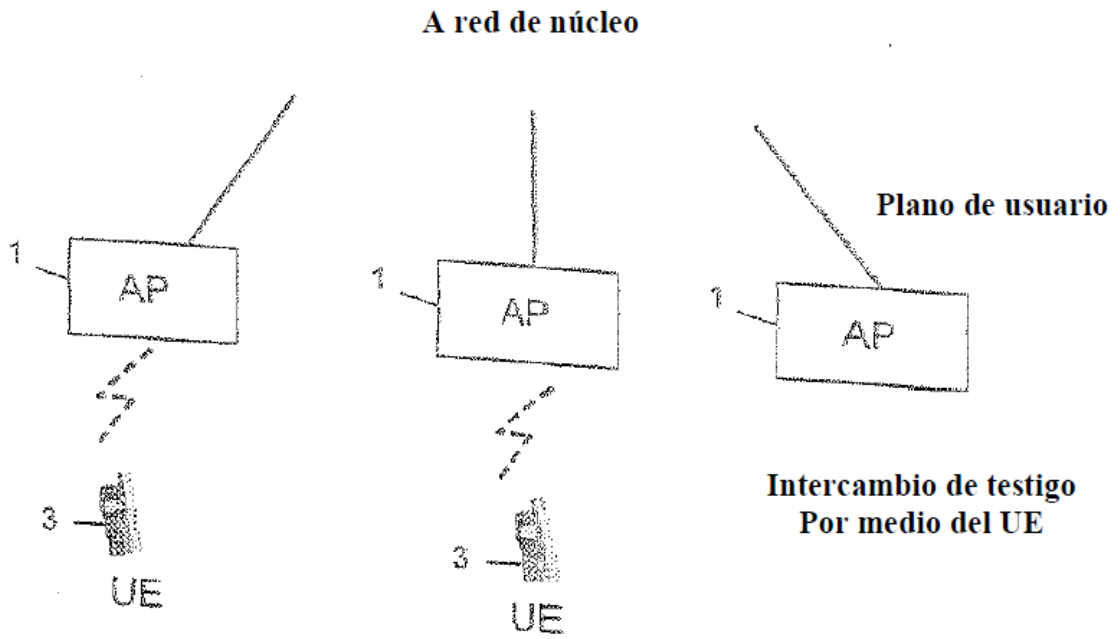


FIG 19