

19



OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 355 347**

21 Número de solicitud: 200900277

51 Int. Cl.:
H04B 17/00 (2006.01)

12

PATENTE DE INVENCION

B1

22 Fecha de presentación: **30.01.2009**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **25.03.2011**

Fecha de la concesión: **31.01.2012**

45 Fecha de anuncio de la concesión: **10.02.2012**

45 Fecha de publicación del folleto de la patente:
10.02.2012

73 Titular/es:
VODAFONE ESPAÑA, S.A.U.
AVD. DE EUROPA, 1.
PARQUE EMPRESARIAL LA MORALEJA
28108 ALCOBENDAS, MADRID, ES

72 Inventor/es:
ESTEVE ASENSIO, GUILLERMO;
RUBIO ANDRÉS, FRANCISCO JAVIER;
MURILLO FUENTES, JUAN JOSÉ y
MARTÍNEZ OLMOS, PABLO

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

54 Título: **MÉTODO PARA DETECTAR INTERFERENCIAS EN UN SISTEMA DE COMUNICACIÓN INALÁMBRICO.**

57 Resumen:

Método para determinar la existencia de interferencias en un enlace de comunicación inalámbrico, que comprende:

(i) reunir valores RXLEV_UL, RXLEV_DL de potencia recibida en el enlace ascendente (UL) y descendente (DL);

(ii) utilizar los mencionados valores para estimar el nivel de potencia de receptor en la estación base;

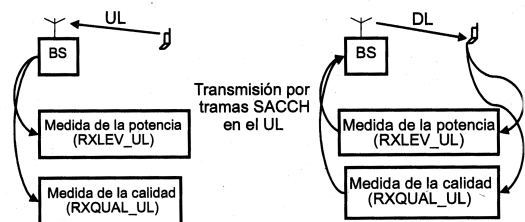
(iii) estimar, para cada conexión i en el enlace de radio, la potencia recibida en el UL, $P_{RXLEV_UL}^{(i)}$, y la potencia recibida en el UL si las condiciones fueran las del canal en el ****FIGURA01****;

(iv) calcular un parámetro, $P_{s}^{(i)}$, que mida la diferencia entre los valores ****FIGURA02****;

(v) estimar el cociente entre la relación señal a ruido en el DL y en el UL, R_{snri} ;

(vi) estimar la densidad de probabilidad conjunta, $p(p_{s}^{(i)}, R_{snri})$ de pares de valores $p_{s}^{(i)}$ y R_{snri} dentro de un periodo de tiempo de estudio;

(vii) analizar los resultados para detectar interferencias.



ES 2 355 347 B1

DESCRIPCIÓN

Método para detectar interferencias en un sistema de comunicación inalámbrico.

5 El objetivo de la presente invención es un método para detectar interferencias en un sistema de comunicación inalámbrico bidireccional. En un sistema de comunicación inalámbrico habrá al menos dos entidades conectadas a través de ondas de radio, que intercambian información entre sí. El objetivo principal es un método para determinar si tales enlaces de radio tienen interferencia, es decir señales de radio no deseadas que reducen, o incluso impiden, el intercambio normal de información.

10 Antecedentes de la invención

Hay ladrones que cortan cables de teléfono de viviendas y utilizan inhibidores de frecuencia para impedir cualquier posibilidad de que los habitantes llamen pidiendo ayuda utilizando un teléfono ya sea fijo o móvil, incluso si tienen un equipo de alarma antirrobo automatizado con ambas posibilidades. En ocasiones, estos asaltos provocan víctimas. La idea es detectar, utilizando medidas tomadas en la red, el uso de inhibidores, para emitir una alerta a las empresas de alarmas antirrobo.

20 Actualmente, la alternativa para detectar el uso de inhibidores es sondear regularmente los equipos de alarma para detectar la continuidad del enlace. Este servicio se ofrece como un extra por parte de las empresas de seguridad, y tiene un elevado precio en función de los costes de utilizar mucha transmisión. Por ejemplo, la solicitud de patente WO 2004 028 184 *Alarm arrangement at a mobile communication system* (Disposición de alarma en un sistema de comunicación móvil), describe un sistema en el que cada terminal móvil transmite señales de forma regular, aleatoria o disparadas por un evento. Las señales transmitidas de forma regular o aleatoria se registran en el centro de conmutación del sistema. Cuando se pierde una señal, tras su análisis lógico en el centro de conmutación se transmite al centro de recepción de alarmas la información sobre su ausencia, de forma inmediata y automática.

La patente US 5 687217 describe un método y un sistema para verificar que está operativa cada unidad de una célula remota, en un sistema de telefonía móvil. El sistema y método acordes con la invención utilizan el equipo receptor de cada unidad de la célula, para escuchar o monitorizar transmisiones por parte de otras unidades celulares. Cada unidad celular se pone de forma independiente en modo de verificación de escucha, modo en el cual mide la calidad de comunicación de otras unidades celulares a las que puede escuchar. La unidad celular seleccionada notifica los resultados de la calidad de comunicación a una unidad de control principal. La unidad de control principal almacena la información resultante para permitir una comparación temporal de la calidad de la comunicación. Si la calidad de la comunicación se ha degradado en el tiempo significativamente, la unidad de control principal envía una señal de alarma. En otro aspecto de la presente invención, el modo de verificación de escucha puede utilizarse durante la instalación del sistema celular, para verificar el funcionamiento del sistema, y ajusta del sistema para un funcionamiento óptimo.

40 Por otro lado, los documentos de patente WO 2006 099 548 y WO 2006 099 547 describen un control de interferencia en un sistema de comunicación inalámbrico, en el que un primer sector estima la interferencia observada desde terminales situados en sectores vecinos, y obtiene una estimación de interferencia. El primer sector puede generar un informe de interferencia en otro sector (OSI, other-sector interference) por ondas (OTA, over-the-air), y/o un informe OSI entre sectores (IS, inter sector) basado en la estimación de interferencia. El primer sector puede enviar el informe IS OSI a los sectores vecinos, recibir informes IS OSI procedentes de los sectores vecinos, y regular transmisiones de datos para terminales en el primer sector basándose en los informes IS OSI recibidos. El primer sector puede controlar la admisión de terminales al primer sector, retirar la asignación a terminales admitidos, programar terminales en el sector de modo que se reduzca la interferencia con los sectores vecinos, y/o asignar a los terminales en el sector canales de tráfico que provoquen menos interferencia a los sectores vecinos. Estos métodos son sustancialmente diferentes al propuesto, debido a que están basados en la interferencia de medidas realizadas por varias estaciones base, para llevar a cabo procedimientos de control y señalización avanzados.

Resumen de la invención

55 En un sistema de comunicación inalámbrico habrá al menos dos entidades conectadas a través de ondas de radio, que intercambian información entre sí. La presente invención describe un método para determinar si tales enlaces de radio tienen interferencia, es decir señales de radio no deseadas que reducen o incluso impiden el intercambio normal de información.

60 Para los objetivos de este documento denominaremos estación base, transceptor base o BTS a una de estas entidades, y dispositivo móvil, dispositivo del usuario, estación móvil o MS a la otra. De este modo definimos dos tipos de dispositivos que pueden de hecho ser iguales, salvo una diferenciación entre trayectos de radio o enlaces de radio.

La transmisión de información desde dispositivos móviles a estaciones base, se denominará trayectoria de “enlace ascendente” o “UL”, y el sentido inverso se denominará “enlace descendente” o “DL”, independientemente de qué elemento se considere que actúa de cada forma.

La invención es independiente del tipo de elementos conectados por la comunicación de radio. Es posible tener varios de estos y de ambos tipos, involucrados en el mismo enlace de radio.

Es posible llevar a cabo varias medidas sobre cada trayecto de radio. Trataremos de dos de estas, la medida de potencia y la medida de calidad:

- Potencia: esta medida está relacionada con la intensidad de la señal física de las ondas de radio, usualmente medida en el extremo de recepción de la comunicación de radio. Hay muchos métodos para llevar a cabo esta medida, y estos variarán dependiendo de la modulación en uso y de otros factores. El método específico para obtener esta medida no es el objetivo de esta invención. Distinguiremos entre el parámetro en el que el sistema recoge la medida de potencia en el extremo de recepción del UL (a partir de ahora RXLEV_UL), y en el DL (RXLEV_DL).
- Calidad: esta medida está relacionada con la cantidad de datos erróneos recibidos en un extremo de la conexión (o en ambos). Hay muchos métodos para llevar a cabo esta medida, y esto dependerá de la codificación en uso y de otros factores. El método especificado para obtener esta medida no es un objetivo de esta invención. Distinguiremos entre la medida en el extremo de recepción del UL (a partir de ahora, RXQUAL_UL), y en el DL (RXQUAL_DL).

Por lo tanto, el presente método para detectar interferencias en una red de comunicación inalámbrica se basa en medidas de la calidad y la magnitud de la potencia, en ambos sentidos del enlace de radio, conocidos como enlace ascendente y enlace descendente. El modelo analítico extrae a partir de estas medidas una relación no evidente, que se utiliza para determinar la existencia de una señal interferencia en función de parámetros estadísticos de la mencionada relación. Adicionalmente, es posible utilizar tales parámetros estadísticos para detectar si la interferencia procede de otro equipo relativo a la misma red de comunicación, o si es externa a tal red. Puesto que este método no utiliza la cantidad de tráfico transportado, claramente no está cubierto por patentes previas, y se considera más potente que el anterior.

Puede concluirse que el método propuesto para analizar los niveles de potencia y las medidas de calidad en sistemas celulares inalámbricos, ayuda a explicar mucho mejor su comportamiento. Cualquier anomalía de régimen estacionario puede detectarse fácilmente si los puntos de potencia frente a calidad, se concentran en torno a un punto con una elevada diferencia de potencias recibidas, o en torno a un punto con diferentes calidades. En términos generales, la herramienta permite, entre otras, cosas detectar una interferencia fija, un mal funcionamiento del control de potencia, una mala planificación de radio y una perturbación no deseada. Esta nueva herramienta de análisis de interferencias no conlleva requisitos de equipo físico, puesto que toma las medidas de intensidad de señal y de calidad que hay usualmente disponibles en cualquier sistema de comunicación inalámbrico, típicamente para procesos de control de potencia.

A través de toda la descripción y las reivindicaciones, la palabra “comprende” y sus variaciones no pretenden excluir otras características, añadidos, componentes o etapas técnicas. Para aquellas personas cualificadas en el arte, tras el examen de la descripción serán evidentes objetivos, ventajas y características adicionales de la invención, o bien se aprenderán mediante la práctica de la invención. Los siguientes ejemplos y dibujos se proporcionan a modo de ilustración, y no pretenden limitar la presente invención. Es más, la presente invención cubre todas las posibles combinaciones de realizaciones particulares y preferidas aquí descritas.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra un diagrama de las medidas del funcionamiento.

Realización preferida de la invención

El método para detectar interferencias en un sistema de comunicación inalámbrico se basa en la comparación de la potencia recibida en ambos enlaces de un canal de radio, y en las medidas de calidad. Como puede verse en la figura 1, la estación base (BTS) reúne la calidad y la intensidad de la señal en el UL, y cada estación móvil (MS) hace lo mismo para el DL y distribuye los valores a la BTS. La BTS conoce la potencia transmitida en el UL. Por lo tanto, usualmente la BTS dicta a la MS la potencia a ser transmitida en el UL, tras ejecutar algún algoritmo de control de potencia. El método objetivo de la presente invención comprende, al menos, las siguientes etapas:

(i) una primera etapa de reunir, para cada conexión establecida, los valores RXLEV_UL y RXLEV_DL, que denotan los parámetros resultado de las medidas que se asume que el sistema realiza de los niveles de potencia recibidos;

(ii) una segunda etapa de estimación del nivel de potencia de receptor en el lado de la estación base, usando ambos valores previos, donde la mencionada segunda etapa comprende además:

- Una primera sub-etapa, consistente en proporcionar una estimación directa, debida al parámetro RXLEV_UL.

- Una segunda sub-etapa, consistente en calcular las pérdidas por propagación en el DL, y a continuación asimilarlas a las pérdidas por propagación en el UL, usando el parámetro $RXLEV_DL$.

5 La primera sub-etapa comprende una estimación de señal de potencia UL, basada en el valor $RXLEV_UL$. De aquí en adelante, se utilizará mayúsculas para las variables en valores logarítmicos. Por lo tanto, tanto $P_{RXLEV_UL}^i$ como $P_{RXLEV_UL}^i$ denotan potencia recibida en el enlace ascendente, respectivamente en dBm y en mW.

10 El método comienza a partir del valor $RXLEV_UL(i)$, que es la medida de la señal de potencia que realiza la estación base, para la conexión i -ésima de un enlace de radio concreto (pueden concurrir varias conexiones en un solo enlace de radio). En GSM, por ejemplo, el valor i toma valores entre 0 y 7, según el slot o ranura utilizada dentro de una portadora. El valor $RXLEV_UL(i)$ tiene una correspondencia directa con la potencia recibida en el UL para esa conexión.

15 La segunda sub-etapa comprende una estimación de potencia de DL basada en el parámetro $RXLEV_DL$ y en la potencia recibida de UL equivalente. El objetivo de esta sub-etapa es comparar de alguna forma los niveles de potencia del UL y el DL. Por lo tanto, se analiza el nivel de potencia que se recibirá en la estación móvil, es decir el DL, si el nivel de potencia transmitido fuera el mismo que en el UL. Esta variable, denotada por $\tilde{P}_{UL}^i(dBm)$, se denomina
20 intensidad de señal recibida equivalente en el UL, de la intensidad de señal recibida en el DL.

25 Después se utiliza la intensidad de señal recibida por la conexión i , esto es, el parámetro $RXLEV_DL(i)$, y la transmisión de potencia en ambos extremos del enlace de radio, para realizar la estimación deseada. En el sistema, y típicamente en la estación base, hay información disponible de la potencia transmitida en cada conexión, además del valor de la intensidad de la señal recibida, debido a que el control de potencia del móvil se realiza usualmente por parte de la estación base.

30 Por lo tanto, se asume que están disponibles los siguientes valores para el número de conexión i de un canal de radio:

- $P_{RXLEV_DL}^i(dBm)$: intensidad de señal medida en el DL.
- $P_{MS(i)}^{BTS}(dBm)$: intensidad de señal transmitida en el DL, desde la BTS al MS.
- $P_{BTS}^{MS(i)}(dBm)$: intensidad de señal transmitida en el UL.

40 Y se llevan a cabo las siguientes subetapas:

- Comenzando a partir de los niveles de señal de DL para transmisión y recepción, se estiman las pérdidas por propagación para cada usuario,

$$45 \quad L_{MS(i)}^{BTS}(dB) = P_{MS(i)}^{BTS}(dBm) - P_{RXLEV_DL}^i(dBm) \quad (1)$$

- A continuación, asumiendo la reciprocidad del canal de radio, y utilizando las pérdidas estimadas en el DL, ecuación (1), para estimar las pérdidas por propagación en el UL

$$50 \quad L_{BTS}^{MS(i)}(dB) = L_{MS(i)}^{BTS}(dB) \quad (2)$$

- Finalmente, se estima la intensidad de señal recibida equivalente utilizando los datos previos, obteniendo un valor relativo al UL a partir de datos del DL. Definimos este valor como $\tilde{P}_{UL}^i(dBm)$ para la conexión i , como sigue:

$$60 \quad \tilde{P}_{UL}^i(dBm) \text{ para la conexión } i, \text{ como sigue:}$$

$$65 \quad \tilde{P}_{UL}^i(dBm) = P_{BTS}^{MS(i)}(dBm) - L_{BTS}^{MS(i)}(dB) \quad (3)$$

La interpretación de la ecuación (3), es la intensidad de señal de UL recibida en el caso de que las condiciones de propagación del UL sean idénticas a las del DL. Esto significa que la intensidad de señal calculada es el valor medido si la MS estuviera transmitiendo en el DL, en lugar de hacerlo en el UL. Esto tiene una inherente carencia de exactitud, debido a que la medida de la intensidad de señal de DL incluye la señal útil, más ruido e interferencias. Cualquier señal interferente presente en el DL pero no en el UL, provocará una divergencia entre las estimaciones realizadas por ambos métodos, tal como se explicará más adelante.

Es importante observar que un canal de radio es siempre recíproco; esto significa que las pérdidas por propagación en ambos sentidos, son prácticamente iguales para una pequeña separación en la frecuencia, el tiempo u otra cantidad física. En el caso de que este factor de reciprocidad pueda estimarse apropiadamente, es lógico introducirlo en esta etapa para incrementar la precisión del método.

(iii) una tercera etapa en la cual el resultado de la etapa 2 es un par de secuencias, para cada conexión i en el enlace de radio, como sigue:

- $P_{RXLEV_UL}^i (dBm)$: la potencia recibida en el UL, obtenida exclusivamente a partir de las medidas que el sistema de comunicaciones inalámbrico realiza de la intensidad de señal recibida de UL.
- $\tilde{P}_{UL}^i (dBm)$: la estimación de la magnitud de la potencia recibida en el UL, actualizada con la diferencia en la potencia transmitida entre el UL y el DL. Esto se obtiene sólo a partir de medidas de la intensidad de señal recibida de DL. No se utiliza información sobre la característica de UL, excepto la potencia transmitida de MS.

Una vez que obtenemos ambas secuencias, estaremos interesados en algún valor estadístico derivado de estas. Como implementación preferida utilizaremos la secuencia promedio de ambas y su desviación estándar. Estos valores se definen como sigue:

- Secuencia de la estimación del nivel promedio de potencia recibida en el UL por conexión. Es la media aritmética de las dos estimaciones realizadas para el nivel de potencia recibida el UL, en la conexión número i .

$$p_{\mu}^i = \frac{1}{2} (\tilde{p}_{UL}^i + p_{RXLEV_UL}^i)$$

$$P_{\mu}^i (dBm) = 10 \log_{10} (p_{\mu}^i) \quad (4)$$

- Secuencia de la estimación de la desviación estándar de las estimaciones de los niveles de potencia recibidos en el UL por conexión. Representa la diferencia entre las dos estimaciones, respecto del valor promedio:

$$p_s^i = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\tilde{p}_{UL}^i - p_{\mu}^i)^2 + (p_{RXLEV_UL}^i - p_{\mu}^i)^2} \quad (5)$$

(iv) una cuarta etapa de utilización de los parámetros $RXQUAL_UL$ y $RXQUAL_DL$, que denotan los parámetros resultado de las medidas de calidad que se asume que el sistema realiza en ambos enlaces, para estudiar mejor y determinar las causas de las diferencias entre las estimaciones de la intensidad de señal recibida de UL, realizadas en la segunda etapa ($P_{RXLEV_UL}^i$ y $\tilde{P}_{UL}^i (dBm)$), como sigue:

- una primera sub-etapa, de generación de una estimación de la relación de señal frente a ruido más interferencia (SNIR, Signal-to-Noise and Interference ratio), a partir de los parámetros de calidad.
- Una segunda sub-etapa, de análisis de los resultados previos.

En la primera sub-etapa, como se ha mencionado previamente, el parámetro de calidad es exactamente la síntesis, en un solo número, de la tasa de bits erróneos (BER, bit error rate) para cada usuario, antes de la etapa de descodificación del canal. Se calcula después tras el efecto del equalizador de canal, que en el caso ideal elimina los efectos

de canal, y después del demodulador pero antes de la etapa de decodificación de canal. Asumiendo un ecualizador de canal ideal, la BER puede aproximarse mediante varios métodos, dependiendo de los esquemas de modulación y codificación el uso.

5 Por ejemplo, para modulación GMSK en un canal con ruido gaussiano de nivel de potencia N_0 con un nivel indeterminado de interferencia, y considerando un número suficiente de fuentes de interferencia, puede adoptarse la hipótesis lógica de que el ruido es ruido blanco gaussiano para el ancho de banda del canal, con densidad de potencia espectral I_{XX} , donde $XX = UL$ ó $XX = DL$, si bien esto está condicionado al proceso de control de potencia del sistema. Así, para este caso puede aproximarse la expresión BER, como:

$$\begin{aligned}
 10 \quad & RX_QUAL_XX \equiv BER_{RXQUAL_XX} \approx \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{dmin_{XX}}{2\sqrt{(N_{0,XX} + I_{XX})}}\right) \\
 15 \quad & \Rightarrow \frac{dmin_{XX}}{2\sqrt{(N_{0,XX} + I_{XX})}} = \operatorname{erfc}^{-1}(2 \times BER_{RXQUAL_XX}) \quad (6)
 \end{aligned}$$

20 Donde erfc es la función de error complementario, y el parámetro $dmin$ está relacionado con la energía por bit E_b , y con el producto del ancho de banda del filtro gaussiano por el período de símbolo.

25 Cuando $BT = 0.3$, tal como se utiliza en el estándar GSM, el valor para la división $\frac{dmin_{XX}^2}{2E_{b,XX}} = f(BT = 0.3)$

es de aproximadamente 1,8. Para otros sistemas de comunicación hay otras expresiones y aproximaciones similares.

30 Asumiendo que la interferencia se comporta como ruido gaussiano aditivo con una densidad de potencia espectral I , la definición final de la relación de señal frente a ruido más interferencia $snir_{XX}$ es la siguiente:

$$\begin{aligned}
 35 \quad & snir_{XX} = \frac{E_{b,XX}}{N_{0,XX} + I_{XX}} \\
 & \quad \quad \quad (7)
 \end{aligned}$$

40 Donde el subíndice de cada parámetro toma los valores $XX = \{DL, UL\}$, según se trate del enlace descendente o ascendente, respectivamente. Se muestra ahora que, a modo de ejemplo y en GSM, es posible hacer una estimación de la $snir_{XX}$ a partir de los valores de los parámetros $RXQUAL_XX$. Esto es válido para ambos enlaces, el enlace ascendente y el enlace descendente:

$$\begin{aligned}
 45 \quad & \\
 50 \quad & \left(\operatorname{erfc}^{-1}(2 \times BER_{RXQUAL_XX})\right)^2 = \left(\frac{dmin_{XX}}{2\sqrt{(N_{0,XX} + I_{XX})}}\right)^2 \\
 & = \frac{dmin_{XX}^2}{4(N_{0,XX} + I_{XX})} = \frac{E_{b,XX} f(BT = 0.3)}{2(N_{0,XX} + I_{UL})} \\
 55 \quad & \Rightarrow snir_{XX} = \frac{2 \times \left(\operatorname{erfc}^{-1}(2 \times BER_{RXQUAL_XX})\right)^2}{f(BT = 0.3)} = \frac{E_{b,XX}}{(N_{0,XX} + I_{XX})} \quad (8) \\
 60 \quad & SNIR_{XX} = 10 \times \log(snir_{XX})
 \end{aligned}$$

Finalmente, para varias conexiones, si se define $RXQUAL_XX(i)$ como el parámetro de calidad estimado para el número de conexión i de un canal de radio, se puede ver como estimar la $snir_{XX}(i)$ asociada. Una vez que hemos calculado el parámetro $snir_{XX}(i)$ tanto para enlace ascendente como para enlace descendente, nos interesa compararlos. 65 Diferencias significativas entre ambos nos proporcionan información importante sobre el entorno de radio, esto se usa en la siguiente sub-etapa tal como sigue.

En la segunda sub-etapa, la comparación entre la $snir_{XX}$ estimada para el UL ($snir_{UL}$) y la estimada para el DL ($snir_{DL}$), proporciona información sobre el ruido y la interferencia sobre cada trayecto.

El parámetro de comparación R_{snir} se define como sigue:

$$R_{snir} = \frac{snir_{DL}}{snir_{UL}} = \frac{E_{b,DL} / (N_{0,UL} + I_{DL})}{E_{b,UL} / (N_{0,DL} + I_{UL})} \quad (9)$$

$$\Rightarrow R_{snir} = \frac{snir_{DL}}{snir_{UL}} \propto \frac{(N_{0,DL} + I_{UL})}{(N_{0,UL} + I_{DL})}$$

(v) una quinta etapa, de análisis conjunto del comportamiento de p_s^i y R_{snir} calculados, respectivamente en las ecuaciones (5) y (9), tercera y cuarta etapa. En concreto,

- Los valores p_s^i y R_{snir} se calculan para cada conexión a lo largo del tiempo. Una primera sub-etapa consistente en generar una representación del parámetro p_s^i en (5) frente a R_{snir} en (9) para una conexión o un conjunto de conexiones, dentro de un período de tiempo. El objetivo de esta representación es obtener una estimación de la densidad de probabilidad conjunta de p_s^i y R_{snir} . De forma que una alta concentración de puntos en una zona indica altas probabilidades de que el sistema, trabaje en torno a esos valores de p_s^i y R_{snir} . Y viceversa, una ausencia de puntos en una zona evidencia que el sistema nunca trabaja en un estado caracterizado por esos valores de p_s^i y R_{snir} .
- Una segunda sub-etapa consiste en, una vez generados estos puntos o zonas de trabajo del sistema, separarlos en tres grupos para permitir su procesamiento diferenciado en etapas posteriores siguiendo el siguiente criterio: puntos donde $R_{snir} = 1$, $R_{snir} > 1$, $R_{snir} < 1$, puntos con $R_{snir} > 1$ y puntos con $R_{snir} < 1$.
- Una tercera sub-etapa, de estudio específico de los puntos fuera del grupo $R_{snir} = 1$ por los motivos descritos más abajo.
- Una cuarta sub-etapa, de estudio de la densidad de puntos en la línea $R_{snir} = 1$.

(vi) una sexta etapa de análisis de los resultados de la quinta etapa, para extraer conclusiones de los siguientes puntos.

Anomalías de régimen estacionario: pueden ser detectadas fácilmente si los valores p_s^i y R_{snir} muestreados en un periodo de tiempo determinado se concentran en torno a un punto con una elevada desviación estándar, p_s^i , o en torno a un punto con calidades diferentes. Esto es, si tenemos una probabilidad alta de que el sistema esté trabajando con canales ascendente y descendente que se comportan de forma diferente y/o si en ambos enlaces tenemos distintas tasas de error de bit.

Interferencias asimétricas: la distribución de los puntos en la representación de p_s^i frente a R_{snir} , permiten detectar la presencia de interferencias asimétricas, es decir niveles diferentes de interferencia en el UL y el DL. Por una parte, estas interferencias presentan usualmente rápidas fluctuaciones en comparación con el periodo de actualización del algoritmo de control de potencia, y por tanto tenemos un gran número de puntos fuera de la línea $R_{snir} = 1$. Esta conclusión se deriva del hecho de que las medidas de la señal recibida se componen de señal útil más ruido e interferencia:

$$P_{RXLEV_UL(i)}(dBm) = C_{RXLEV_UL(i)}(dBm) + P_{RXLEV_UL(i)}^{noise}(dBm) + P_{RXLEV_UL(i)}^{UL}(dBm)$$

$$P_{RXLEV_DL(i)}(dBm) = C_{RXLEV_DL(i)}(dBm) + P_{RXLEV_DL(i)}^{noise}(dBm) + P_{RXLEV_DL(i)}^{DL}(dBm) \quad (10)$$

donde hemos separado la magnitud de la potencia recibida del UL y el DL, como una suma de los términos de señal útil $C_{RXLEV_XX(i)}$, ruido $P_{RXLEV_XX(i)}^{noise}$ e interferencia $P_{RXLEV_XX(i)}^{XX}$. Si $P_{RXLEV_DL(i)}^{DL}(dBm) \gg P_{RXLEV_UL(i)}^{UL}(dBm)$, la estimación de las pérdidas en el DL, obtenida utilizando la ecuación (1), depende del alto nivel de interferencia, y por lo tanto la estimación diverge respecto de las pérdidas de propagación reales del UL, con un menor nivel de interferencia. Por otra parte, incluso si la latencia del control de potencia es corta y esta diferencia se compensa rápidamente, tenemos puntos con valores p_s^i muy diferentes.

Por lo tanto, podemos encontrar un valor p_s^i elevado mientras R_{snri} está próximo a la unidad, debido a la acción del control de potencia en el enlace con mayor nivel de interferencia, puesto que el proceso de control de potencia busca un nivel de calidad similar aceptable en ambos enlaces.

5 Mal funcionamiento del control de potencia: una gran concentración de puntos fuera de la línea $R_{snri} = 1$ puede también ser resultado de un pobre funcionamiento del método de control de potencia.

10 Planificación de radio inadecuada: una interferencia recurrente asimétrica y variable en el tiempo, puede ser detectada con este método. Esta interferencia puede estar provocada por otros enlaces de radio dentro del mismo sistema. Esto tiene lugar si se ha producido una mala planificación de radio del sistema celular, o bien se requiere alguna otra optimización de radio.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Un método para determinar la existencia de interferencias en un enlace de comunicación inalámbrico, basado en comparar la potencia recibida en ambos enlaces del canal de radio, y las pérdidas por propagación calculadas a partir de medidas tanto de potencia como de calidad, **caracterizado** porque comprende al menos las siguientes etapas:

(i) una primera etapa consistente en reunir, para cada conexión i establecida, los valores $RXLEV_UL(i)$ y $RXLEV_DL(i)$ de potencia recibida detectados por el sistema inalámbrico para cada conexión i de interés dentro de una portadora;

(ii) una segunda etapa que consiste en utilizar independientemente los valores $RXLEV_UL(i)$ y $RXLEV_DL(i)$ para estimar el nivel de potencia de receptor en la estación base, y por lo tanto obtener dos estimaciones diferentes para la potencia recibida de enlace ascendente para cada conexión i que comparte una portadora, donde las mencionadas dos estimaciones diferentes se denotan como:

- $P_{RXLEV_UL}^i$, que es potencia recibida en el UL, que se obtiene exclusivamente a partir de las medidas de la intensidad de señal recibida en el UL, $RXLEV_UL(i)$, que hace el sistema; y

- $\tilde{P}_{UL}^i (dBm)$, que es la estimación de la potencia recibida en el UL, si el canal se comportase como el del enlace descendente y que se calcula como la potencia transmitida en el enlace ascendente menos la estimación de la pérdida en el enlace descendente, esta última calculada como la diferencia entre la potencia transmitida en el enlace descendente menos el nivel $RXLEV_DL(i)$;

(iii) una tercera etapa, de análisis estadístico de las dos estimaciones diferentes obtenidas en la segunda etapa ($P_{RXLEV_UL}^i$ y $\tilde{P}_{UL}^i (dBm)$), para cada conexión i en el enlace de radio, en la que se calcula una medida de la distancia de estos valores al promedio de ambos, p_s^i , obteniendo así una medida de cuánto difieren uno del otro;

(iv) una cuarta etapa, en la que se estima el cociente, R_{snri} , entre la relación señal a ruido en el enlace descendente y el enlace ascendente, calculados a partir de los valores disponibles de parámetros de calidad $RXQUAL_UL$ y $RXQUAL_DL$ en el sistema de comunicaciones inalámbrico, dichos parámetros $RXQUAL_UL$ y $RXQUAL_DL$ denotando los parámetros resultado de las medidas de calidad que se asume que el sistema realiza en ambos enlaces;

(v) una quinta etapa, de estimación de la función de densidad de probabilidad conjunta para los valores p_s^i y R_{snri} calculados para una conexión i durante un periodo de tiempo;

(vi) una sexta etapa, de análisis de los resultados de la quinta etapa, configurada para detectar al menos las siguientes situaciones:

(a) anomalías de régimen estacionario, si aparecen valores altos de la función de densidad de probabilidad conjunta de p_s^i y R_{snri} en torno a un punto con una elevada desviación estándar, $p_s^i \gg 0$, o a un punto con diferentes calidades $R_{snri} \neq 1$;

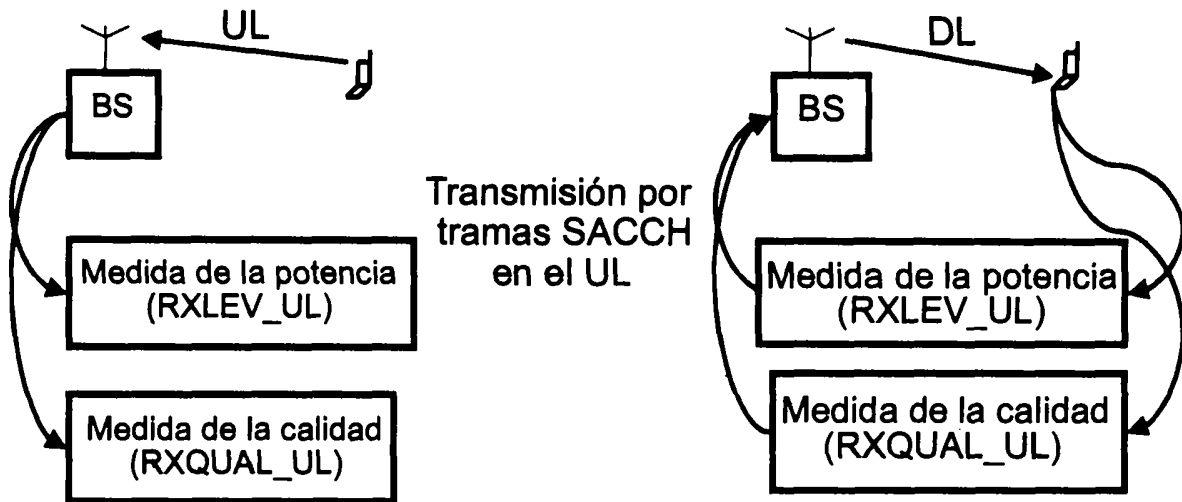
(b) interferencias asimétricas, donde la función de densidad de probabilidad conjunta de p_s^i y R_{snri} presenta valores altos para valores altos de p_s^i y $R_{snri} = 1$, dado que el control de potencia hace que se perciba la misma calidad con una mayor necesidad de potencia en un enlace respecto al otro;

(c) mal funcionamiento del control de potencia: una gran concentración de puntos fuera de la línea $R_{snri} = 1$ puede ser también resultado de un pobre funcionamiento del método de control de potencia, pues el objetivo del mismo es mantener este valor a uno; y

(d) planificación de radio inadecuada: una interferencia co-canal o de canal adyacente asimétrica recurrente y variable en el tiempo, provocada por otros enlaces de radio dentro del mismo sistema.

2. Método acorde con la reivindicación 1, por el que se detectan anomalías en la recepción radio en un enlace bidireccional de sistema de comunicaciones inalámbrico, mediante el estudio del valor p_s^i obtenido a partir de las potencias transmitidas y los valores recibidos en el enlace ascendente y descendente.

3. Método acorde con la reivindicación 1, por el que se detectan anomalías en la recepción radio en un enlace bidireccional de sistema de comunicaciones inalámbrico, mediante el estudio del valor R_{snri} obtenido a partir de los valores de calidad obtenidos por el sistema en el enlace ascendente y descendente.





OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

②¹ N.º solicitud: 200900277

②² Fecha de presentación de la solicitud: 30.01.2009

③² Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑤¹ Int. Cl.: **H04B17/00** (01.01.2006)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	WO 9944305 A2 (ERICSSON TELEFON AB L M) 02.09.1999, página 9, líneas 10-15; página 10, línea 29 – página 11, línea 16; página 13, línea 19 – página 14, línea 28; página 16, líneas 6-11; figura 4.	1-3
A	EP 1873925 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP) 02.01.2008, resumen; párrafos [0008-0012],[0016],[0029-0037].	1-3
A	US 2005143011 A1 (JACOBSEN ERIC A) 30.06.2005, resumen.	1-3
A	WO 0209312 A2 (ERICSSON TELEFON AB L M et al.) 31.01.2002, resumen; figura 2; reivindicaciones 1-2.	1-3

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe
14.03.2011

Examinador
M. Rivas Sáiz

Página
1/4

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H04B, H04W

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC, WIPI, INSPEC

Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 14.03.2011

Declaración

Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SI
	Reivindicaciones	NO
Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)	Reivindicaciones 1-3	SI
	Reivindicaciones	NO

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

Base de la Opinión.-

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

1. Documentos considerados.-

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 9944305 A2 (ERICSSON TELEFON AB L M)	02.09.1999
D02	EP 1873925 A1 (MITSUBISHI ELECTRIC CORP)	02.01.2008
D03	US 2005143011 A1 (JACOBSEN ERIC A)	30.06.2005
D04	WO 0209312 A2 (ERICSSON TELEFON AB L M et al.)	31.01.2002

2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración

Las reivindicaciones 1 a 3 de la invención solicitada son nuevas e implican actividad inventiva (Artículos 6 y 8 LP.).

El documento D01 describe un método y un sistema para mejorar la calidad de la transmisión in sistemas de comunicación celular. Partiendo de los valores RXLEV y RXQUAL medidos, por ejemplo del enlace descendente, se estima una distribución de interferencias y las pérdidas de propagación. Considera que las interferencias siguen una distribución normal y la caracteriza por su media y desviación. Un mapeador de calidad permite definir el objetivo de señal ruido (C/I) para la situación actual de tráfico. Este último parámetro se utiliza para determinar la potencia de transmisión que permita conseguir el objetivo señal ruido fijado (ver figura 4). Aunque D01 parte de los mismos datos que la reivindicación 1, el tratamiento que hace con las medidas es completamente diferente y se considera que no afecta a la novedad ni a la actividad inventiva de la reivindicación 1.

El documento D02 propone método y sistema para determinar la calidad de la comunicación en el enlace ascendente en situaciones de desequilibrio entre el enlace ascendente y descendente. Tal como indica el párrafo 0012 el método incluye:

- a) determinar las pérdidas de propagación en el canal descendente,
- b) estimar la potencia recibida en el canal ascendente en la estación base teniendo en cuenta las pérdidas de propagación anteriores
- c) estimar la relación señal ruido en la estación base en función de la potencia de interferencias notificada desde la estación base y la potencia recibida estimada en la señal ascendente de la estación base calculada en el paso anterior

A la vista de lo mencionado el documento D02 no afecta a la novedad ni a la actividad inventiva de la reivindicación 1.

El documento D03 permite detectar dispositivos que producen interferencias. Para determinar la existencia de interferencias compara la adaptación de modulación del enlace ascendente y descendente. En el caso de que no sean simétricas se considera que existe un interferencia. El método también permite estimar la localización de la posible interferencia en el caso de que se conozca la localización de uno de los terminales. El documento D04 también determina la existencia de interferencias comparando la tasa de bits erróneos (BER) en el canal ascendente y en el descendente.

Por tanto, los documentos D03 y D04 tampoco afectan a la novedad ni a la actividad inventiva de la reivindicación 1.

La reivindicación 1 cumple los requisitos de novedad y actividad inventiva (Artículo 6 y 8). Por tanto, las reivindicaciones dependientes 2 y 3 son también nuevas (Artículo 6 LP.) e implican actividad inventiva (Artículo 8 LP.).