

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 910**

51 Int. Cl.:

**H04W 52/30** (2009.01)

**H04W 52/22** (2009.01)

**H04W 52/14** (2009.01)

**H04W 52/36** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **14.07.2008 E 14200611 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **25.01.2017 EP 2882236**

54 Título: **Control de potencia de enlace ascendente para terminales de potencia limitada**

30 Prioridad:

**07.01.2008 US 19335**

**07.01.2008 US 19337**

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

**07.07.2017**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)**  
**(100.0%)**

**164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**ENGLUND, EVA;**

**JERSENIUS, KRISTINA;**

**FURUSKÄR, ANDERS;**

**JADING, YLVA;**

**DAHLMAN, ERIK y**

**PARKVALL, STEFAN**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 622 910 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

Control de potencia de enlace ascendente para terminales de potencia limitada

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general a sistemas de comunicación inalámbrica, y en particular se refiere a métodos, aparatos y sistemas para gestionar la potencia de transmisión en un sistema de comunicación inalámbrica.

10 **Antecedentes**

Las tecnologías de acceso por radio para redes móviles celulares están evolucionando continuamente para satisfacer las demandas de mayores velocidades de transmisión de datos, mejor cobertura y mayor capacidad. Un ejemplo de la evolución reciente de la tecnología de Acceso Múltiple de División de Código de Banda Ancha (WCDMA) es el denominado Acceso a Paquetes de Alta Velocidad (HSPA) desarrollado por el Proyecto de Asociación de 3ª Generación (3GPP). La evolución futura de los sistemas 3G está en curso en la iniciativa de Evolución a Largo Plazo (LTE) de 3GPP, que incluye el desarrollo y especificación de nuevas tecnologías de acceso y nuevas arquitecturas de sistemas. Una visión general del sistema de LTE se proporciona en "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA) and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network (E-UTRAN); Overall Description, Stage 2, (Release 8)", 3GPP TS 36.300, vol. 8.2.0, septiembre, 2007.

Un logro de la iniciativa LTE es que la tecnología de acceso se diseñe de manera flexible, de modo que pueda utilizarse en asignaciones de frecuencias existentes, así como en nuevas asignaciones de frecuencias. Este enfoque permite una fácil introducción en el espectro con los despliegues existentes. Por razones similares, LTE está diseñado para su uso con múltiples soluciones de duplexión.

Tanto el FDD (Dúplex de División de Frecuencia) como el TDD (Dúplex de División de Tiempo), donde las transmisiones de enlace ascendente y descendente están separadas en frecuencia y en tiempo respectivamente, son compatibles, para permitir el uso de la tecnología de LTE con asignaciones de espectro emparejadas y desemparejadas. Además, para permitir una mayor flexibilidad en el uso del espectro disponible, la tecnología de acceso de la LTE se basa en OFDMA (Acceso Múltiple por División de Frecuencia Ortogonal) para el enlace descendente, y en el Acceso Múltiple por División de Frecuencia de Portadora Única (SC-FDMA) para el enlace ascendente. Estas tecnologías permiten una asignación dinámica y finamente granulada de los recursos del espectro a las comunicaciones de enlace ascendente y descendente. De este modo, los recursos disponibles pueden ajustarse dinámicamente en base a los requisitos individuales de los usuarios y de la demanda agregada.

En los sistemas de comunicación inalámbrica en general, se debe evitar la transmisión a niveles de potencia excesivos (por ejemplo, a niveles de potencia mayores de los necesarios para mantener una calidad de servicio deseada). Esto es generalmente deseable para evitar la interferencia con otras señales transmitidas, y es especialmente deseable en un terminal móvil, para maximizar el tiempo entre recargas de la batería del terminal. Las especificaciones de la LTE soportan así un mecanismo de control de potencia en el que una estación base de servicio (un Nodo-B evolucionado, o un eNodeB, en terminología de 3GPP) controla la potencia de salida del transmisor de un terminal móvil.

Los contornos básicos de un mecanismo de control de potencia para la LTE se proporcionan en "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures," 3GPP TS 36.213, vol. 8.1.0, de fecha 12 de diciembre de 2007. El mecanismo definido dispone que el ajuste de potencia para cada transmisión de sub-trama de terminal móvil se calcule en función del ancho de banda asignado para la sub-trama, el esquema de modulación y codificación asignado para la sub-trama y una estimación de pérdida de trayecto de corriente. En algunos modos de funcionamiento, la potencia de salida del transmisor se calcula adicionalmente en función de un parámetro que representa las órdenes de control de potencia de transmisión (TPC) acumuladas recibidas por el terminal móvil.

Este mecanismo de control de potencia preliminar especificado por 3GPP está diseñado para administrar la programación dinámica permitida en un sistema de LTE. El ancho de banda y el esquema de modulación empleados por el terminal móvil pueden cambiar de una sub-trama a la siguiente (para evitar la transmisión a niveles de potencia excesivos, el nivel de potencia de salida del transmisor debe variar con estos cambios en las asignaciones de recursos). El nivel de potencia de salida del transmisor también se ajusta dinámicamente para adaptarse a cambios en cambios de propagación, por ejemplo, pérdida de trayectoria de transmisión. Sin embargo, el mecanismo de control de potencia descrito en la especificación de 3GPP antes mencionada no maneja adecuadamente las situaciones de limitación de potencia.

Los problemas con los mecanismos de control de potencia de transmisión en situaciones de potencia limitada se han reconocido en otros sistemas de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, la publicación de patente de EE.UU. nº 2006/0050798, de Odigie et al., de fecha 9 de marzo de 2006, describe el funcionamiento de un sistema de control de potencia de transmisión en circunstancias de limitación de potencia para un sistema de Acceso Múltiple de División de Código de Banda Ancha (W-CDMA). Sin embargo, los métodos y aparatos descritos por Odigie no

administran la programación dinámica de recursos permitida en sistemas de LTE. Además, los sistemas descritos en Odigie no utilizan un parámetro de orden de TPC acumulado como se requiere en las especificaciones de LTE.

## Sumario

5 La presente invención proporciona un método y un terminal móvil para controlar eficazmente la potencia de transmisión del enlace ascendente del terminal móvil en LTE y otros sistemas que utilizan control de potencia de bucle cerrado como se define en las reivindicaciones 1 y 11 respectivamente. En varias realizaciones, un terminal móvil está configurado para ignorar eficazmente las órdenes de control de potencia de transmisión de "ARRIBA" en el caso de que el terminal móvil esté funcionando en un estado de potencia limitada.

15 En un método ejemplar para controlar la potencia de transmisión en un terminal móvil, se reciben una pluralidad de órdenes de control de potencia de enlace ascendente de control de potencia de transmisión para terminales de potencia limitada, dirigiendo cada orden de control de potencia de transmisión un ajuste de la potencia de transmisión con respecto a una transmisión anterior del terminal móvil. Un valor de control de potencia acumulado se ajusta en respuesta a cada orden de control de potencia de transmisión que dirige un ajuste negativo en potencia de transmisión, es decir, cada orden de control de potencia de "ABAJO". Sin embargo, el valor de control de potencia acumulado se ajusta en respuesta a una orden de control de potencia de "ARRIBA", es decir, una orden de control de potencia de transmisión que dirige un ajuste positivo en potencia de transmisión, sólo si el terminal móvil no está en estado de potencia ilimitada. De este modo, en algunas realizaciones, el valor de control de potencia acumulado se ajusta hacia arriba solamente si el ajuste de potencia provisional es menor que un límite de potencia de transmisión para el terminal móvil. El ajuste de potencia provisional se calcula a partir del valor de control de potencia acumulado y uno o más parámetros de enlace de radio. El método comprende además calcular los valores de potencia de transmisión para cada transmisión por el terminal móvil en base al valor de control de potencia acumulado y en uno o más parámetros de enlace de radio.

20 Al ignorar las órdenes de control de potencia de "ARRIBA" cuando está en un estado limitado de potencia, el terminal móvil evita los ajustes de control de potencia de acumulación que son generados por la estación base de servicio mientras el terminal móvil está limitado en potencia. Este enfoque facilita una convergencia más rápida al ajuste de potencia de transmisión óptima cuando el terminal móvil sale del estado de limitación de potencia.

25 En una o más realizaciones de la invención, los ajustes de potencia provisionales y los ajustes de potencia de transmisión se calculan en base al valor de control de potencia acumulado, así como en base a parámetros de enlace de radio, que pueden incluir uno o más de entre un ancho de banda de transmisión, una estimación de pérdida de trayecto de transmisión y un esquema de codificación de modulación. En algunas realizaciones, el ajuste de potencia provisional y los ajustes de potencia de transmisión se pueden calcular adicionalmente en función de uno o más valores de desviación proporcionados por la estación base de servicio. Estos valores de desviación pueden incluir uno o ambos de entre una desviación de potencia de transmisión de la célula específica y una desviación de potencia de transmisión del terminal móvil específico. En otras realizaciones, el estado del terminal móvil es monitorizado para detectar la aparición de uno o más criterios de restablecimiento de control de potencia de transmisión predeterminados; el valor de control de potencia acumulado se restablece a un valor predeterminado en respuesta a cada aparición.

30 También se describen terminales móviles configurados para implantar uno o más de los métodos de control de potencia descritos en la presente memoria.

## Breve descripción de los dibujos

35 La figura 1 ilustra una asignación de ancho de banda entre múltiples usuarios en un sistema de LTE.

La figura 2 un sistema inalámbrico, que incluye un terminal móvil de acuerdo con una o más realizaciones de la invención.

40 La figura 3 es un diagrama de flujo lógico que ilustra un método ejemplar para controlar la potencia de transmisión de un terminal móvil en un sistema de comunicación inalámbrico.

La figura 4 es un diagrama de flujo lógico que ilustra un método ejemplar para supervisar los criterios de restablecimiento del control de potencia de transmisión.

## 60 Descripción detallada

65 En la descripción que sigue, se describen diversos aspectos de la presente invención en relación con el esfuerzo de estandarización del LTE de 3GPP. El experto en la técnica apreciará que estas técnicas pueden aplicarse a otros sistemas inalámbricos que utilizan control de potencia. De manera similar, se pueden describir en adelante métodos y aparatos en referencia a un terminal móvil de LTE; el experto en la técnica apreciará que las técnicas descritas en la presente memoria pueden adaptarse fácilmente a terminales móviles configurados para su uso en uno o más

sistemas de comunicación inalámbrica. Por último, el experto en la técnica apreciará que el término "terminal móvil", tal como se utiliza aquí, se pretende que incluya cualquiera de una amplia variedad de dispositivos de usuario final, incluyendo en particular cualesquiera de los dispositivos denominados "equipo de usuario", "UE" o "estación móvil" por las diversas especificaciones promulgadas por la Asociación de 3ª Generación u otros grupos de estándares.

5 Además, el término "estación móvil" incluye terminales inalámbricos adaptados para aplicaciones de máquina a máquina (M2M), así como terminales inalámbricos adaptados para comunicaciones inalámbricas fijadas. El experto en la técnica apreciará así que los terminales móviles discutidos en la presente memoria pueden comprender radiotelefonos celulares con capacidad de comunicaciones de voz, o con capacidades de comunicaciones de datos, o con ambos tipos de capacidades; dispositivos de asistente digital personal (PDA), incluyendo capacidad de  
10 comunicaciones inalámbricas; ordenadores portátiles y/o mini-portátiles convencionales u otros aparatos que incluyan un transceptor inalámbrico; y tarjetas y módulos de transceptor inalámbricos adaptados para su uso en dispositivos anfitriones de computación, que pueden o no ser portátiles. De este modo, la siguiente descripción y los dibujos adjuntos deben considerarse ilustrativos de la presente invención, y no limitativos.

15 La especificación LTE soporta programación rápida y adaptación de enlace, en los dominios de frecuencia y tiempo, tanto para comunicaciones de enlace ascendente como de enlace descendente. Esto significa que las asignaciones de recursos en tiempo y frecuencia se pueden ajustar a la demanda momentánea de tráfico y a las variaciones de canal de cada usuario. En el enlace ascendente de LTE, es posible programar varios usuarios simultáneamente (es decir, en la misma sub-trama) asignando diferentes segmentos de frecuencia a diferentes usuarios. Sin embargo,  
20 para mantener la estructura de portadora única de SC-FDMA, cada usuario sólo puede recibir una asignación contigua en frecuencia. En otras palabras, aunque a un usuario se le puede asignar un número variable de bloques de recursos (un bloque de recursos de LTE se define como 12 subportadoras contiguas, cada 15 kHz de ancho, para una sub-trama de 1 milisegundo en duración), estos bloques de recursos deben ser contiguos. La figura 1 ilustra una asignación ejemplar de recursos de frecuencia de transmisión a tres usuarios, en la que se asigna al  
25 usuario 1 un bloque considerablemente mayor de recursos de frecuencia que al usuario 2 y al usuario 3. Estas asignaciones de frecuencia pueden cambiar de una sub-trama a otra, de tal modo que, por ejemplo, al usuario 1 se le asignan menos bloques de recursos en una sub-trama posterior, o ningún bloque de recursos en absoluto.

La figura 2 proporciona una vista simplificada de un sistema de comunicación inalámbrica, que incluye un terminal  
30 móvil 200 ejemplar, configurado de acuerdo con una o más realizaciones de la invención, y una estación base 250. El terminal móvil 200 incluye un transceptor 210 de radio, el cual, en algunas realizaciones, se puede configurar de acuerdo con las especificaciones de LTE. En este caso, la estación base 250 de servicio puede comprender un nodo B evolucionado, o un eNodeB, configurado de acuerdo con las especificaciones de LTE. El transceptor 210 de radio también puede ser compatible con uno o más estándares de comunicación inalámbrica adicionales, incluyendo  
35 estándares de red inalámbrica de área amplia tales como GSM o CDMA de banda ancha, o estándares de red de área local inalámbrica tales como uno o más de la familia de estándares IEEE 802.11. El terminal móvil 200 incluye además un controlador 220; las funciones del controlador 220 pueden incluir el procesamiento de órdenes de información de concesión de programación y de control de potencia de transmisión (TPC) recibidas desde la estación base, y la determinación de ajustes de salida de potencia para transmisiones por el transceptor 210 de  
40 radio a la estación base 250. En particular, como se describirá con más detalle más adelante, el controlador 220 puede configurarse en algunas realizaciones para ajustar un valor de control de potencia acumulado en respuesta a cada orden de TPC que dirige un ajuste negativo en la potencia de transmisión, es decir, órdenes de TPC de "ABAJO", pero para ajustar el valor acumulado de control de potencia en respuesta a cada orden de TPC que dirige un ajuste positivo en la potencia de transmisión (órdenes de TPC de "ARRIBA") sólo si un ajuste de potencia  
45 provisional calculado a partir de uno o más parámetros de enlace de radio y el valor de control de potencia acumulado no ajustado indica que el terminal móvil está limitado de potencia. El controlador 220 está configurado además para calcular los ajustes de potencia de transmisión para cada transmisión del transceptor 210 de radio en base al valor de control de potencia acumulado y los uno o más parámetros de enlace de radio.

50 El terminal móvil 200 también incluye una memoria 230, que puede contener datos de software y de programa para configurar el controlador 220 de acuerdo con una o más realizaciones de la invención. La memoria 230 también puede almacenar uno o más de los parámetros de enlace de radio utilizados por el controlador 220 para determinar los ajustes de salida de potencia. Algunos de estos parámetros de control de potencia pueden estar configurados estáticamente, es decir, almacenados en la memoria 230 en el momento de fabricación, mientras que otros pueden estar configurados de forma semiestática, es decir, configurados por información de señalización recibida desde la  
55 estación base 250. La memoria 230 puede usarse adicionalmente para almacenar el valor de control de potencia acumulado de acuerdo con una o más realizaciones de la invención. La memoria 230 puede comprender uno o más dispositivos de memoria, incluyendo pero no limitada a, memoria Flash, ROM, RAM (por ejemplo, SRAM y/o DRAM), una o más unidades de disco, u otros dispositivos de memoria volátiles o no volátiles.

60 Como se ha indicado anteriormente, se define un mecanismo básico de control de potencia para LTE en "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical layer procedures", 3GPP TS 36.213, vol. 8.1.0, de fecha 12 de diciembre de 2007. El procedimiento de control de potencia definido proporciona que el ajuste de potencia para cada transmisión de sub-trama de terminal móvil se calcule en función del ancho de banda asignado a la sub-trama,  
65 del esquema de modulación y codificación asignado para la sub-trama y de una estimación de pérdida de trayectoria de corriente. En algunos modos de funcionamiento, la potencia de salida del transmisor se calcula adicionalmente en

función de un parámetro que representa órdenes de control de potencia de transmisión (TPC) acumuladas recibidas por el terminal móvil. Si el valor de potencia de salida del transmisor calculado excede una potencia de salida máxima para el terminal móvil, entonces el terminal móvil transmite al nivel máximo. De este modo, un valor de potencia de transmisión para transmisiones en el canal compartido de LTE de enlace ascendente físico (PUSCH) se calcula como:

$$P_T(i) = \min \{ P_{MAX}, 10 \cdot \log(BW[i]) + \Delta_{MCS}(MCS[i]) + \alpha \cdot PL + P_{OFFSET} + TPC_{accum} \} \quad (1)$$

donde  $P_T(i)$  es el ajuste de potencia para la sub-trama  $i$ , en dBm,  $P_{MAX}$  es la potencia de salida máxima permitida para el terminal móvil,  $BW[i]$  es el ancho de banda asignado para la sub-trama  $i$ , en términos de bloques de recursos de LTE (un bloque de recursos de LTE tiene una anchura de 180 kHz),  $\Delta_{MCS}(MCS[i])$  es una entrada de tabla que proporciona una desviación de nivel de potencia para un esquema de modulación/codificación MCS[i] dado,  $PL$  es una estimación de pérdida de trayecto de enlace descendente,  $\alpha$  es un parámetro específico de célula proporcionado al terminal móvil mediante una señalización de capa superior,  $P_{OFFSET}$  es un parámetro de desviación calculado a partir de un parámetro de desviación específico de célula y un parámetro específico de terminal móvil señalado desde el eNodeB, y  $TPC_{accum}$  es un valor de control de potencia acumulado que representa una acumulación de órdenes de potencia de transmisión recibidas desde el eNodeB de servicio. Una fórmula similar se utiliza para calcular un ajuste de potencia de transmisión para transmisiones en el canal de control de enlace ascendente físico (PUCCH).

El valor de control de potencia acumulado  $TPC_{accum}$  se mantiene en el tiempo al actualizarlo en base a órdenes nuevamente recibidas de TPC. Estas órdenes de TPC se reciben a través de un canal de control de enlace descendente en uno de al menos dos formatos. En el primer formato, se recibe una orden de TPC en una concesión de programación proveniente del eNodeB. En este formato, la orden de TPC puede tomar valores [-1,0,1,3] dB o [-3,-1,1,3] dB, dependiendo de los parámetros de configuración semiestáticos determinados por la señalización de capa superior. En un segundo formato, una orden de TPC para el terminal móvil se codifica conjuntamente con otras órdenes de control de potencia de transmisión en el canal de control de enlace descendente y puede asumir valores de acuerdo con uno de los siguientes conjuntos, de nuevo según parámetros de configuración semiestáticos determinados por la señalización de capa superior: [-1,1] dB, [-1,0,1,3] dB o [-3,-1,1,3] dB. El valor de control de potencia acumulado para una sub-trama  $i$  dada viene dado por:

$$f(i) = f(i-1) + \Delta_{TPC}(i-4), \quad (2)$$

donde  $f(0) = 0$ , y  $\Delta_{TPC}(i-4)$  representa el valor de la orden de TPC recibida cuatro sub-tramas antes.

Como se ve en la ecuación (1), un transmisor móvil puede estar limitado en potencia en una sub-trama dada. De acuerdo con la ecuación (1), si el ajuste de potencia calculado de acuerdo con el ancho de banda, el esquema de codificación de modulación, etc. excede la potencia máxima permitida para el terminal móvil, entonces se utiliza el nivel de potencia máximo para el terminal. Sin embargo, la acumulación de órdenes de TPC definida anteriormente no proporciona una excepción para los casos de limitación de potencia. Como resultado, las órdenes de control de potencia se acumulan incluso cuando el terminal móvil está limitado de potencia.

Por ejemplo, cuando se asigna un terminal móvil a un ancho de banda grande, es decir, cuando  $BW[i]$  en la formulación anterior es grande, y/o cuando la pérdida  $PL$  de trayecto de transmisión es grande, la componente de control de potencia  $10 \cdot \log(BW[i]) + \Delta_{MCS}(MCS[i]) + \alpha \cdot PL + P_{OFFSET} + TPC_{accum}$  podría ser mayor que la potencia de transmisión máxima. De este modo, el terminal móvil está limitado en potencia. El eNodeB puede determinar que el terminal móvil no ha alcanzado una relación precisa de señal a ruido (SNR) o relación de señal a interferencia más ruido (SINR) y, por lo tanto, instruirá al terminal móvil para aumentar la potencia transmitiendo órdenes de TPC de "ARRIBA", es decir, que  $\Delta_{TPC}(i-4) > 0$ . Si la situación de limitación de potencia dura mucho tiempo, el valor acumulado de control de potencia puede continuar creciendo sin limitación. Mientras el terminal móvil esté programado para transmitir con un gran ancho de banda, o mientras la pérdida de trayectoria siga siendo alta, el terminal móvil puede necesitar de hecho el nivel máximo de potencia de transmisión. (En algunos escenarios, la potencia de transmisión puede no estar limitada, hasta tal medida que el eNodeB falle completamente para recibir las transmisiones del terminal móvil). Sin embargo, si el programador cambia la asignación de ancho de banda a un ancho de banda más pequeño, o si las condiciones de propagación de radio cambian significativamente, entonces la potencia máxima del terminal móvil podría ser demasiado grande y el SINR recibido superará el objetivo. Aunque la componente de bucle abierto de la fórmula de control de potencia se ajustará a la nueva asignación de ancho de banda a través de la componente  $10 \cdot \log_{10}(BW[i])$ , las órdenes acumuladas de "ARRIBA" en la componente de bucle cerrado ( $TPC_{accum}$ ) pueden causar algún problema. Si el valor de control de potencia acumulado de  $TPC_{accum}$  es grande, entonces el terminal móvil continuará transmitiendo a potencia máxima hasta que el valor de control de potencia acumulado se reduzca a través de sucesivas órdenes de TPC de "ABAJO". Esto podría tardar varias sub-tramas; durante ese tiempo el terminal móvil transmitirá a niveles de potencia innecesariamente altos, causando interferencia a otras señales del transmisor del terminal móvil y consumir innecesariamente la batería del terminal móvil.

Un enfoque para resolver este problema sería modificar los procesos de control de potencia del eNodeB. Por ejemplo, el eNodeB podría configurarse para detener la transmisión de órdenes de "ARRIBA" si el SINR no aumenta en respuesta a las órdenes de "ARRIBA" anteriores. Alternativamente, el eNodeB podría ser configurado para evitar la transmisión de órdenes de "ARRIBA" cuando la asignación de ancho de banda es grande. Sin embargo, ninguno de estos enfoques es probable que resulte en un rendimiento óptimo, porque el objetivo de SINR variará debido a las variaciones de interferencia y la selectividad de frecuencia del canal. Esto sucede especialmente en asignaciones de banda estrecha. Alternativamente, el eNodeB podría requerir que el terminal móvil transmitiera frecuentemente informes de potencia, de modo que el eNodeB pueda determinar si el terminal móvil está limitado o no de potencia. Sin embargo, este enfoque provoca una considerable sobrecarga de señalización en el enlace ascendente.

Una aproximación mejorada, de acuerdo con una o más realizaciones de la presente invención, consiste en modificar los procedimientos de control de potencia previamente especificados por la iniciativa de LTE para el terminal móvil. En este procedimiento modificado, para modos operacionales en los que el ajuste de potencia de transmisión se basa en un valor de control de potencia acumulado, se calcula primero un ajuste de potencia provisional, usando la formulación básica de la ecuación (1). Este ajuste de potencia provisional se calcula sobre la base de los valores actuales para cada uno de los varios parámetros de enlace de radio. Sin embargo, el ajuste de potencia provisional se calcula en base al valor anterior para el valor de control de potencia acumulado. De este modo:

$$P_{PROV}(i) = 10 \cdot \log(BW[i]) + \Delta_{MCS}(MCS[i]) + \alpha \cdot PL + P_{OFFSET} + TPC_{accum}(i-1). \quad (3)$$

La actualización del valor de control de potencia acumulado  $TPC_{accum}(i-1)$  se basa en el ajuste de potencia provisional calculado. En resumen, las órdenes de TPC positivas, es decir, "órdenes de ARRIBA" no se acumulan si el terminal móvil ya está limitado a su potencia de salida máxima. Es decir, si  $P_{PROV} > P_{MAX}$ , entonces  $TPC_{accum}(i) = TPC_{accum}(i-1) + \min\{0, \Delta_{TPC}(i-4)\}$ . De lo contrario, el valor de control de potencia acumulado se actualiza con cualquier orden de TPC recibida. Es decir, que si  $P_{PROV} \leq P_{MAX}$ , entonces  $TPC_{accum}(i) = TPC_{accum}(i-1) + \Delta_{TPC}(i-4)$ .

El procedimiento de control de potencia precedente es directamente aplicable a la determinación de ajustes de potencia de transmisión para transmisiones de un terminal móvil de LTE, tal como el terminal móvil 200, en el canal físico de enlace ascendente (PUSCH). Por supuesto, se pueden hacer modificaciones similares para la determinación de ajustes de potencia de transmisión para transmisiones en el canal de control de enlace ascendente físico de LTE (PUCCH). Por supuesto, el experto en la técnica apreciará que las técnicas descritas en la presente memoria pueden aplicarse en otros sistemas inalámbricos y pueden modificarse de diversas maneras. De este modo, en el diagrama de flujo de la figura 3 se proporciona una visión más general de un método para controlar la potencia de transmisión de un terminal móvil en un sistema de comunicación inalámbrico.

Cada iteración del flujo lógico de la figura 3 comienza con la recepción de una orden de control de potencia de transmisión (TPC) desde una estación base de servicio, como se muestra en 310. En el sistema de LTE descrito anteriormente, la orden de TPC podría asumir cualquiera entre varios valores, dependiendo del ajuste actual del terminal móvil. En algunos sistemas, las órdenes de TPC pueden limitarse a las órdenes de "ARRIBA" y "ABAJO", donde "ARRIBA" y "ABAJO" indican un ajuste incremental fijo, tal como de 1 dB, a la potencia de transmisión anterior. En otros, las órdenes de TPC pueden asumir un intervalo más amplio de valores. El experto en la técnica observará adicionalmente que puede haber un ligero retraso en algunos sistemas entre la recepción real de la orden de TPC y su uso en el cálculo de los ajustes de potencia de transmisión. Por ejemplo, en los procedimientos basados en LTE discutidos anteriormente, el cálculo del ajuste de potencia de transmisión para la sub-trama  $i$  se basa en una orden de TPC recibida en la sub-trama  $i-4$ . En otros sistemas, el retraso puede ser más largo o más corto que éste.

Como se ha comentado anteriormente con respecto a LTE, las órdenes de TPC pueden recibirse desde la estación base de servicio a través de un canal de control. En algunas realizaciones, las órdenes de TPC pueden ser transmitidas de acuerdo con un formato de asignación de programación o con un formato de orden de control de potencia; de este modo, se pueden requerir algunas realizaciones de la presente invención para extraer las órdenes de control de potencia de transmisión del canal de control de acuerdo con uno o ambos de estos formatos.

En cualquier caso, si la orden de TPC indica un ajuste hacia abajo, es decir, si el ajuste dirigido a la potencia de transmisión anterior es negativo, como se determina en el bloque 320, entonces el procesamiento continúa en el bloque 350, donde un valor acumulado de control de potencia es ajustado de acuerdo con la orden de TPC. En el bloque 360, se calcula después el valor de potencia de transmisión para una transmisión de corriente, en base al valor de control de potencia acumulado y uno o más parámetros de enlace de radio. En el ajuste de LTE, estos parámetros de enlace de radio incluyen una asignación de ancho de banda de transmisión, parámetros de esquema de modulación/codificación y una estimación de pérdida de trayecto de transmisión. En otros sistemas, los parámetros de enlace de radio pueden incluir uno o más de estos parámetros de enlace de radio y/o uno o más parámetros de enlace de radio. En algunas realizaciones, el cálculo en el bloque 360 del ajuste de potencia de

transmisión también puede basarse en uno o más valores de desviación. Estos valores de desviación pueden incluir una desviación de potencia de transmisión específica de célula o una desviación de potencia de transmisión específica de terminal móvil, o ambas. Uno o más de estos valores de desviación pueden recibirse de la estación base de servicio.

5 El experto en la técnica apreciará que el ajuste de potencia de transmisión calculado en el bloque 360 puede, en algunas circunstancias, reflejar una situación de limitación de potencia incluso si el valor de control de potencia acumulado acaba de ser ajustado hacia abajo. Sin embargo, cada ajuste hacia abajo del valor de control de potencia  
10 acumulado hace que el terminal móvil tenga algo "menos" de limitación de potencia de la que, de otro modo, había tenido. Después de varios de tales ajustes al valor de control de potencia acumulado, el terminal móvil puede abandonar el estado de limitación de potencia, de modo que las órdenes de TPC subsiguientes provocan realmente un ajuste hacia abajo en la potencia de transmisión.

15 Por otra parte, si la orden de TPC recibida indica un ajuste hacia arriba con respecto a la potencia de transmisión anterior, de nuevo como se determina en el bloque 320, entonces se calcula un ajuste de potencia provisional en el bloque 330. El ajuste de potencia provisional se calcula basándose en los mismos uno o más parámetros de enlace de radio discutidos anteriormente, pero se basa en un ajuste previo para el valor de TPC acumulado, por ejemplo, el valor inmediatamente anterior. De este modo, el cálculo de ajuste de potencia provisional refleja un ajuste de potencia de transmisión asumiendo que el valor de TPC acumulado no se ajusta hacia arriba de acuerdo con la  
20 orden de TPC actual. Por supuesto, el ajuste de potencia provisional no se calcula necesariamente "desde cero" (en algunos casos, el ajuste de potencia provisional se puede calcular simplemente configurando un ajuste de potencia provisional anterior para cualquier cambio en los parámetros de enlace de radio).

25 En el bloque 340, el terminal móvil determina si está limitado en potencia, en base al ajuste de potencia provisional. En algunas realizaciones, se determina que el terminal móvil esté limitado en potencia si el ajuste de potencia provisional es mayor que el límite de potencia para el terminal móvil. En otros, el terminal móvil se considera limitado en potencia si el ajuste de potencia provisional es mayor o igual que el límite de potencia del terminal móvil. En cualquier caso, si el terminal móvil está limitado en potencia, entonces el valor de control de potencia acumulado no se ajusta, y el procesamiento pasa al bloque 360, donde se calcula el ajuste de potencia de transmisión. En este  
30 caso, por supuesto, el ajuste de potencia de transmisión será el máximo permitido para el terminal móvil, puesto que el terminal móvil está limitado en potencia.

Si, por otra parte, el ajuste de potencia provisional es menor que el límite de potencia del terminal móvil, entonces el valor de control de potencia acumulado se ajusta, en el bloque 350, para reflejar la orden de TPC recibida de "ARRIBA". El ajuste de potencia de transmisión se calcula en el bloque 360; el ajuste de potencia de transmisión en este caso refleja los parámetros de enlace de radio actuales y el valor de control de potencia acumulado actualizado.

35 En el método ilustrado en la figura 3, se supone implícitamente que existe un valor de control de potencia acumulado anterior; es decir, que se puede actualizar un valor anterior para el valor de control de potencia acumulado en base a una orden de TPC recibido. En la especificación LTE mencionada anteriormente, el valor de orden de potencia de transmisión acumulada se inicializa a cero; sin embargo, no se definen criterios para restablecer los valores de control de potencia acumulados. En la práctica, pueden ser necesarios diversos criterios para restablecer los valores de control de potencia acumulados. Por ejemplo, como apreciará el experto en la técnica, las diferentes células pueden tener diferentes desajustes de pérdida de trayecto de enlace ascendente/descendente debido a pérdidas de alimentación y otros aspectos relacionados con el despliegue. Cuando un terminal móvil entra en una nueva célula, cualquier valor de desviación específico de célula utilizado en el cálculo de los ajustes de potencia de transmisión puede actualizarse para reflejar el nuevo ajuste de celda. Esto puede hacerse, por ejemplo, al recibir nuevos valores de desviación específicos de célula transmitidos a la estación móvil a través del canal de control. Estos nuevos valores de desviación específicos de célula pueden entonces ser utilizados por el terminal móvil en cálculos subsiguientes de ajuste de potencia. Sin embargo, si los valores de control de potencia acumulados no se restablecen en tal situación, la configuración de los ajustes de potencia de transmisión a un nivel apropiado podría retrasarse innecesariamente. De hecho, puesto que las órdenes de TPC en LTE normalmente sólo se transmiten cuando un terminal móvil tiene datos para transmisión, y no de antemano, esto puede resultar en innecesarias retransmisiones de HARQ (petición de repetición automática híbrida) y fallos de HARQ. Además, si la nueva célula desconoce las órdenes de TPC enviadas desde la primera célula, el nuevo eNodeB no puede rastrear la potencia de transmisión del terminal móvil. Puede haber otras situaciones en las que el restablecimiento de los valores de TPC acumulados sea ventajoso, tal como cuando un UE intenta la sincronización de enlace ascendente después de la pérdida de sincronización de enlace ascendente.

60 Por consiguiente, en algunas realizaciones de la invención, un terminal móvil está provisto de criterios para cuándo reiniciar la acumulación de TPC. Por ejemplo, un terminal móvil de LTE puede configurarse con criterios para restablecer la acumulación de TPC correspondiente a las transmisiones de enlace ascendente en el canal de enlace ascendente compartido (PUSCH). En algunas realizaciones, pueden usarse los mismos criterios para restablecer una acumulación separada de las órdenes de TCP de canal de control de enlace ascendente (PUCCH). En otras,  
65 pueden proporcionarse criterios separados para restablecer el valor de TCP acumulado para el PUCCH.

Ejemplos de tales criterios incluyen, pero no se limitan a: detección de un cambio en la célula de servicio; un intento de obtener sincronización de enlace ascendente después de la pérdida de sincronización; unos períodos de modo de recepción discontinuo largo DRX (por ejemplo, si el tiempo transcurrido desde una transmisión en el PUSCH o en el PUCCH excede un umbral configurado). La entrada o salida del estado activo; recepción de una orden de TPC que indica que se debe utilizar una desviación absoluta de potencia, en lugar de un valor de control de potencia acumulado, para calcular el ajuste de potencia de transmisión; y un cambio en uno o más parámetros de control de potencia controlados por el sistema, tales como el factor  $\alpha$  de escala de pérdida de trayecto o el parámetro  $P_{\text{OFFSET}}$  de desviación de la ecuación (1). El experto en la técnica apreciará que también pueden formarse diversos criterios combinando dos o más de los criterios anteriores (u otros criterios) usando las operaciones lógicas "AND" y/o "OR".

La figura 4 ilustra así un método para evaluar si el valor de control de potencia acumulado debe restablecerse. En algunas realizaciones, el valor de control de potencia acumulado se restablece a cero, aunque otros valores de inicialización son posibles. El experto en la técnica apreciará que el método ilustrado en la figura 4, o sus variantes, se pueden combinar, en algunas realizaciones de la invención, con el método ilustrado en la figura 3.

En cualquier caso, cada iteración del método representado en la figura 4 comienza con una evaluación de si la célula de servicio ha cambiado, como se muestra en el bloque 410. (Por supuesto, las evaluaciones representadas en los bloques 410-460 se pueden realizar en Cualquier orden). Si es así, el control pasa al bloque 470, donde se restablece el valor de control de potencia acumulado. De no ser así, se evalúan de manera similar criterios adicionales para restablecer el valor de control de potencia acumulado. De este modo, la estación móvil determina si se perdió la sincronización de enlace ascendente, en el bloque 420, si el tiempo desde una última transmisión supera un umbral predeterminado, en el bloque 430, y si se recibió un nuevo parámetro de control de potencia desde la estación base de servicio, en el bloque 440. De manera similar, la estación móvil evalúa si ha salido de o entrado en un estado activo, en el bloque 450, y si ha recibido una orden absoluta de desviación de potencia desde la estación base, en el bloque 460. Si se cumple cualquiera de estos criterios de restablecimiento, entonces el valor de control de potencia acumulado se restablece, en el bloque 470. De lo contrario, los criterios continúan siendo reevaluados.

Los diversos métodos descritos anteriormente, así como variaciones de los mismos, pueden implantarse en terminales móviles, tal como el terminal móvil 200 representado en la figura 2, configurado para funcionar en un sistema de comunicación inalámbrico que emplee control de potencia de bucle cerrado. La presente invención puede, por supuesto, llevarse a cabo de otras maneras que las específicamente expuestas aquí sin apartarse de las características esenciales de la invención, como se definen en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para controlar la potencia de transmisión en un terminal móvil (200) en un sistema de comunicación inalámbrica en el que una anchura de banda de transmisión asignada para las transmisiones por el terminal móvil (200) es variable por transmisión, comprendiendo el método recibir (310) una pluralidad de órdenes de control de potencia de transmisión, administrando cada orden de control de potencia de transmisión un ajuste en la potencia de transmisión relacionado con una transmisión anterior del terminal móvil (200); caracterizado porque el método comprende adicionalmente:
- cuando el terminal móvil esté en un estado de limitación de potencia que requiere que el terminal móvil transmita a su máxima potencia de transmisión:
- ajustar (350) un valor de control de potencia acumulado cuando una orden de control de potencia de transmisión recibida administra un ajuste negativo en la potencia de transmisión;
  - ignorar una orden de control de potencia de transmisión recibida cuando la orden de control de potencia de transmisión recibida administra un ajuste positivo en la potencia de transmisión, de modo que el valor de control de potencia acumulado no se ajusta cuando la orden de control de potencia de transmisión recibida administra un ajuste positivo en potencia de transmisión; y
  - calcular (360) respectivos ajustes de potencia de transmisión para cada transmisión por el terminal móvil (200) como el menor de la potencia máxima de transmisión para el terminal móvil y la potencia de salida de transmisor calculada en función de la anchura de banda asignada para la transmisión y el valor de control de potencia acumulado.
2. El método de la reivindicación 1, en el que el terminal móvil (200) está en el estado de potencia limitada cuando las transmisiones del terminal móvil (200) se realizan a una anchura de banda de transmisión y/o en condiciones de propagación de radio que requieren que el terminal móvil transmita a la máxima potencia de transmisión.
3. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 ó 2, en el que el hecho de ignorar las órdenes de potencia de transmisión que administran un ajuste positivo en la potencia de transmisión reduce el tiempo hasta que el terminal móvil (200) abandona el estado de potencia limitada, cuando la anchura de banda de transmisión y/o las condiciones de propagación de radio cambian de modo que ya no se requiere la máxima potencia de transmisión para las transmisiones del terminal móvil (200).
4. El método de la reivindicación 1, en el que recibir (310) una pluralidad de órdenes de control de potencia de transmisión comprende adicionalmente recibir un canal de control desde una estación base de servicio y extraer las órdenes de control de potencia de transmisión desde el canal de control.
5. El método de la reivindicación 4, en el que extraer las órdenes de control de potencia de transmisión del canal de control comprende adicionalmente extraer las órdenes de control de potencia de transmisión de acuerdo con un formato de asignación de programación o un formato de orden de control de potencia.
6. El método de la reivindicación 1, en el que la potencia de salida del transmisor se calcula adicionalmente en función de al menos uno de entre una estimación de pérdida de trayecto de transmisión y un esquema de modulación y codificación.
7. El método de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente recibir uno o más valores de desviación de una estación base de servicio, en el que los ajustes de potencia de transmisión se calculan adicionalmente en base a uno o más valores de desviación.
8. El método de la reivindicación 7, en el que el uno o más valores de desviación incluyen una desviación de potencia de transmisión específica de célula o una desviación de potencia de transmisión específica del terminal móvil (200), o ambas.
9. El método de la reivindicación 1, en el que el método comprende adicionalmente:
- monitorizar (410, 420, 430, 440, 450, 460) para la aparición de uno o más criterios de restablecimiento de control de potencia de transmisión predeterminados; y
  - restablecer (470) el valor de control de potencia acumulado a un valor predeterminado en respuesta a cada dicha aparición.
10. El método de la reivindicación 9, en el que los criterios de restablecimiento de control de potencia de transmisión predeterminados incluyen al menos uno de entre un cambio en la célula de servicio para el terminal móvil (200), una pérdida de sincronización de enlace ascendente, el transcurso de un período predeterminado sin ninguna

transmisión del terminal móvil (200), la recepción de un parámetro de control de potencia cambiado desde la célula de servicio y la recepción de una orden de control de potencia de transmisión que especifica una desviación absoluta de potencia en lugar de un ajuste de potencia relativo.

5 11. Un terminal móvil (200) para uso en una red de comunicación inalámbrica en la que un ancho de banda de transmisión asignado para transmisiones del terminal móvil (200) es variable por transmisión, comprendiendo el terminal móvil (200) un transceptor (210) de radio y un controlador (220), estando configurado el controlador (220) para recibir una pluralidad de órdenes de control de potencia de transmisión a través del transceptor (210) de radio, ordenando cada control de potencia de transmisión administrar un ajuste en potencia de transmisión con relación a una transmisión anterior del terminal móvil (200); caracterizado porque el controlador (220) está configurado adicionalmente para:

cuando el terminal móvil (200) esté en un estado de potencia limitada, que requiere que el terminal móvil (200) transmita a su máxima potencia de transmisión:

15 - ajustar valor de control de potencia acumulado cuando una orden de control de potencia de transmisión recibida administre un ajuste negativo en potencia de transmisión;

20 - ignorar una orden de control de potencia de transmisión recibida cuando la orden de control de potencia de transmisión recibida administre un ajuste positivo en potencia de transmisión, de modo que el valor de control de potencia acumulado no se ajuste cuando la orden de control de potencia de transmisión recibida administre un ajuste positivo en potencia de transmisión; y

25 - calcular los respectivos ajustes de potencia de transmisión para cada transmisión del terminal móvil (200) como el menor de la potencia máxima de transmisión para el terminal móvil (200) y la potencia de salida del transmisor calculada en función de la anchura de banda asignada para la transmisión y el valor de control de potencia acumulado.

30 12. El terminal móvil (200) de la reivindicación 11, en el que el terminal móvil (200) está en el estado de potencia limitada cuando las transmisiones del terminal móvil (200) se realizan a un ancho de banda de transmisión y/o en condiciones de propagación de radio que requieren que el terminal móvil transmita a la máxima potencia de transmisión.

35 13. El terminal móvil (200) de una cualquiera de las reivindicaciones 11 ó 12, en el que el controlador (220), al estar configurado para ignorar las órdenes de potencia de transmisión que administran un ajuste positivo en la potencia de transmisión, reduce el tiempo hasta que el terminal móvil (200) abandona el estado de potencia limitada, cuando el ancho de banda de transmisión y/o las condiciones de propagación de radio cambian, de modo que ya no se requiere la máxima potencia de transmisión para las transmisiones del terminal móvil (200).

40 14. El terminal móvil (200) de la reivindicación 11, en el que el transceptor (210) de radio está configurado adicionalmente para recibir un canal de control desde una estación base de servicio y extraer las órdenes de control de potencia de transmisión del canal de control.

45 15. El terminal móvil (200) de la reivindicación 14, en el que el transceptor (210) de radio está configurado además para extraer las órdenes de control de potencia de transmisión del canal de control de acuerdo con un formato de asignación de programación o un formato de orden de control de potencia.

50 16. El terminal móvil (200) de la reivindicación 11, en el que el controlador (220) está configurado adicionalmente para calcular la potencia de salida del transmisor en función de al menos uno de entre una estimación de pérdida de trayecto de transmisión y un esquema de modulación y codificación.

55 17. El terminal móvil (200) de la reivindicación 11, en el que el controlador (220) está configurado adicionalmente para recibir, mediante el transceptor (210) de radio, uno o más valores de desviación desde una estación base de servicio (250), en el que los ajustes de potencia de transmisión se calculan adicionalmente en base a uno o más valores de desviación.

60 18. El terminal móvil (200) de la reivindicación 17, en el que el uno o más valores de desviación incluyen una desviación de potencia de transmisión específica de célula o una desviación de potencia de transmisión específica del terminal móvil, o ambas.

65 19. El terminal móvil (200) de la reivindicación 11, en el que el controlador (220) está configurado adicionalmente para:

- monitorizar la aparición de uno o más criterios de restablecimiento de control de potencia de transmisión predeterminados; y

- restablecer el valor de control de potencia acumulado a un valor predeterminado en respuesta a cada dicha aparición.

5 20. El terminal móvil (200) de la reivindicación 19, en el que los criterios de restablecimiento de control de potencia de transmisión predeterminados incluyen al menos uno de entre un cambio en la célula de servicio para el terminal móvil (200), una pérdida de sincronización de enlace ascendente, el transcurso de un periodo predeterminado sin ninguna transmisión del terminal móvil (200), la recepción de un parámetro de control de potencia cambiado desde la célula de servicio y la recepción de una orden de control de potencia de transmisión que especifica una desviación absoluta de potencia en lugar de un ajuste de potencia relativo.

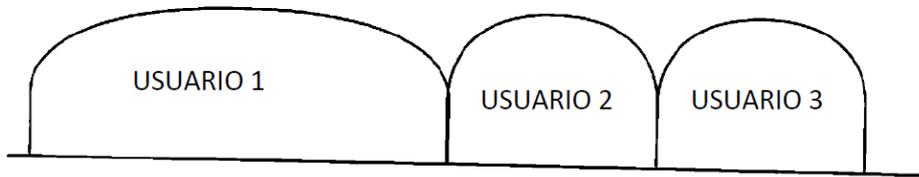


FIG. 1

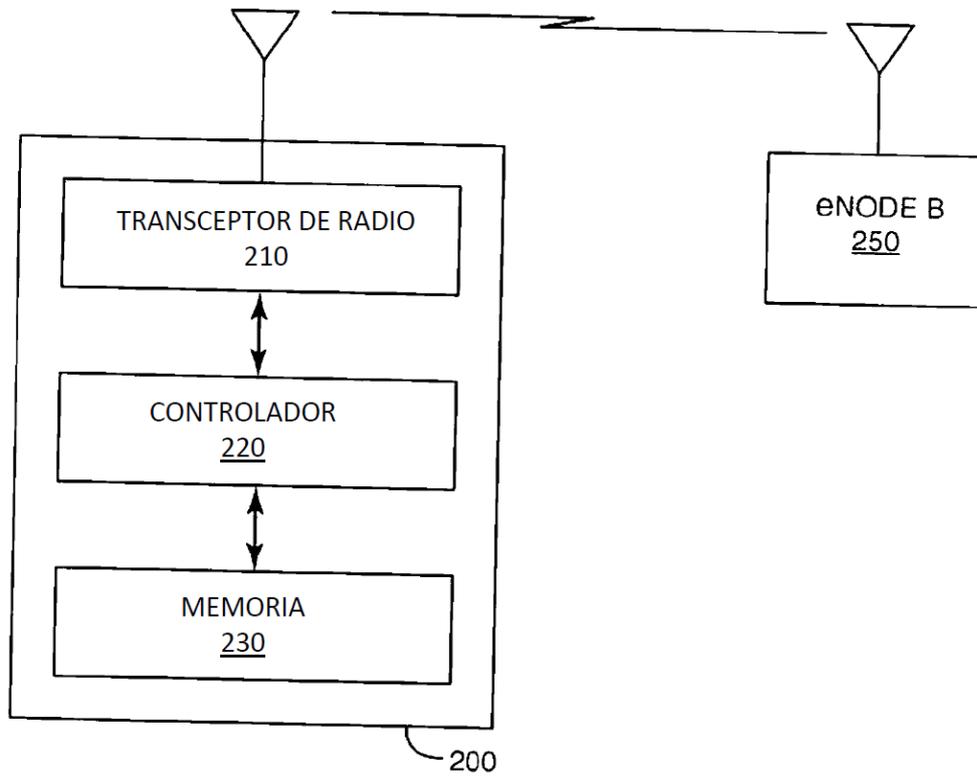


FIG. 2

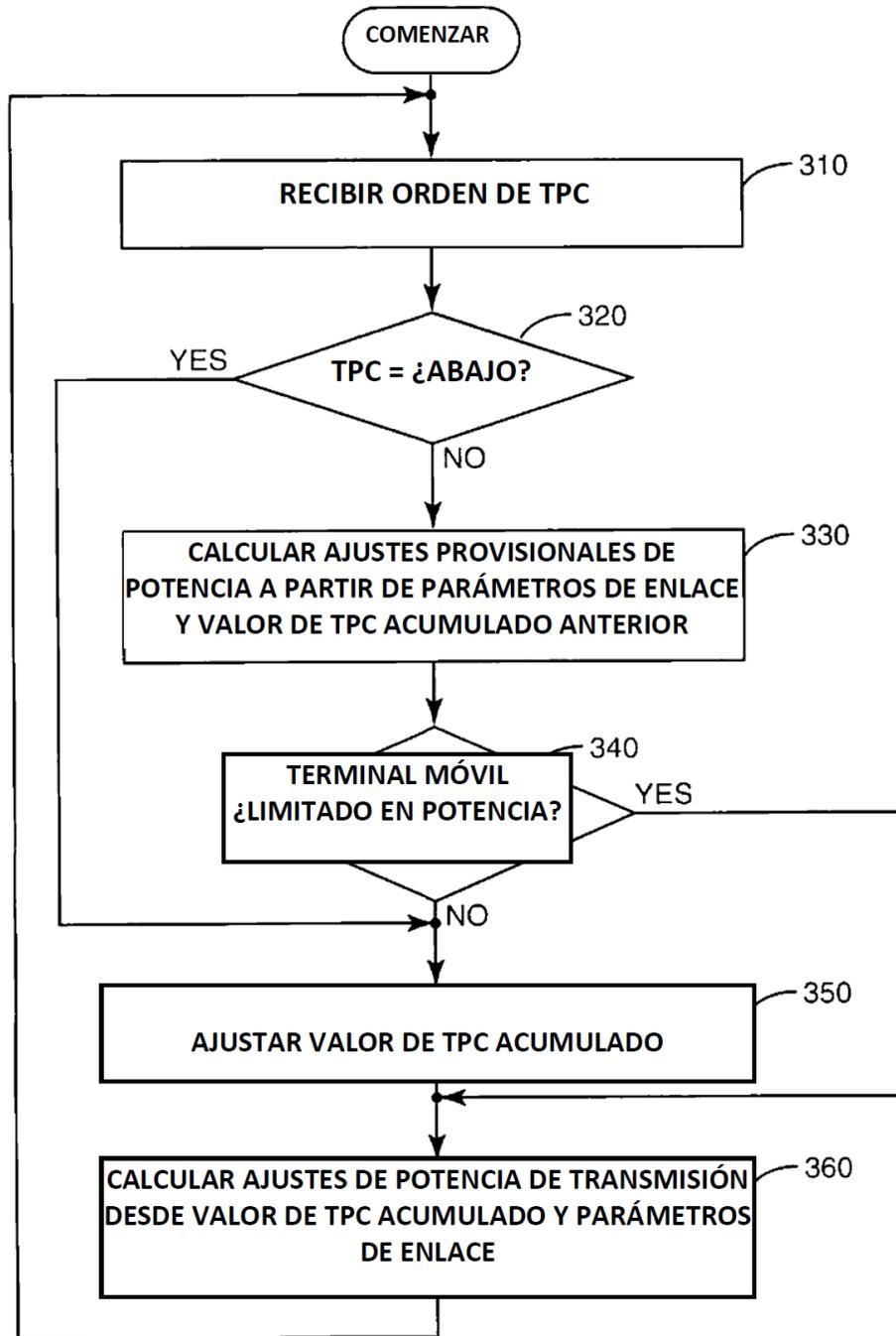


FIG. 3

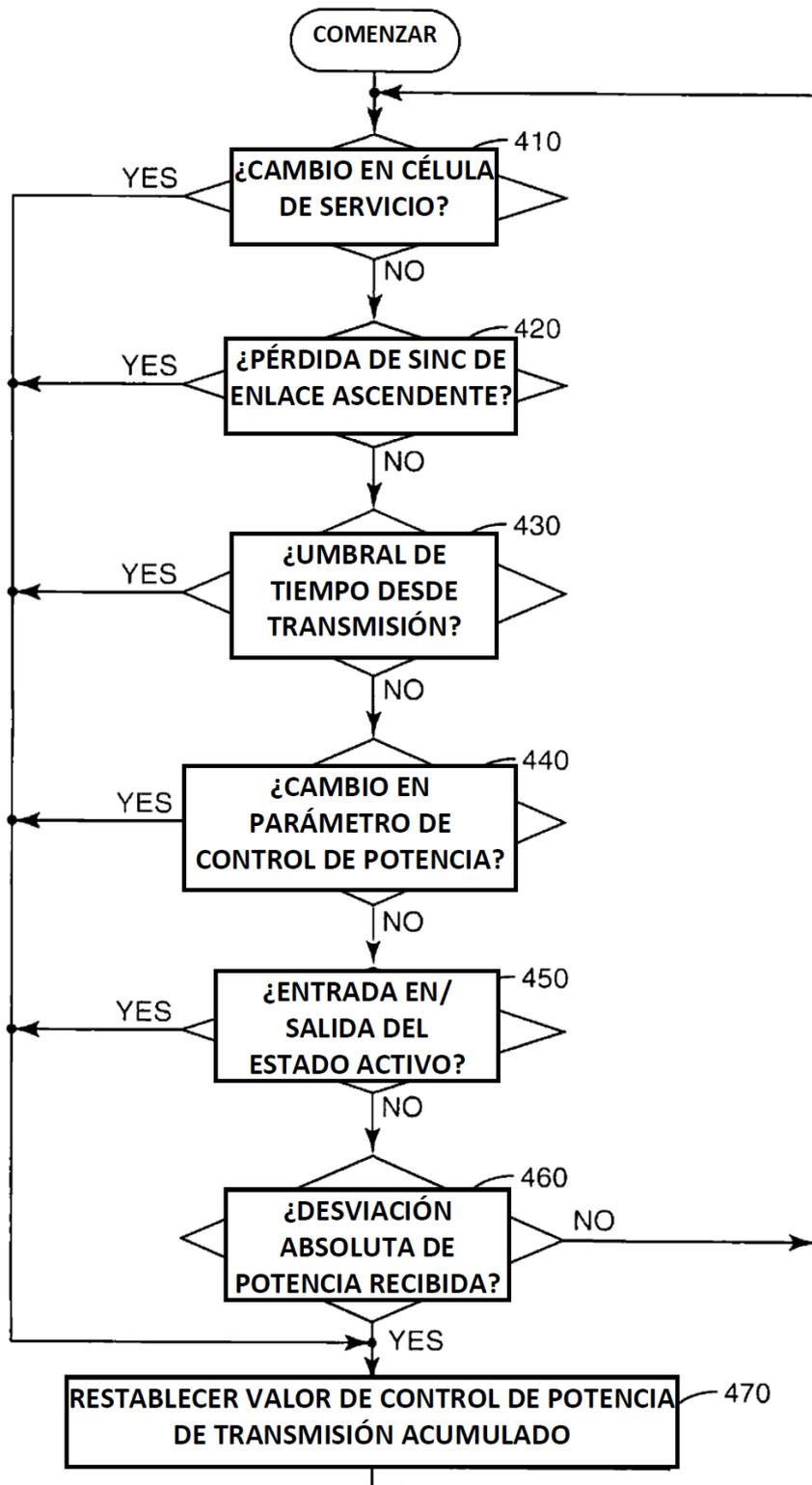


FIG. 4