(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 762 183**

(51) Int. Cl.:

H04W 52/08 (2009.01)
H04W 52/10 (2009.01)
H04W 52/14 (2009.01)
H04W 52/24 (2009.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2008** **E 12158263 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.10.2019** **EP 2464176**

(54) Título: **Procedimiento combinado de bucle abierto/bucle cerrado para controlar la potencia de enlace ascendente de una estación móvil**

(30) Prioridad:

07.03.2007 US 893575 P
19.03.2007 US 895561 P
20.06.2007 US 945286 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
22.05.2020

(73) Titular/es:

INTERDIGITAL TECHNOLOGY CORPORATION (100.0%)
200 Bellevue Parkway, Suite 300
Wilmington, DE 19809, US

(72) Inventor/es:

SHIN, SUNG-HYUK;
LIN, ZINAN;
GRIECO, DONALD M. y
OLESEN, ROBERT L.

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 762 183 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Procedimiento combinado de bucle abierto/bucle cerrado para controlar la potencia de enlace ascendente de una estación móvil

Sector técnico de la invención

La presente invención está relacionada con los sistemas de comunicación inalámbrica.

Antecedentes

Para el enlace ascendente (UL) del acceso radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA, evolved universal terrestrial radio access), se han presentado varias propuestas de control de la potencia de transmisión (TPC, transmit power control) al grupo de trabajo 1 (WG1) de la evolución a largo plazo (LTE, long term evolution) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP, third generation partnership project). Estas propuestas se pueden dividir en general en TPC de bucle abierto (lento) y TPC basado en bucle cerrado lento o en información de calidad del canal (CQI, channel quality information).

El TPC de bucle abierto se basa en la medición de la pérdida por trayectoria y en parámetros del sistema, donde la medición de la pérdida por trayectoria se lleva a cabo en una unidad de transmisión/recepción inalámbrica (WTRU, wireless transmit/receive unit) y los parámetros del sistema son proporcionados por el nodo B evolucionado (eNodoB).

El TPC de bucle cerrado está basado habitualmente en información de retroalimentación de TPC (tal como un comando TPC), que se envía periódicamente desde el eNodoB donde la información de retroalimentación se obtiene generalmente utilizando una relación señal/interferencia más ruido (SINR, signal-to-interference noise ratio) medida en el eNodoB.

El TPC de bucle abierto puede compensar las variaciones del canal a largo plazo (por ejemplo, la pérdida por trayectoria y la atenuación por obstáculos), de manera efectiva, por ejemplo, sin la historia de la potencia de transmisión. Sin embargo, el TPC de bucle abierto tiene como resultado habitualmente errores de medición de la pérdida por trayectoria y errores de ajuste de la potencia de transmisión. Por otra parte, el TPC basado en bucle cerrado lento o en CQI es menos sensible a errores en la medición y en el ajuste de la potencia de transmisión, debido a que se basa en retroalimentación señalizada desde el eNodoB. Sin embargo, el TPC basado en bucle cerrado lento o en CQI degrada el rendimiento cuando no hay retroalimentación disponible debido a una o varias pausas de transmisión de UL en la transmisión de retroalimentación o las variaciones del canal son sensiblemente dinámicas.

Para E-UTRA de UL, hay varias propuestas de PC entre celdas, que se han presentado al grupo de trabajo (WG)#1 de evolución a largo plazo (LTE) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP). Estas propuestas se pueden dividir generalmente en PC de bucle abierto lento y bucle cerrado lento (o PC basado en CQI). El PC de bucle abierto puede compensar las variaciones del canal a largo plazo (por ejemplo, la pérdida por trayectoria y la atenuación por obstáculos), de manera efectiva, por ejemplo, sin la historia de la potencia de transmisión, pero habitualmente sufre errores en la medición de la pérdida por trayectoria y en el ajuste de la potencia de transmisión. Por otra parte, el PC basado en bucle cerrado lento o en CQI es menos sensible a errores en la medición y en el ajuste de la potencia de transmisión, debido a que se basa en retroalimentación señalizada desde el eNodoB. Sin embargo, éste degrada el rendimiento cuando no hay retroalimentación disponible debido a una o varias pausas de transmisión de UL en la transmisión de retroalimentación.

La memoria US 6600772 B1 da a conocer un procedimiento que controla la potencia de transmisión de una estación de comunicación de transmisión en un sistema de comunicación dúplex por división de tiempo de espectro ensanchado. El control de potencia combinado de bucle cerrado/bucle abierto controla los niveles de potencia de transmisión en el sistema de comunicación dúplex por división de tiempo de espectro ensanchado.

La memoria US 2003/002452 A1 da a conocer una técnica para calibrar la potencia de transmisión de bucle abierto de un dispositivo de comunicación inalámbrica. Un sistema ajusta dinámicamente la potencia de transmisión utilizando un bucle de retroalimentación. El sistema incluye una parte de receptor y una parte de transmisión implementadas utilizando dos factores de control de ganancia diferentes.

Por tanto, existe la necesidad de un procedimiento mejorado del control de potencia de transmisión.

Compendio

Se da a conocer un procedimiento y un aparato según las reivindicaciones independientes, que comprenden un esquema combinado de control de potencia de enlace ascendente de bucle abierto/bucle cerrado para E-UTRA. El procedimiento combinado de bucles abierto y cerrado para PC entre celdas de UL controla la densidad espectral de la potencia (PSD, power spectral density) de transmisión, PSD_{Tx}, de la unidad de transmisión recepción inalámbrica (WTRU) (por ejemplo, potencia por RB).

Breve descripción de los dibujos

Se puede obtener una comprensión más detallada de la invención a partir de la siguiente descripción de una realización preferida, proporcionada a modo de ejemplo y que se comprenderá junto con los dibujos adjuntos, en los cuales:

la figura 1 es un ejemplo de un sistema de comunicación inalámbrica;

la figura 2 es un ejemplo de un diagrama de bloques de un transmisor y un receptor configurados para implementar el procedimiento de control de potencia (PC, power control) dado a conocer;

la figura 3 muestra un ejemplo de la temporización del procedimiento de PC combinado dado a conocer;

la figura 4 muestra un ejemplo del procedimiento de control de potencia combinado dado a conocer, cuando inter-TTI es uno (1);

la figura 5 muestra otro ejemplo de la temporización de PC combinado dado a conocer, cuando inter-TTI es dos (2);

la figura 6 muestra un ejemplo del esquema de PC combinado dado a conocer, que incluye transmisión discontinua (DTX);

la figura 7 muestra un ejemplo del procedimiento de PC dado a conocer, para el instante de actualización enésimo; y

la figura 8 muestra un diagrama de flujo del procedimiento combinado de bucle abierto y bucle cerrado, de determinación del TPC.

Descripción detallada

Cuando se menciona en lo que sigue, el término "unidad de transmisión/recepción inalámbrica (WTRU)" incluye, de forma no limitativa, un equipo de usuario (UE, user equipment), una estación móvil, una unidad de abonado fijo o móvil, un dispositivo de radiobúsqueda, un teléfono celular, un asistente digital personal (PDA, personal digital assistant), un ordenador o cualquier otro tipo de dispositivo de usuario que pueda funcionar en un entorno inalámbrico. Cuando se menciona en adelante, el término "estación base" incluye, de forma no limitativa, un nodo B, un controlador del sitio, un punto de acceso (AP, access point) o cualquier otro tipo de dispositivo de interfaz que pueda funcionar en un entorno inalámbrico.

La figura 1 muestra un ejemplo de red de comunicación inalámbrica (NW) 10 que comprende una WTRU 20, uno o varios nodos B 30 y una o varias celdas 40. Cada celda 40 comprende uno o varios nodos B (NB o eNB) 30 que incluyen un transceptor 120 configurado para implementar un procedimiento de control de potencia de transmisión (TPC) dado a conocer. La WTRU 20 comprende un transceptor 110 configurado asimismo para implementar el procedimiento de TPC dado a conocer.

La figura 2 es un diagrama de bloques funcional de transceptores 110, 120 configurados para llevar a cabo el procedimiento dado a conocer. Además de los componentes incluidos en un típico transceptor/receptor, es decir, una WTRU o un nodo B, los transceptores 110, 120 incluyen procesadores 115, 125, receptores 116, 126 en comunicación con los procesadores 115, 125, transmisores 117, 127 en comunicación con los procesadores 115, 125 y antenas 118, 128 en comunicación con los receptores 116, 126 y los transmisores 117, 127 para facilitar la transmisión y recepción de datos inalámbricos. Adicionalmente, el receptor 126, el transmisor 127 y la antena 128 pueden ser un único receptor, transmisor y antena, o pueden incluir una serie de receptores, transmisores y antenas individuales, respectivamente. El transmisor 110 puede estar situado en una WTRU o múltiples circuitos de transmisión 110 pueden estar situados en una estación base. El receptor 120 puede estar situado en cualquiera de la WTRU, el nodo B o ambos.

El procedimiento de TPC dado a conocer comprende un esquema combinado de bucle abierto y bucle cerrado para el control de potencia entre celdas de enlace ascendente (UL). El procedimiento comprende controlar la densidad espectral de la potencia (PSD) de transmisión, o PSD de transmisión (PSD_{Tx}), de la WTRU, por ejemplo, la potencia por bloque de recursos (RB), o la potencia de transmisión de la WTRU utilizando control de potencia (PC) de bucle abierto y bucle cerrado aperiódico tanto para los canales de control del canal de datos de UL como para los símbolos de referencia de sondeo (SRS, sound reference symbols). El indicador de calidad del canal (CQI) de UL (o información del conjunto de codificación de modulación (MCS, Modulation Coding Set)/concesión) se utiliza en la WTRU para corregir errores de bucle abierto y/o de medición, asumiendo que la concesión/MCS de UL representa la relación señal/interferencia más ruido (SINR) recibida en el nodo B. Si no hay CQI disponible, entonces se realiza solamente el bucle abierto. Se puede utilizar señalización de comandos implícita, por ejemplo sin sobrecarga de señalización, para el componente de bucle cerrado. Alternativamente, se puede utilizar una explotación de la señalización de comandos de TPC en el canal de control de DL para el componente de bucle cerrado. Adicionalmente, el procedimiento dado a conocer puede corregir rápidamente los errores de bucle abierto, teniendo como resultado un buen rendimiento.

El procedimiento dado a conocer, tal como se ha indicado anteriormente, comprende controlar la densidad espectral de la potencia (PSD) de transmisión de la WTRU o PSD de transmisión (PSD_{Tx}), por ejemplo, la potencia por bloque de recursos (RB) o la potencia de transmisión. Se debe observar que aunque el procedimiento dado a conocer incluye controlar la PSD de transmisión, esto es equivalente a controlar la potencia de transmisión. La PSD_{Tx} se define como:

$$PSD_{Tx} = PSD_{abierto} + \alpha \cdot \Delta_{cerrado} + \Delta_{MCS} \; ; \qquad \text{Ecuación (1)}$$

donde $PSD_{abierto}$ representa la PSD en bucle abierto basada en pérdida por trayectoria, en dBm; $\Delta_{cerrado}$ es un factor de corrección de potencia que se determina en base al componente de bucle cerrado, que se dará a conocer en detalle más adelante; Δ_{MCS} es un desfase de potencia por MCS concedido; y α es un factor de ponderación para activar (α=1) o desactivar (α=0) el componente de bucle cerrado, dependiendo de la disponibilidad del canal de control del enlace descendente (DL), que incorpora señalización de comandos de (corrección de) PC de bucle cerrado (explícita o implícitamente). El factor de ponderación puede ser determinado por la WTRU 20 mediante la detección autónoma de la presencia de señalización de comandos de PC de bucle cerrado. Alternativamente, la WTRU 20 es informada mediante señalización superior desde el eNodoB 30 sobre si existe señalización de comandos. La PSD de transmisión no debería superar la PSD de transmisión máxima, PSD_{max}, donde PSD_{max} se obtiene en base a la máxima potencia permitida, P_{max}, que depende de la clase de potencia del UE, mediante $PSD_{max} = P_{max} / M$, donde M es el tamaño de la asignación de recursos de canal de UL expresado en número de bloques de recurso válidos para una subtrama determinada.

El esquema de PC intra-celda propuesto en la ecuación (1) puede utilizar un factor de corrección de potencia absoluto en comparación con la PSD basada en bucle abierto. A partir de la ecuación (1), la PSD de Tx de la WTRU en el caso de actualización enésimo se puede expresar como:

$$\begin{aligned} PSD_{Tx}(n) &= PSD_{abierto}(n) + \alpha \cdot \Delta_{cerrado}(n) + \Delta_{MCS}(n) \\ &= PSD'_{Tx}(n-1) + \left(PSD_{abierto}(n) - PSD_{abierto}(n-1)\right) + \alpha \cdot \left(\Delta_{cerrado}(n) - \Delta_{cerrado}(n-1)\right) + \Delta_{MCS}(n) \end{aligned} ;$$

Ecuación (2)

donde $PSD'_{Tx}(n-1)$ representa la (n-1)-ésima PSD de Tx sin el desfase de potencia por MCS concedido, que está dada por $PSD'_{Tx}(n-1) = PSD_{Tx}(n-1) - \Delta_{MCS}(n-1)$.

Habitualmente, los desfases de potencia para los MCS concedidos individuales son conocidos tanto por la WTRU como por el eNodoB.

El procesador 115 de la WTRU 20 combina PC de bucle cerrado y de bucle abierto basado en pérdida por trayectoria, para determinar la PSD_{Tx}. De acuerdo con el procedimiento que se da a conocer, la WTRU 20 lleva a cabo en primer lugar un PC de bucle abierto en base a medición de pérdida por trayectoria y a parámetros del sistema ($PSD_{abierto}$). $PSD_{abierto}$ se calcula como sigue:

$$PSD_{abierto} = PSD_{objetivo} + \overline{L} \;\; (\text{dBm}); \qquad \text{Ecuación (3)}$$

donde

- $PSD_{objetivo}$ es una PSD objetivo recibida en el eNodoB de servicio 30, que es preferentemente un parámetro específico de una WTRU (o de un subgrupo de WTRUs). La PSD objetivo se puede ajustar por medio de un mecanismo de bucle exterior de acuerdo con la calidad de servicio (QoS, Quality of Service) (por ejemplo, la tasa de errores de bloque objetivo (BLER, target block error rate)), y asimismo una función de la medición de la pérdida por trayectoria, para compensar una fracción de la pérdida por trayectoria. La señalización del objetivo de la PSD objetivo se realiza mediante señalización de capas superiores desde el nodo B 30 a la WTRU 20 tras un ajuste en un esquema de tasa reducida; y

- L es la pérdida por trayectoria filtrada en dB, que incluye la atenuación por obstáculos, desde el eNodoB de servicio 30 a la WTRU 20, donde la WTRU 20 mide en primer lugar la pérdida por trayectoria instantánea en base a la señal de referencia (RS, reference signal) de DL cuya potencia de transmisión es conocida. La WTRU 20 aplica a continuación un procedimiento de filtrado a la pérdida por trayectoria. Por ejemplo, la pérdida por trayectoria filtrada en el caso k-ésimo, L_k, se puede calcular como

$$\overline{L}_k = \rho \cdot \overline{L}_{k-1} + (1-\rho) \cdot L_k \; ; \qquad \text{Ecuación (4)}$$

donde L_{k-1} y L_k representan la pérdida por trayectoria filtrada en el caso (k-1)-ésimo y la pérdida por trayectoria instantánea en el caso k-ésimo; ρ es un coeficiente del filtro, $0 \leq \rho \leq 1$, que generalmente es determinado por la WTRU 20, en función de la variación de la pérdida por trayectoria, de la tasa de desvanecimiento rápido, del tiempo de la

transmisión de UL y otros, por ejemplo. El filtrado para la pérdida por trayectoria se puede realizar en la capa PHY y/o en la capa L 2/3.

Una vez la WTRU 20 determina el componente de bucle abierto, el procesador 115 calcula el componente de bucle cerrado. Tal como saben los expertos en la materia, hay errores relacionados con el bucle abierto, que incluyen el error de estimación de la pérdida por trayectoria debido a una reciprocidad no perfecta en UL y DL en FDD y el deterioro de Tx en la WTRU debido a un amplificador de potencia no lineal. Para compensar dichos errores y mantener la calidad del canal de potencia controlada junto con la calidad objetivo, la WTRU aplica una corrección a la PSD basada en bucle abierto en la forma de un PC de bucle cerrado, tal como en la ecuación (1) (o la ecuación (2)).

El eNodoB de servicio 30 determina un comando de corrección de PC (absoluto y/o acumulado) específico de la WTRU para cada WTRU planificada con UL (o un subgrupo de WTRUs planificadas). Preferentemente, el eNodoB 30 utiliza el canal de datos controlado en potencia como una referencia para el comando de corrección. El comando de corrección resultante se señaliza a la WTRU 20 (o a un subgrupo de las WTRUs planificadas) a través de la concesión de UL, y/o del canal de planificación de DL, enviado en los canales de control de la capa 1 o la capa 2 de DL. El comando de corrección se puede señalizar solamente en la concesión de UL asociada con un proceso HARQ particular (predefinido), tal como en cada proceso HARQ 1.

Al recibir el comando o comandos de corrección en la WTRU 20, el procesador 115 de la WTRU 20 determina el factor de corrección, $\Delta_{cerrado}$, en base al comando de corrección (o a los comandos de corrección acumulados) expresado como:

$$\Delta_{cerrado} = f\left(\textit{comando(s) de corrección del PC}\right); \qquad \text{Ecuación (5)}$$

donde $\Delta_{cerrado}$ puede adoptar un conjunto de múltiples niveles escalonados, por ejemplo, {+/-4, +/-1 dB} utilizando 3 bits del comando.

Alternativamente, el eNodoB 30 envía a cada WTRU 20 planificada (o subgrupo de WTRUs planificadas) un factor de corrección de potencia utilizando múltiples bits del comando, tal como 3 bits, en la concesión de UL y posiblemente en la planificación de DL en el canal de control de DL, donde el comando de corrección se determina preferentemente en base a la calidad del enlace (tal como la SINR o la PSD recibida) del canal de datos controlado en potencia de UL (y posiblemente del símbolo de referencia de sondeo de UL, si está disponible). Por ejemplo, suponiendo que un conjunto de valores del factor de corrección de potencia es {-7, +/- 5, +/- 3, +/-1, 0 dB} con 3 bits, el factor de corrección se puede determinar como sigue

$$\Delta_{cerrado} = \left\lfloor ESINR_{est} - SINR_{objetivo} \right\rfloor; \qquad \text{Ecuación (6)}$$

donde $ESINR_{est}$ y $SINR_{objetivo}$ indican la estimación de la SINR efectiva (ESINR) en el receptor y la SINR objetivo, respectivamente, del canal o canales de potencia controlada, en dB. [x] indica, en el conjunto de correcciones, el valor de corrección que es más próximo a x. Las muestras observadas en el eNodoB para la estimación ESINR incluyen (parte o la totalidad de) los símbolos SC-FDMA del canal o canales de UL controlados en potencia, que se han recibido desde la última señalización de comando de corrección en DL.

Para reducir la sobrecarga de señalización de comandos, no se requiere el comando de corrección en cada concesión de UL (y en cada planificación de DL, si se utiliza). Es decir, el comando de corrección se puede enviar en un tiempo de señalización preconfigurado (por ejemplo, en cada canal de concesión N o en cada intervalo de tiempo de transmisión (TTI, Transmission Time Interval) N, donde N es un parámetro configurable que es menor o igual que el mínimo periodo de actualización del PC de UL).

Se configura una temporización de señalización de comandos de corrección en el eNodoB 30 (o en un nivel RRC) por cada WTRU, y a continuación es conocida tanto en el eNodoB 30 como en la WTRU 20 mediante señalización de capas superiores.

Cuando el comando de corrección se señaliza en la concesión de UL, suponiendo que la HARQ de UL es síncrona, la configuración de temporización de señalización se puede simplificar de tal modo que la señalización de comandos se realiza en concesiones de UL particulares, tal como la concesión de UL asociada con un proceso HARQ predefinido, por ejemplo, el proceso HARQ #1. Pero, incluso en este caso, no es necesario señalizar los comandos de corrección en todos los canales de concesión de UL asociados. Por ejemplo, la señalización se puede producir en cada canal de concesión asociado N para N >= 1, lo que podría ser equivalente a una señalización de comandos en cada periodo de N ciclos de HARQ. La temporización de señalización (o los parámetros asociados) se pueden reconfigurar a una frecuencia semiestática.

La figura 3 muestra un ejemplo del procedimiento de PC dado a conocer, cuando el comando de corrección de PC se transporta en la concesión de UL asociada con el proceso HARQ #1 y N se ajusta a 2. En este ejemplo, la frecuencia de actualización del PC es de 8 ms, suponiendo que el número de procesos HARQ es 4 y el inter-intervalo entre transmisión (TTI) es igual a 1.

Cuando la WTRU 20 recibe un comando de corrección desde el eNodoB de servicio 30 en una concesión de UL (o posiblemente, comandos de corrección acumulados en múltiples concesiones de UL) desde el último ajuste PSD de Tx, deberá obtener un factor de corrección, $\Delta_{cerrado}$, a partir del comando de corrección recibido (o después de combinar múltiples comandos de corrección si se recibe más de un comando) para el siguiente ajuste de PSD.

La WTRU 20 ajusta a continuación la PSD de transmisión del canal de datos de acuerdo con la ecuación (1) (o la ecuación (2)) utilizando el factor de corrección obtenido, la PSD de bucle abierto más reciente y un desfase de potencia asociado con el MCS concedido. La PSD de Tx resultante se deberá aplicar desde el inicio (el primer símbolo SC-FDMA) del siguiente TTI de UL para el canal de datos y permanecer constante hasta el siguiente ajuste de PSD, tal como se muestra en la figura 3.

La figura 4 muestra un ejemplo de la temporización del procedimiento de PC combinado dado a conocer, asumiendo que HARQ de UL es un esquema síncrono con 4 procesos HARQ y que la WTRU 20 está planificada para enviar un paquete de datos (por ejemplo, un proceso HARQ) cada TTI (por ejemplo, inter-TTI = 1). Además, el eNodoB 30 envía un comando de corrección de PC solamente en la concesión de UL asociada con el proceso HARQ 1. En este caso, el periodo de actualización de potencia de Tx de la WTRU es de 4 TTIs (por ejemplo, 4 ms).

Tal como se muestra en la figura 4, en la transmisión de UL inicial, dado que puede no haber ningún comando correcto de PC disponible, la WTRU 20 ajusta su potencia de transmisión en base solamente al componente de bucle abierto (es decir, el factor de ponderación, α, es cero en la ecuación (1)). Antes del siguiente tiempo de transmisión HARQ (un tiempo de ciclo HARQ), el eNodoB 30 envía un comando de corrección en el canal de concesión en el proceso HARQ 1 asociado con el canal de control de DL, donde el comando se ha determinado en base a la calidad del enlace (potencia o SINR) de los primeros dos procesos HARQ. Si la WTRU 20 recibe correctamente el comando de corrección, la WTRU 20 calcula a continuación su PSD_{Tx} de transmisión en base al esquema combinado de bucle abierto y bucle cerrado, y aplica la PSD_{Tx} a los siguientes procesos HARQ.

La figura 5 muestra otro ejemplo de la temporización de PC combinado dado a conocer, donde inter-TTI es dos. En este caso, el periodo de actualización del PC de UL es de 8 TTIs (8 ms).

Cuando no hay ningún comando de corrección de bucle cerrado reciente (por ejemplo, debido a una reciente transmisión de datos de UL planificada, digamos, DTX de UL), la WTRU 20 puede ajustar su PSD de Tx basándose en el bucle abierto. En este caso, el factor de ponderación, α, en la ecuación (1) se ajusta a cero tal como en el caso de configuración de PSD de Tx inicial.

Alternativamente, la WTRU 20 puede ajustar la PSD de Tx en base a la variación de la pérdida por trayectoria entre el tiempo anterior a la DTX y el tiempo anterior a la reanudación de la transmisión de UL. Si la DTX de UL es corta, la WTRU puede utilizar la ecuación (2) ajustando α a cero, de manera que

$$PSD_{Tx}(n) = PSD_{Tx}^{'}(n-1) + \left(PSD_{abierto}(n) - PSD_{abierto}(n-1)\right) + \Delta_{MCS}(n)$$

Ecuación (7)

donde n es el tiempo de ajuste de la PSD de Tx antes de reanudar la transmisión de UL y (n-1) es el tiempo de ajuste de la PSD antes de la DTX. En la figura 6 se muestra un ejemplo de la temporización en este caso.

En otra alternativa, la WTRU 20 puede aplicar un desfase de potencia en relación con la PSD más reciente para el canal de control físico de enlace ascendente (PUCCH, physical uplink control channel), si está disponible. Aunque no haya transmisión de datos de UL, puede haber señalización de control de UL (tal como CQI y ACK/NACK) para DL. En este caso, dado que el canal de control de UL está asimismo controlado en potencia en base a la ecuación (1) (pero utilizando parámetros y frecuencia de actualización diferentes), se puede utilizar la PSD de Tx del canal de control de UL para la PSD de Tx del canal de datos, como sigue:

$$PSD_{Tx}(datos) = PSD_{Tx}(control) + \Delta_{control}(datos, control)$$

Ecuación (8)

donde PSD_{Tx} (control) es la PSD más reciente (o la PSD promediada sobre las actualizaciones recientes) para el canal de control de UL y $\Delta_{control}$(datos, control) representa el desfase de potencia del canal de control con respecto a la PSD de Tx para datos.

Si el periodo de DTX es largo, entonces la PSD_{Tx} de la WTRU 20 se puede determinar inmediatamente a continuación de la DTX en base solamente al bucle abierto, tal como es el caso del ajuste de PSD_{Tx} inicial.

La figura 7 muestra un ejemplo del esquema de PC combinado propuesto, incluyendo DTX.

Habitualmente, la asignación de concesión de UL (por ejemplo, MCS y TBS asignados) en el canal de control de DL está vinculada a la calidad del enlace (tal como PSD o SINR recibidas) de la transmisión de datos de UL. Se da a

conocer otro procedimiento en el que el procesador 125 del eNodoB 30 puede asignar la concesión de UL (MCS y TBS) para la WTRU 20 de tal modo que la asignación de concesión representa la calidad de enlace (por ejemplo, SINR) recibida en el eNodoB 30. En este caso, la WTRU 20 puede obtener su PSD de Tx como sigue:

$$PSD_{Tx} = PSD_{abierto} + \alpha \cdot f(\text{asignación de concesión de UL}, SINR_T) + \Delta_{MCS} \quad (\text{dBm});$$

Ecuación (9)

donde $PSD_{abierto}$, α y Δ_{MCS} son, respectivamente, los mismos que se ha definido anteriormente. f(*asignación de concesión de UL,* $SINR_T$) es un factor de corrección en dB que sustituye el factor de corrección de potencia, $\Delta_{cerrado}$, en la ecuación (1). $SINR_T$ es la SINR objetivo en dB. El factor de corrección basado en concesión, f(asignación de concesión de UL, $SINR_T$), se puede expresar como sigue:

$$f(\text{asignación de concesión de UL}, SINT_T) = SINR_T - E\{SINR_{est}(\text{asignación de concesión de UL})\};$$

Ecuación (10)

donde $SINR_{est}$(asignación de concesión de UL) representa la estimación de SINR recibida en el eNodoB, que la WTRU 20 obtiene a partir de la asignación de concesión de UL. E{$SINR_{est}$} indica el promedio en el tiempo de la SINR estimada, tal como

$$E\{SINR_{est}(\text{concesión}^k)\} = \rho \cdot E\{SINR_{est}(\text{concesión}^{k-1})\} + (1-\rho) \cdot E\{SINR_{est}(\text{concesión}^k)\}$$

Ecuación (11)

Donde concesión^k representa la k-ésima asignación de concesión de UL recibida y ρ es el coeficiente del filtro promedio, $0 \leq \rho \leq 1$. La estimación de $SINR_{est}$(asignación de concesión de UL) en la WTRU se puede basar en una tabla de mapeo de concesiones (MCS, TBS), que es configurable por la red mediante señalización en capas superiores, de manera semiestática.

De modo similar a la ecuación (1), el factor de corrección en la ecuación (8) puede ser utilizado para compensar errores de bucle abierto. La ventaja principal de utilizar la ecuación (8) es que no requiere señalización explícita de comandos de corrección en la concesión de UL en el canal de control L1/L2 de DL (lo que tiene como resultado una sobrecarga reducida de señalización), mientras que la ecuación (1) (y la ecuación (2)) requieren que el comando explícito sea señalizado en la concesión de UL (y/o en la planificación de DL). Utilizando la ecuación (3), el componente de bucle cerrado se puede basar en la asignación de concesión de UL (por ejemplo, MCS y/o TBS), sin la señalización explícita de comandos de corrección en la concesión de UL en el canal de control de L1/L2 de DL.

Sin embargo, la ecuación (9) puede no ser aplicable para algunos casos, tales como desajuste persistente de planificación y concesión (por ejemplo, MCS) (es decir, el MCS asignado no representa con precisión la SINR recibida). Por consiguiente, el ajuste de PSD de WTRU de Tx se puede conmutar entre la ecuación (1) y la ecuación (8).

Por medio de señalización de tipo factor de corrección en capas superiores, donde el eNodoB 30 (o la red 10) señaliza a la WTRU 20 cuál (ecuación (1) o ecuación (8)) debe ser utilizada para el ajuste de potencia de Tx de la WTRU. En este caso, es preferible que la señal del tipo de factor de corrección sea configurable por la red 10 de manera semiestática y por cada WTRU.

Alternativamente, se puede introducir un indicador de desajuste del MCS de un bit en la señalización de control L1/2 de DL. Por ejemplo, el bit 1 puede indicar utilizar la ecuación (1), y el bit 0 se puede utilizar para indicar la ecuación (8).

En otra alternativa, se puede utilizar uno de los niveles de comandos de corrección explícitos para indicar la utilización de la ecuación (8). Esta alternativa asume que la ecuación (1) es el procedimiento de PC por defecto. De este modo, el eNodoB 30 ajusta uno de los niveles de comando de corrección en la concesión de UL para indicar la utilización de la ecuación (8). Por ejemplo, cuando el comando de corrección en la ecuación (8) tiene tres bits de longitud, uno de los 8 niveles del comando, por ejemplo '000', se configura para que la WTRU 20 utilice la ecuación (8).

En la figura 8 se muestra un diagrama de flujo del procedimiento combinado de bucle abierto y bucle cerrado para determinar el TPC. El procesador 115 de la WTRU 20 lleva a cabo control de potencia de bucle abierto en base a medición de la pérdida por trayectoria, determinando una densidad espectral de potencia objetivo, PSD objetivo (etapa 800) y una pérdida por trayectoria filtrada (L) (etapa 801). La WTRU 20 determina a continuación un componente de bucle cerrado utilizando un comando de corrección de control de potencia recibido en el receptor 116 a través del canal de concesión de UL (etapa 802). Al recibir el comando de corrección, el receptor 116 transmite el comando de corrección al procesador 115 para determinar un factor de corrección $\Delta_{cerrado}$ (etapa 803). El

procesador 115 calcula a continuación un factor de corrección $\Delta_{cerrado}$. (Etapa 804). El procesador 115 combina a continuación el PC de bucle abierto con el componente de bucle cerrado para determinar el control de la potencia de transmisión. (Etapa 805).

En un procedimiento dado a conocer de TPC para datos no planificados (por ejemplo, VoIP), hay varias opciones para que la WTRU ajuste su PSD de Tx: i) basándose solamente en la PSD de bucle abierto, ii) para la parte de bucle cerrado, el eNodoB transmite concesiones de UL en instantes (de tiempo) particulares, donde la concesión de UL transporta el comando de corrección. En este caso, el formato de la concesión de UL (y/o el formato del comando de corrección) pueden ser diferentes que para los datos planificados; o iii) aplicar un desfase de potencia con respecto a la PSD más reciente (o a la PSD promediada sobre las actualizaciones recientes) para el PUCCH, si está disponible.

$$PSD_{Tx} = \underbrace{P_0 + SINR_{Objetivo} + \lambda \cdot PL}_{PSD_{abierto}} + \alpha \cdot \Delta_{cerrado} + \Delta_{MCS} \quad \text{(dBm);} \qquad \text{Ecuación (12)}$$

donde P_o es un parámetro específico por celda (en dBm) que incluye el nivel de interferencia de UL, etc., que es señalizado por el eNodoB mediante señalización de capas superiores.

- $SINR_{Objetivo}$ es un parámetro específico de la WTRU (o de un subconjunto de WTRUs) (en dB), que permite al eNodoB ajustar clases de servicio para el UE (o para un subconjunto de UEs). $SINR_{Objetivo}$ puede ser función de la pérdida por trayectoria a la celda de servicio y algunas celdas vecinas. $SINR_{objetivo}$ puede ser configurada por el eNodoB de servicio de manera semiestática y señalizada a continuación al UE (o a un subconjunto de UEs) por medio de señalización de capas superiores;

- PL es la pérdida por trayectoria de enlace descendente (en dB);

- λ es un factor de compensación de la pérdida por trayectoria específico por celda, para control de potencia fraccionario, donde 0 < λ <= 1. λ puede ser configurado por el eNodoB de manera semiestática y señalizado por medio de señalización de capas superiores;

- $\Delta_{cerrado}$ es un factor de corrección de potencia en dB, que se determina en base a un mecanismo de bucle cerrado;

- α es un factor de ponderación para activar (α =1) o desactivar (α =0) el componente de bucle cerrado, dependiendo de la disponibilidad del canal de control de DL que transporta el comando de corrección de bucle cerrado. El factor de ponderación es determinado de forma autónoma por la WTRU mediante detectar la presencia del comando de corrección de PC. Se supone que la WTRU es informada por medio de señalización de capas superiores desde el eNodoB en relación con dónde y cuándo existe señalización de comandos. Por ejemplo, en la transmisión inicial de UL, dado que puede no haber ningún comando correcto disponible desde el eNodoB, la WTRU ajusta α =0;

- Δ_{MCS} es un desfase de potencia por MCS concedido. Habitualmente, los desfases de potencia para los MCS concedidos individuales son conocidos tanto por la WTRU como por el eNodoB.

Dado que el eNodoB 30 conoce la Δ_{MCS} en uso en un caso determinado, el eNodoB 30 puede extraer el valor de la MCS desde la PSD recibida cuando determina un comando de corrección, comparando una PSD recibida resultante (o SINR) con un nivel objetivo determinado por la red 10.

Tal como se ha expuesto anteriormente, este procedimiento dado a conocer utiliza un factor de corrección de potencia absoluto comparado con la PSD basada en bucle abierto. Por lo tanto, a partir de la ecuación (12), la PSD de Tx de WTRU en el caso de actualización enésimo se expresa como sigue:

$$\begin{aligned} PSD_{Tx}(n) &= PSD_{abierto}(n) + \alpha \cdot \Delta_{cerrado}(n) + \Delta_{MCS}(n) \\ &= PSD'_{Tx}(n-1) + \left(PSD_{abierto}(n) - PSD_{abierto}(n-1)\right) + \alpha \cdot \left(\Delta_{cerrado}(n) - \Delta_{cerrado}(n-1)\right) + \Delta_{MCS}(n) \end{aligned} ;$$

Ecuación (13)

donde $PSD'_{Tx}(n-1)$ representa la (n-1)-ésima PSD de Tx sin el desfase de potencia por MCS concedido, que está dada por $PSD'_{Tx}(n-1) = PSD_{Tx}(n-1) - \Delta_{MCS}(n-1)$.

Dado que la potencia de transmisión de la WTRU está limitada por el nivel máximo de potencia de transmisión, indicado por P_{max}, de la WTRU, la potencia de transmisión total de la WTRU, indicada por P_{Tx}, se expresa como:

$$P_{Tx} = \min\left\{P_{\max}, \left(10 \cdot \log_{10}(M) + PSD_{Tx}\right)\right\} \quad \text{(dBm);} \qquad \text{Ecuación (14)}$$

donde M es el número de RBs asignados.

Por consiguiente, la PSD de transmisión de la WTRU real se puede representar como:

$$PSD_{Tx}^{real} = P_{Tx} - 10 \cdot \log_{10}(M) \qquad \text{(dBm)}$$

Ecuación (15)

Se debe observar que el PC de UL en la ecuación (15) es implementado por el procesador 115 de la WTRU 20.

De acuerdo con el procedimiento de PC para datos no planificados dado a conocer, la WTRU 20 calcula la PSD de bucle abierto como sigue:

$$PSD_{abierto} = P_0 + SINR_{Objetivo} + \lambda \cdot PL \qquad \text{(dBm)}$$

Ecuación (16)

donde

- La SINR objetivo, $SINR_{Objetivo}$, se puede ajustar por medio de un mecanismo de bucle exterior en el eNodoB de servicio 30 de acuerdo con la calidad de servicio (QoS) (tal como la BLER objetivo) y ser asimismo función de las mediciones de pérdida por trayectoria hacia la celda de servicio y las celdas vecinas; y

- PL es la pérdida por trayectoria filtrada, en dB, que incluye el atenuación por obstáculos, desde el eNodoB de servicio a la WTRU. La WTRU mide de manera continua (o periódica) la pérdida por trayectoria instantánea en base a la RS de DL cuya potencia de transmisión se conoce en la WTRU. A continuación se aplica un procedimiento de filtrado a las mediciones de pérdida por trayectoria, tal como

$$PL_k = \rho \cdot PL_{k-1} + (1-\rho) \cdot PL_k$$

Ecuación (17)

donde PL_k y PL_{k-1} representan la pérdida por trayectoria filtrada en el caso k-ésimo y en el instante (k-1)-ésimo, respectivamente. L_k es la pérdida por trayectoria instantánea en el instante de k-ésimo. ρ es un coeficiente del filtro, $0 \leq \rho \leq 1$, que es determinado generalmente por la WTRU 20, en función de la variación de la pérdida por trayectoria, de la tasa de desvanecimiento rápido, del tiempo de transmisión de UL, etc. Alternativamente, se puede considerar un procedimiento de promedio móvil para el filtrado de la pérdida por trayectoria.

El componente de bucle cerrado es determinado por el procesador 115 de manera similar a lo dado a conocer anteriormente.

$$\Delta_{cerrado} = \lfloor ESINR_{est} - SINR_{objetivo} \rfloor$$

Ecuación (18)

donde $ESINR_{est}$ y $SINR_{objetivo}$ indican la estimación de la SINR efectiva (ESINR) en el receptor y la SINR objetivo, respectivamente, del canal o canales de potencia controlada, en dB. [x] indica, en el conjunto de correcciones, el valor de corrección que es más próximo a x.

De manera similar a los procedimientos descritos anteriormente, cuando el comando de corrección se señaliza en la concesión de UL, asumiendo que la HARQ UL es síncrona, la configuración de temporización de señalización se puede simplificar de tal modo que la señalización de comandos se realiza en concesiones de UL particulares, tal como la concesión de UL asociada con un proceso HARQ predefinido.

Para datos no planificados (por ejemplo, VoIP), cuando no hay ningún comando de corrección de bucle cerrado reciente (por ejemplo, debido a una transmisión de datos de UL planificada reciente, digamos, DTX de UL), la WTRU 20 puede ajustar su PSD de Tx basándose en el bucle abierto: en este caso, el factor de ponderación, α, en la ecuación (13), se ajusta a cero tal como en el caso de ajuste de PSD de Tx inicial. Alternativamente, la WTRU 20 puede ajustar su PSD de Tx en base a la variación de la pérdida por trayectoria entre el tiempo anterior a la DTX y el tiempo anterior a la reanudación de la transmisión de UL: si la DTX de UL es corta, la WTRU puede utilizar la ecuación (2) ajustando α a cero, de tal modo que

$$PSD_{Tx}(n) = PSD_{Tx}'(n-1) + \left(PSD_{abierto}(n) - PSD_{abierto}(n-1)\right) + \Delta_{MCS}(n);$$

Ecuación (19)

donde n es el tiempo de ajuste de la PSD de Tx antes de reanudar la transmisión de UL y (n-1) es el tiempo de ajuste de la PSD antes de la DTX. Se muestra un ejemplo de este caso en la figura 4.

Alternativamente, la WTRU 20 puede aplicar un desfase de potencia relativo a la PSD más reciente para PUCCH, si está disponible. Aunque no haya transmisión de datos de UL, puede haber señalización de control de UL (tal como CQI y ACK/NACK) para DL. En este caso, dado que el canal de control de UL (PUCCH) está asimismo controlado en potencia en base a la ecuación (12) (pero utilizando parámetros y frecuencia de actualización diferentes), se puede utilizar la PSD de Tx del canal de control de UL (PUCCH) para la PSD de Tx del canal de datos (PUSCH), como sigue:

$$PSD_{Tx}(PUSCH) = PSD_{Tx}(PUCCH) + \Delta_{control}(PUSCH, PUCCH);$$

Ecuación (20)

donde PSD_{Tx} (PUCCH) es la PSD más reciente (o la PSD promediada sobre las actualizaciones recientes) para el canal de control de UL (PUCCH) y $\Delta_{control}$(PUSCH, PUSCH) representa el desfase de potencia del canal de control (PUCCH) con respecto a la PSD de Tx para PUSCH.

Para una señal piloto de sondeo, su PSD de Tx, PSD_{Tx} (señal piloto), puede estar desviada por un desfase de potencia de la señal piloto, relativo a la PSD de Tx de datos, PSD_{Tx} (datos), tal como

$$PSD_{Tx}(piloto) = PSD_{Tx}(datos) + \Delta_{piloto}(datos, piloto)$$

Ecuación (21)

dónde $\Delta_{señal\ piloto}$ (datos, señal piloto) representa el desfase de potencia de la señal piloto, que puede ser un parámetro específico de la WTRU configurado por el eNodoB de manera semiestática.

Para la señalización de control en UL, es preferible utilizar parámetros diferentes (tal como la PSD objetivo) y una frecuencia de actualización más rápida que para los datos. Además, se prefiere que el canal de referencia medido por los comandos de corrección para señalización de control sea el propio canal de control y que el comando de corrección para el control se transporte en la planificación de DL. El número de bits para el comando de corrección para control puede ser diferente que para los datos, donde el número de bits del comando puede ser un parámetro configurable semiestático para cada WTRU. Sin embargo, se mantiene un desfase de potencia promedio relativo entre los canales de datos y de control, tal como

$$E(PSD_{Tx}(datos)) = E(PSD_{Tx}(control)) + \Delta_{control}(datos, control)$$

Ecuación (22)

donde

* $E(PSD_{Tx}(datos))$ representa la PSD promedio para el canal de datos, en dBm;

* $E(PSD_{Tx}(control))$ representa la PSD promedio para el canal de control en dBm; y

$\Delta_{control}$(datos, control) es un desfase de potencia entre el canal de datos y el canal de control.

En otro procedimiento de PC de UL dado a conocer, se utiliza un PC de UL combinado de bucle abierto/bucle cerrado con reducción de la interferencia para canal de datos compartido. De acuerdo con este procedimiento, la WTRU 20 controla su PSD transmitida para canales de UL. Si la asignación de ancho de banda (por ejemplo, asignación de RB) de la WTRU 20 varía, entonces la potencia de transmisión total de la WTRU varía de tal modo que la PSD se mantiene constante.

Tal como se ha descrito en los procedimientos dados a conocer anteriormente, la WTRU 20 lleva a cabo PC de bucle abierto en base a medición de la pérdida por trayectoria y a parámetros del sistema. La WTRU 20 corrige a continuación su PSD utilizando alguna clase de PC de bucle cerrado para compensar los errores de bucle abierto. Se debe observar que para cada WTRU planificada en UL, la información de CQI se señaliza periódicamente desde el eNodoB 30 para AMC y planificación. Por lo tanto, el componente de PC de bucle cerrado de este procedimiento dado a conocer no requiere ningún comando de PC adicional señalizado por el eNodoB. Para reducir la interferencia entre celdas, en la celda o celdas vecinas, la WTRU 20 incorpora un indicador de carga de interferencia procedente de la celda vecina más fuerte.

De acuerdo con este procedimiento, para el canal de datos compartido de UL, en la fase de transmisión inicial, la WTRU 20 obtiene su PSD transmitida, PSD_{Tx}, en base a la señal de referencia (RS) de DL, como sigue:

$$PSD_{Tx} = SINR_T + PL + IN_0 + K + \Delta(IoT_S) - 10 \cdot \log10(BW_{RU} \cdot N_{RU});$$

Ecuación (23)

donde $SINR_T$ es la SINR objetivo en dB en el eNodoB de servicio 30. PL es la pérdida por trayectoria en dB, que incluye atenuación por obstáculos, desde el eNodoB de servicio 30 a la WTRU 20, donde la WTRU 20 mide la

pérdida por trayectoria en base a la RS de DL cuya potencia de transmisión es conocida en la WTRU 20 por medio de señalización de la capa 2/capa 3 de DL, IN_0 es la potencia de interferencia más ruido de UL en dBm, medida en el eNodoB de servicio 30. K es un margen de control de potencia establecido por el eNodoB de servicio 30.

Es preferible que la SINR objetivo para WTRU 20 (o para un subgrupo de WTRUs) sea ajustable utilizando un esquema de PC de bucle exterior, de acuerdo con una métrica de calidad de enlace (tal como BLER) en el eNodoB de servicio 30. Además, en el caso de múltiple entrada múltiple salida (MIMO, Multiple In Multiple Out) de UL, la SINR objetivo depende asimismo del modo MIMO seleccionado, lo que tiene en cuenta el hecho de que los diferentes modos MIMO requieren SINR diferente para una calidad de enlace determinada. $\Delta(IoT_S)$ representa el tamaño de la etapa de control de carga de UL, que es función del indicador de la carga de interferencia de UL (por ejemplo, interferencia térmica) de la celda vecina más fuerte, IoT_S, donde la celda vecina más fuerte se determina en la WTRU 20, en base a las mediciones de pérdida por trayectoria desde cada celda vecina individual a la WTRU 20. Se supone que cada celda 40 difunde periódicamente un bit de carga de interferencia de UL (similar a la concesión relativa en HSUPA), de tal modo que la WTRU 20 puede descodificar el bit indicador procedente de la celda vecina más fuerte seleccionada.

Por ejemplo, $\Delta(IoT_S)$ puede tener los valores siguientes:

$$\Delta(IoT_S) = \begin{cases} \delta < 0, & \text{cuando } IoT_S = 1 \text{ o “comando bajar”} \\ 0, & \text{cuando } IoT_S = 0, \text{“DTX”, o “comando subir”} \end{cases}$$

donde δ es un parámetro de sistema predefinido, por ejemplo, δ = -1 ó -2 dB. Con la utilización de $\Delta(IoT_s)$, se puede reducir la interferencia entre celdas, en las celdas vecinas.

Dado que las WTRUs en el centro de la celda inyectan menos interferencia en otras celdas que las que están en el borde de la celda, una fracción del tamaño de la etapa de control de carga se considera como sigue:

$$\delta = \begin{cases} \delta, & \text{para WTRUs en el borde de la celda} \\ \dfrac{\delta}{x}, & \text{para WTRUs en el interior de la celda donde } x>1 \end{cases}$$

La WTRU 20 puede adoptar una decisión sobre si está en el borde de la celda o en el interior de la celda en base a la proporción de pérdida por trayectoria entre su celda de servicio y la celda vecina más fuerte, por ejemplo.

Si (pérdida por trayectoria de celda de servicio - pérdida por trayectoria de celda vecina más fuerte) < R (dB), x = 4;

donde R representa la capa límite virtual entre la zona interior de la celda y la zona del borde de la celda. El parámetro R puede ser difundido por el eNodoB 30 de manera semiestática.

Después de la fase de transmisión inicial, la PSD_{TX} de la WTRU 20 se calcula como sigue:

$$PSD_{Tx} = SINR_T + PL + IN_0 + K + \Delta(IoT_S) + \alpha \cdot f(CQI, SINR_T) - 10 \cdot \log 10(BW_{RU} \cdot N_{RU})$$

Ecuación (24)

donde f (CQI, $SINR_T$) es un factor de corrección basado en la CQI de UL y la SINR objetivo correspondiente, donde tanto la CQI como la SINR objetivo se señalizan desde el eNodoB de servicio 30; α, donde $0 \leq \alpha \leq 1$, es un factor de ponderación que se puede determinar de acuerdo con las condiciones del canal y la disponibilidad de CQI (o pausa de transmisión de UL). Por ejemplo, en caso de que no haya CQI de UL (información de concesión o MCS de UL) disponible desde el eNodoB 30 debido a que no hay ninguna transmisión de datos de UL planificada, el factor de ponderación, α, se ajusta a cero, lo que significa que la WTRU 20 depende solamente del PC de bucle abierto (tal como el PC para el canal de acceso aleatorio (RACH, random access channel)); de lo contrario, se ajusta para que sea menor o igual que uno (1).

El factor de corrección, f (CQI, $SINR_T$), en la ecuación 24, se utiliza para compensar los errores relacionados con PC de bucle abierto, incluyendo el error de medición de pérdida por trayectoria debido a una reciprocidad imperfecta en UL y DL en FDD, y el deterioro del transmisor de la WTRU 20 debido a una amplificación no lineal de potencia del transmisor de la WTRU. Además, se utiliza el factor de corrección para compensar el desajuste de la calidad objetivo debido a diferentes condiciones de canal. Por lo tanto, la calidad del canal o canales controlados en potencia se mantiene junto con una calidad objetivo determinada (tal como la SINR objetivo).

Teniendo en cuenta el hecho de que la CQI de UL (información de concesión o MCS de UL) representa la SINR recibida en el eNodoB 30, el factor de corrección se puede calcular como,

$$f(CQI, SINT_T) = SINR_T - E\{SINR_{est}(CQI)\} \quad \text{(dB);} \quad \text{Ecuación (25)}$$

dónde $SINR_{est}$(CQI) representa la estimación de SINR recibida en el eNodoB, que la WTRU obtiene a partir de la retroalimentación de CQI de UL. $E\{SINR_{est}(CQI)\}$ indica el promedio temporal de la SINR estimada, tal como sigue:

$$E\{SINR_{est}(CQI^k)\} = \rho \cdot E\{SINR_{est}(CQI^{k-1})\} + (1-\rho) \cdot E\{SINR_{est}(CQI^k)\}; \qquad \text{Ecuación (26)}$$

donde CQI^k representa la k-ésima CQI recibida y ρ es el coeficiente de filtro promedio, $0 \leq \rho \leq 1$.

El factor de corrección, proporcionado anteriormente en la ecuación 25 mediante la diferencia entre la SINR objetivo y la SINR estimada (obtenida a partir de las CQIs notificadas), representa los errores relativos a PC de bucle abierto que es necesario compensar.

La potencia de transmisión total de la WTRU debería estar dentro del nivel de potencia máximo, P_{max}, y del nivel de potencia mínimo, P_{min}, en dBm, respectivamente, donde los niveles de potencia máximo y mínimo se determinan en base a la clase de la WTRU.

El eNodoB 30 señaliza preferentemente parámetros, que incluyen un nivel de SINR objetivo, $SINR_T$, que es un parámetro específico de una WTRU (o de un grupo de WTRUs), dónde la SIR objetivo se puede ajustar por medio de un mecanismo de bucle exterior basado en QoS, tal como la BLER objetivo. La SINR objetivo puede ser asimismo función de la medición de la pérdida por trayectoria. La señalización de la SIR objetivo se realiza por medio de señalización de control L1/2 en banda, tras su ajuste. Un margen de control de potencia, K, que es un parámetro específico del eNodoB, es señalizado asimismo por el eNodoB 30. K es preferentemente semiestático y se señaliza por medio del canal de difusión (BCH, broadcast channel). Se debe observar que aunque se supone que K se señaliza independientemente junto con los otros parámetros, éste se puede incorporar en la SINR objetivo, es decir $SINR_T$ (después de la incorporación) = $SINR_T$ + K (dB). En este caso, no se requiere señalización explícita de K a la WTRU 20.

El eNodoB 30 señaliza además un nivel total de interferencia y ruido de UL, INo, que se promedia a través de todas las subportadoras (o los RBs) en uso, o de en su conjunto de las subportadoras. Este parámetro es obtenido preferentemente por el eNodoB de servicio 30 (y posiblemente señalizado mediante BCH). La frecuencia de actualización para esta señalización es generalmente relativamente lenta. El nivel de potencia de UL máxima y mínima, P_{max} y P_{min}, se señaliza asimismo por el eNodoB 30. Cada uno de estos puede ser un parámetro dependiente de la capacidad de la WTRU, o puede ser señalizado expresamente por el eNodoB 30.

Un indicador de la calidad de canal de UL, CQI (por ejemplo, información de concesión o MCS de UL), que se señaliza originalmente con el propósito de AMC de UL (con una frecuencia de señalización máxima de una vez por TTI (por ejemplo, 1000 Hz).

Una regla de mapeo de CQI (o sesgo entre la CQI y la SINR medida), que el eNodoB utiliza para la generación de retroalimentación de CQI. Esta regla o el parámetro se puede combinar en la SINR objetivo. En este caso, no se requiere señalización explícita de la regla (o del parámetro).

Un indicador de carga de interferencia de UL desde cada eNodoB.

El parámetro semiestático R que representa la capa límite virtual entre la zona interior de la celda y la zona del borde de la celda.

El procedimiento de PC dado a conocer no requiere otros comandos de PC de retroalimentación adicionales a los parámetros de sistema enumerados anteriormente, que incluyen la SINR objetivo, el nivel de interferencia/ruido de la celda, y la potencia de transmisión de la señal de referencia y un valor constante, que puede ser difundido (o señalizado directamente) a las WTRUs con una frecuencia baja.

Éste está diseñado para ser flexible y adaptable a parámetros dinámicos del sistema/enlace (SINR objetivo y estado de carga de interferencia entre celdas) y a las condiciones del canal (pérdida por trayectoria y atenuación por obstáculos), para conseguir los requisitos de E-UTRA.

Además, este procedimiento dado a conocer es compatible con otros esquemas de adaptación de enlace tales como AMC, HARQ y MIMO adaptable.

En un procedimiento alternativo de reducción de la interferencia entre celdas, en lugar de la difusión del indicador de carga de interferencia desde cada eNodoB, el eNodoB de servicio 30 puede coordinar los niveles de interferencia entre celdas con otras celdas 40 e incorporarlos mediante ajustar en consecuencia la SIR objetivo, el margen K de control de potencia o posiblemente la P_{max}.

La lista detallada no entra en el alcance de la invención.

1. Un procedimiento para controlar la potencia de transmisión de una unidad de transmisión recepción inalámbrica (WTRU) que comprende:

determinar un componente de control de potencia, (PC), de enlace ascendente, (UL), de bucle abierto en base a una medición de pérdida por trayectoria;

determinar un componente de control de potencia de bucle cerrado que incluye un factor de corrección; y

combinar el componente de bucle abierto y el componente de bucle cerrado con un desfase de potencia para determinar una potencia de transmisión.

2. El método del punto 1, que comprende además:

recibir un comando de corrección de PC, el factor de corrección basado en el comando de corrección o un comando de corrección acumulado.

3. El procedimiento del punto 2, en el que el comando de corrección de PC se recibe en un tiempo de señalización preconfigurado.

4. El procedimiento del punto 3, en el que el tiempo de señalización preconfigurado es en una concesión de UL particular.

5. El procedimiento del punto 4, en el que la concesión de UL es un proceso de Demanda de Repetición de Acceso Híbrida (HARQ).

6. El procedimiento como en cualquiera de los puntos 2 a 5, en el que el componente de PC de bucle abierto se basa en la variación de la pérdida por trayectoria.

7. El procedimiento del punto 6, en el que la variación por pérdida por trayectoria es una variación entre la pérdida por trayectoria anterior a una transmisión discontinua y un tiempo anterior a la reanudación de una transmisión de UL.

8. El procedimiento como en cualquiera de los punto 2 a 7 en el que el comando de corrección de PC usa múltiples bits de comando determinados en base a la calidad de enlace.

9. El procedimiento como en cualquiera de los puntos 1 a 8, en el que el factor de corrección se determina usando la siguiente ecuación:

$$\Delta_{cerrado} = \lfloor ESINR_{est} - SINR_{objetivo} \rfloor ;$$

donde $ESINR_{est}$ y $SINR_{objetivo}$ indican la relación señal/interferencia más ruido (ESINR) efectiva y apunta a una SINR.

10. El procedimiento como en cualquiera de los puntos 2 a 9, que comprende además:

calcular el comando de corrección a partir del comando de corrección de PC recibido.

11. El procedimiento como en cualquiera de los puntos 1 a 10, que comprende además:

aplicar la potencia de transmisión al comienzo de un siguiente intervalo de tiempo de transmisión (TTI) de enlace ascendente hasta una siguiente actualización de potencia de transmisión.

12. El procedimiento como en cualquiera de los puntos 1 a 11, en el que el factor de corrección es cero (0) en una transmisión de enlace ascendente inicial.

13. El procedimiento como en cualquiera de los puntos 1 a 12, en el que el factor de corrección se una asignación de concesión de enlace ascendente.

14. El procedimiento del punto 13, en el que el factor de corrección basado en concesión se determina usando la siguiente ecuación:

$$f(\text{asignación de concesión de UL}, SINT_T) = SINR_T - E\{SINR_{est}(\text{asignación de concesión de UL})\};$$

donde $SINR_{est}$(asignación de concesión de UL) representa una estimación de SINR recibida en el eNodoB, que la WTRU obtiene a partir de la asignación de concesión de UL.

15. El procedimiento del punto 14, que comprende además:

determinar si se utiliza el factor de corrección basado en concesión basado en un signo de factor de corrección recibido.

16. El procedimiento del punto 14, que comprende además:

determinar si se utiliza el factor de corrección basado en concesión en base a un indicador de desajuste del MCS recibido.

17. El procedimiento del punto 14, que comprende además:

determinar si se utiliza un comando de corrección explícito basado en un indicador de desajuste del MCS recibido.

18. El procedimiento como en cualquiera de los puntos 1 a 17, que comprende además:

determinar un indicador de carga de interferencia, determinándose el indicador de carga de interferencia a partir de la celda vecina más fuerte.

19. El procedimiento del punto 18, en el que la potencia de transmisión se basa en una señal de referencia de enlace descendente, en la que el indicador de carga de interferencia se usa para reducir la interferencia entre células.

20. Una unidad de transmisión recepción inalámbrica (WTRU) que comprende un procesador configurado para implementar el procedimiento como en cualquiera de los puntos 1 a 19.

21. Un Nodo B que comprende un procesador configurado para implementar el procedimiento como en cualquiera de los puntos 1 a 19.

Aunque se han descrito anteriormente características y elementos en combinaciones particulares, cada característica o elemento puede ser utilizado por separado sin las otras características y elementos, o en varias combinaciones con o sin otras características y elementos. Los procedimientos o diagramas de flujo dados a conocer en la presente memoria se pueden implementar en un programa informático, software, o software inalterable incorporado en un medio de almacenamiento legible por ordenador, para su ejecución mediante un ordenador de propósito general o un procesador. Ejemplos de medios de almacenamiento legibles por ordenador incluyen una memoria de sólo lectura (ROM, read only memory), una memoria de acceso aleatorio (RAM, random access memory), un registro, una memoria caché, dispositivos de memoria semiconductores, medios magnéticos tales como discos duros internos y discos extraíbles, medios magnetoópticos y medios ópticos tales como discos CD-ROM y discos versátiles digitales (DVDs, digital versatile disks).

Los procesadores adecuados incluyen, a modo de ejemplo, un procesador de propósito general, un procesador de propósito especial, un procesador convencional, un procesador de señal digital (DSP, digital signal processor), una serie de microprocesadores, uno o varios microprocesadores en asociación con un núcleo DSP, un controlador, un microcontrolador, circuitos integrados de aplicación específica (ASICs, Application Specific Integrated Circuits), circuitos de puertas lógicas programables in situ (FPGAs, Field Programmable Gate Arrays), cualquier otro tipo de circuito integrado (IC, integrated circuit) y/o una máquina de estado.

Puede ser utilizado un procesador en asociación con software, para implementar un transceptor de radiofrecuencia para utilizar en una unidad de transmisión recepción inalámbrica (WTRU), un equipo de usuario (UE), un terminal, una estación base, un controlador de red radioeléctrica (RNC, radio network controller) o cualquier ordenador anfitrión. La WTRU puede ser utilizada junto con módulos, implementados en hardware y/o en software, tales como una cámara, un módulo de cámara de vídeo, un videoteléfono, un teléfono de manos libres, un dispositivo de vibración, un altavoz, un micrófono, un transceptor de televisión, un auricular de manos libres, un teclado, un módulo Bluetooth, una unidad de radio de frecuencia modulada (FM), una unidad de visualización de pantalla de cristal líquido (LCD, liquid crystal display), una unidad de visualización de diodo orgánico emisor de luz (OLED, organic light-emitting diode), un reproductor de música digital, un reproductor multimedia, un módulo reproductor de videojuegos, un navegador de internet y/o cualquier módulo de red inalámbrica de área local (WLAN, wireless local area network) o de banda ultraancha (UWB, Ultra Wide Band).

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para controlar la potencia de transmisión de una unidad de transmisión/recepción inalámbrica, WTRU, que comprende:

determinar (800, 801, 802) una densidad espectral de la potencia de transmisión, en donde la densidad espectral de la potencia de transmisión comprende una combinación de componente de enlace ascendente, UL, de bucle abierto, un componente de PC de UL de bucle cerrado y un desfase de potencia, en donde el componente de PC de UL de bucle abierto se basa en una medición de pérdida por trayectoria, en donde el componente de PC de UL de bucle cerrado comprende un factor de corrección, y en donde el desfase de potencia está relacionado con un conjunto de codificación de modulación, MCS;

determinar (803) una potencia de transmisión basada en la densidad espectral de la potencia de transmisión determinada y un número de bloques de recursos, RB, asignados; y

aplicar un mínimo de un nivel máximo de potencia de transmisión y la potencia de transmisión.

2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

recibir un comando de corrección de PC, en el que el factor de corrección se basa en el comando de corrección de PC o un comando de corrección acumulado.

3. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

recibir señalización que incluye el nivel máximo de potencia de transmisión.

4. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el comando de corrección de PC se recibe en un tiempo de señalización preconfigurado.

5. El procedimiento de la reivindicación 2, en el que el comando de corrección de PC se recibe en un tiempo de señalización preconfigurado, y en el que el tiempo de señalización preconfigurado está en una concesión de UL particular.

6. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el factor de corrección se basa en un comando de corrección de PC señalado en una concesión de UL asociada con un proceso de Demanda de Repetición de Acceso Híbrido, HARQ.

7. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el componente de PC de UL de bucle abierto se basa demás en un nivel de potencia objetivo.

8. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el componente de PC de UL de bucle abierto se basa además en un nivel de potencia objetivo, y en el que el nivel de potencia objetivo se obtiene a partir de la señalización recibida en la WTRU.

9. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el componente de PC de UL de bucle abierto comprende un parámetro específico de celda.

10. El procedimiento de la reivindicación 1 o 9, en donde el componente de PCde UL de bucle abierto comprende un parámetro específico de la WTRU.

11. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde el nivel máximo de potencia de transmisión se basa en una clase de potencia de la WTRU o una capacidad de la WTRU.

12. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la aplicación de un mínimo de un nivel máximo de potencia de transmisión y la potencia de transmisión comprende:

aplicar el mínimo de un nivel máximo de potencia de transmisión y la potencia de transmisión de acuerdo con el tiempo de un proceso de Demanda de Repetición de Acceso Híbrido, HARQ.

13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que aplicar el mínimo de un nivel de potencia de transmisión máximo y la potencia de transmisión de acuerdo con una temporización del proceso HARQ comprende:

aplicar el mínimo de un nivel máximo de potencia de transmisión y la potencia de transmisión en un siguiente tiempo de transmisión del proceso HARQ asociado después de la recepción de una concesión de UL.

14. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

recibir la señalización que indica una asignación de recursos de UL, un comando de corrección de PC y el MCS, en el que el factor de corrección se basa en el comando de corrección de PC, y en el que la asignación de recursos de UL indica los RB asignados.

15. El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el componente de PC de UL de bucle abierto comprende un componente de compensación de la pérdida por trayectoria, y en el que el componente de compensación de la pérdida por trayectoria se basa en una estimación de pérdida por trayectoria filtrada y un factor de compensación de la pérdida por trayectoria específico de celda.

16. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:

determinar un componente de compensación de la pérdida por trayectoria en función de una estimación de pérdida por trayectoria filtrada y un factor de compensación de la pérdida por trayectoria específico de celda, en el que el componente de PC de UL de bucle abierto comprende el componente de compensación de la pérdida por trayectoria.

17. El procedimiento de la reivindicación 15 o 16, en el que la estimación de la pérdida por trayectoria filtrada se basa en un coeficiente de filtro, una pérdida por trayectoria instantánea y una estimación de pérdida por trayectoria previa o una estimación de pérdida por trayectoria filtrada previa.

18. El procedimiento de la reivindicación 15 o 16, en el que el componente de PC de UL de bucle abierto comprende un componente nominal de PC de bucle abierto específico de celda.

19. El procedimiento de la reivindicación 14, 15 o 16, que comprende además:

recibir señalización que indica el factor de compensación específico de la celda.

20. El procedimiento de la reivindicación 1, en donde:

el componente de PC de UL de bucle abierto comprende un componente de compensación de la pérdida por trayectoria y un componente nominal de PC de bucle abierto específico de celda;

el componente de compensación de la pérdida por trayectoria se basa en una estimación de pérdida por trayectoria filtrada y un factor de compensación de la pérdida por trayectoria específico de la celda;

el factor de corrección se basa en un comando de corrección de PC indicado junto con una asignación de recursos de UL y el MCS;

la asignación de recursos de UL indica los RB asignados; y

la estimación de pérdida por trayectoria filtrada se basa en un coeficiente de filtro, una pérdida por trayectoria instantánea y una estimación de pérdida por trayectoria previa o una estimación de pérdida por trayectoria filtrada previa.

21. Una unidad de transmisión/recepción inalámbrica, WTRU, (20) que comprende un circuito, que incluye un procesador configurado para realizar los pasos del procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 20.

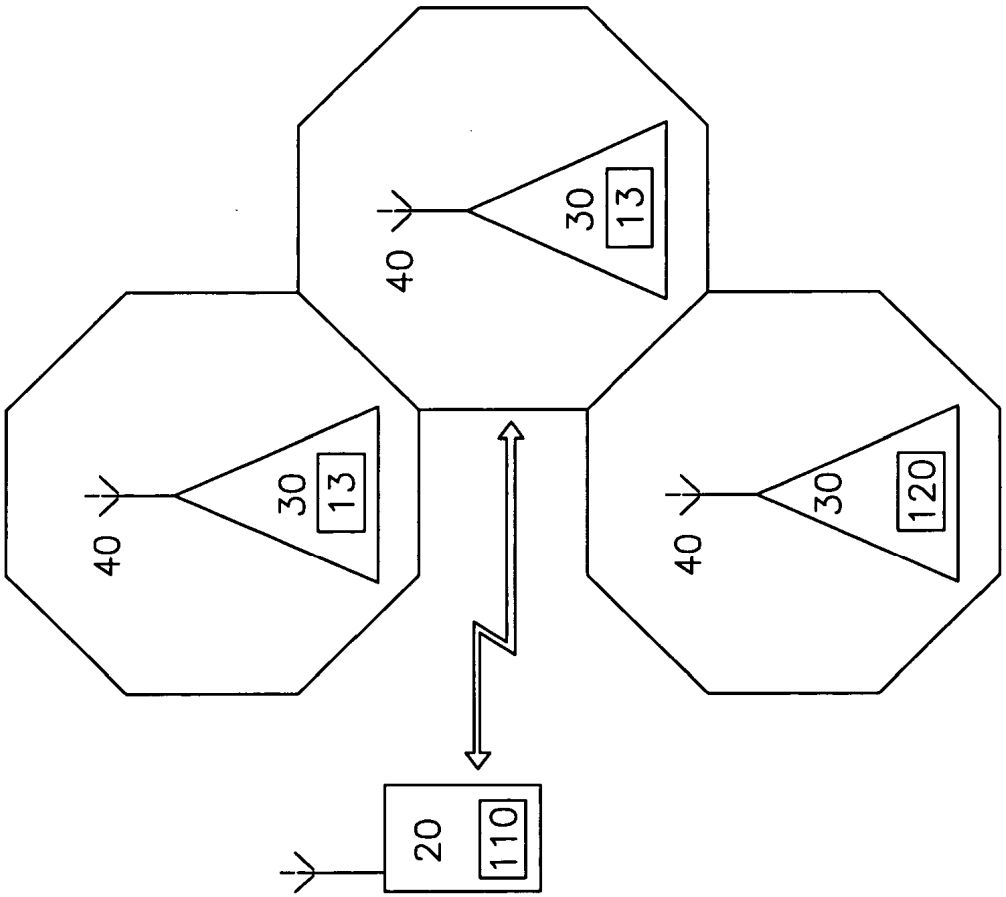

FIG.1

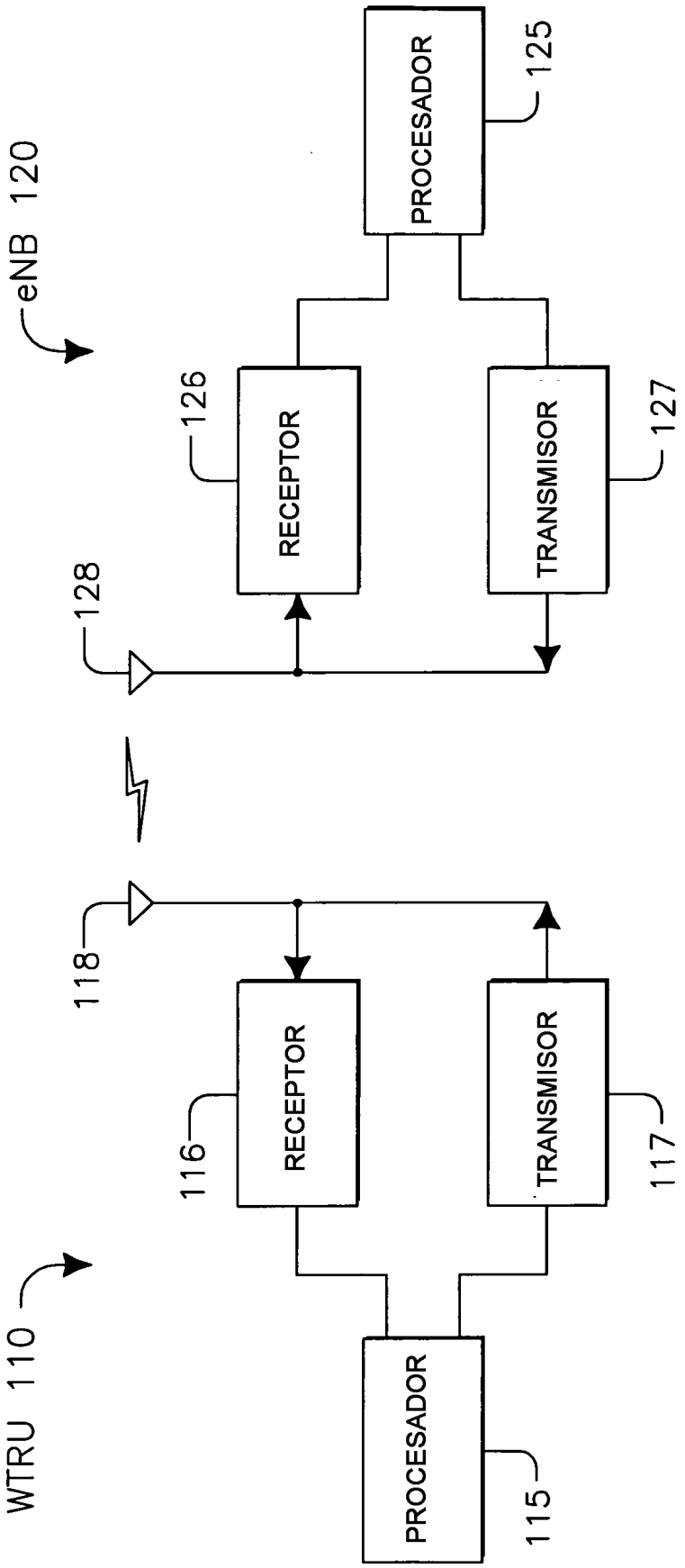
eNB 120
PROCESADOR
125
126
RECEPTOR
TRANSMISOR
127
128
118
RECEPTOR
116
TRANSMISOR
117
WTRU 110
PROCESADOR
115

FIG.2

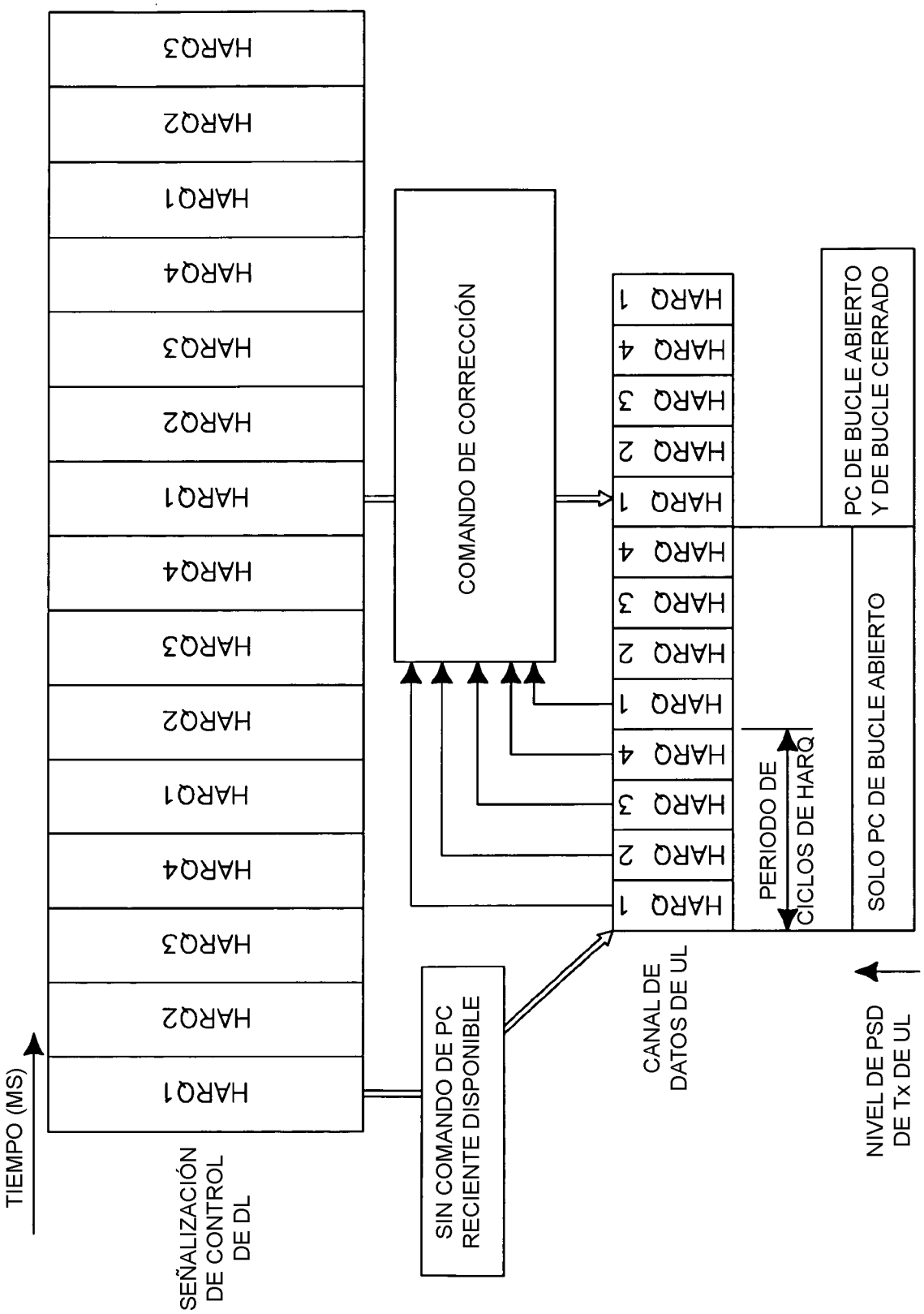
TIEMPO (MS)
SEÑALIZACIÓN DE CONTROL DE DL
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
HARQ1
HARQ2
HARQ3
SIN COMANDO DE PC RECIENTE DISPONIBLE
COMANDO DE CORRECCIÓN
CANAL DE DATOS DE UL
HARQ 1
HARQ 2
HARQ 3
HARQ 4
HARQ 1
HARQ 2
HARQ 3
HARQ 4
HARQ 1
HARQ 2
HARQ 3
HARQ 4
HARQ 1
PERIODO DE CICLOS DE HARQ
SOLO PC DE BUCLE ABIERTO
PC DE BUCLE ABIERTO Y DE BUCLE CERRADO
NIVEL DE PSD DE Tx DE UL

FIG.3

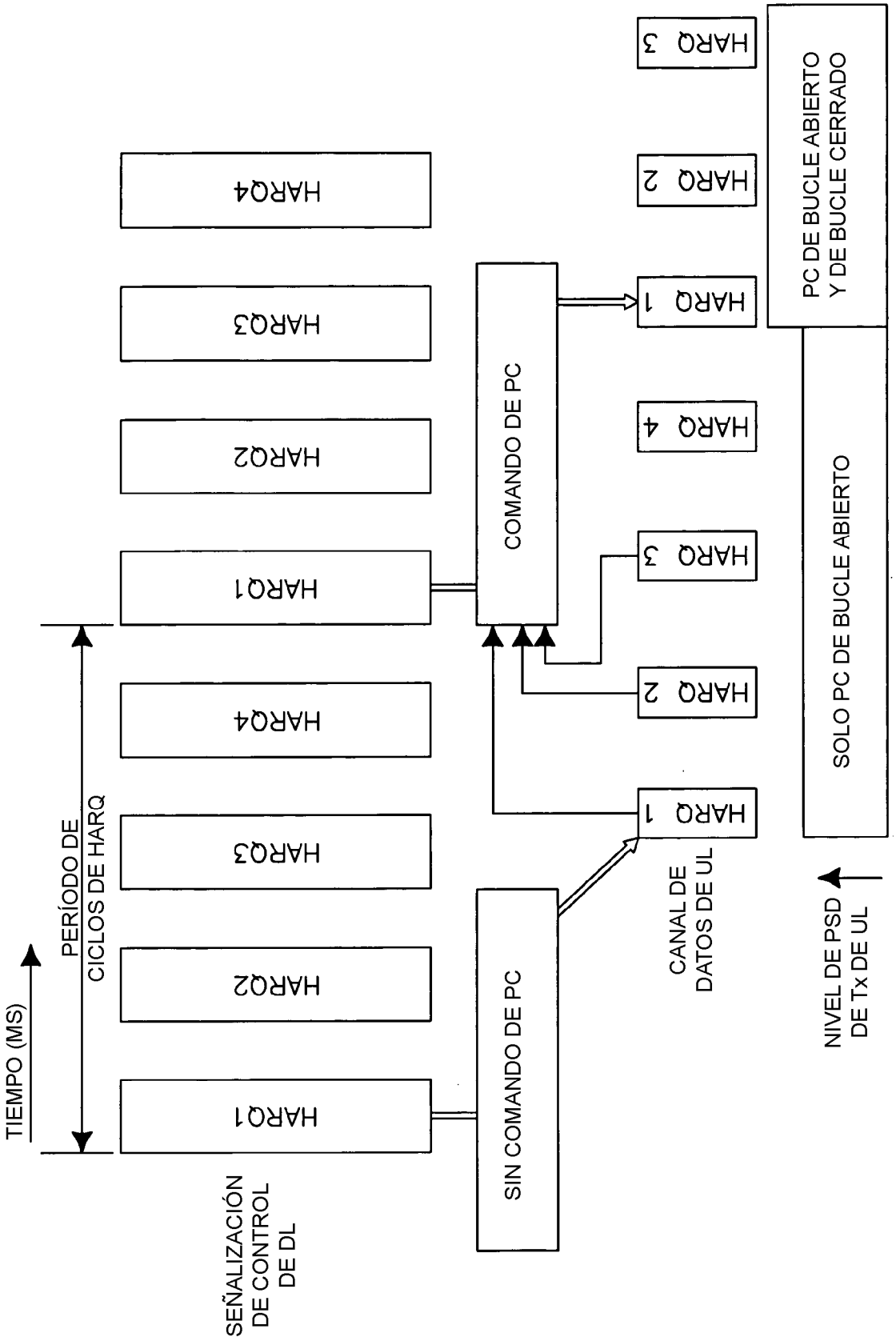
TIEMPO (MS)
PERÍODO DE CICLOS DE HARQ
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
SEÑALIZACIÓN DE CONTROL DE DL
SIN COMANDO DE PC
COMANDO DE PC
HARQ 1
HARQ 2
HARQ 3
HARQ 1
HARQ 2
HARQ 3
HARQ 4
CANAL DE DATOS DE UL
SOLO PC DE BUCLE ABIERTO
PC DE BUCLE ABIERTO Y DE BUCLE CERRADO
NIVEL DE PSD DE Tx DE UL

FIG.4

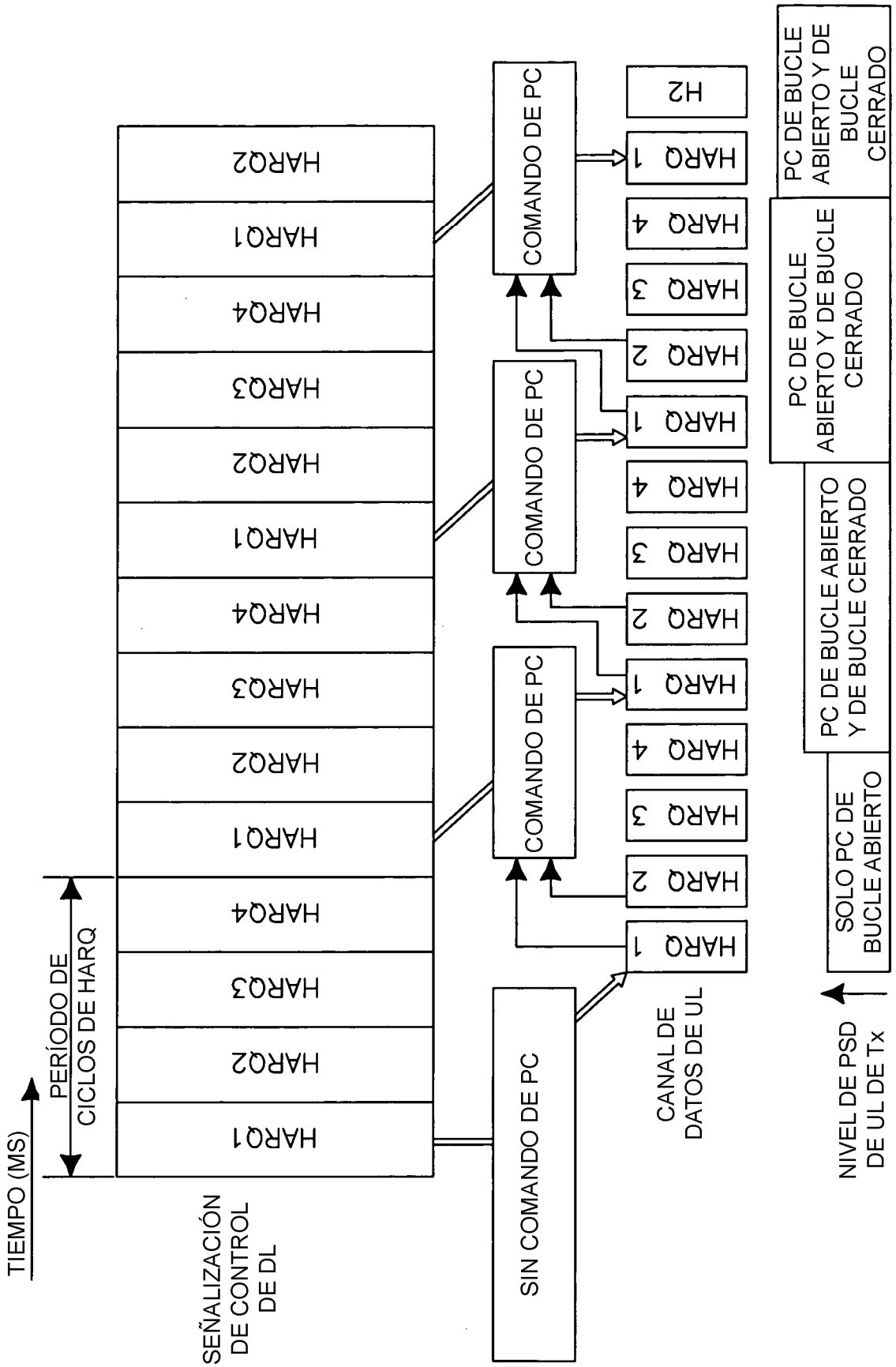
TIEMPO (MS)
PERÍODO DE CICLOS DE HARQ
SEÑALIZACIÓN DE CONTROL DE DL
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
HARQ1
HARQ2
SIN COMANDO DE PC
COMANDO DE PC
COMANDO DE PC
COMANDO DE PC
HARQ 1
HARQ 2
HARQ 3
HARQ 4
HARQ 1
HARQ 2
HARQ 3
HARQ 4
HARQ 1
HARQ 2
HARQ 3
HARQ 4
HARQ 1
H2
CANAL DE DATOS DE UL
NIVEL DE PSD DE UL DE Tx
SOLO PC DE BUCLE ABIERTO
PC DE BUCLE ABIERTO Y DE BUCLE CERRADO
PC DE BUCLE ABIERTO Y DE BUCLE CERRADO
PC DE BUCLE ABIERTO Y DE BUCLE CERRADO

FIG.5

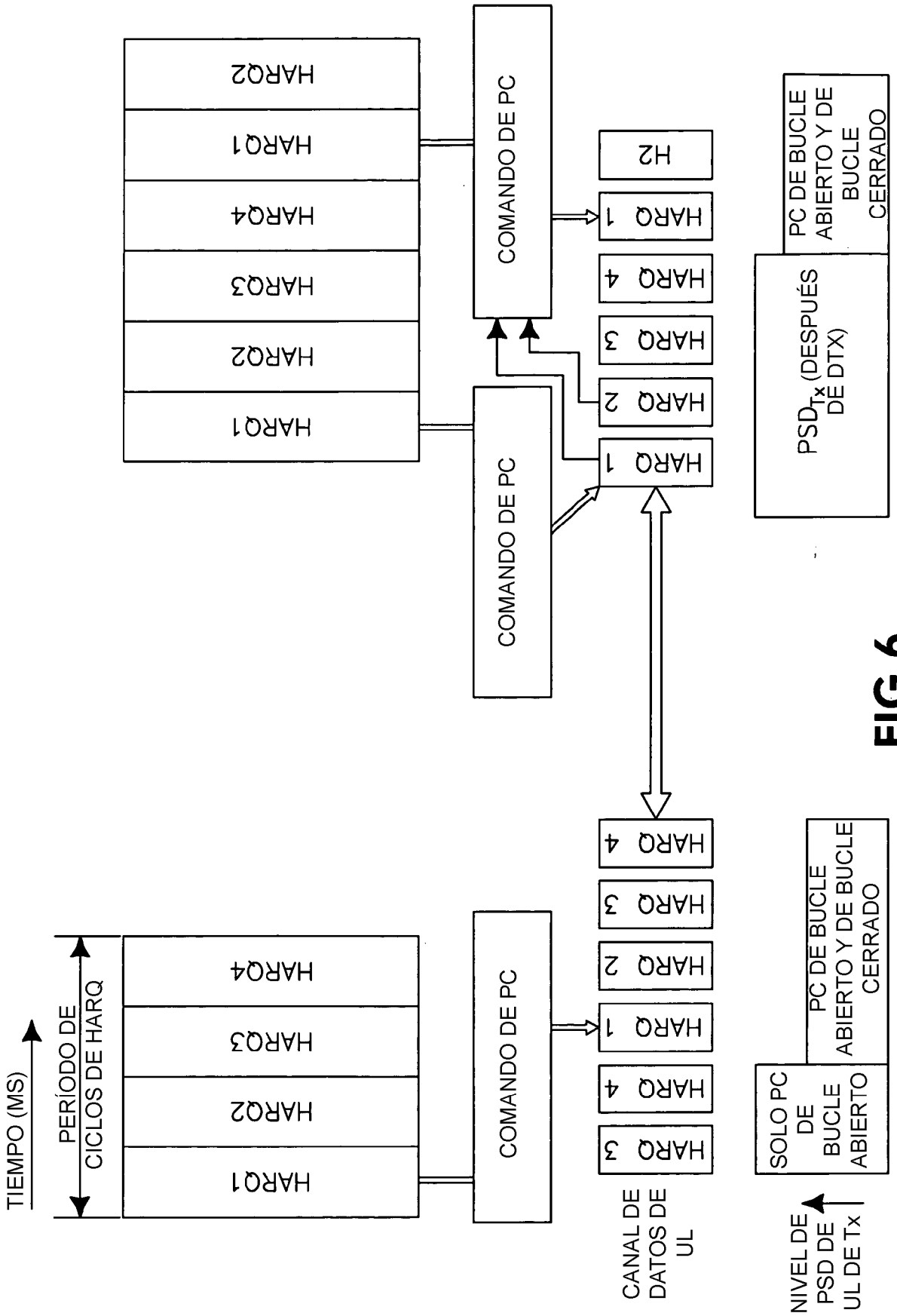
TIEMPO (MS)
PERÍODO DE CICLOS DE HARQ
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
COMANDO DE PC
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
COMANDO DE PC
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
H2
CANAL DE DATOS DE UL
SOLO PC DE BUCLE ABIERTO
PC DE BUCLE ABIERTO Y DE BUCLE CERRADO
PSDTx (DESPUÉS DE DTX)
PC DE BUCLE ABIERTO Y DE BUCLE CERRADO
NIVEL DE PSD DE UL DE Tx

FIG.6

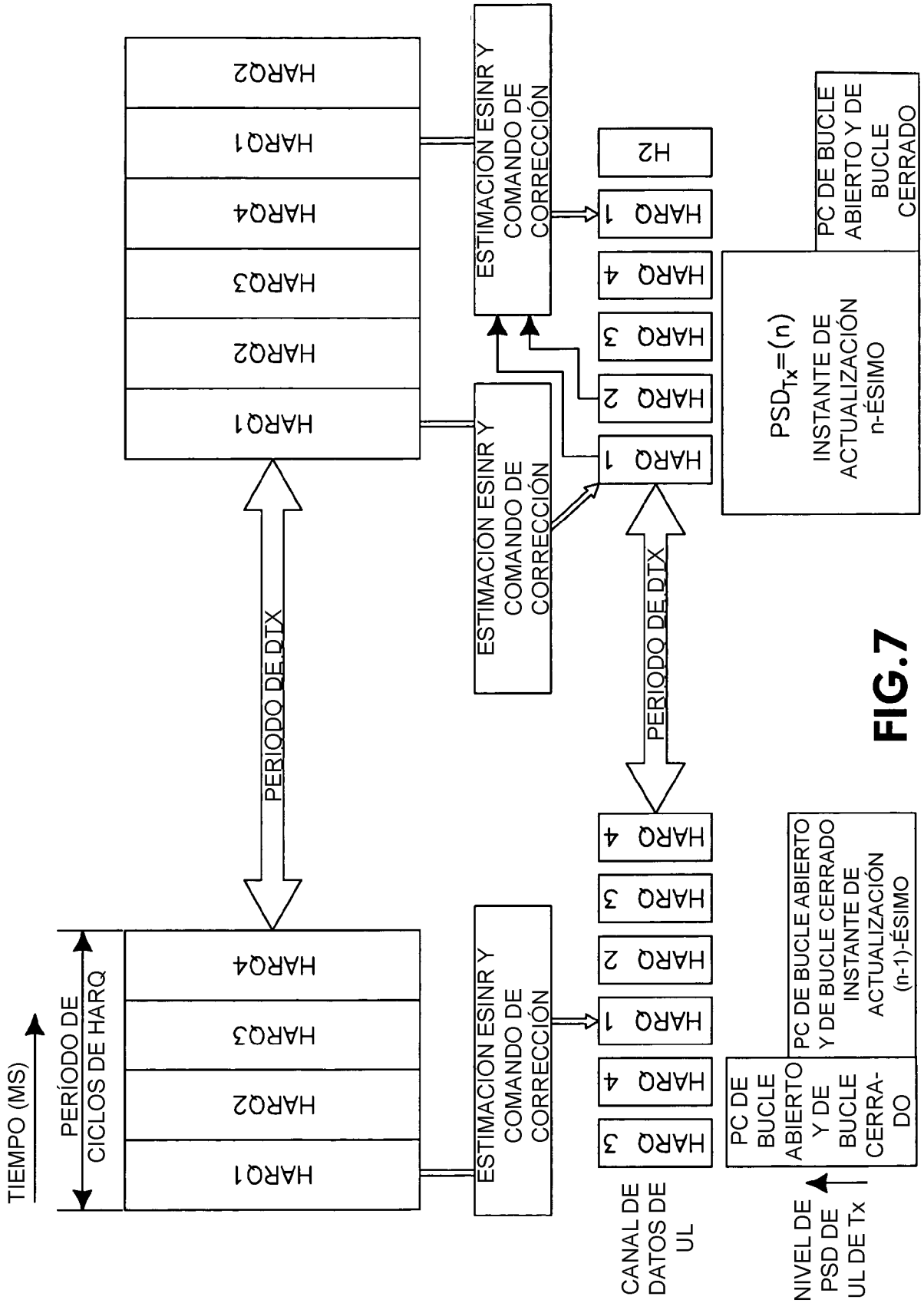
TIEMPO (MS)
PERÍODO DE CICLOS DE HARQ
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
PERIODO DE DTX
ESTIMACIÓN ESINR Y COMANDO DE CORRECCIÓN
ESTIMACIÓN ESINR Y COMANDO DE CORRECCIÓN
ESTIMACIÓN ESINR Y COMANDO DE CORRECCIÓN
HARQ1
HARQ2
HARQ3
HARQ4
HARQ1
HARQ2
PERIODO DE DTX
HARQ 1
HARQ 2
HARQ 3
HARQ 4
H2
HARQ 1
HARQ 4
HARQ 3
CANAL DE DATOS DE UL
PC DE BUCLE ABIERTO Y DE BUCLE CERRADO
PSD$_{Tx}$=(n)
INSTANTE DE ACTUALIZACIÓN n-ÉSIMO
PC DE BUCLE ABIERTO Y DE BUCLE CERRADO INSTANTE DE ACTUALIZACIÓN (n-1)-ÉSIMO
PC DE BUCLE ABIERTO Y DE BUCLE CERRA-DO
NIVEL DE PSD DE UL DE Tx

FIG.7

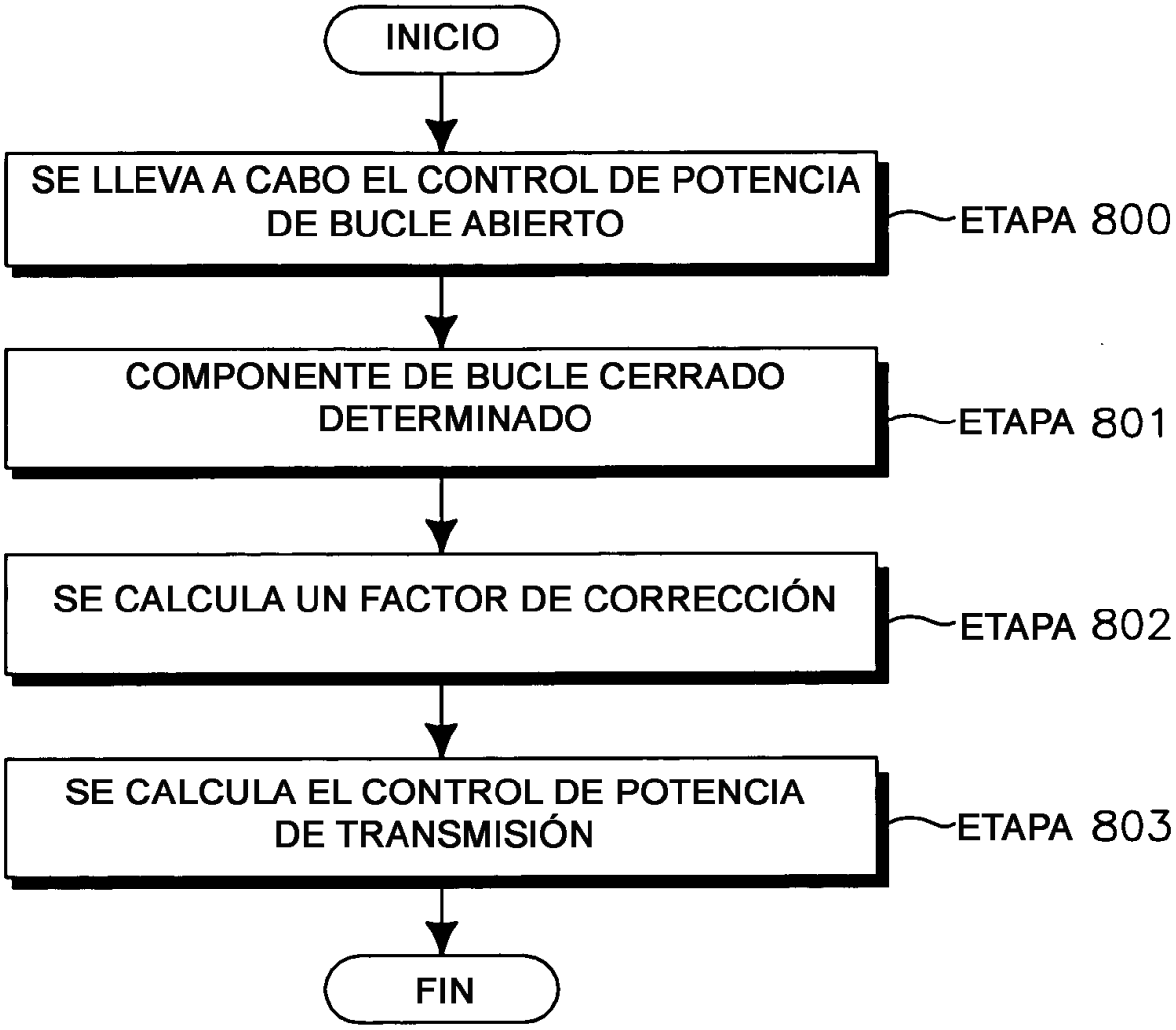
INICIO
SE LLEVA A CABO EL CONTROL DE POTENCIA DE BUCLE ABIERTO
ETAPA 800
COMPONENTE DE BUCLE CERRADO DETERMINADO
ETAPA 801
SE CALCULA UN FACTOR DE CORRECCIÓN
ETAPA 802
SE CALCULA EL CONTROL DE POTENCIA DE TRANSMISIÓN
ETAPA 803
FIN

FIG.8