

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 502 484**

51 Int. Cl.:

H04W 16/18 (2009.01)

H04W 24/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.03.2005** **E 05724427 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.06.2014** **EP 1733567**

54 Título: **Sistema, unidad y procedimiento de replanificación de frecuencias**

30 Prioridad:

26.03.2004 GB 0406806

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

03.10.2014

73 Titular/es:

**MOTOROLA MOBILITY LLC (100.0%)
600 North US Highway 45
Libertyville, IL 60048, US**

72 Inventor/es:

**WILLIAMS, OLATUNDE;
BRUSCH, SIMON;
CHARITY, TIMOTHY;
HANNA, TREVOR;
HOPKINSON, JONATHAN N.;
MATHEWS, JOHN;
RAMSDEN, JASON y
RATFORD, MICHAEL S.**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 502 484 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

Sistema, unidad y procedimiento de replanificación de frecuencias

Sector técnico

5 La invención se refiere a un sistema, una unidad y un procedimiento de replanificación de frecuencias. En particular, se refiere a un sistema, una unidad y un procedimiento de replanificación de frecuencias, basados en informes de mediciones.

Antecedentes

10 Los sistemas de comunicación inalámbrica, tales como los sistemas de comunicación radioeléctrica móvil celulares o privados, proporcionan habitualmente enlaces de comunicación radioeléctrica para su disposición entre una serie de estaciones transceptoras base (BTSs, base transceiver stations) y una serie de unidades de abonado, denominadas a menudo estaciones móviles (MSs, mobile stations).

15 En un sistema de comunicación inalámbrica, cada BTS tiene asociada consigo un área (o celda) de cobertura geográfica particular. En los sistemas de comunicación celular grandes, se utilizan muchas celdas y habitualmente están solapadas para producir un área de cobertura compuesta extensa. El factor principal que define el área de cobertura en la que una BTS puede mantener comunicaciones aceptables con una las MSs es el nivel de potencia del transmisor de la BTS.

En dicho sistema celular con celdas adyacentes solapadas, las frecuencias utilizadas en las celdas particulares se seleccionan, de manera general, para minimizar el nivel de interferencia radioeléctrica generada en las celdas adyacentes. Este proceso de selección se produce normalmente durante una fase de diseño de la red.

20 Un diseño de red basado en celdas, se basa habitualmente en una configuración de celdas idealizada. Sin embargo, en la práctica rara vez se tiene una configuración de celdas idealizada, debido por ejemplo a la naturaleza del terreno que tiene como resultado entornos variables de propagación radioeléctrica, y al hecho de que los sitios y las antenas de las celdas no están ubicados de manera ideal en una configuración de parrilla regular.

25 Por lo tanto, el diseñador de la red utiliza herramientas de planificación de frecuencias para estimar la propagación radioeléctrica para cada celda y predecir un área de cobertura correspondiente. Basándose en estos modelos de propagación, el diseñador de la red puede desarrollar un plan de frecuencias para la red, previsto para minimizar la interferencia esperada entre celdas en solapamiento. El plan de frecuencias considera factores tales como la altura y la localización de las antenas, la topología del terreno, los niveles de potencia transmitida y el número previsto de abonados.

30 La calidad del plan de frecuencias que se puede producir por medio de dichas técnicas tradicionales de predicción de coberturas está limitada por el grado de solape de cobertura entre celdas. Un mayor solape significa una mayor interferencia potencial, lo que dificulta producir un plan de frecuencias con pocas interferencias.

35 Un procedimiento conocido de planificación de frecuencias que incorpora una consideración de las interferencias utiliza un algoritmo de asignación de canales junto con una matriz de penalizaciones portadora-interferencia (C/I, carrier-to-interference). Se da a conocer un ejemplo de dicho procedimiento en el documento GB 2 332 600A.

Por lo tanto, conseguir un plan (o replanificación) óptimo de frecuencias depende de la precisión de la matriz C/I, y por ello son las imprecisiones en las matrices C/I las que conducen en último término a una interferencia imprevista cuando se utilizan dichos procedimientos.

40 Existen una serie de razones por las que las matrices producidas convencionalmente son imprecisas. Por ejemplo, las matrices están basadas en niveles de interferencia previstos a nivel del suelo, y por lo tanto no se tienen en cuenta los abonados que se encuentran en edificios altos. Además, habitualmente no reflejan el impacto de datos detallados de interferencia, tal como en las calles de tipo cañón. Asumen límites fijos de las celdas, mientras que las características de las MSs y de los algoritmos de traspaso son tales que los límites de las celdas se pueden desplazar. Asimismo, dependen de datos precisos de los sitios y las antenas, que raramente están disponibles.

45 Además, estas técnicas de predicción de coberturas tienden a enfocarse en un área de cobertura geográfica, asumiendo una distribución homogénea de las MSs dentro de la celda, en lugar de una cobertura basada en abonados o de "tráfico", en la que los abonados están distribuidos de manera desigual a través de una celda. Esta imprecisión limita la eficacia de las predicciones y las decisiones resultantes, adoptadas a partir de las mismas. A su

vez, esto significa que la red está configurada de forma no óptima y, por lo tanto, entrega habitualmente una calidad de servicio inferior a la óptima.

5 Sin embargo, en la técnica se conoce un procedimiento alternativo de generación de la matriz C/I, que comprende recopilar informes de medición (MRs, measurement reports) enviados por las estaciones móviles. Los MRs comprenden habitualmente las intensidades de la señal de enlace descendente de la BTS que da servicio a las celdas de una MS dada, junto con las intensidades de la señal de enlace descendente de las BTSs de las celdas vecinas detectadas por la MS. Recopilando un número estadísticamente significativo de dichos MRs, se pueden utilizar las intensidades relativas de las BTSs en una celda aislada y sus alrededores, para generar un valor C/I más preciso para dicha celda, basándose en las observaciones reales de las MSs servidas por la celda y, por lo tanto, de manera transparente a su distribución física dentro de la misma.

10 Si esto se lleva a cabo para una serie de celdas solapadas, la matriz C/I resultante se puede utilizar para replanificación de frecuencias (por ejemplo, debida a adición/mantenimiento/eliminación de estaciones base, o para tener en cuenta variaciones estacionales del tráfico). Esto se denomina 'sistema de optimización inteligente' (IOS, intelligent optimisation system).

15 Un IOS tiene una serie de ventajas, siendo la más notable la eliminación de la necesidad de modelar, medir o asumir la distribución geográfica de las MSs dentro de una celda, que, tal como se indicado más arriba, es una contribución principal a la imprecisión de las herramientas tradicionales de planificación de frecuencias.

Sin embargo, la utilización de informes de medición da lugar a algunas consideraciones nuevas:

20 Notablemente, en los sistemas actuales una MS no puede notificar a una vecina, si dicha vecina está utilizando la misma frecuencia de canal de control de difusión (BCCH, broadcast control channel) que la BTS de la celda de servicio de la MSs. Por consiguiente, no se puede generar directamente un valor de penalización C/I para dichas vecinas a partir de los MRs.

25 Adicionalmente, los MRs proporcionan solamente intensidades de señal de enlace descendente para celdas vecinas. Si la interferencia experimentada por el tráfico de enlace ascendente no está correlacionada, es deseable construir o modificar una matriz C/I para reflejar la interferencia tanto de enlace descendente como de enlace ascendente. Sin embargo, actualmente no existen medios directos de obtención de niveles de recepción de enlace ascendente para las MSs de celdas vecinas utilizando los MRs.

Del mismo modo, los MRs están basados en la intensidad de señal del canal de control de difusión de las diferentes celdas, pero es deseable producir matrices C/I que reflejen la interferencia de los canales de tráfico.

30 Finalmente, la preferencia de un número estadísticamente significativo de informes de medición significa que si se reciben demasiado pocos MRs durante un período de muestreo dado, un valor o valores de C/I resultantes pueden no ser lo suficientemente precisos.

El propósito de la presente invención es aliviar parte o la totalidad de los problemas anteriores.

Resumen de la invención

35 En un primer aspecto, la presente invención da a conocer un procedimiento de replanificación de frecuencias en un sistema de comunicación inalámbrica, según la reivindicación 1.

En un tercer aspecto, la presente invención da a conocer un sistema de comunicación inalámbrica, según la reivindicación 7.

En un quinto aspecto, la presente invención da a conocer una unidad de comunicación, según la reivindicación 11.

40 Se definen características adicionales de la presente invención, según las reivindicaciones dependientes.

Se describirán a continuación realizaciones de la presente invención, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema celular de comunicaciones radioeléctricas, según una realización de la presente invención.

Descripción detallada

Se da a conocer un sistema, una unidad y un procedimiento de replanificación de frecuencias en un sistema de comunicación inalámbrica.

5 En la figura 1, se muestra un sistema celular de comunicación telefónica multicapa 100 que soporta una interfaz aérea del sistema global para comunicaciones móviles (GSM, Global System for Mobile communication), de acuerdo con una realización de la presente invención. El instituto europeo de estándares de telecomunicaciones (ETSI, European Telecommunications Standards Institute) ha definido la interfaz aérea GSM. El sistema celular multicapa se muestra de forma simplificada, mostrándose para mayor claridad solamente un número limitado de elementos del sistema. Resulta evidente para un experto en la materia que se pueden utilizar en su lugar otras interfaces aéreas.

10 En general, el protocolo de la interfaz aérea se administra desde estaciones transceptoras base (BTSs) 122 a 132 dentro del diseño del sistema 110. En general, las BTSs están separadas geográficamente - una estación base soporta una celda (u, opcionalmente, sectores de una celda).

15 Se muestran una serie de estaciones móviles (MSs) 112 a 115, comunicando sobre la interfaz aérea seleccionada 117 a 120 con una serie de BTSs 122 a 132. Solamente para mayor claridad, se muestra un número limitado de MSs 112 a 115, y BTSs 122 a 132.

20 Las BTSs 122 a 132 pueden estar conectadas a una red telefónica pública conmutada (PSTN, public-switched telephone network) 134 convencional, a través de controladores de estación base (BSCs, base station controllers) 136 a 140, y centros de conmutación móvil (MSCs, mobile switching centres) 142 a 144. Cada BTS 122 a 132 está destinada principalmente a dar servicio a su celda principal, conteniendo cada BTS 122 a 132 una o varias unidades transceptoras para comunicar, sobre las redes de comunicación 156 a 166, con el resto de la infraestructura del sistema celular.

25 Cada BSC 136 a 140 puede controlar una o varias BTSs 122 a 132, estando en general las BSCs 136 a 140 interconectadas mediante MSCs 142 a 144. Dentro de los MSCs están dispuestos procesos para tener en cuenta la situación en la que una MS (112 a 115) pasa entre dos BTS que sirven áreas, por ejemplo la MS 112 desplazándose desde un área cubierta por la BTS 122 a un área cubierta por la BTS 124, donde las dos BTSs están controladas por diferentes BSCs (BSC 136 y BSC 138 en este ejemplo).

30 Cada MSC 142 a 144 proporciona una pasarela a la PSTN 134, estando los MSCs 142 a 144 interconectados a través de un centro de operaciones y gestión (OMC, operations and management centre) 146, que administra el control general del sistema de comunicación telefónica celular 100, tal como comprenderán los expertos en la materia.

En funcionamiento, se establece un plan inicial de reutilización de frecuencias por medio de un sistema de optimización inteligente (IOS, intelligent optimisation system) 172 y se notifica al OMC 146. El OMC 146 ordena a las BTSs 122 a 132, a través de sus BSCs 136 a 140, establecer en consecuencia sus frecuencias de funcionamiento.

35 De acuerdo con una realización de la presente invención, un sistema de optimización inteligente (IOS) 172 está acoplado operativamente al OMC 146 y a los controladores de estación base 136 a 140.

El IOS recopila un número estadísticamente significativo de informes de medición, para generar una matriz de penalización C/I.

40 Sin embargo, tal como se ha indicado anteriormente, cuando una primera celda tiene una vecina que funciona en la misma frecuencia BCCH, las MSs dentro de dicha primera celda no notificarán mediciones para dicha vecina. Esto puede conducir a vacíos en la matriz de penalización C/I.

De acuerdo con una realización de la presente invención, en estas circunstancias el IOS (172) utiliza el procedimiento siguiente para poblar dichos vacíos con valores de penalización estimados.

45 Para una primera celda de servicio que tiene una o varias celdas cocanal vecinas para las que son inviábiles los informes de medición, las penalizaciones C/I se estiman para dichas una o varias celdas cocanal vecinas basándose en los niveles de interferencia de las vecinas comunes de la primera celda de servicio y dichas una o varias celdas cocanal vecinas.

A modo de ilustración, considérese la siguiente matriz de penalizaciones C/I para la situación en la que, de las celdas A a D, se tiene que las celdas A, B y C comparten la misma frecuencia BCCH:

		Servidor			
		A	B	C	D
Vecino	A	-	?	?	50
	B	?	-	?	50
	C	?	?	-	10
	D	50	50	10	-

Para inferir el efecto de interferencia mediante B y C sobre A, por ejemplo, se puede observar que la interferencia con la vecina común D es mayor desde B que desde C, de manera que es probable que el efecto sobre A sea asimismo mayor desde B que desde C.

- 5 En la práctica, existirán, de manera general, una serie de vecinas comunes, lo que permite la coordinación de esta información para proporcionar una buena indicación de qué vecinas cocanal es más probable que produzcan interferencia.

Formalmente, esto se puede conseguir como sigue:

- 10 Para un servidor s y un vecino cocanal n (es decir, con frecuencias BCCH cocanal), la interferencia cocanal (CCI, co-channel interference) en el servidor s provocada por el vecino cocanal n se calcula, sustancialmente, como

$$CCI(s, n) = \sum_i \{CCI(s, i) . CCI(i, n)\}$$

donde hay 1..i vecinos comunes, $CCI(s,i)$ es el solape de interferencia en el servidor s a partir del vecino común i , y $CCI(i,n)$ es el solape de interferencia en el vecino común i a partir de del vecino cocanal n .

- 15 Normalmente, los valores de interferencia cocanal serán derivables solamente para voz, pero se contempla que se podrán calcular valores de interferencia cocanal independientes para otras formas de tráfico, tal como datos del servicio general de radiocomunicaciones por paquetes (GPRS, general packet radio service), si está disponible la información pertinente de solape de interferencia. Por lo tanto, se pueden distinguir, por ejemplo, versiones de $CCI(s,n)$, como $CV(s,n)$ y $CG(s,n)$ para tráfico de voz y GPRS, respectivamente.

- 20 Si están disponibles solamente valores de interferencia cocanal de voz, entonces la penalización por interferencia sobre la portadora x de la celda de servicio, provocada por la portadora de la vecina cocanal se calcula a continuación, sustancialmente, como

$$penalización(s, x, n, y) = CV(s, n) * TU(s, x) * TU(n, y) * C \quad \text{Eq. 1}$$

donde la utilización de tráfico del servidor $TU(s,x) = Voice_Utilisation(s, x) + GPRS\ Utilisation(s, x)$; la utilización de tráfico de vecina cocanal $TU(n,y) = Voice_Utilisation(ny) * dtx_factor(n, y) + GPRS\ Utilisation(n, y)$;

- 25 y C es una constante, habitualmente 7000, utilizada para generar un valor de penalización en términos de mili-Erlangs.

El dtx_factor compensa la transmisión discontinua en la vecina cocanal.

- 30 Alternativamente, si están disponibles valores de interferencia cocanal para diferentes tipos de tráfico, entonces se pueden calcular las penalizaciones incluyendo explícitamente estos valores. Por ejemplo, GPRS requiere habitualmente un canal más limpio que la voz, y por lo tanto puede ser deseable producir una penalización diferente para los casos de tráfico de voz y de GPRS. Esto se puede calcular, sustancialmente, como

$$\begin{aligned} \text{penalización}(s, x, n, y) = \\ (CV(s, n) * VU(s, x) + CG(s, n) * GU(s, x)) \\ * TU(n, y) * C \end{aligned}$$

donde

$$VU(s, x) = \text{voice_utilisation}(s, x)$$

$$GU(s, x) = \text{GPRS_utilisation}(s, x).$$

- 5 Estará claro para un experto en la materia que la utilización del tráfico (TU, traffic utilisation) puede comprender una serie de formas de tráfico además, o en lugar de voz y GPRS, o puede comprender solamente voz. Por lo tanto, de manera más general,

$$\begin{aligned} \text{penalización}(s, x, n, y) = \\ (CCI_{1,k}(s, n) * TU_1(s, x) + CCI_{2,k}(s, n) * TU_2(s, x) + \dots + CCI_{k,k}(s, n) * TU_k(s, x)) \\ * TU(n, y) * C \end{aligned}$$

- 10 donde $CCI_{1..k}$ y $TU_{1..k}$ son valores de interferencia cocanal y valores de utilización del tráfico, respectivamente, para k formas de tráfico.

Resultará evidente para un experto en la materia que se pueden contemplar formas de tráfico para las que no existen valores específicos de interferencia cocanal, utilizando un valor apropiado interferencia cocanal disponible, tal como se ve, por ejemplo, en la ecuación 1, para el caso en que no estaba disponible un valor GPRS y se añadió tráfico GPRS junto con tráfico de voz.

- 15 El procedimiento que se ha dado a conocer anteriormente se puede aplicar asimismo para calcular penalizaciones de interferencia de canal adyacente, utilizando valores de interferencia de canal adyacente (ACI, adjacent-channel interference) en lugar de valores de interferencia cocanal, donde los valores ACI se calculan sustancialmente como

$$ACI(s, n) = \sum_i ACI(s, i) . ACI(i, n)$$

y se utilizan para cada $CCI(s,n)$.

- 20 Habiendo obtenido una matriz C/I totalmente poblada para la intensidad de señal de enlace descendente en el BCCH, se puede calcular un conjunto complementario de factores que reflejan la interferencia de canal de enlace ascendente.

- 25 En una realización de la presente invención, se puede obtener para una celda de servicios dada s una función de densidad de probabilidad de los niveles de recepción del enlace ascendente (UL_RxLev) para las estaciones móviles que están siendo servidas por dicha celda, y para estaciones móviles que están siendo servidas por cada vecina n de dicha celda.

Para las estaciones móviles (MSs) servidas por la celda de servicio, UL_RxLev se incluye en el informe de medición (MR) y por lo tanto es obtenible directamente.

Sin embargo, para una MS servida por una vecina, es necesario calcular un valor equivalente.

- 30 Si una MS servida por una vecina lista una celda en su MR, se utiliza la intensidad de señal de enlace descendente registrada, para calcular una estimación de UL_RxLev, sustancialmente como sigue:

$$UL_RxLev = MS_TxPwr - (BS_TxPwr - DL_RxLev)$$

donde

MS_TxPwr es la potencia de transmisión de la MS;

BS_TxPwr es la potencia de transmisión del BCCH de la celda; y

DL_RxLev es la intensidad de la señal de enlace descendente registrada en el MR.

El cálculo asume que la pérdida por trayectoria entre la estación base y la MS es recíproca, pero en la práctica, las pérdidas por trayectoria de enlace ascendente tienden a ser menores debido a la diversidad de señal desde la MS. Esto se puede reflejar mediante un factor de ganancia por diversidad, como sigue:

5

$$UL_RxLev = MS_TxPwr - (BS_TxPwr - DL_RxLev) + DG_Factor$$

donde

DG_Factor = Promedio (Downlink_Pathloss - Uplink_Pathloss), siendo el promedio sobre alguna área geográfica representativa.

10 El DG_Factor depende de la precisión de las calibraciones del transceptor, y por lo tanto en la práctica está limitado preferentemente al intervalo de 0dB hasta 5dB.

Si una MS servida por un vecino no lista una celda en su MR, se asume que en este caso la UL_RxLev es la mínima posible.

15 A continuación, se puede normalizar una distribución de valores UL_RxLev obtenidos sobre una serie de MRs, para producir una función de densidad de probabilidad.

Tomada junto con los MRs de la celda del servidor, se obtienen una serie de pdfs; $Ps(S_RxLev)$, para los niveles de recepción de enlace ascendente en la celda de servicio para las MSs en la celda de servicios dada, y $Pn(N_RxLev)$, para los niveles de recepción de enlace ascendente en la celda de servicio para las MSs de cada vecina n.

20 Adicionalmente, se definen funciones de probabilidad Pc para cada elemento en la matriz C/I que provoca una interferencia inaceptable cuando se realiza una asignación cocanal, y Pa cuando se realiza una asignación de canal adyacente. Son definiciones a modo de ejemplo:

$$Pc(C_I) = \begin{cases} 1 & \text{si } C_I \leq 9\text{dB} \\ 0 & \text{en otros casos} \end{cases}$$

$$Pa(C_I) = \begin{cases} 1 & \text{si } C_I \leq -9\text{dB} \\ 0 & \text{en otros casos} \end{cases}$$

25 Resultará evidente para un experto en la materia que se pueden utilizar definiciones más sofisticadas en lugar de estos ejemplos.

Finalmente, la cantidad de interferencia de enlace ascendente depende asimismo de la probabilidad de que una estación móvil en la celda vecina transmita al mismo tiempo que se está realizando una llamada en la celda de servicio, calculada sustancialmente como

$$Nbr_Clash = \frac{\text{Número promedio de TCHs de vecinas utilizados en un periodo dado}}{\text{Números de TCHs disponibles en la vecina}}$$

30 donde TCH significa canal de tráfico. Nbr_Clash puede ser calculada para cada canal, y puede incorporar adicionalmente la duración de las llamadas. Preferentemente, el período dado es un periodo ocupado, pero resulta evidente que se pueden utilizar periodos diferentes.

La proporción de llamadas de un servidor dado que podrían verse afectadas adversamente por interferencia de enlace ascendente provocadas por asignación cocanal se calcula a continuación, sustancialmente, como:

$$UL_CoChannel_CI = \sum_{S_RxLev} \sum_{N_RxLev} Ps(S_RxLev) \times Pn(N_RxLev) \times Nbr_Clash \times Pc(S_RxLev - N_RxLev)$$

5 Por lo tanto, UL_CoChannel_CI es un sumatorio sobre una función bidimensional que representa la probabilidad de interferencia de enlace ascendente dados valores posibles de niveles de recepción de enlace ascendente en el servidor S_RXLev y en el vecino N_RXLev, teniendo en cuenta la densidad del tráfico del vecino Nbr_Clash y el nivel de interferencia inaceptable Pc.

Análogamente, la proporción de llamadas de un servidor dado que se podrían ver afectadas adversamente por interferencia de enlace ascendente provocada por asignación de canal adyacente se calcula a continuación, sustancialmente, como:

$$UL_Adjacent_CI = \sum_{S_RxLev} \sum_{N_RxLev} Ps(S_RxLev) \times Pn(N_RxLev) \times Nbr_Clash \times Pa(S_RxLev - N_RxLev)$$

10 Los valores se pueden utilizar a continuación como factores de modificación sobre la matriz de penalización C/I para reflejar la interferencia de enlace ascendente.

15 La matriz de penalización C/I, ya sea antes o después de la aplicación de los procedimientos anteriores, refleja la interferencia en el canal de control de difusión (BCCH), que tiene habitualmente una frecuencia diferente a la del canal de tráfico (TCH, traffic channel). Por ejemplo, el BCCH puede estar a 900 MHz mientras que el TCH está a 1800 MHz. Estas diferentes frecuencias pueden experimentar condiciones diferentes de propagación. En consecuencia, para reflejar diferencias en el nivel de señal entre diferentes bandas de frecuencia, en una realización de la presente invención se puede utilizar una tabla de consulta calculada previamente o empírica, para compensar diferentes valores en la matriz C/I generada para el canal de control de difusión medido, con respecto a otros canales de tráfico.

20 Finalmente, la matriz de penalización C/I se genera habitualmente a partir de informes de medición obtenidos durante un período dado de estudio. Sin embargo, es posible que durante dicho periodo no haya suficientes informes de medición como para proporcionar una muestra estadísticamente significativa para un elemento de C/I dado. Por lo tanto, dicho elemento se puede considerar 'no seguro'.

25 En estas circunstancias, en una realización de la presente invención, se puede utilizar una penalización correspondiente generada durante un ejercicio de replanificación anterior, asumiendo que las relaciones de frecuencia servidor-vecino son iguales.

La penalización anterior puede sustituir el valor 'no seguro', o bien se puede producir un promedio de los dos. Si está disponible un registro del número de MRs utilizados para generar los valores, se puede utilizar un promedio ponderado basándose en la seguridad relativa de los valores.

30 Se contempla asimismo un sistema de comunicación inalámbrica, que comprende una infraestructura inalámbrica que soporta comunicación para una serie de estaciones móviles (112 a 115). En una realización de la presente invención, la infraestructura inalámbrica comprende un procesador 175 que puede funcionar para generar un plan de reutilización de frecuencias, de acuerdo con los procedimientos descritos anteriormente.

35 De manera similar, se contempla asimismo una unidad de comunicación 146, 172 que funciona en un sistema de comunicación inalámbrica. En una realización de la presente invención, la unidad de comunicación 146, 172 comprende un procesador 175 que puede funcionar para generar un plan de reutilización de frecuencias, de acuerdo con los procedimientos descritos anteriormente.

40 Se comprenderá que el sistema, la unidad y el procedimiento de replanificación de frecuencias en un sistema de comunicación inalámbrica, que se han descrito anteriormente, proporcionan, por lo menos, una o varias de las ventajas siguientes:

- i. Se pueden generar penalizaciones de canal/interferencia (C/I) incluso para celdas vecinas que comparten la misma frecuencia de BCCH;
- ii. La interferencia del tráfico de enlace ascendente se puede factorizar en valores de penalización C/I;

iii. Las penalizaciones C/I basadas en un número insuficiente de informes de medición pueden ser sustituidas o modificadas; y

iv. Las condiciones de los canales en frecuencias diferentes se puede factorizar en valores de penalización C/I.

5 Todas las ventajas anteriores contribuyen a mejorar la calidad de la replanificación de frecuencias proporcionada por un sistema de optimización inteligente basado en C/I.

REIVINDICACIONES

5 1. Un procedimiento de replanificación de frecuencias en un sistema de comunicación inalámbrica, en el que el sistema de comunicación inalámbrica (100) está dispuesto para soportar comunicación para una serie de estaciones móviles (112 a 115) a través de una serie de celdas, comprendiendo el procedimiento la generación de penalizaciones de canal/interferencia basándose en informes de medición, y **caracterizado por** la etapa de:

para una primera celda que tiene una o varias celdas cocanal vecinas para las que no hay informes de medición disponibles,

estimar penalizaciones de canal/interferencia para dichas una o varias celdas cocanal vecinas, basándose en los niveles de interferencia de vecinas comunes de la primera celda y de dichas una o varias celdas cocanal vecinas.

10 2. Un procedimiento de replanificación de frecuencias según la reivindicación 1, en el que la etapa de estimar penalizaciones de canal/interferencia para dichas una o varias celdas cocanal vecinas comprende:

la estimación del valor de interferencia cocanal (CCI) entre el servidor s de la primera celda y el vecino cocanal n, sustancialmente como

$$CCI(s, n) = \sum_i \{CCI(s, i) . CCI(i, n)\}$$

15 para i vecinos comunes.

3. Un procedimiento de replanificación de frecuencias según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la etapa de estimación de penalizaciones canal/interferencia para dichas una o varias celdas cocanal vecinas comprende además, para el caso de solamente un valor de interferencia cocanal (CCI) disponible:

20 la estimación de una penalización de interferencia cocanal en la portadora x del servidor s de la primera celda a partir de la portadora y del vecino cocanal n, con utilizaciones de tráfico TU, sustancialmente como

$$penalización(s, x, n, y) = CCI(s, n) * TU(s, x) * TU(n, y) * C$$

donde C es una constante, y todos los términos de la ecuación son tal como se definen en el presente documento.

25 4. Un procedimiento de replanificación de frecuencias según cualquiera de las reivindicaciones 1 y 2, en el que la etapa de estimar las penalizaciones de canal/interferencia para dichas una o varias celdas cocanal vecinas comprende además, para el caso de una serie k de valores de interferencia cocanal correspondientes a una serie k de tipos de tráfico:

la estimación de una penalización de interferencia cocanal (CCI) en la portadora x del servidor s de la primera celda a partir de la portadora y del vecino cocanal n, con utilizaciones de tráfico TU, sustancialmente como

$$penalización (s, x, n, y) = (CCI_1(s, n) * TU_1(s, x) + CCI_2(s, n) * TU_2(s, x) + . . . + CCI_k(s, n) * TU_k(s, x)) * TU(n, y) * C$$

30 donde los términos de la ecuación son tal como se definen en el presente documento.

5. Un procedimiento de replanificación de frecuencias según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se estiman penalizaciones de interferencia cocanal independientes para tipos de tráfico independientes.

35 6. Un procedimiento de replanificación de frecuencias según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se utilizan valores de interferencia de canal adyacente (ACI) en lugar de valores de interferencia cocanal, calculándose un ACI sustancialmente como

$$ACI(s, n) = \sum_i \{ACI(s, i) . ACI(i, n)\}$$

para i vecinos comunes, donde los términos de la ecuación son tal como se definen en el presente documento.

- 5 7. Un sistema de comunicación inalámbrica (100) para soportar comunicación para una serie de estaciones móviles (112 a 115) a través de una serie de celdas, comprendiendo el sistema un procesador (175) que puede funcionar para generar un plan de reutilización de frecuencias, estando el sistema de comunicación inalámbrica (100) **caracterizado porque:**

para una primera celda que tiene una o varias celdas cocanal vecinas para las que no hay informes de medición disponibles,

- 10 el procesador (175) está dispuesto para estimar, en funcionamiento, penalizaciones de canal/interferencia para dichas una o varias celdas cocanal vecinas basándose en los niveles de interferencia de vecinas comunes de la primera celda y de dichas una o varias celdas cocanal vecinas.

8. Un sistema de comunicación inalámbrica (100) según la reivindicación 7, en el que el procesador (175) está dispuesto para estimar, en funcionamiento, un valor de interferencia cocanal (CCI) entre el servidor s de la primera celda y el vecino cocanal n, sustancialmente como

$$CCI(s, n) = \sum_i \{CCI(s, i) . CCI(i, n)\}$$

- 15 para i vecinos comunes.

9. Un sistema de comunicación inalámbrica (100) según cualquiera de las reivindicaciones 7 ú 8, en el que el procesador (175) está dispuesto para estimar, en funcionamiento, para el caso de solamente un valor de interferencia cocanal (CCI) disponible;

- 20 una penalización de interferencia cocanal en la portadora x del servidor s de la primera celda a partir de la portadora y del vecino cocanal n, con utilizaciones de tráfico TU, sustancialmente como

$$penalización(s, x, n, y) = CCI(s, n) * TU(s, x) * TU(n, y) * C$$

donde los términos de la ecuación son tal como se definen en el presente documento.

- 25 10. Un sistema de comunicación inalámbrica (100) según cualquiera de las reivindicaciones 7 ú 8, en el que el procesador (175) está dispuesto para estimar, en funcionamiento, para el caso de una serie k de valores de interferencia cocanal correspondientes a una serie k de tipos de tráfico:

una penalización de interferencia cocanal (CCI) en la portadora x del servidor s de la primera celda a partir de la portadora y del vecino cocanal n, con utilizaciones de tráfico TU, sustancialmente como

$$penalización (s, x, n, y) = (CCI_1(s, n) * TU_1(s, x) + CCI_2(s, n) * TU_2(s, x) + \dots + CCI_k(s, n) * TU_k(s, x)) * TU(n, y) * C$$

donde los términos de la ecuación son tal como se definen en el presente documento.

- 30 11. Una unidad de comunicación (146, 172) que funciona en un sistema de comunicación inalámbrica que comprende una serie de celdas, estando la unidad de comunicación **caracterizada por:**

un procesador (175) para facilitar una operación de replanificación de frecuencias del sistema de comunicación inalámbrica, en el que

- 35 para una primera celda que tiene una o varias celdas cocanal vecinas para las que no hay informes de medición disponibles,

el procesador (175) está dispuesto para estimar penalizaciones de canal/interferencia para dichas una o varias celdas cocanal vecinas basándose en los niveles de interferencia de vecinas comunes de la primera celda y de dichas una o varias celdas cocanal vecinas.

12. Una unidad de comunicación (146, 172) según la reivindicación 11, en la que, en funcionamiento, el procesador (175) está dispuesto para estimar la interferencia cocanal (CCI) entre el servidor s de la primera celda y el vecino cocanal n , sustancialmente como

$$CCI(s, n) = \sum_i \{CCI(s, i) \cdot CCI(i, n)\}$$

5 para i vecinos comunes.

13. Una unidad de comunicación (146, 172) según cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, en la que, en funcionamiento, el procesador (175) está dispuesto además para estimar, para el caso de solamente un valor de interferencia cocanal (CCI) disponible:

10 una penalización de interferencia cocanal en la portadora x del servidor s de la primera celda a partir de la portadora y y del vecino cocanal n , con utilizaciones de tráfico TU , sustancialmente como

$$penalización(s, x, n, y) = CCI(s, n) * TU(s, x) * TU(n, y) * C$$

donde los términos de la ecuación son tal como se definen en el presente documento.

15 14. Una unidad de comunicación (146, 172) según cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, en la que, en funcionamiento, el procesador (175) está dispuesto además para estimar, para el caso de una serie k de valores de interferencia cocanal correspondientes a una serie k de tipos de tráfico:

una penalización de interferencia cocanal (CCI) en la portadora x del servidor s de la primera celda a partir de la portadora y y del vecino cocanal n , con utilización de tráfico TU , sustancialmente como

$$\begin{aligned} &penalización(s, x, n, y) = \\ &(CCI_1(s, n) * TU_1(s, x) + CCI_2(s, n) * TU_2(s, x) + \dots + CCI_k(s, n) * TU_k(s, x)) \\ &* TU(n, y) * C \end{aligned}$$

donde los términos de la ecuación son tal como se definen en el presente documento.

20 15. Una unidad de comunicación (146, 172) según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 14, en la que, en funcionamiento, el procesador (175) está dispuesto, a efectos de la estimación de penalizaciones de interferencia cocanal, para generar penalizaciones de interferencia cocanal independientes para tipos de tráfico independientes.

25 16. Una unidad de comunicación (146, 172) según cualquiera de las reivindicaciones 11 a 15, en la que, en funcionamiento, el procesador (175) está dispuesto, a efectos de la estimación de penalizaciones de interferencia de canal adyacente, para utilizar valores de interferencia de canal adyacente (ACI) en lugar de valores de interferencia cocanal, calculándose los ACI sustancialmente como

$$ACI(s, n) = \sum_i \{ACI(s, i) \cdot ACI(i, n)\}$$

para i vecinos comunes, donde los términos de la ecuación son tal como se definen en el presente documento.

