

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 449 216**

51 Int. Cl.:

H04W 16/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2009 E 09305028 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.01.2014 EP 2207376**

54 Título: **Procedimiento para asignar recursos de radio entre estaciones de base que compartan el mismo ancho de banda de frecuencia, en una red celular inalámbrica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2014

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)
3, AVENUE OCTAVE GRÉARD
75007 PARIS, FR**

72 Inventor/es:

**BOUSQUET, THIERRY;
LECLERC, BRICE y
LIBCHABER, JACQUES**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 449 216 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

Procedimiento para asignar recursos de radio entre estaciones de base que comparten el mismo ancho de banda de frecuencia, en una red celular inalámbrica

El campo técnico de la invención es el de las redes de comunicaciones de banda ancha celulares inalámbricas.

- 5 Más en concreto, la invención se refiere a un procedimiento para asignar recursos de radio entre estaciones de base que comparten el mismo ancho de banda de frecuencia en una red celular inalámbrica.

Una red inalámbrica comprende una pluralidad de células que dividen un área de cobertura. En cada célula, una estación de base gestiona las emisiones y transmisiones de radio con los aparatos móviles situados dentro de dicha célula. Se producen dos problemas en una red inalámbrica cuando se trata de ampliar el rendimiento total.

- 10 En primer lugar, con el fin de incrementar la cobertura de radio en áreas urbanas densas para la red de banda ancha, se utiliza una infraestructura inalámbrica que comprende muchas estaciones de base que cubren pequeños radios de acción. En los actuales sistemas, la emisión de potencia de cada estación de base es sintonizada (esto es reducida) con el fin de evitar o al menos reducir las interferencias con las estaciones de base vecinas.

- 15 Al hacerlo, el número de bits que puede ser transmitido por bloque de tiempo no es máximo, debido a las interferencias restantes y a la necesaria reducción de la emisión de potencia. En consecuencia, el rendimiento total no es máximo en una gran parte de cada célula. La carga provocada por las interferencias puede ser medida por una Relación de Portadora sobre Ruido de Interferencia (CINR). Dicha relación de CINR disminuye cuando o bien la emisión de la potencia se reduce o bien cuando existen interferencias.

- 20 Pueden ser utilizados diferentes esquemas de modulación de radio para la comunicación entre una estación de base y un teléfono móvil. La estación de base y el teléfono móvil periódicamente negocian dicho esquema de modulación con el fin de solucionar el esquema de mejor comportamiento posible de acuerdo con la calidad de la comunicación de radio. Los esquemas de modulación, BPSK, QPSK, 16QAM o incluso 64QAM pueden ser utilizados. Estos esquemas se ordenan aquí por rendimientos crecientes. Un esquema de mayor rendimiento puede transportar más bits de datos pero, así mismo, necesita una CINR mayor. Por ejemplo, una CINR de 20 dB requeriría un esquema 64QMA que permitiera una transmisión de 6 bits por bloque de tiempo, cuando una CINR de 7 dB permitiría solo un esquema BPSK y una transmisión de 1 bit por bloque de tiempo. Una CINR de menos de 7 dB se considera no apta para transmitir cualquier bit de datos y se corresponde con un agujero en la cobertura de la red.

- 25 En consecuencia, resulta difícil incrementar la CINR, dado que un incremento en la emisión de la potencia aumenta al mismo tiempo que el área de superposición entre células vecinas y, por tanto, las interferencias.

- 30 En segundo lugar, para una estación de base, el coste de la titularidad y el coste de potencia es elevado. Por desgracia, en un área urbana densa, se necesitan muchas estaciones de base con el fin de conseguir una cobertura de radio de ancho de banda. Los operadores quieren reducir estos costes asegurando al tiempo los servicios de ancho de banda en todas partes dentro del área urbana.

- 35 Un primer objetivo de la invención, consiste en organizar células y en asignar recursos de radio para potenciar al máximo la distribución de la CINR sobre la completa célula en el área urbana densa.

Un segundo objetivo de la invención consiste en reducir el coste total de la titularidad de la red inalámbrica asegurando al tiempo los servicios de banda ancha en áreas densas.

Existen diversas soluciones en la técnica anterior que intentan potenciar al máximo el uso de recursos de radio en redes celulares inalámbricas de banda ancha.

- 40 Una primera propuesta de la técnica anterior utiliza el Acceso Múltiple por División de Tiempo, como TDMA, o el TDMA Dinámico. El TDMA comparte el medio de radio entre diversos usuarios. El mismo canal de frecuencia se divide en diferentes ranuras de tiempo. Los usuarios transmiten en rápida sucesión, uno detrás de otro, utilizando cada uno su propia ranura de tiempo. Esto hace posible que múltiples estaciones compartan el mismo canal de frecuencia de radio. Los inconvenientes son:

- 45 - el ancho de banda está dividido entre células. Entonces, el ancho de banda no está óptimamente utilizado si todas las células no están igualmente cargadas,

- un teléfono móvil tiene que gestionar transferencias de interfrecuencia: tiene que escanear la lista de frecuencias vecinas y dedicar recursos a ello,

- algunas ranuras de tiempo se pierden debido a los condicionamientos de retardo en la propagación.

- 50 Otra propuesta de la técnica anterior es el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles, UMTS. El UMTS utiliza la Duplexación por División de Tiempo, TDD, o la Duplexación por división de Frecuencia, FDD. El UMTS - TDD utiliza incrementos de 5 MHz del espectro, con cada rebanada dividida en tramas de 10 ms que contienen

quince ranuras de tiempo (1500 por segundo). Las ranuras de tiempo son asignadas en un porcentaje fijo para el enlace descendente y el enlace ascendente. El Acceso Múltiple por División de Código CDMA, se utiliza dentro de cada ranura de tiempo para flujos multiplex desde o hacia transceptores múltiples. En la FDD, el transmisor y el receptor operan en diferentes frecuencias de portadora. Los inconvenientes son:

5 - el ancho de banda está dividido entre células. Entonces el ancho de banda no se utiliza de manera óptima mientras las células no estén igualmente cargadas,

- los códigos de difusión son asignados de manera estática,

- un teléfono móvil tiene que gestionar transferencias interfrecuencia: tiene que escanear la lista de códigos de aleatorización vecinos y dedicar recursos a ello.

10 Otra propuesta de la técnica anterior es la de utilizar unas unidades de antena remotas. Los inconvenientes son que las interferencias entre la antena principal y las antenas remotas no están gestionadas en esta solución por capas físicas.

Otra propuesta de la técnica anterior es el ejemplo propuesto por el foro WIMAX en base al acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal Escalable, S-OFDMA. Esta técnica es impulsada por la reutilización de la frecuencia, con un modelo de combinación $N_c \times N_s \times N_f$, donde N_c es el número de portadoras diferentes de la red, N_s es el número de diferentes sectores por sitio, N_f es el número de diferentes segmentos en el ancho de banda del canal (por ejemplo la reutilización de frecuencias fraccionales). Los inconvenientes son:

15 - esta propuesta no tiene en cuenta la reutilización del espacio - tiempo,

- esta instalación no soporta la distribución automática de las zonas de permutación entre sectores espaciales.

20 Otra propuesta de la técnica anterior es el Acceso Múltiple por División Espacial, SDMA. Esta técnica combinada con la de entrada múltiple y salida múltiple, MIMO, y la de entrada única y salida única, SISO, mejora de manera considerable la comunicación de enlace descendente. El sistema MIMO utiliza múltiples antenas tanto en el transmisor como en el receptor para mejorar el rendimiento de las comunicaciones. El sistema calcula la función de transferencia espacial de la estación móvil y la estación de base a cuya estación móvil está fijada. Los inconvenientes son:

25 - esta técnica no es eficiente desde un punto de vista de suministro de potencia, dado que el 90% de la potencia se consume por los filtros de tratamiento de la señal de radio de entrada múltiple / salida múltiple,

- los usuarios de enlace ascendente no pueden ser filtrados por el filtrado espacial de procesamiento de la señal porque han sido fijados a las estaciones de base vecinas. El sistema SDMA no conoce la función de transferencia de interferencias procedente de los usuarios que no han sido fijados a otra estación de base.

30 Otra propuesta de la técnica anterior es la Wi-Fi MERU. El producto de controlador Meru Wi-Fi define unas células virtuales. Una célula virtual se define como todas las estaciones de base del área. El controlador comparte el ancho de banda entre teléfonos móviles dividiendo el tiempo en el área. Los inconvenientes:

35 - el cambio de la frecuencia conduce al mismo problema que en el caso del TDMA sobre el teléfono móvil del usuario,

- el tiempo no es asignado de forma dinámica entre estaciones de base. En consecuencia, el ancho de banda no se utiliza de forma óptima debido a que todas las estaciones de base no están igualmente cargadas. De esta manera, la QoS no es gestionada en demanda de la dimensión de espacio. La QoS no es gestionada para suministrar todos los servicios. El controlador garantiza a todos los usuarios, en la medida de lo posible, contar con el medio cada 20 ms. Esto es solo una calidad orientada por la voz.

40 Un procedimiento para asignar recursos de radio entre estaciones de base de una red celular inalámbrica que comparte el mismo ancho de banda de frecuencia es conocido a partir del documento EP-A 1 641 295. Gracias al procedimiento, solo una estación de base dentro de un conjunto de ocho estaciones de base vecinas BS1 - BS7 es capaz de utilizar la banda de frecuencia dentro de una ranura de tiempo determinada, y las estaciones de base que pueden utilizar la banda de frecuencia al mismo tiempo son las estaciones de base que no forman parte del mismo conjunto de ocho estaciones de base vecinas. Con este fin, se lleva a cabo una negociación entre las estaciones de base del mismo conjunto de ocho estaciones de base vecinas, con el fin de decidir a qué estación de base única del conjunto se asignará la ranura de tiempo. Este procedimiento, sin embargo, no consigue garantizar que cada estación de base del conjunto será capaz de utilizar la banda de frecuencia de manera periódica.

50 La presente invención afronta y resuelve estos problemas de una manera muy conveniente.

El objeto de la invención es un procedimiento para asignar recursos de radio entre estaciones de base que comparten el mismo ancho de banda de frecuencia, de acuerdo con la reivindicación 1.

De acuerdo con otra característica de la invención, las estaciones de base que pertenecen a un conjunto de estaciones de base vecinas de diferente ficha comparten una trama de datos.

De acuerdo con otra característica de la presente invención, el número de fichas N es inferior o igual a 7.

5 De acuerdo con otra característica de la invención, N se potencia al máximo dinámicamente de acuerdo con la topología de la red.

De acuerdo con otra característica de la invención, N se determina de forma automática por el sistema de tanteo y se negocia entre estaciones de base.

De acuerdo con otra característica de la invención, N es un conjunto igual a un valor máximo Nmax para todas las estaciones de base al principio y reduciéndose progresivamente hasta que se alcanza un valor óptimo.

10 De acuerdo con otra característica de la invención, N se fija igual a un valor mínimo Nmin para todas las estaciones de base al principio y se incrementan de manera progresiva hasta que se alcanza un valor óptimo.

De acuerdo con otra característica de la invención, la red es una red WIMAX que utiliza un esquema de regulación de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal escalable, S-OFDMA.

15 Otro objeto de la invención es una estación de base capaz de manejar las estaciones de base vecinas de acuerdo con dicho procedimiento.

Otro objeto de la invención es que una red que comprende unas estaciones de base de acuerdo con una forma de realización anterior, desplegándose dichas estaciones de base de acuerdo con un patrón lo más regular posible.

De acuerdo con otra característica de la invención, la distancia entre dos estaciones de base vecinas es inferior a 100 m.

20 De acuerdo con otra característica de la invención la red es una red WIMAX que utiliza un esquema de modulación de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal escalable, S-OFDMA.

Otras características, detalles y ventajas de la invención se pondrán de manifiesto a partir de la descripción ilustrativa detallada ofrecida en las líneas que siguen en la presente memoria con respecto a los dibujos, en los cuales:

- 25
- las figuras 1, 3 y 5 son vistas en planta de un área cubierta por células
 - la figura 4 muestra un diagrama de tiempo que ilustra la división de un bloque de tiempo en fichas,
 - la figura 6 es un diagrama de cobertura con respecto a la CINR.

30 Como se ilustra en las figuras 1 y 2, una red celular intenta cubrir un área determinada con las estaciones de base 1, 2, 3, gestionar comunicaciones de radio con teléfonos móviles en un sector alrededor de dicha estación de base 1, 2, 3. Dicho sector cubierto por una estación de base se denomina una célula. Dicho sector se representa aquí por un círculo alrededor de dicha estación de base 1, 2, 3. Las estaciones de base 1, 2, 3 están dispersadas / desplegadas sobre un área de cobertura siguiendo un patrón lo más regular posible. De esta manera, las estaciones de base están idealmente situadas de acuerdo con un patrón de red regular / hexagonal. Todas las estaciones de base 1, 2, 3, utilizan el mismo ancho de banda de frecuencia. Alrededor de cada estación de base 1, 2, 3, se representa el radio de acción respectivo 4, 5, 6, de dicha estación de base. En el centro del círculo la potencia de emisión y, con ello, la CINR es máxima, mientras que en la periferia del círculo la CINR es igual a 0 dB. Cuando el radio de acción 4 de una estación de base 1 se superpone al radio de acción 5 de su vecina 2, se producen interferencias. En sistemas de la técnica anterior, la emisión de potencia se sintoniza para cada estación de base 1, 2, 3, con el fin de reducir dichas interferencias. Los radios de acción 4, 5, 6, pueden ser ajustados mediante la reducción de la potencia de emisión con el fin de no superponer tal y como se representa en la figura 1. Esto conduce a una zona muerta 7 también llamada un agujero, dentro de la cobertura. Los radios de acción 4, 5, 6 pueden ser reducidos con el fin de no crear una zona muerta 7 como se representa en la figura 2, pero ello conduce a interferencias en las zonas de superposición 8, 9, 10.

45 Así mismo, dado que la potencia de emisión disminuye desde el centro del radio de acción hasta el círculo, cuanto menor sea el diámetro del círculo, menor será la potencia de emisión. La reducción de la potencia de emisión para evitar interferencias también, en consecuencia, reduce la potencia de emisión media y, por tanto, la CINR.

50 La idea principal de la invención es dividir el tiempo en fichas no superpuestas y asignar una ficha diferente a cada una de las estaciones de base vecinas 1, 2, 3, de manera que cada estación de base 1, 2, 3, pueda utilizar los medios de radio, que es el ancho de banda de frecuencia común, durante su ficha asignada, una detrás de otra. Fuera de su ficha asignada, una estación de base permanece silenciosa. Al hacerlo, durante una ficha determinada solo la estación de base de un vecindario determinado está utilizando los medios de radio. De acuerdo con ello, no

se produce ninguna interferencia en ningún vecindario. Dicha división de tiempo se repite periódicamente durante cada bloque de tiempo.

La figura 4 ilustra un ejemplo en forma de diagramas de tiempo. Tres diagramas se plasman de arriba abajo que representan la asignación respectiva del ancho de banda de frecuencia generalmente utilizado en la estación de base 1, 2, 3, donde T_i representa la asignación al transmisor de la estación de base i y R_i representa la asignación hasta el receptor de la estación de base i . Aquí, el bloque 14 de tiempo se divide con el fin de crear trece fichas 15, 16, 17, dado que se considera un vecindario de tres células / estaciones de base 1, 2, 3. Se puede apreciar que las fichas no se superponen entre sí o con cualquier otra asignación. Se puede advertir que no es necesario que todo el bloque 14 de tiempo se utilice para proporcionar fichas. Aquí, por ejemplo, el final del bloque 14 de tiempo se dedica a los receptores R_i , y todos los receptores están escuchando al mismo tiempo. Aquí, la división del tiempo se utiliza solo para transmitir, esto es, para la dirección de enlace descendente, DL.

Con referencia ahora a la figura 3, que representa el mismo ejemplo ilustrativo característico de las estaciones de base 1, 2, 3, con la misma escala, según se representa en las figura 1 o 2, se puede apreciar una ventaja de la invención. Dado que la estación de base 1 nunca transmite al mismo tiempo que las estaciones de base 2 o 3, ninguna interferencia debe temerse entre la estación de base 1 y 2 o 1 y 3. Todas las estaciones de base vecinas a la estación de base 1 están, de modo ventajoso transmitiendo durante las diferentes fichas, la ficha 2 para las estaciones de base 2, 2', y la ficha 3 para las estaciones de base 3, 3', 3''. La potencia de emisión de dicha estación de base 1, puede entonces elevarse sin riesgo a interferencias con sus vecinas directas. La única limitación surge cuando el radio de acción δ incrementado de la estación de base 1 suele superponerse con otra estación de base que utilice la misma ficha 1, por ejemplo la estación de base 1'. Esto conduce aquí, con el ejemplo ofrecido que utiliza tres fichas, a un radio de acción incrementado de un factor 2. Dicho incremento del radio de acción se corresponde con el incremento de la CINR.

Esto conduce a un incremento del consumo de potencia, pero este incremento solo se produce durante la duración de la ficha. En consecuencia, ello se traduce en una reducción global de la potencia total del consumo y del coste.

La figura 5 ilustra la mejora respecto de la cobertura que se puede obtener mediante la invención. Tres estaciones de base 1, 2, 3, se despliegan, cada una con una ficha diferente representada por un tipo diferente de sombreado. El factor de reutilización del tiempo (o el número N de diferentes fichas) es 3. Un semicírculo 19 D_{min} representa el área de cobertura de una estación de base 1 en la CINR de 20 dB. Un gran círculo 18 D_{max} representa el área de cobertura de esta estación de base 1 en el nivel de la CINR de 0 dB. El nivel de la CINR de 0 dB se considera como el límite de interferencia para una estación de base 1. Una relación $D_{max} / D_{min} = 2$ se puede observar con $N = 3$ que se eleva hasta $D_{max} / D_{min} = 3$ con $N = 4$.

Así mismo, en términos de cobertura, todas las estaciones de base de un conjunto de vecinos contribuyen. En consecuencia, no se produce ningún agujero dentro del área cubierta por estas tres estaciones de base 1, 2, 3. En consecuencia, las mismas estaciones de base de ficha, por ejemplo las estaciones de base 1, 1' que comparten la misma ficha 15, no necesitan incorporar unos radios de acción superpuestos para evitar los agujeros. De lo expuesto se desprende que, de acuerdo con la invención, las interferencias pueden ser teóricamente evitadas por completo o al menos drásticamente reducidas.

Con referencia a la figura 6, en ella se representan dos curvas que representan el porcentaje de un área relativa cubierta como función de una CINR con dos histogramas correspondientes. Todos los datos son computerizados en base a un módulo de propagación Cost 231-HATA.

La curva 21 representa el porcentaje del área cubierta como una función de la CINR con un primer modelo de propagación. El 62% de área presenta una CINR > 19 dB. El histograma 23 representa el porcentaje del área cubierta por el mismo código de símbolos. El 45% del área está cubierta con un código de símbolos de 6 ¼.

La curva 20 es análoga a la curva 21 con un modelo de propagación diferente (modelo de Área Abierta). El histograma 22 es análogo al histograma 23 con un modelo de propagación diferente (modelo de Área Abierta).

De acuerdo con otra importante característica de la invención, las estaciones de base 1, 2, 3, pertenecientes a un conjunto de estaciones de base vecinas de diferente ficha negocian dinámicamente la anchura relativa de sus fichas.

El conjunto de estaciones de base vecinas de diferente ficha comprende N , $N = 3$ en el ejemplo, estaciones de base, por ejemplo, las estaciones de base 1, 2, 3 en el ejemplo, que son vecinas directas (o más próximos) asignándose a cada una una ficha diferente entre las fichas N , por ejemplo, respectivamente las fichas 15, 16, 17, en el ejemplo. Dicho conjunto puede convenientemente ser denominado una célula virtual, dado que actúa como una célula de la técnica anterior en muchos sentidos.

Con el fin de equilibrar la carga entre las distintas estaciones de base 1, 2, 3 de una célula virtual, dichas estaciones de base 1, 2, 3 intercambian información de manera regular mediante cualquier medio o protocolo de comunicaciones, con el fin de llegar a un acuerdo. Una estación de base actualmente más cargada solicitaría, por ejemplo, una asignación de más recursos de radio, esto es de más ancho de banda que el obtenido mediante una ampliación de su ficha. Dicha ampliación puede por ejemplo, ser alcanzada a partir del encogimiento de la ficha de al

menos otra estación de base menos cargada. Dicha negociación se puede llevar a cabo de manera permanente o periódica con el fin de adaptar la compartición de la carga entre estaciones de base de una célula virtual para mejor adaptarse a las necesidades expresadas por las demandas de los teléfonos móviles situados en los respectivos radios de acción de cada una de dichas estaciones de base.

- 5 Se desprende de la figura 3, que una célula virtual es una característica variable. Por ejemplo, la estación de base 1 pertenece a la célula virtual compuesta por las estaciones de base 1, 2, 3 y negocia con dichas estaciones de base 2 y 3. Pero la estación de base 1 puede también pertenecer a la célula virtual compuesta por las estaciones de base 1, 2', 3', con el fin de negociar con las estaciones de base vecinas 2' y 3'.

- 10 Al hacerlo, las anchuras relativas de las fichas determinadas localmente fuera de las negociaciones entre estaciones de base vecinas, pueden expandirse por toda la red, paso a paso.

- 15 Una célula virtual es también una asociación útil cuando se trata de transmitir una trama. Dado que todas las estaciones de base de una célula virtual determinada, en forma de fichas, comparten, un bloque 14 de tiempo, la concatenación de todos los bits transmitidos por las estaciones de base de dicha célula virtual entre las diversas fichas complementarias puede ser fundida en una trama digital para que se desplace a través de la red. Por ejemplo en una red WIMAX una trama es transmitida durante cada bloque de tiempo. Dicha trama es, a continuación, compartida entre las estaciones de base de una célula virtual. En dicha red WIMAX el bloque 14 de tiempo dura 5ms.

- 20 El número N de fichas es un importante parámetro para determinar la utilización óptima del uso global de los recursos de radio de la red. Cuando N aumenta, el tamaño del conjunto de vecinos de la estación de base o de la célula virtual también aumenta. La distancia de una estación de base 1 hasta la estación de base más próxima con la misma ficha 15, esto es la estación de base 1', también aumenta, reduciendo así el riesgo de interferencias e incrementando la CIRN. Pero al mismo tiempo la división del bloque 14 de tiempo para formar un número incrementado de fichas conduce a una reducción de los recursos de radio / ancho de banda asignados a cada estación de base. El N óptimo es entonces difícil de determinar con precisión.

- 25 En una red teóricamente difundida de manera regular donde las estaciones de base 1, 2, 3 están hexagonalmente dispuestas a través de un área una estación de base no puede tener más de seis vecinos. De este modo, teóricamente, no se puede esperar ninguna ventaja de un número de fichas mayor de 7.

- 30 Las simulaciones muestran que una red teóricamente difundida de manera regular se beneficia de un número de fichas óptimo $N = 3$ o $N = 4$. Esto es, prácticamente, un número de fichas de 5 o más no mejora la CINR global tanto como la penaliza incrementando la división del bloque de tiempo que reduce la anchura de cada ficha 15, 16, 17.

Para hacer frente a la topología concreta de la red que se separa de una red teóricamente difundida de manera regular, el número N se puede reducir. Por ejemplo, un número $N = 2$ puede ser óptimo para una red que muestre una topología lineal, esto es, en la que las estaciones de base estén dispuestas a lo largo de una línea, correspondiente por ejemplo a la infraestructura de un túnel, autopista o ferrocarril.

- 35 Dicha determinación del número N se puede llevar a cabo de forma estadística, una vez, esto es, al instalar la red. Ello puede ser conveniente para una red cuya tipología no evolucione demasiado. Dicha determinación puede, así mismo, ser llevada a cabo de manera ventajosa de forma dinámica, con el fin de tener en cuenta un siempre posible cambio de la tipología de la red: adición de una estación de base, retirada o avería de una estación de base.

- 40 Hay diferentes maneras de potenciar al máximo dicho número N de fichas. Un primer procedimiento es global en el sentido de que es gestionado por un controlador global que puede discutir con todas las estaciones de base existentes en la red. Conociendo los estados de todas las estaciones de base y sus respectivos emplazamientos, dicho controlador global puede determinar el N óptimo, utilizando un procedimiento de simulación global conocido.

El número N puede, así mismo, ser determinado de forma dinámica, por ejemplo cuando al menos un estado de una estación de base cambie, por ejemplo cuando dicha estación de base tropiece con una avería.

- 45 Otra forma es potenciar al máximo dicho número N de fichas, sin el uso de un controlador global, sino precisamente etapa por etapa, negociando entre estaciones de base vecinas. Dicha optimización se puede llevar a cabo, por ejemplo mediante negociaciones entre estaciones de base combinado con un procedimiento de tanteo.

- 50 Pueden ser aplicadas dos propuestas, una de incremento y otra de reducción. En la propuesta de reducción, el procedimiento comienza utilizando un $N = N_{max}$ (esto es, $N_{max} = 7$), o teniendo en cuenta los resultados de simulación anteriores ($N_{max} = 5$ o $N_{max} = 4$) para todas las estaciones de base. Mediante la forma de negociaciones de etapa por etapa entre estaciones de base vecinas, a cada estación de base se le asigna una ficha. La red puede así obtener un estado de funcionamiento. Un rendimiento global de la red se determina entonces a partir de las medidas del rendimiento con el fin de calificar dicho estado correspondiente a $N = N_{max}$. Dichas medidas del rendimiento pueden comprender: tasas de error de bits (BER), estimaciones de la CINR, estimaciones de las interferencias en base ya sea a la tipología de la red o a los niveles de misión de potencia obtenidos por

ES 2 449 216 T3

autoajuste, o la tasa de cobertura. La misma etapa es a continuación reiterada con $N_{max} = N_{max} - 1$ mientras que mejora el rendimiento resultante global de la red.

- 5 En la propuesta de incremento, el procedimiento comienza utilizando $N = N_{min}$ (esto es, $N_{min} = 1$, o mejor $N_{min} = 2$) para todas las estaciones de base. A modo de negociaciones entre estaciones de base, a cada estación de base se le asigna una ficha, y se alcanza un estado de funcionamiento. Un rendimiento global de la red se determina entonces. La misma etapa se reitera dentro del $N_{min} = N_{min} + 1$ mientras mejora el rendimiento resultante global de la red.

Dicho procedimiento se persigue en particular respecto de redes inalámbricas que utilizan la técnica del acceso de radio de Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal Escalable, S-OFDMA.

- 10 El procedimiento necesita al menos la modificación de las estaciones de base para poder aplicar dicho procedimiento y, por ejemplo, para poder hacer frente a las estaciones de base vecinas durante las etapas de negociación.

A continuación, el procedimiento puede o bien ser aplicado para actualizar las estaciones de base existentes o bien puede, así mismo, ser, de modo preferente, aplicado a una nueva red.

- 15 Una forma de realización concreta a la invención puede ser aplicada a la densificación de una zona caliente, esto es, una zona en la que unos usuarios / teléfonos móviles de alta densidad están solicitando servicios de ancho de banda frecuentes y numerosos, por ejemplo un área urbana densa. Además de una red celular de base primaria que comprende unas macroestaciones de base, se puede desplegar una red secundaria. Dicha red secundaria debe utilizar un ancho de banda de frecuencia diferente del utilizado por la red primaria existente. La cobertura en el área
20 servida es mejorada gracias a dicha red secundaria que comprende estaciones de base de alta densidad de acuerdo con la invención, también denominadas micro o picoestaciones de base. Dichas micro o picoestaciones de base ofrecen radios de acción más pequeños pero son mucho más numerosas en comparación con las macroestaciones de base.

- 25 Dicha red secundaria está organizada de modo ventajoso siguiendo un patrón regular. La distancia entre dos vecinos, como por ejemplo micro o picoestaciones de base es típicamente inferior a 100 m. De esta manera, una zona de 1 km^2 necesita al menos 100 micro o picoestaciones de base. Esto mejora en gran medida la CINR en dicha zona de alta densidad. Gracias a la elevada CINR, se puede utilizar una modulación de rendimiento total elevada, como por ejemplo 64 QAM sobre una gran parte de la zona (más del 75% de la superficie de base).

- 30 Dicha red puede proporcionar un rendimiento global mínimo de $1 \text{ Gbps} / \text{km}^2$ en inalámbrico para compartir entre los usuarios contratados dentro de dicha zona de alta densidad. Esto se debe comparar con el rendimiento de la técnica anterior que nunca supera el límite de los $35 \text{ Mbits} / \text{km}^2$.

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Un procedimiento para asignar recursos de radio entre estaciones de base (1, 2, 3) que comparten el mismo ancho de banda de frecuencia, en una red celular inalámbrica, que comprende la etapa de definir un patrón de las estaciones de base vecinas N (1, 2, 3) que utilizan dicho ancho de banda de frecuencia, siendo dicho patrón repetido a través de dicha red **caracterizado por** el hecho de que dicho procedimiento comprende también las etapas de:
- la asignación de un bloque (14) de tiempo periódico dentro del cual dichas estaciones de base vecinas (N) transmiten señales de enlace descendente y reciben señales de enlace ascendente;
 - separar dicho bloque de tiempo en un número N de fichas (15, 16, 17) de tiempo no superpuestas,
 - y asignar una ficha (15, 16, 17) de tiempo diferente a cada estación (1, 2, 3) de base vecina de dicho patrón para que las estaciones de base vecinas de dicho patrón transmitan sucesivamente señales de enlace descendente durante su ficha de tiempo asignada.
- 10 2.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que las estaciones (1, 2, 3) de base de dicho patrón negocian de forma dinámica la anchura relativa de sus fichas (15,16, 17) de tiempo.
- 15 3.- El procedimiento de las reivindicaciones 1 o 2, en el que las estaciones (1, 2, 3) de base de dicho patrón comparten una trama de datos.
- 4.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el número N es inferior o igual a 7.
- 5.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el número N es optimizado de forma dinámica.
- 20 6.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el número N se determina de forma automática mediante el procedimiento de tanteo y se negocia entre las estaciones (1, 2, 3) de base de dicho patrón.
- 7.- El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el número N se fija igual a un valor máximo Nmax para todas las estaciones (1, 2, 3) de base al principio y se reduce de manera progresiva hasta que se alcanza un valor óptimo.
- 8.- El procedimiento de la reivindicación 6, en el que el número N se fija igual a un valor mínimo Nmin para todas las estaciones (1, 2, 3) de base al principio y se incrementa de manera progresiva hasta que se alcanza un valor óptimo.
- 25 9.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que la red es una red WIMAX que utiliza un esquema de modulación de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal escalable, S-OFDMA.
- 10.- El procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el final del bloque (14) de tiempo periódico es dedicado a la recepción para que las estaciones vecinas de cada patrón estén escuchando al mismo tiempo.
- 30 11.- Una estación (1, 2, 3) de base que incluye unos medios adaptados para implementar las etapas de acuerdo con el procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 12.- Una red, **caracterizada porque** comprende unas estaciones (1, 2, 3) de base de acuerdo con la reivindicación 11, y **porque** dichas estaciones (1, 2, 3) de base son desplegadas siguiendo un patrón regular.
- 35 13.- La red de la reivindicación 12, en el que la distancia entre dos estaciones (1, 2, 3) de base vecinas es inferior a 100 m.
- 14.- La red de las reivindicaciones 11 o 12 es una red WIMAX que utiliza un esquema de modulación de acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal escalable, S-OFDMA.

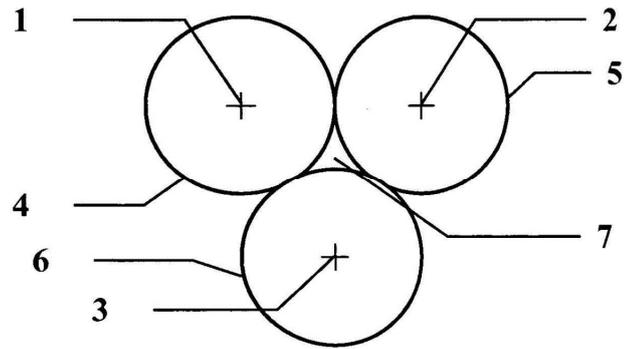


FIG. 1 (Tecnica anterior)

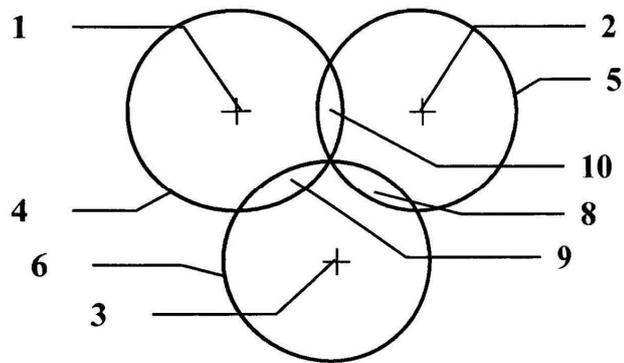


FIG. 2 (Tecnica anterior)

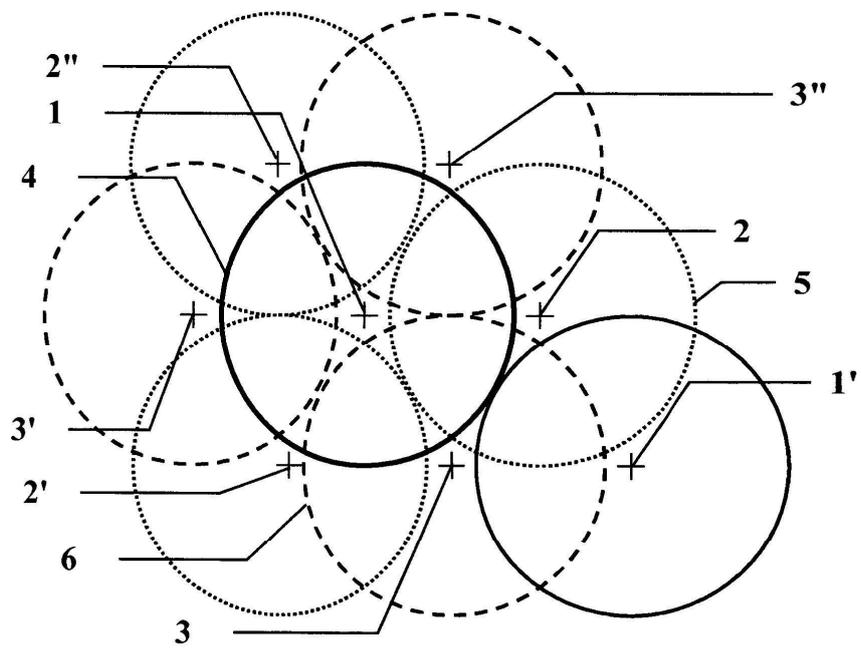


FIG. 3

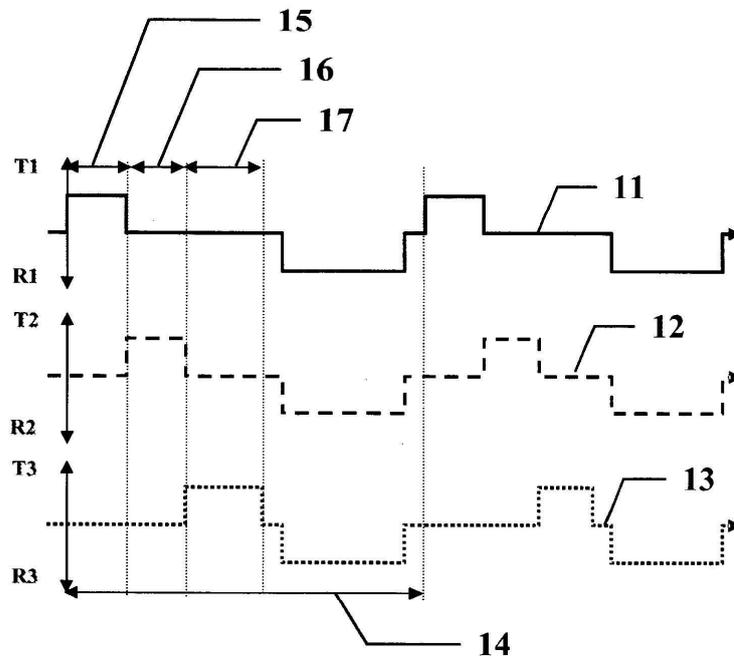


FIG. 4

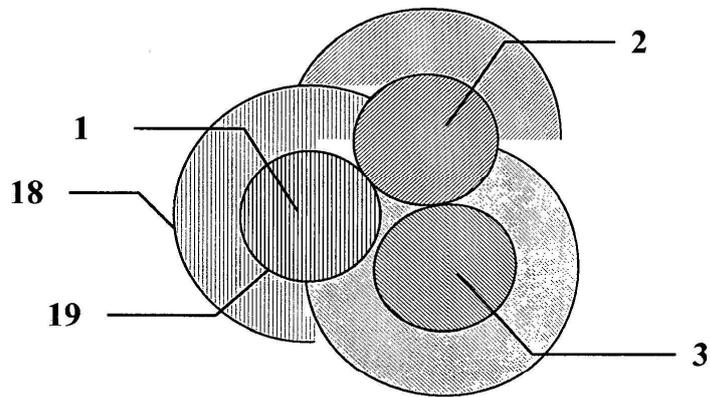


FIG. 5

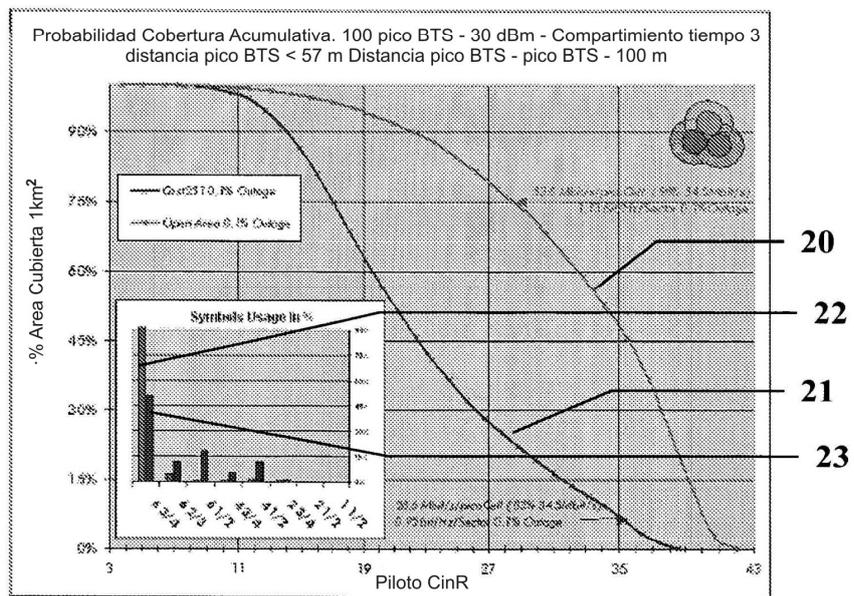


FIG. 6