

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 380 909**

51 Int. Cl.:  
**H04W 52/24** (2009.01)  
**H04W 52/06** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **10185576 .5**  
96 Fecha de presentación: **10.08.2005**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2271155**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.01.2011**

54 Título: **Métodos para el control de potencia combinado de bucle abierto/bucle cerrado en un sistema de comunicación inalámbrica, estación base y transceptor remoto correspondientes**

30 Prioridad:  
**12.08.2004 US 917968**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**21.05.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**21.05.2012**

73 Titular/es:  
**Wireless Technology Solutions LLC  
550 Madison Avenue  
New York, NY 10022, US**

72 Inventor/es:  
**Anderson, Nicholas William**

74 Agente/Representante:  
**Curell Aguilá, Mireia**

ES 2 380 909 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

Métodos para el control de potencia combinado de bucle abierto/bucle cerrado en un sistema de comunicación inalámbrica, estación base y transceptor remoto correspondientes.

### Campo de la invención

La presente invención se refiere al control de potencia en un sistema de radio móvil o un sistema de comunicación inalámbrica y, más particularmente, al control de los niveles de potencia recibidos en un sistema de radio de acceso múltiple por división de código (CDMA).

### Antecedentes de la invención

Típicamente, las señales de radio transmitidas con una potencia incrementada dan como resultado menos errores cuando se reciben que las señales transmitidas con potencia reducida. Desafortunadamente, las señales transmitidas con una potencia excesiva pueden interferir en la recepción de otras señales que comparten el enlace de radio. Los sistemas de comunicación inalámbrica utilizan esquemas de control de potencia para mantener una tasa de error diana de una señal recibida en un enlace de radio.

Si una señal recibida incluye una tasa de errores bastante por encima de una tasa de error diana, la señal recibida puede dar como resultado un efecto indeseable sobre un servicio suministrado. Por ejemplo, los errores excesivos pueden provocar una voz quebrada durante llamadas de voz, tasa de transferencia baja sobre enlaces de datos y problemas técnicos en las señales de video visualizadas. Por otro lado, si la señal recibida incluye una tasa de errores bastante baja por debajo de la tasa de error diana, el sistema de radio móvil no está utilizando eficientemente sus recursos de radio. Una tasa de error muy baja puede significar que una señal es transmitida con un excesivo nivel de potencia y que podría proporcionarse al usuario una tasa de datos superior. Alternativamente, si el nivel de potencia de una señal se reduce suficientemente, pueden ponerse en servicio usuarios adicionales. Si se incrementan las tasas de datos, un usuario puede recibir un nivel de servicio más alto. Por tanto, si una tasa de error diana para cada usuario está comprendida en un umbral de tolerancia, puede utilizarse más óptimamente un recurso de radio.

Un sistema de comunicación inalámbrica utiliza frecuentemente un esquema de bucle abierto o un esquema de bucle cerrado para controlar la potencia de transmisión de enlace ascendente de una radio móvil. El enlace ascendente se refiere típicamente al enlace de radio desde una radio móvil hasta una estación base, mientras que el enlace descendente se refiere típicamente al enlace desde la estación base hasta la radio móvil. Una radio móvil no es necesariamente móvil y puede referirse también a un móvil, un usuario, un equipo de usuario (UE), un terminal o un equipo de terminal. Una estación base puede referirse también a un Nodo-B.

La tasa de error está relacionada con una relación de señal recibida a ruido más interferencia (SNIR); una SNIR superior da como resultado generalmente una tasa de error inferior; y a la inversa, una SNIR inferior da como resultado generalmente una tasa de error más alta. Sin embargo, la relación exacta entre SNIR y error es frecuentemente una función de varios factores incluyendo el tipo de canal de radio y la velocidad a la que se está desplazando un móvil.

Se alcanza frecuentemente una tasa de error diana utilizando un proceso de dos etapas que incluye un bucle exterior y un bucle interior. Un primer proceso puede funcionar como un bucle exterior y puede asignarse para ajustar una SNIR recibida diana (SNIR diana). Este primer proceso rastrea los cambios en la relación entre la SNIR y la tasa de error. El bucle exterior establece una SNIR diana que es utilizada generalmente varias veces por el bucle interior. Periódicamente, el bucle exterior puede ajustar o actualizar esta SNIR diana utilizada por el bucle interior. Por ejemplo, si una tasa de error real excede una tasa de error deseada, el bucle exterior puede aumentar el valor de la SNIR diana.

Un segundo proceso funciona como un bucle interior e intenta forzar al enlace a que exhiba la SNIR diana determinada por el bucle exterior. El bucle interior puede funcionar con ayuda de unos medios de bucle cerrado o de bucle abierto.

En el método de bucle abierto del proceso de bucle interior, un UE utiliza un valor de SNIR diana que se deriva por la red y se señala al UE. El bucle interior que funciona en el UE intenta mantener la SNIR diana. El UE utiliza la información señalizada a éste y vigila la intensidad recibida de las señales que recibe para determinar un nivel de potencia al que la transmitirá.

Ventajosamente, este método de bucle abierto compensa un debilitamiento de canal rápido determinando la pérdida de trayectoria sobre bases de trama por trama y ajustando la potencia de transmisión en consecuencia. Desafortunadamente, este método de bucle abierto es relativamente lento al compensar los cambios debido a señales de interferencia procedentes de otros transmisores.

En el método de bucle cerrado del proceso de bucle interior, un esquema de bucle cerrado funciona para coincidir con una SNIR diana. Una medición de SNIR recibida es realizada por la red en una señal de enlace ascendente. La medición de SNIR se compara dentro de la red con el valor de SNIR diana. El bucle interior guía el sistema para coincidir con la SNIR diana emitiendo órdenes de control de potencia de transmisión desde la red hasta un UE. Las órdenes ordenan al UE que aumente o reduzca su potencia transmitida en una cantidad de paso dB predeterminada. Desafortunadamente, tales métodos de bucle cerrado demandan una tasa de actualización de órdenes muy alta para compensar adecuadamente el debilitamiento de canal rápido debido a las órdenes de paso dB único utilizadas. A tasas de actualización más lentas, el debilitamiento de canal rápido no es rastreado adecuadamente, puesto que se necesitan un gran número de iteraciones y largos retardos para compensar un cambio en la potencia que sea sustancialmente mayor que el valor del paso dB.

Tanto el esquema de bucle cerrado como el esquema de bucle abierto tienen sus desventajas. Por tanto, se necesitan un método y un sistema mejorados que equilibran mejor los objetivos en conflicto de reducir errores en una señal recibida mientras se reducen también interferencias impuestas a las señales recibidas en otros receptores. Se necesitan también un método y un sistema mejorados para reducir mejor las fluctuaciones de SNIR residuales totales experimentadas por cada señal de usuario en un receptor.

La patente europea EP 1 367 740 describe un esquema de control de potencia de bucle exterior/bucle abierto ponderado en un sistema de comunicación dúplex por división de tiempo. El esquema de control de potencia incluye un elemento de red que mide los errores en los datos comunicados desde una estación móvil, y sobre la base en parte de los errores medidos se ajusta un nivel de potencia de transmisión diana que se comunica a la estación móvil desde el elemento de red. La estación móvil está concebida también para determinar una pérdida de trayectoria entre el elemento de red y la estación móvil sobre la base de un nivel de potencia de la señal recibida. La potencia de transmisión de la estación móvil se ajusta a continuación sobre la base de la pérdida de trayectoria y el nivel de potencia de transmisión diana.

### Sumario de la invención

Diversos aspectos y características de la presente invención se definen en las reivindicaciones adjuntas. Según un ejemplo de implementación, está previsto un método de control de potencia en un sistema de comunicaciones por radio que incluye una primera radio y una segunda radio, comprendiendo el método, en la segunda radio: determinar una pérdida de trayectoria de un canal de radio entre la primera radio y la segunda radio; recibir una orden de control de potencia de transmisión (TPC) transmitida desde la primera radio; ajustar un nivel de potencia de transmisión para la segunda radio sobre la base de la pérdida de trayectoria y la orden TPC; y transmitir una señal en el nivel de potencia de transmisión establecido.

Según otro ejemplo de implementación, está previsto un método de control de potencia en un sistema de comunicaciones por radio, incluyendo una primera radio y una segunda radio, comprendiendo el método, en la primera radio: recibir una señal transmitida desde la segunda radio; medir una SNIR de la señal recibida; comparar la SNIR medida con una SNIR diana; asignar un primer valor a un indicador de paso si la SNIR medida es mayor que la SNIR diana, y asignar un segundo valor al indicador de paso si la SNIR medida es menor que la SNIR diana; y transmitir una orden de control de potencia de transmisión (TPC) que incluye el indicador de paso.

Según otro ejemplo de implementación, está previsto un aparato que incluye equipo de usuario que comprende: un receptor que puede funcionar para recibir una orden de control de potencia de transmisión (TPC) transmitida desde una estación base y que puede funcionar para medir un nivel de potencia de una señal recibida; una lógica de cálculo acoplada al receptor y que puede funcionar para determinar una pérdida de trayectoria de un canal de radio entre la estación base y el equipo de usuario; una lógica de ajuste de nivel de potencia acoplada a la lógica de cálculo y que puede funcionar para ajustar un nivel de potencia de transmisión sobre la base de la pérdida de trayectoria y la orden de TPC; y un transmisor acoplado a la lógica de ajuste de nivel de potencia y que puede funcionar para transmitir una señal en el nivel de potencia de transmisión establecido.

Según otro ejemplo de implementación, está previsto un sistema que incluye una estación base que comprende: un receptor que puede funcionar para medir una SNIR de una señal recibida; una lógica de comparación acoplada al receptor y que tiene una entrada para la SNIR medida y una entrada para una SNIR diana, siendo la lógica de comparación que puede funcionar para asignar un primer valor a un indicador de paso si la SNIR medida es menor que la SNIR diana, y que puede funcionar para asignar un segundo valor al indicador de paso si la SNIR medida es menor que la SNIR diana; una lógica de generación de orden acoplada a la lógica de comparación y que puede funcionar para generar una orden de control de potencia de transmisión (TPC) que incluye el indicador de paso; y un transmisor acoplado a la lógica de generación de orden y que puede funcionar para transmitir la orden de TPC.

Algunos ejemplos de implementación proporcionan un método de control de potencia en un sistema de comunicaciones por radio, comprendiendo el método: determinar una pérdida de trayectoria de un canal de radio entre una estación base y un transceptor remoto; recibir una orden de control de potencia de transmisión (TPC) transmitida al transceptor remoto desde la estación base; y calcular un nivel de potencia de transmisión para el transceptor remoto sobre la base de la pérdida de trayectoria y la orden de TPC.

5 Algunos ejemplos de implementación proporcionan un método de control de potencia en un sistema de comunicaciones por radio, comprendiendo el método: recibir una señal en un segundo transceptor transmitida desde un primer transceptor; medir un nivel de potencia de la señal recibida; recibir una orden de control de potencia de transmisión (TPC) en el segundo transceptor transmitida desde el primer transceptor; y calcular un nivel de potencia de transmisión para el segundo transceptor sobre la base del nivel de potencia de la señal recibida y la orden de TPC.

10 Algunos ejemplos de implementación proporcionan un método de control de potencia de enlace ascendente en un sistema de comunicaciones por radio de CDMA, comprendiendo el método: recibir una señal de enlace ascendente; determinar una métrica de error de la señal de enlace ascendente; actualizar una SNIR diana sobre la base de la métrica de error; medir una SNIR recibida de la señal de enlace ascendente; comparar la SNIR recibida medida con la SNIR diana; asignar un primer valor a un indicador de paso si la SNIR recibida medida es mayor que la SNIR diana, y asignar un segundo valor a un indicador de paso si la SNIR recibida medida es menor que la SNIR diana; transmitir una orden de control de potencia de transmisión (TPC) que instruye a un transmisor que ajuste un nivel de potencia de transmisión de enlace ascendente sobre la base del indicador de paso; recibir la orden TPC que incluye el indicador de paso; acumular el valor de indicador de paso; difundir una señal de enlace descendente que incluye una indicación de un nivel de potencia de enlace descendente, en donde la señal es transmitida en el nivel de potencia de enlace descendente; medir la potencia recibida en la señal de enlace descendente; y ajustar un nivel de potencia de transmisión sobre la base del nivel de potencia recibido, la indicación del nivel de potencia de enlace descendente y el valor de indicador de paso acumulado.

25 Algunos ejemplos de implementación proporcionan un método que comprende: medir un nivel de potencia de una señal recibida; recibir una orden de control de potencia de transmisión (TPC); y calcular un nivel de potencia de transmisión sobre la base del nivel de potencia de la señal recibida y la orden de TPC.

30 Algunos ejemplos de implementación proporcionan una radio que comprende: un receptor que incluye una salida para proporcionar un nivel de potencia recibido medido; un acumulador que tiene una entrada para aceptar instrucciones de aumento y reducción de paso y una salida que proporciona una suma de instrucciones de paso anteriores; un circuito de ajuste de nivel de potencia acoplado a la salida del acumulador y acoplado a la salida del receptor, en donde el circuito de ajuste de nivel de potencia establece una potencia de transmisión sobre la base de la salida del acumulador y el nivel de potencia recibido medido; y un transmisor, en donde el transmisor transmite una señal a la potencia de transmisión establecida.

35 Otras características y aspectos de la invención resultarán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran, a título de ejemplo, las características de acuerdo con las formas de realización de la invención. El sumario no está destinado a limitar el alcance de la invención, que se define solamente por las reivindicaciones adjuntas a la presente memoria.

#### 40 **Breve descripción de los dibujos**

Se describirán las formas de realización de la invención únicamente a título de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos, en los que:

45 La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrica;

La figura 2 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza un esquema de bucle abierto;

50 La figura 3 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza un esquema de bucle cerrado;

La figura 4 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza elementos de ambos esquemas de bucle abierto y de bucle cerrado, de acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención; y

55 Las figuras 5A, 5B y 5C ilustran cada una de ellas una función simulada de densidad de probabilidades de la SNIR recibida en la red.

#### **Descripción detallada de algunas formas de realización de la invención**

60 En la siguiente descripción, se hace referencia a los dibujos adjuntos, que ilustran varias realizaciones de la presente invención. Debe apreciarse que pueden utilizarse otras realizaciones y pueden introducirse cambios mecánicos, de composición, estructurales, eléctricos y que pueden funcionar sin apartarse del alcance de la presente exposición según se define en las reivindicaciones adjuntas. La siguiente descripción detallada no debe considerarse limitativa y el alcance de las realizaciones de la presente invención se define por las reivindicaciones de la patente concedida.

65 Algunas partes de la descripción siguiente se presentan en términos de procedimientos, pasos, bloques lógicos,

procesamiento y otras representaciones simbólicas de operaciones sobre bits de datos que pueden realizarse en la memoria de un ordenador. Un procedimiento, un paso ejecutado por ordenador, un bloqueo lógico, un proceso, etc. se conciben en la presente memoria como una secuencia autoconsistente de pasos o instrucciones que conducen a un resultado deseado. Los pasos son los que utilizan manipulaciones físicas de cantidades físicas. Estas cantidades pueden adoptar la forma de señales eléctricas, magnéticas o de radio capaces de ser almacenadas, transferidas, combinadas, comparadas y manipuladas de otra forma en un sistema informático. Estas señales pueden referirse a veces como bits, valores, elementos, símbolos, caracteres, términos, números o similares. Cada paso puede realizarse por hardware, software, firmware o combinaciones de los mismos.

La figura 1 muestra un diagrama de bloques de un sistema de comunicación inalámbrica. Una red 100 puede incluir uno o más controladores de estación base 120, tal como un controlador de red de radio (RNC), y una o más estaciones base 110, tal como un Nodo-B, en donde cada Nodo-B está conectado a un RNC. La red 100 comunica con uno o más usuarios 140, 150 a través de un canal 160, denominado también enlace de radio, creado entre una estación base y un usuario.

Dos mecanismos son responsables principalmente de los cambios en la SNIR de una señal que se propaga a través de un enlace de radio.

En primer lugar, los cambios en el canal afectan a la SNIR. La pérdida de trayectoria instantánea entre una estación base y un usuario puede variar cuando el usuario cambia la posición o cuando hay cambios en el entorno del usuario. Pueden ocurrir cambios rápidos como resultado de que una señal transmitida se combine constructiva y destructivamente cuando la señal se propaga a lo largo de múltiples trayectorias desde una estación base y hasta el usuario. Adicionalmente, pueden ocurrir cambios más lentos debidos a la atenuación de las ondas de radio con distancia incrementada entre la estación base y el usuario. Pueden ocurrir también cambios más lentos debido a la obstrucción de la señal por edificios, vehículos y colinas.

En segundo lugar, las señales procedentes de otros transmisores afectan a la SNIR. Por ejemplo, las señales destinadas a otras radios móviles u otras estaciones base pueden aumentar la interferencia en el enlace de radio y reducir así una SNIR de señal recibida.

En los sistemas dúplex de división de tiempo (TDD), el enlace ascendente y el enlace descendente comparten la misma frecuencia portadora. Debido a esta reciprocidad en los enlaces, las mediciones de pérdida de trayectoria hechas en el enlace descendente por una radio móvil pueden utilizarse para estimar la pérdida de trayectoria en el enlace ascendente. Esto es, puede utilizarse una pérdida de trayectoria de enlace descendente medida para estimar la pérdida de trayectoria de enlace ascendente. La pérdida de trayectoria de enlace ascendente estimada será menos fiable con el paso del tiempo, pero puede ser adecuada dentro de un periodo de trama. Por tanto, una radio móvil puede determinar un nivel de potencia de transmisión para una transición de enlace ascendente que compense una pérdida de trayectoria de enlace ascendente estimada, proporcionando así una señal recibida a una estación base a un nivel de potencia de entrada esperado.

Las mediciones de pérdida de trayectoria de enlace descendente pueden facilitarse por un canal de baliza que se transmite desde una estación base a un nivel de potencia de referencia. Una radio móvil es informada del nivel de potencia de transmisión real que es utilizado por la estación base para el canal de baliza. Además de conocer el nivel de potencia de transmisión real de un canal de baliza, la radio móvil puede medir un nivel de potencia de señal recibido. Midiendo el nivel de potencia de señal recibido, la radio móvil puede calcular una pérdida de trayectoria de enlace descendente como la diferencia entre el nivel de potencia de transmisión real y el nivel de potencia de señal recibido. Así, la radio móvil puede estimar la pérdida de trayectoria de enlace ascendente en un canal entre la estación base y la radio móvil y ajustar apropiadamente su nivel de potencia de transmisión de enlace ascendente.

El cálculo de pérdida de trayectoria puede actualizarse tan frecuentemente como se transmite y se recibe una señal de baliza. En un sistema UTRA TDD conforme a las especificaciones del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP), se transmite una señal de baliza una vez o dos veces cada 10 milisegundos (ms). Si una transmisión de enlace ascendente sigue a una transmisión de baliza dentro de un periodo de tiempo relativamente corto, una radio móvil puede compensar las fluctuaciones rápidas (debilitamiento rápido) en un canal de radio. Tal es el caso de móviles que se desplazan a velocidades de lentas a moderadas si se transmite una señal de baliza una vez o dos veces cada 10 ms y las transmisiones de enlace ascendente tienen lugar en el periodo intermedio.

Adicionalmente, un canal de radio puede resultar afectado adversamente por cambios en niveles de interferencia a lo largo del tiempo. Estos cambios de interferencia temporales pueden alojarse por una estación base que mide y comunica los niveles de interferencia vistos en cada franja de tiempo de enlace ascendente. En un sistema UTRA TDD, una tabla con valores de la interferencia medida para cada franja de tiempo puede ser difundida a todos los usuarios a través de un canal de difusión (BCH). La información difundida puede actualizarse aproximadamente cada 16 tramas (160 ms) dependiendo de la configuración del sistema. En otras realizaciones, una radio móvil puede recibir esta tabla de interferencia como un mensaje señalizado dirigido a la radio móvil individual.

Las especificaciones 3GPP describen dos esquemas independientes para el control de potencia de canales de

enlace ascendente: un esquema de bucle abierto y un esquema de bucle cerrado. Por ejemplo, en sistemas TDD 3GPP de 3,84 megachips por segundo (Mcps), se especifica el control de potencia de bucle abierto para todos los canales de enlace ascendente. En sistemas TDD 3GPP de 1,28 Mcps, se especifica el control de potencia de bucle abierto para canales físicos de acceso aleatorio (PRACH). Asimismo, definida por 3GPP hay una implementación de un esquema de control de potencia de bucle cerrado. Por ejemplo, véanse las recomendaciones 3GPP para sistemas UTRA TDD que funcionan a 1,28 Mcps para canales de enlace ascendente no PRACH.

En un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza un esquema de bucle abierto, una red y un UE utilizan un bucle exterior para actualizar y señalar al UE un valor de SNIR diana, influenciando así la potencia de transmisión del UE. La red actualiza el valor de SNIR diana a señalar sobre la base de una tasa de error observada sobre el enlace ascendente. Una vez recibido, la radio móvil tiene en cuenta el valor de SNIR diana señalado al derivar un nivel de potencia de transmisión que ella aplicará a la siguiente señal de enlace ascendente transmitida.

En un sistema 3GPP de 3,84 Mcps que incorpora un esquema de bucle abierto, una red instruye al UE con un valor de SNIR diana. La red señala también su nivel de potencia de transmisión de baliza y puede proporcionar también una medida de interferencia de enlace ascendente para cada franja de tiempo, establecida por la red. El UE recibe una señal de entrada que es típicamente una combinación de versiones atenuadas de la señal de red que se hace pasar a través de un canal de radio junto con señales de interferencia procedentes de otros transmisores. El UE mide el nivel de potencia recibido de la señal de red atenuada y determinar una pérdida de trayectoria del canal de radio. La UE decodifica también el valor de SNIR diana señalado procedente de la señal de red. El UE calcula un nivel de potencia de transmisión sobre la base del valor de SNIR diana, la pérdida de trayectoria determinada y, si estuvieran disponibles, las mediciones de interferencia de enlace ascendente.

La figura 2 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza un esquema de bucle abierto. Un UE transmite 200 datos de usuario a un nivel de potencia de transmisión determinado. Una señal de enlace ascendente 202, que incluye datos de usuario 204, se propaga a través del enlace de radio. La red recibe una versión atenuada de la señal transmitida. La red mide 207 un valor de interferencia de enlace ascendente y determina 206 una métrica de error de la señal de enlace ascendente. La red puede utilizar el valor de interferencia de enlace ascendente medido para actualizar 208 una tabla de mediciones de interferencia. La tabla de mediciones de interferencia puede incluir niveles de interferencia medidos medios para cada franja de tiempo de enlace ascendente.

La red utiliza también la métrica de error para actualizar 210 un valor de SNIR diana. La red transmite 212 la SNIR diana en un mensaje de señalización por el enlace descendente 214, que incluye la SNIR diana 216. El UE recibe y guarda 220 la SNIR diana. La red también difunde 222 una señal de baliza por el enlace descendente 224. El enlace descendente 224 propaga la señal, que incluye una indicación del nivel de potencia de baliza 226, a través del enlace de radio. La red puede difundir también las mediciones de interferencia 228. El UE mide 230 el nivel de potencia recibido y guarda 232 las mediciones de interferencia para su procesamiento posterior.

Con el nivel de potencia medido y el nivel de potencia de baliza señalado, el UE puede determinar una pérdida de trayectoria. El UE puede utilizar la SNIR diana 216 recibida guardadas, las mediciones de interferencia 228 recibidas guardadas y la pérdida de trayectoria calculada para ajustar 234 un nivel de potencia de transmisión. Este nivel de potencia de transmisión puede utilizarse por el transmisor 200 para ajustar el nivel de potencia de datos de usuario transmitidos 204 en el enlace ascendente 202.

Las especificaciones 3GPP definen también un esquema de bucle cerrado. Por ejemplo, un sistema 3GPP de 1,28 Mcps utiliza un esquema de bucle cerrado que utiliza un bucle exterior y un bucle interior. El esquema TPC de bucle cerrado es el mecanismo de control de potencia principal utilizado para todos los canales no PRACH en un sistema de TDD de 1,28 Mcps. El esquema de TPC de bucle cerrado no se emplea actualmente para el enlace ascendente de sistemas de TDD de 3,84 Mcps.

El bucle exterior determina un valor de SNIR diana y el bucle interior utilizar el valor de SNIR diana. El bucle exterior incluye componentes de red que determinan una métrica de error, tal como una tasa de error de bits, una tasa de error de bloques o una cuenta de error CRC, en el tráfico de enlace ascendente de los UE. Esta métrica de error se utiliza para ajustar y actualizar un valor de SNIR diana. Un bucle interior incluye componentes de red que utilizan el valor de SNIR diana calculado y ajustado por el bucle exterior. La red mide un valor de SNIR recibido de la señal de enlace ascendente.

A continuación, un comparador determina si el valor de SNIR medido es mayor o menor que el valor de SNIR diana. Si el valor de SNIR diana medido es mayor que el valor de SNIR diana, la red señala una orden de control de potencia de transmisión (TPC) en el enlace descendente, que instruye a la UE que reduzca su potencia de transmisor corriente por un valor de paso (por ejemplo, 1 dB). Por otro lado, si el valor de SNIR medido es menor que el valor de SNIR diana, la red señala una orden de TPC que ordena al UE que incremente su potencia de transmisor corriente en el valor de paso dB.

En un sistema que emplea sólo un esquema de control de potencia de bucle cerrado, pueden ser necesarias varias órdenes de TPC para poner apropiadamente la potencia transmitida del UE en línea con el valor de SNIR diana. Por

ejemplo, si una pérdida de trayectoria aumenta de una trama a la siguiente en 15 dB, el sistema adoptará 15 órdenes de TPC para compensar el debilitamiento de 15 dB. Un UE acumula las órdenes de TPC de aumento y reducción para determinar un nivel de potencia de transmisión de enlace ascendente apropiado. Incrementando y reduciendo los niveles de potencia de enlace ascendente de cada UE, una red intenta controlar el nivel de potencia de cada UE de tal manera que la relación del nivel de energía de enlace ascendente recibido por bit transmitido a la densidad espectral de las señales de ruido e interferencia sea un valor constante. Este procedimiento de ajuste de orden de TPC se realiza para cada UE en una celda. Sin embargo, el valor constante puede no ser uniforme entre los UE dependiendo de la configuración del sistema.

En un esquema de TPC de bucle cerrado, la SNIR de bucle interior se mantiene a través de un método de bucle cerrado que utiliza realimentación binaria. La realimentación indica potencia hacia arriba o potencia hacia abajo. Cada vez que se reciba una orden de TPC se utiliza un integrador en la UE dentro del bucle interior para actualizar la potencia de transmisión de UE en una cantidad de paso  $\pm \Delta$  dB. Las propias órdenes de TPC son derivadas por la red y se señalizan al UE a través de una canal de enlace descendente. Cuando se calcula la orden de TPC apropiada que se debe enviar, la red mide la SNIR recibida y compara este valor medido con un valor de SNIR diana. Si la SNIR es demasiado baja, se envía una orden ascendente. Si la SNIR es demasiado alta, se envía una orden descendente. El valor de SNIR diana se actualiza por el bucle exterior sobre la base de las prestaciones de error observadas del enlace. De esta manera, los bucles de realimentación interior y exterior se cierran por la señalización de TPC.

La figura 3 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza un esquema de bucle cerrado. El esquema de bucle cerrado incluye un bucle exterior en el que un UE transmite 300 datos de usuario a través del enlace de radio en una señal de enlace ascendente 302 que contiene los datos de usuario 304. La red determina 306 una métrica de error de la señal de enlace ascendente recibida. Utilizando la métrica de error, la red calcula y actualiza 308 un valor de SNIR diana.

El esquema de bucle cerrado incluye también un bucle interior en el que la red mide 310 la SNIR recibida de la señal de enlace ascendente 302. La red compara 312 la SNIR medida con la SNIR diana determinada en el bucle exterior. El bucle interior genera y transmite 314 una orden de TPC sobre la base de la comparación 312. Una señal de enlace descendente 316 lleva la orden de TPC 318 a través del enlace de radio. El UE acumula 320 las órdenes de TPC y utiliza las órdenes de TPC acumuladas para ajustar 322 una potencia de transmisión para transmisiones de enlace ascendente futuras 300.

Un sistema de radio móvil que emplea un esquema de bucle abierto o un esquema de bucle cerrado tiene sus ventajas y desventajas.

El esquema de bucle abierto se adapta ventajosamente de manera rápida a los cambios de pérdida de trayectoria. Si se observa que la pérdida de trayectoria ha empeorado, por ejemplo en 15 dB en un intervalo de 10 ms, la potencia de transmisión puede ajustarse en consecuencia. Otra ventaja es que el bucle abierto puede continuar actualizándose parcialmente en ausencia de señalización de realimentación específica de usuario. Por ejemplo, cuando un UE no recibe valores de SNIR diana actualizados, el bucle exterior se detiene, pero pueden continuar rastreándose cambios en la pérdida de trayectoria.

Desventajosamente, la tasa de actualización de nivel de interferencia de franja de tiempo en un sistema de bucle abierto es relativamente lenta. Por tanto, un sistema que utiliza un esquema de bucle abierto es más lento para adaptarse a cambios de interferencia que un sistema que utilice el esquema de bucle cerrado. Otra desventaja del esquema de bucle abierto es que se considera que la interferencia es la misma para todos los UE en una franja de tiempo de enlace ascendente particular. Esto es, cada UE asignado a una franja de tiempo utiliza la misma medición de interferencia señalizada por la estación base en el BCH. Una tabla de mediciones de interferencia comúnmente utilizada hace suposiciones sobre la naturaleza estadística de la interferencia y no considera las propiedades de correlación cruzada individuales de los códigos de canalización de enlace ascendente. Se deja así que el bucle exterior compense estos efectos, pero desgraciadamente sobre una base lenta.

A la inversa, el esquema sólo de bucle cerrado es menos capaz de adaptarse a cambios de pérdida de trayectoria rápidos debido a que el bucle cerrado puede moverse solamente en un paso  $\Delta$  dB durante cada actualización. Así, si la pérdida de trayectoria ha cambiado entre actualizaciones en 15 dB y el valor del paso  $\Delta$  dB es sólo de 1 dB, el bucle cerrado no puede ajustarse rápidamente, puesto que puede moverse sólo 1 dB durante cada ciclo. Por tanto, para la misma tasa de actualización (por ejemplo, una vez cada 10 ms), un esquema de TPC de bucle cerrado es menos capaz de rastrear el debilitamiento rápido observado en canales de radio móviles comunes. Además, el bucle cerrado puede no actualizarse durante una pausa en la transmisión de las órdenes de TPC.

Ventajosamente, el bucle cerrado es relativamente rápido para responder a cambios de interferencia de enlace ascendente, puesto que la pérdida de trayectoria y la interferencia son acomodadas por el mismo bucle. El esquema de bucle cerrado que utiliza órdenes de TPC tiene una ventaja adicional en que permite la adaptación de interferencia por usuario, en contraste con el esquema de bucle abierto, que difunde una tabla de interferencias medias para cada franja de tiempo.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, los aspectos de un esquema de bucle abierto y un esquema de bucle cerrado se combinan estratégicamente para formar un método de control de potencia. Algunas realizaciones de la presente invención combinan ventajosamente elementos de esquemas de bucle abierto y de bucle cerrado para controlar niveles de potencia, evitando así una o más de las desventajas asociadas a uno u otro de los esquemas utilizados por separado.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, un UE incorpora la estructura de TPC de un esquema de bucle cerrado y la estructura de estimación de pérdida de trayectoria de un esquema de bucle abierto. Algunas realizaciones de la presente invención permiten tanto una adaptación relativamente rápida al debilitamiento rápido como también permiten una adaptación de interferencia por usuario, y retienen la capacidad de actualizar parcialmente el bucle de control de potencia incluso en ausencia temporal de las órdenes de TPC.

Algunas realizaciones de la presente invención requieren modificaciones en uno o más elementos de un sistema de radio móvil estándar. Por ejemplo, algunas realizaciones requieren cambios en un solo UE, mientras que otras realizaciones requieren modificaciones sólo en la red. Las realizaciones que modifican un UE, pero no la red, permiten que el UE de la presente invención funcione con estaciones base tradicionales. Análogamente, las realizaciones que modifican la red, pero no el UE, permiten que la red de la presente invención funcione con UE tradicionales. Todavía otras realizaciones de la presente invención requieren modificaciones tanto de la red como del UE. Las realizaciones que modifican elementos de red estándares pueden incluir cambios sólo en una estación base, pero no en un controlador de red de radio (RNC). Otras realizaciones modifican tanto una estación base como un RNC.

Algunas realizaciones de la presente invención incorporan un bucle que tiene tres componentes: un componente de bucle abierto localizado en el UE, un bucle de comparación de SNIR localizado en la red y un componente de actualización de SNIR localizado también en la red.

En primer lugar, un componente de bucle abierto puede estar localizado en el UE y ser excitado por niveles de potencia recibidos de baliza medidos y cálculos de pérdida de trayectoria. Este bucle intenta adaptarse a todos los cambios de pérdida de trayectoria instantáneos sobre una base de transmisión por baliza. La potencia parcial calculada por este bucle es una función de la potencia de transmisión de señal de baliza ( $P_{Tx}$ ) y la potencia de código de señal recibida de baliza (RSCP) y se denota con  $P_{abierto}(k)$ , donde  $k$  representa el número de trama actual.  $P_{Tx}$  es conocido por el UE y se deriva del nivel de potencia señalado de la estación base (428, figura 4) y el nivel de potencia medido para la trama  $k$ , (RSCP( $k$ )), puede ser determinado por el receptor UE (432, figura 4).  $P_{abierto}(k)$  puede ser también una función de un valor constante ( $C$ ) para asegurar que la transmisión llegue a un nivel de potencia apropiado.

$$P_{abierto}(k) = P_{Tx} - RSCP(k) + C$$

En segundo lugar, un bucle de comparación de SNIR está localizado en la red, tal como en el Nodo-B. El bucle de comparación de SNIR es excitado por métricas de SNIR recibidas. Una SNIR recibida se compara con un valor de SNIR diana que se ajusta por un bucle exterior. Un resultado de comparación lleva a la señalización de una orden de TPC que se señala al UE que cambie su potencia de transmisión. Puede utilizarse una señalización binaria de tal manera que la orden de TPC indique un cambio en la potencia de transmisión en una cantidad fija, ya sea hacia arriba o hacia abajo. Alternativamente, puede utilizarse una orden de TPC multinivel.

En tercer lugar, un bucle exterior está localizado en la red, tal como en el Nodo-B o en el RNC. El bucle exterior es excitado por las estadísticas de errores de datos observadas en las transmisiones de enlace ascendente. El bucle exterior es responsable de ajustar un nivel de SNIR diana para el bucle de comparación de SNIR.

Un proceso auxiliar opcional en el UE ajusta la potencia de transmisión basándose en: (a)  $\gamma_{SF}$ , el factor de dispersión (SF) del canal físico; y (b)  $\beta_{TFC}$ , el formato de transporte seleccionado (TFC).

Así, para la trama actual  $k$ , el UE puede calcular la potencia de transmisión  $P_{Tx}(k)$  como se muestra debajo, en donde  $K$  es el número de trama inicial determinado cuando comienza el proceso de control de potencia;  $TPC_i$  es -1 para una orden de TPC hacia abajo, +1 para una orden de TPC hacia arriba y 0 si no se recibe ninguna orden de TPC; y paso es la magnitud de la cantidad añadida a un acumulador tras la recepción de cada orden de TPC. La potencia de transmisión  $P_{Tx}(k)$  puede actualizarse para cada periodo de trama. Alternativamente, la potencia de transmisión  $P_{Tx}(k)$  puede actualizarse cada vez que se reciba una nueva orden de TPC. Alternativamente, la potencia de transmisión  $P_{Tx}(k)$  puede actualizarse sólo cuando una orden de TPC o un nuevo nivel de potencia es recibido desde la red.

$$P_{Tx}(k) = P_{abierto}(k) + \text{paso} \cdot \sum_{i=k-K}^k TPC_i + \gamma_{SF} + \beta_{TFC}$$

En la figura 4 se muestra diagramáticamente una realización de un esquema de control de potencia de acuerdo con la presente invención. Los factores de ajuste  $\gamma_{SF}$  y  $\beta_{TFC}$  no se muestran por razones de mayor claridad diagramática.

5 La figura 4 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica que utiliza elementos de esquemas de bucle abierto y de bucle cerrado de acuerdo con la presente invención. Un UE transmite 400 unos datos de usuario a un determinado nivel de potencia de transmisión. Una señal de enlace ascendente 402, que incluye los datos de usuario 404, se propaga a través del enlace de radio. La red recibe una versión atenuada de la señal transmitida.

10 La red determina 406 una métrica de error de la señal de enlace ascendente 402. Opcionalmente, la red mide un nivel de interferencia de enlace ascendente y puede actualizar 422 una tabla de mediciones de interferencia. Los datos medidos o calculados a partir de mediciones de enlace ascendente pueden introducirse en la tabla de mediciones de interferencia. La tabla de mediciones de interferencia puede incluir niveles de interferencia medidos medios para cada franja de tiempo de enlace ascendente. Dentro de la red, la métrica de error puede utilizarse para actualizar 408 un valor de SNIR diana.

La red transmite también 424 una señal de baliza. La señal de enlace descendente 426, que incluye una indicación del nivel de potencia 428 de transmisión de baliza, se propaga a través del enlace de radio. Opcionalmente, la red puede difundir las mediciones de interferencia 430. El UE guarda 432 el nivel de potencia señalado, mide el nivel de potencia recibido y, si están disponibles, guarda 434 las mediciones de interferencia para su procesamiento posterior.

20 Cuando está en un esquema de bucle cerrado, un UE transmite 400 datos de usuario a través del enlace de radio en una señal de enlace ascendente 402 que contiene los datos de usuario 404. La red determina 406 una métrica de error de la señal de enlace ascendente recibida. Utilizando la métrica de error, la red calcula y actualiza 408 un valor de SNIR diana.

La red mide también 410 la SNIR recibida de la señal de enlace ascendente 402. La red compara 412 la SNIR medida con la SNIR diana determinada. La red genera y transmite 414 una orden de TPC sobre la base de la comparación 412. Una señal de enlace descendente 416 lleva la orden de TPC 418 a través del enlace de radio. El UE acumula 420 las órdenes de TPC y utiliza las órdenes de TPC acumuladas en parte para ajustar 436 el nivel de potencia de transmisión para transmisiones de enlace ascendente futuras 400.

35 Cuando está en un esquema de bucle abierto, con el nivel de potencia medido y el nivel de potencia de baliza señalado, el UE puede determinar una pérdida de trayectoria  $P_{abierto}(k)$ . El UE puede utilizar las mediciones de interferencia recibidas guardadas  $I(k)$  para ajustar la potencia de transmisión después de una pausa en la transmisión o después de una pausa en la recepción de órdenes de TPC. El UE puede utilizar las órdenes de TPC

acumuladas  $\sum_{i=k-K}^k TPC_i$ , la pérdida de trayectoria calculada  $P_{abierto}(k)$ , los factores de ajuste  $\gamma_{SF}$  &  $\beta_{TFC}$  y,

40 opcionalmente, los ajustes basados en  $I(k)$  para ajustar 436 un nivel de potencia de transmisión. Este nivel de potencia de transmisión  $P_{Tx}(k)$  puede utilizarse para ajustar el nivel de potencia de enlace ascendente de datos de usuario transmitidos 400 por el enlace ascendente 402.

45 La señal de enlace descendente 426, que contiene el nivel de potencia 428 y puede contener las mediciones de interferencia 430, se difunde en una celda. Los UE previos que utilizan un esquema de bucle cerrado no usan mediciones de la potencia recibida del enlace descendente mientras se vigila la señalización del nivel de potencia en una difusión de baliza para ajustar la potencia de transmisión de enlace ascendente. Análogamente, los UE previos que utilizan un esquema de bucle cerrado no calculan o no utilizan cálculos de la pérdida de trayectoria de enlace descendente mientras se procesan las órdenes de TPC. Un UE previo sigue simplemente las órdenes de TPC cuando se le instruye que ajuste su nivel de potencia de transmisión. Si una red instruye a un UE conocido que incremente su potencia de transmisión en la cantidad de un paso, el UE previo aumentará su nivel de potencia en la cantidad de un paso.

De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, un UE puede recibir una orden de TPC que le ordene que cambie su potencia de transmisión en el nivel de un paso en una dirección particular, pero el UE puede cambiar realmente su nivel de potencia de transmisión en una cantidad diferente o, de hecho, una cantidad en la dirección opuesta. El UE utiliza el TPC sólo como un factor para determinar si se aumenta el nivel de potencia de transmisión, se reduce el nivel de potencia de transmisión o se deja inalterado el nivel de potencia de transmisión.

60 Por ejemplo, se supone que un UE sólo transmitió una ráfaga a un Nodo-B a 20 dBm a través de un enlace de radio con una pérdida de trayectoria de 110 dB. La potencia recibida en el receptor del Nodo-B sería de -90 dBm, que es la diferencia entre 20 dBm y una pérdida de 110 dBm. A continuación, se supone que el Nodo-B quiere recibir una señal de enlace ascendente procedente del UE a -89 dBm. El Nodo-B señalaría esto y el UE recibiría una orden de TPC instruyendo al UE que aumente el nivel de potencia de transmisión de enlace ascendente en 1 dB. Asimismo,

se supone que la pérdida de trayectoria mejora desde la trama previa hasta esta trama en +10 dB (por ejemplo, desde 110 dB hasta 100 dB).

5 Un UE previo transmitiría la siguiente ráfaga a +21 dBm, que es la suma del nivel previo (+20 dBm) y el aumento del paso (1 dB). La señal de +21 dBm transmitida alcanzaría probablemente el Nodo-B a -79 dBm, un nivel de señal que es +10 dB demasiado grande debido a que no se tuvo en cuenta la mejora del canal.

10 De acuerdo con algunas realizaciones de la presente invención, un UE sería responsable de la nueva pérdida de trayectoria. El nivel de potencia de transmisión previo de +20 dBm se reduciría en +10 dB para explicar la pérdida de trayectoria de canal mejorada de +10 dB. El nivel de potencia de transmisión resultante sería entonces de +10 dBm. El UE es responsable también de la orden de TPC ajustando el nivel de potencia de transmisión en el paso deseado de +1 dB, dando como resultado un nuevo nivel de potencia de transmisión de +11 dBm, lo que explica el canal mejorado (+10 dB) y se acomoda al deseo del Nodo-B de tener una señal recibida con un incremento de paso (+1 dB). Los +11 dBm alcanzarían el Nodo-B al nivel deseado de -89 dBm si fuera precisa la estimación de la pérdida de trayectoria del canal. Como se muestra en este ejemplo, el nivel de potencia de transmisión cayó 9 dB (de +20 dBm a +11 dBm), aun cuando la orden de TPC del Nodo-B instruyó un incremento de 1 dB. Por tanto, aun cuando un UE reciba una orden de TPC de red instruyéndole que aumente o reduzca su potencia de transmisión de enlace ascendente en 1 dB, el UE puede cambiar realmente el nivel de potencia de transmisión en una cantidad diferente. De hecho, el nivel de potencia de transmisión de un UE puede cambiar en una dirección opuesta a la orden de TPC, como se ejemplifica anteriormente.

25 Durante un periodo de inactividad en el enlace ascendente 402, las órdenes de TPC 418 pueden no haberse recibido por el UE. El nivel de potencia de transmisión del UE durante una transmisión inicial posterior 400 puede determinarse utilizando actualizaciones vigentes del componente de bucle abierto. Esto es, el nivel de potencia de transmisión inicial puede determinarse sobre la base del nivel de potencia de baliza 428, el nivel de potencia recibido medido 432 y, opcionalmente, las mediciones de interferencia 430. El componente de bucle abierto no requiere realimentación, pudiendo continuarse así la actualización de cada transmisión de baliza incluso durante la pausa de transmisión del enlace ascendente.

30 El historial almacenado en el acumulador de TPC puede estar pasado. En algunas circunstancias, el historial puede considerarse útil y no restablecerse. Alternativamente, el historial de TPC acumulado podría utilizarse para ajustar el nivel de potencia de transmisión de enlace ascendente, pero con algún margen de potencia en exceso añadido para asegurar un inicio limpio en el bucle. Alternativamente, el UE puede decidir descartar el historial de TPC acumulado y restablecerlo a un valor por defecto o inicial. El valor por defecto o inicial puede basarse opcionalmente en una tabla de mediciones de interferencia recibida 430.

35 La capacidad del componente de bucle abierto de compensar un rápido debilitamiento es una función de la velocidad del canal y el retardo entre la franja de tiempo de baliza y las franjas de tiempo de enlace ascendente. El control de bucle abierto es frecuentemente efectivo a velocidades de peatones, así como a velocidad más altas, si las franjas de enlace ascendente se colocan próximas en el tiempo de la baliza. A velocidades de móvil altas, es probable que se mejoren las prestaciones de control de potencia si se habilita un filtrado de RSCP de baliza en el UE. El UE es responsable de detectar si deberá aplicarse o no un filtrado al componente de bucle abierto. La detección automática de la velocidad de canal puede realizarse por el UE con el fin de controlar la habilitación del filtrado de RSCP. En algunas realizaciones de la presente invención, un UE deshabilita un esquema de bucle abierto/bucle cerrado combinados que funciona de acuerdo con la presente invención cuando un UE pasa un valor umbral indicativo de la velocidad del móvil. Se han realizado simulaciones para ilustrar las ventajas de las prestaciones de algunas realizaciones de la presente invención. El canal de radio simulado representa un canal modelo B interior a exterior ITU y de peatones, como se describe en las Directrices ITU-R M.1225 para la evaluación de tecnologías de transmisión por radio para IMT-2000. La SNIR diana del bucle cerrado se basó en una tasa de error de 1%. Se monitorizó un término de error de SNIR observado en la estación base.

40 Las figuras 5A, 5B y 5C ilustran cada una de ellas una función de densidad de probabilidades simulada de la SNIR recibida en la red. En cada una de las simulaciones, se muestrean aproximadamente 10.000 valores de SNIR recibidos. Los resultados de simulación para cada escenario se agrupan y se recogen en contenedores. El eje vertical muestra una pluralidad de sucesos para un rango particular (contenedor) de valores SNIR recibidos. Un valor de SNIR recibido muestreado comprendido en un intervalo definido por un contenedor es considerado como un suceso para ese contenedor.

45 La figura 5A muestra los resultados de simulación para un sistema que utiliza sólo un esquema de bucle abierto. En este diagrama, la anchura del contenedor es de aproximadamente 0,42 dB. Los resultados de simulación muestran un sistema bueno en el rastreo de un debilitamiento rápido en el canal, pero no tan capaz de rastrear las variaciones de interferencia incluidas en la simulación. Estos valores se actualizan sólo en el UE a través de señalización cada 160 ms. Por tanto, el término de error muestra una considerable varianza en el receptor.

60 La figura 5B muestra los resultados de simulación para un sistema que utiliza sólo un esquema de bucle cerrado. En este diagrama, la anchura del contenedor es de aproximadamente 0,48 dB. Los resultados de simulación muestran

un sistema más capaz de rastrear los cambios de interferencia, pero no tan capaz de rastrear la pérdida de trayectoria debido a que está limitado en su respuesta al tamaño del paso de la orden de TPC +/- 1 dB.

La figura 5C muestra resultados de simulación para un sistema que combina aspectos de esquemas de bucle abierto y cerrado (como se muestra en la figura 4). En este diagrama, la anchura del contenedor es de aproximadamente 0,24 dB. Los resultados de simulación muestran un sistema capaz de responder a cambios de pérdida de trayectoria y a cambios de interferencia. Adicionalmente, el término de error de SNIR residual muestra menos variación. El diagrama muestra que la variación de esta distribución se reduce considerablemente para el esquema de control de potencia combinado.

Para las simulaciones anteriores (que utilizan los mismos perfiles de debilitamiento e interferencia para cada método de bucle), se obtuvieron las siguientes potencias de transmisión medias:

Tabla 1 – Prestaciones de esquemas de control de potencia

| Método de control de potencia | Potencia de transmisión media para 1% BLER |
|-------------------------------|--|
| Bucle abierto: (FIGURA 2)     | 5,76 dB                                    |
| Bucle cerrado: (FIGURA 3)     | 5,48 dB                                    |
| Bucles combinados: (FIGURA 4) | 3,59 dB                                    |

Para el escenario de canal e interferencia simulados, el esquema combinado puede mantener una tasa de error de bloque del 1% (BLER) utilizando 2,17 dB menos de potencia que el esquema de bucle abierto y 1,89 dB menos de potencia que el esquema de bucle cerrado. En un sistema real, este ahorro de potencia puede equipararse con una mayor cobertura de celda, mayor capacidad y rendimiento del enlace ascendente y una vida de batería incrementada. La magnitud de las ganancias puede cambiar con diferentes velocidades de canal, tipos y perfiles de interferencia, pero las prestaciones del esquema combinado deberán ser mejores que las de los esquemas de bucle abierto y de bucle cerrado cuando se utilizan individualmente.

En términos de sobrecarga de señalización, el esquema combinado ayuda a evitar una necesidad de señalar niveles de SNIR diana y niveles de interferencia en canales de enlace descendente y tiene una eficiencia de señalización similar al esquema de bucle cerrado. En algunas realizaciones, la eficiencia de señalización es de 1 bit por actualización.

En un sistema que utiliza el esquema de control de potencia combinado, puede utilizarse un nuevo canal físico en el enlace descendente para llevar información rápida de asignación y planificación a un usuario, informando así al UE de los recursos de enlace ascendente que él puede utilizar. Este nuevo canal físico podría utilizarse también como el canal de realimentación para el esquema de control de potencia combinado. Por ejemplo, un canal de asignación/planificación podría transportar órdenes de TPC. Alternativamente, el esquema combinado puede aplicarse a tipos de canal existentes (canales físicos de enlace ascendente dedicados o compartidos) para UTRA TDD, así como a otros sistemas de TDD.

Algunas realizaciones de la presente invención controlan los niveles de potencia de enlace ascendente y pueden incorporarse a un UE con características de soporte incorporadas en una estación base. Por ejemplo, puede implementarse un Nodo-B o un RNC con un nuevo parámetro, incluido en un orden de señalización o en un mensaje de difusión, en donde el nuevo parámetro instruye a un UE que habilite o deshabilite el ajuste del nivel de potencia de transmisión de enlace ascendente en la estimación de pérdida de trayectoria y las órdenes de TPC. Un parámetro puede indicar si un UE debe utilizar el control de potencia de bucle abierto, el control de potencia de bucle cerrado o un esquema combinado.

Algunas realizaciones de la presente invención funcionan con una señal de enlace descendente que incluye una orden de TPC y una indicación del nivel de potencia de transmisión de enlace descendente. En estas realizaciones, la señal de enlace descendente proporciona ambos enlaces descendentes 416 y 430 (figura 4) en una señal. Un UE puede recibir un canal físico que descodifica las órdenes de TPC, descodifica las indicaciones de nivel de potencia de enlace descendente y mide los niveles de potencia recibidos. En estas realizaciones, el UE mide un nivel de potencia de una señal recibida, recibe una orden de TPC y calcula un nivel de potencia de transmisión sobre la base del nivel de potencia de la señal recibida y la orden de TPC.

Aunque la invención se ha descrito a partir de realizaciones particulares y figuras ilustrativas, los expertos ordinarios en la materia apreciarán que la invención no está limitada a las realizaciones o figuras descritas. Por ejemplo, el esquema de control de potencia de enlace ascendente combinado descrito anteriormente puede implementarse como una imagen especular para controlar la potencia de enlace descendente. En este caso, las funciones realizadas por el UE para un esquema de enlace ascendente combinado pueden ser realizadas por la red. Análogamente, las funciones realizadas por la red para el esquema de enlace ascendente combinado pueden ser desarrolladas por el UE.

Además, aunque se mencionan individualmente, una pluralidad de medios, elementos o pasos de método pueden

implementarse, por ejemplo, por una sola unidad o procesador. Adicionalmente, aunque pueden incluirse características individuales en diferentes reivindicaciones, éstas pueden combinarse posiblemente de manera ventajosa y la inclusión en diferentes reivindicaciones no implica que una combinación de características no sea factible y/o ventajosa. Asimismo, la inclusión de una característica en una categoría de reivindicaciones no implica una limitación a esta categoría, sino que indica más bien que la característica es igualmente aplicable a otras categorías de reivindicación, según sea apropiado. Además, el orden de las características en las reivindicaciones no implica ningún orden específico en el que deben trabajarse las características, y, en particular, el orden de las etapas individuales en una reivindicación del método no implica que las etapas deban realizarse en este orden. Por el contrario, las etapas pueden realizarse en cualquier orden adecuado.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Método de control de potencia en un sistema de comunicaciones por radio entre una estación base (110) y un transceptor remoto (140, 150), comprendiendo el método, en la estación base:
- 5 recibir una señal de enlace ascendente transmitida desde el transceptor remoto (140, 150);
- medir un valor de interferencia de la señal de enlace ascendente recibida (410); y
- 10 comparar el valor de interferencia recibido medido con un valor de interferencia diana (412);
- estando caracterizado el método por:
- 15 asignar un primer valor a un indicador de paso si el valor de interferencia recibido medido es superior al valor de interferencia diana, o asignar un segundo valor a un indicador de paso si el valor de interferencia recibido medido es inferior al valor de interferencia diana; y
- generar (414) una orden de control de potencia de transmisión (TPC) que comprende el indicador de paso; y
- 20 transmitir (414) a un transceptor remoto una señal que transporta la orden de TPC.
2. Método de control de potencia según la reivindicación 1, que comprende además:
- determinar una métrica de error de la señal recibida; y
- 25 actualizar el valor de interferencia diana sobre la base de la métrica de error.
3. Método de control de potencia según la reivindicación 1, que comprende además:
- 30 medir un valor de interferencia de la señal recibida; y
- utilizar el valor de interferencia medido para actualizar una tabla de mediciones de interferencia.
4. Método de control de potencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la transmisión (414) de la señal que transporta la orden de TPC comprende transmitir una señalización que incluye la tabla de mediciones de interferencia y un nivel de potencia señalizado, en el que la señalización se transmite al nivel de potencia señalizado.
- 35
5. Método de control de potencia en un sistema de comunicaciones por radio entre una estación base (110) y un transceptor remoto (140, 150), comprendiendo el método, en el transceptor remoto (150):
- 40 recibir una señal de enlace descendente que incluye una indicación de un nivel de potencia de enlace descendente, en el que la señal de enlace descendente es transmitida al nivel de potencia de enlace descendente;
- 45 medir (432) un nivel de potencia recibido de la señal de enlace descendente;
- determinar una pérdida de trayectoria de un canal de radio entre la estación base y el transceptor remoto;
- estando caracterizado el método por:
- 50 recibir (420) por lo menos una orden de control de potencia de transmisión (TPC) que incluye un valor de indicador de paso, en el que el valor del indicador de paso se basa en si un valor de interferencia recibido medido es superior o inferior a un valor de interferencia diana en la estación base;
- 55 ajustar (436) un nivel de potencia de transmisión para el transceptor remoto sobre la base de la pérdida de trayectoria determinada y el valor del indicador de paso; y
- transmitir (400) una señal a la estación base al nivel de potencia de transmisión ajustado.
- 60
6. Método según la reivindicación 5, que comprende además:
- recibir (420) múltiples órdenes de TPC;
- acumular los valores de indicador de paso para obtener un valor de indicador de paso acumulado; y
- 65 ajustar un nivel de potencia de transmisión para el transceptor remoto sobre la base de la pérdida de trayectoria

determinada y el valor de indicador de paso acumulado.

7. Método según la reivindicación 6, que comprende además transmitir una señal que comprende el valor de indicador de paso acumulado a la estación base (110) al nivel de potencia de transmisión ajustado.

8. Método de control de potencia según la reivindicación 6 ó 7, que comprende además recibir una señal procedente de la estación base (110) que ordena al transceptor remoto (150) que utilice sólo la orden de TPC acumulada al calcular el nivel de potencia de transmisión, deshabilitando así el uso del control de potencia de bucle abierto y habilitando sólo el uso del control de potencia de bucle cerrado.

9. Método de control de potencia según la reivindicación 6 ó 7, que comprende además recibir una señal procedente de la estación base (110) que ordena al transceptor remoto (150) que ignore la orden de TPC acumulada al calcular un nivel de potencia de transmisión, habilitando así sólo el uso del control de potencia de bucle abierto y deshabilitando el uso del control de potencia de bucle cerrado.

10. Método de control de potencia según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el esquema de control de potencia es aplicado en un canal físico de enlace ascendente compartido.

11. Estación base (110) que comprende:

un receptor que puede funcionar para medir un valor de interferencia recibido de una señal recibida; en la que la estación base está caracterizada por:

una lógica de comparación acoplada al receptor y que presenta una entrada para el valor de interferencia recibido medido y una entrada para un valor de interferencia diana, pudiendo la lógica de comparación funcionar para asignar un primer valor a un indicador de paso si el valor de interferencia recibido medido es superior al valor de interferencia diana, y pudiendo funcionar para asignar un segundo valor al indicador de paso si el valor de interferencia recibido medido es inferior al valor de interferencia diana;

una lógica de generación de orden acoplada a la lógica de comparación y que puede funcionar para generar una orden de control de potencia de transmisión (TPC) que incluye el indicador de paso; y

un transmisor acoplado a la lógica de generación de orden y que puede funcionar para transmitir la orden de TPC que comprende el indicador de paso.

12. Estación base (110) según la reivindicación 11, que comprende además:

una lógica de métrica de error acoplada al receptor y que puede funcionar para determinar una métrica de error de la señal recibida; y

una lógica de actualización acoplada a la lógica de métrica de error y que puede funcionar para actualizar el valor de interferencia diana en respuesta a la métrica de error.

13. Estación base (110) según la reivindicación 11, que comprende además:

una lógica de medición acoplada al receptor y que puede funcionar para medir un nivel de interferencia; y

una lógica de actualización acoplada a la lógica de medición y que puede funcionar para actualizar una tabla de mediciones de interferencia que utiliza el nivel de interferencia medido;

en la que el transmisor puede funcionar además para transmitir una señalización que incluye la tabla de mediciones de interferencia y un nivel de potencia señalizado.

14. Transceptor remoto (140, 150) para el control de potencia en un sistema de comunicaciones por radio entre una estación base (110) y el transceptor remoto, comprendiendo el transceptor remoto:

un receptor que puede funcionar para recibir una señal de enlace descendente desde la estación base, en el que la señal de enlace descendente comprende una indicación de un nivel de potencia de enlace descendente, en el que la señal de enlace descendente es transmitida al nivel de potencia de enlace descendente;

una lógica de cálculo acoplada al receptor y que puede funcionar para determinar una pérdida de trayectoria de un canal de radio entre la estación base y el transceptor remoto;

estando el transceptor remoto caracterizado porque:

el receptor puede funcionar para recibir por lo menos una orden de control de potencia de transmisión (TPC) que

incluye un valor del indicador de paso, en el que el valor del indicador de paso se basa en una comparación entre un valor de interferencia recibido medido y un valor de interferencia diana,

5 una lógica de ajuste de nivel de potencia acoplada a la lógica de cálculo y que puede funcionar para ajustar un nivel de potencia de transmisión sobre la base de la pérdida de trayectoria determinada y el valor del indicador de paso; y

un transmisor acoplado a la lógica de ajuste de nivel de potencia y que puede funcionar para transmitir una señal a la estación base al nivel de potencia de transmisión ajustado.

10 15. Transceptor remoto (140, 150) según la reivindicación 14, que comprende además un acumulador acoplado a la lógica de ajuste de nivel de potencia, incluyendo el acumulador:

una entrada que puede funcionar para aceptar un indicador de paso, en el que la orden de TPC recibida proporciona el indicador de paso;

15 una lógica sumadora que puede funcionar para sumar el indicador de paso con un valor acumulado pasado, dando como resultado un valor acumulado actual;

una memoria que puede funcionar para contener el valor acumulado actual; y

20 una salida que puede funcionar para proporcionar el valor acumulado actual;

en el que la lógica de ajuste de nivel de potencia puede funcionar para ajustar el nivel de potencia de transmisión sobre la base de la pérdida de trayectoria determinada y el valor acumulado actual.

25 16. Transceptor remoto (140, 150) según la reivindicación 14, en el que el valor del indicador de paso se basa en si un valor de interferencia recibido medido es superior o inferior a un valor de interferencia diana en la estación base.

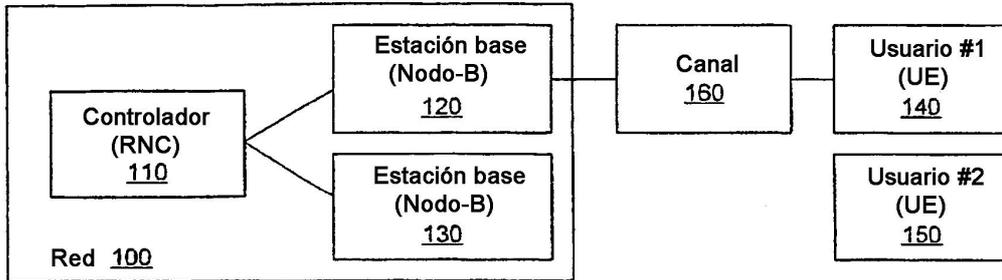


FIGURA 1

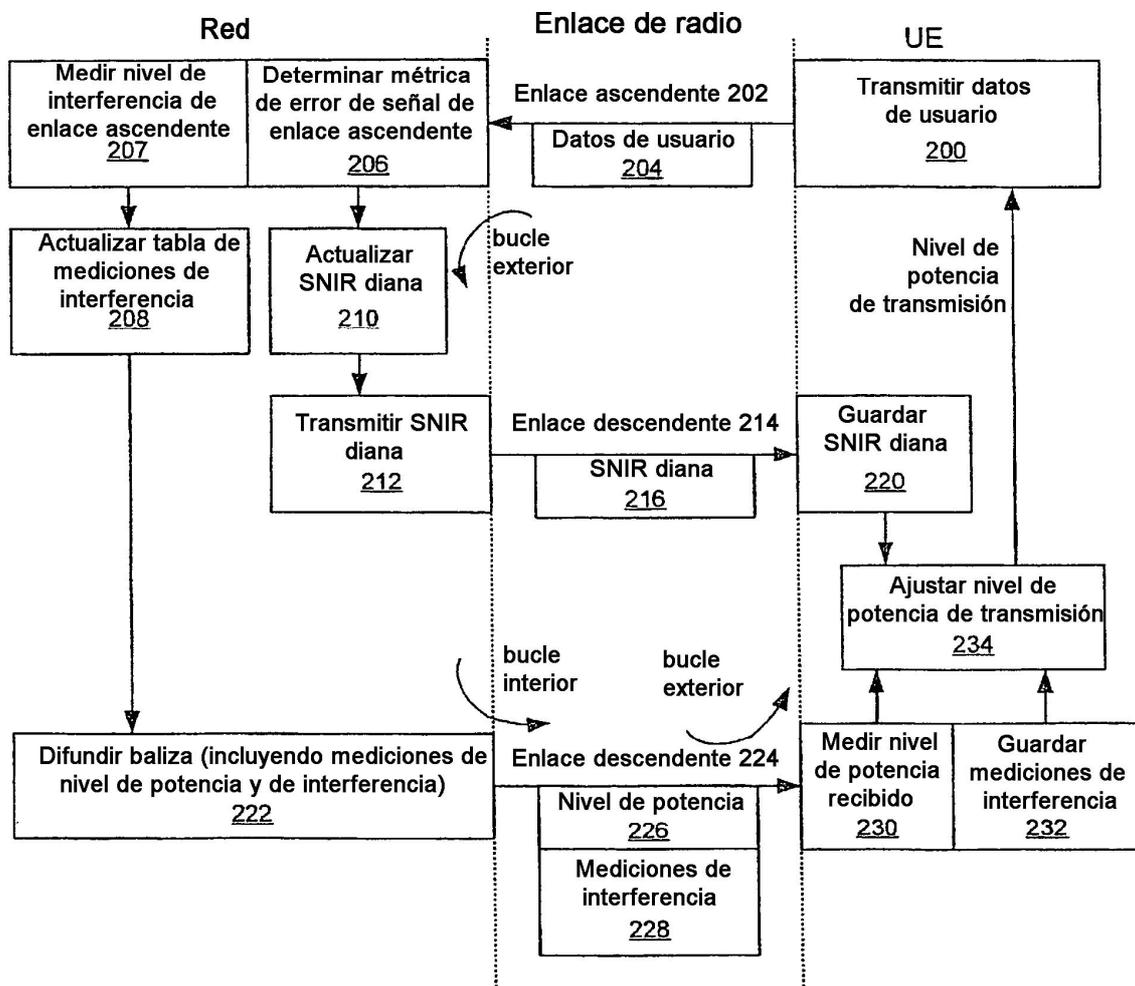


FIGURA 2

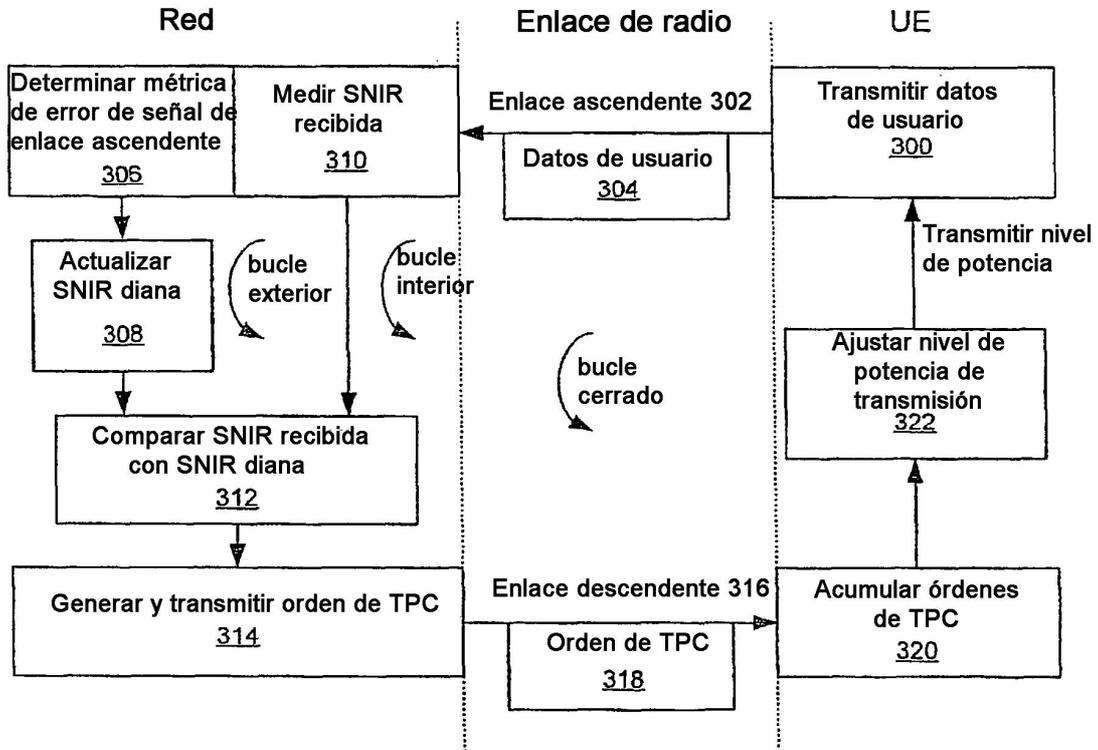


FIGURA 3

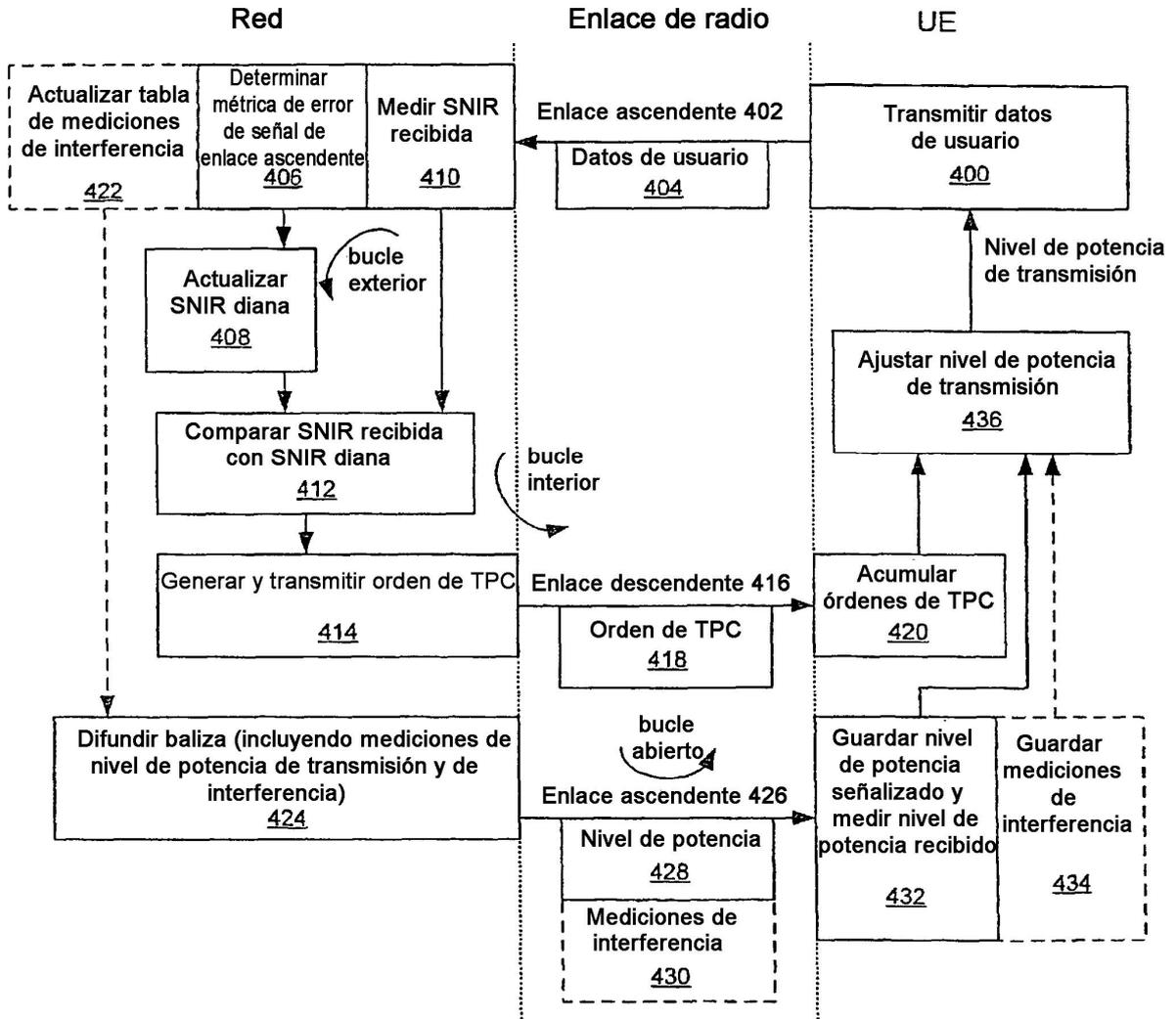


FIGURA 4

FIGURA  
5A

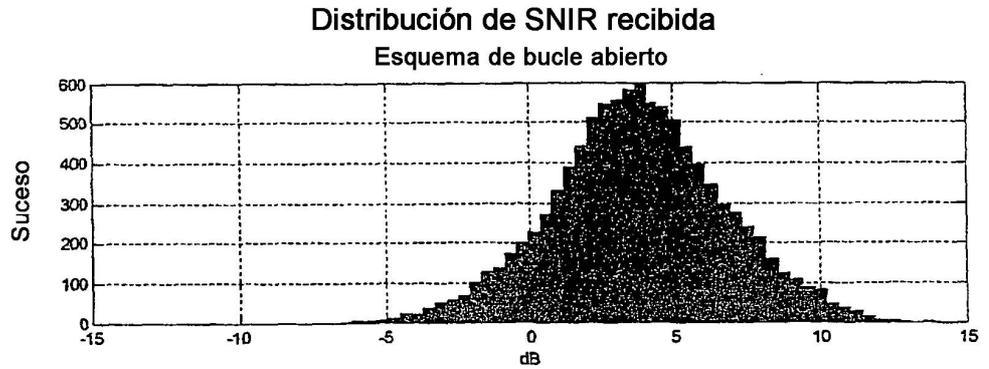


FIGURA  
5B

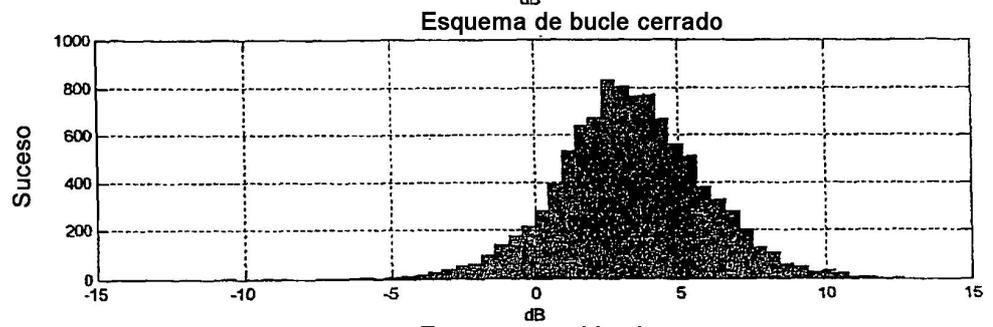


FIGURA  
5C

