

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 725**

51 Int. Cl.:

H04W 52/06	(2009.01)
H04W 72/04	(2009.01)
H04W 88/02	(2009.01)
H04W 52/24	(2009.01)
H04W 52/38	(2009.01)
H04W 52/36	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.01.2014 PCT/US2014/011598**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.07.2014 WO14113424**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.01.2014 E 14740575 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.08.2018 EP 2946613**

54 Título: **Esquemas de control de potencia de transmisión para comunicaciones D2D**

30 Prioridad:

17.01.2013 US 201313743652

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

06.11.2018

73 Titular/es:

**INTEL CORPORATION (50.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95052, US y
INTEL MOBILE COMMUNICATIONS GMBH
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**YANG, RONGZHEN;
YIN, HUJUN;
SCHMIDT, ANDREAS;
CHEN, FENG y
FWU, JONG-KAE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 688 725 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

Esquemas de control de potencia de transmisión para comunicaciones D2D.

La presente solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la Solicitud de Patente de Estados Unidos No. de Serie 13/743,652, presentada el 17 de enero de 2013.

5 Antecedentes

Las comunicaciones dispositivo a dispositivo (D2D, por sus siglas en inglés) constituyen un medio para mejorar el rendimiento de LTE (Evolución a Largo Plazo) y otras redes celulares. En las comunicaciones D2D, los terminales (a los que se hace referencia como equipos de usuario o EU en LTE) se comunican entre sí directamente antes que vincularse a través de la estación base (a la que se hace referencia como un nodo B evolucionado o eNB en LTE).

10 La comunicación D2D entre dos o más dispositivos D2D es, normalmente, muy local, debido a la corta distancia entre dispositivos D2D y usa una potencia de transmisión mucho más baja. Las comunicaciones D2D también constituyen una manera potente de aumentar la reutilización espacial en sistemas celulares para un caudal más alto.

Un enfoque de las comunicaciones D2D como un supraposicionamiento para una infraestructura de red LTE es una solución fuera de banda, en la cual el tráfico D2D se descarga a una banda no autorizada (p.ej., Wi-Fi según se define por los estándares IEEE 802.11) en la capa de aplicación. Otro enfoque es una solución en la banda, en la cual las transmisiones D2D tienen lugar en la misma banda autorizada usada por la red LTE.

15 Por ejemplo, el documento US 2005/0111383 A1 describe una comunicación entre pares que usa una red de acceso múltiple en la cual terminales de acceso a la red conducen la comunicación entre pares en canales de enlace inverso de la red.

20 Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra dispositivos EU a modo de ejemplo para comunicaciones D2D y un eNB.

La Figura 2 muestra un ejemplo de una célula doméstica servida por un eNB y que tiene al menos dos EU D2D.

La Figura 3 ilustra un esquema de control de potencia a modo de ejemplo para soportar comunicaciones D2D.

Descripción detallada

25 La siguiente descripción y los dibujos ilustran, de forma suficiente, realizaciones específicas para permitir a las personas con experiencia en la técnica practicarlas. Otras realizaciones pueden incorporar cambios estructurales, lógicos, eléctricos, procesos y otros cambios. Las porciones y características de algunas realizaciones se pueden incluir en, o reemplazar por, aquellas de otras realizaciones. Las realizaciones establecidas en las reivindicaciones abarcan todos los equivalentes disponibles de dichas reivindicaciones.

30 Las comunicaciones D2D como un supraposicionamiento para una red LTE pueden implementarse como un sistema centralizado o distribuido. En el último caso, los EU que actúan como dispositivos D2D se comunican directamente sin participación del eNB. Dicha arquitectura distribuida es solo apropiada donde la comunicación D2D ocurre fuera de banda, mediante el uso de recursos diferentes del espectro autorizado. Cuando la comunicación D2D tiene lugar en la misma banda autorizada que las comunicaciones celulares LTE, un sistema centralizado es necesario donde el eNB retiene el control del recurso radioeléctrico. Es decir, el eNB es responsable de permitir que las comunicaciones D2D entre EU tengan lugar y de asignar los recursos tiempo-frecuencia usados en los enlaces D2D. El control de la potencia de transmisión de EU D2D es un factor importante al determinar cuán bueno es el rendimiento de un sistema D2D centralizado. El control de potencia es importante tanto a los fines de conservar la alimentación de la batería en los EU como a los fines de gestionar la interferencia para reducir la interferencia entre células entre la célula doméstica y células vecinas y para reducir la interferencia entre células en la situación donde los enlaces D2D comparten recursos con la red celular. En la presente memoria se describe una arquitectura de control de potencia para soportar comunicaciones D2D intracélula con control centralizado.

45 La Figura 1 muestra un ejemplo de un EU 10 y un EU 20, cada uno de los cuales incorpora un procesador 21 conectado a un circuito de transcepción de radiofrecuencia (RF) 22 que se conecta a una o más antenas 23. Una estación base o eNB 40 se muestra con un procesador 41 conectado a un circuito de transcepción RF 42 que se conecta a múltiples antenas 43. Los componentes ilustrados pretenden representar cualquier tipo de configuración de hardware/software para proveer interfaces aéreas tanto a LTE como a la comunicación D2D y para llevar a cabo las funciones de procesamiento según se describe en la presente memoria. En la realización que se muestra en la figura, los EU 10 y 20 se comunican, ambos, con el eNB 40 mediante enlaces LTE y entre sí mediante el enlace D2D. La capa física de LTE se basa en la multiplexación por división de la frecuencia ortogonal (OFDM, por sus siglas en inglés) para el enlace descendente y una técnica relacionada, la multiplexación por división de la frecuencia de portadora única (SC-FDM, por sus sigla en inglés), para el enlace ascendente. En OFDM/SC-FDM, símbolos de modulación complejos según un esquema de modulación como, por ejemplo, QAM (modulación de amplitud en cuadratura) se mapean, cada uno, de manera individual, a una subportadora OFDM/SC-FDM particular

transmitida durante un símbolo OFDM/SC-FDM, al cual se hace referencia como un elemento de recurso (ER). Un ER es el recurso tiempo-frecuencia más pequeño en LTE. Las transmisiones LTE en el dominio temporal se organizan en tramas radioeléctricas, cada una de las cuales tiene una duración de 10 ms. Cada trama radioeléctrica consiste en 10 subtramas y cada subtrama consiste en dos intervalos consecutivos de 0,5 ms.

5 La Figura 2 muestra un ejemplo de un eNB 40 que sirve a una célula doméstica 45 en la cual un número de EU designados EU_0 a EU_N se ubican. Todos los EU se comunican con el eNB mediante un enlace EU-eNB. Los EU_0 y EU_1 se muestran como EU D2D que se comunican entre sí mediante un enlace D2D. En un sistema D2D intracélula centralizado, cada uno de los EU D2D necesita mantener enlaces de comunicación con el eNB para su EU socio D2D. Un subsistema de control de potencia que gobierna un EU D2D, por lo tanto, necesita: 1) asegurar que suficiente potencia se suministra para el enlace de comunicación al eNB para los datos de enlace ascendente y canales de control y para mantener el enlace de comunicación D2D; y 2) equilibrar los requisitos de potencia para los enlaces de comunicaciones con la interferencia que puede provocarse a células vecinas y, en el caso donde los recursos se comparten dentro de la célula por las comunicaciones D2D y celulares, a otros EU en la célula doméstica.

15 El control de potencia para EU puede implementarse en forma de bucle abierto y/o de bucle cerrado. El control de potencia en bucle abierto implica que el EU ajusta su potencia de transmisión de cierto nivel preestablecido considerado necesario para mantener el enlace de comunicaciones a un nivel necesario para compensar la pérdida de trayecto de la señal transmitida pero sin superar un nivel de potencia máximo preestablecido. La pérdida de trayecto puede calcularse mediante la determinación de la potencia de una señal de referencia recibida del receptor de EU que, debido a la reciprocidad de canal, será la misma que la pérdida de trayecto de una señal transmitida al receptor. La compensación de pérdida de trayecto puede implementarse para compensar, ya sea de forma total o parcial, la pérdida de trayecto mediante el aumento de la potencia de transmisión, se hace referencia a esto último como control de potencia fraccional (FPC, por sus siglas en inglés). El control de potencia en bucle cerrado, que puede aplicarse en conjunto con el control de potencia en bucle abierto, implica que el EU ajusta su potencia de transmisión según los comandos de control de potencia enviados desde el receptor de EU, sobre los cuales el receptor puede basar su SINR recibida (relación de señal a ruido más interferencia) Los comandos de control de potencia pueden ser absolutos, y especificar un nivel de potencia de transmisión particular, o pueden ser acumulativos para aumentar o reducir el nivel de potencia de transmisión actual en cierta cantidad especificada.

25 En una realización, un esquema de control de potencia para EU D2D se representa por la siguiente ecuación que define cómo el EU ajusta su nivel de potencia de transmisión durante las comunicaciones D2D:

$$P_{D2D}(i) = \min(P_{D2D, \text{MÁX}}, P_{D2D, \text{OLPC}}(i) + P_{D2D, \text{CLPC}}(i))$$

35 donde $P_{D2D}(i)$ es el nivel de potencia de transmisión decidido para las comunicaciones D2D, $P_{D2D, \text{MÁX}}$ es una potencia de transmisión máxima permitida durante las comunicaciones D2D, $P_{D2D, \text{OLPC}}(i)$ es la función de control de potencia en bucle abierto, $P_{D2D, \text{CLPC}}(i)$ es la función de control de potencia en bucle cerrado, e i es el índice de subtramas LTE.

En una realización, la función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D, \text{OLPC}}(i)$ puede expresarse como una que consiste en dos partes, según se describe a continuación:

$$P_{D2D, \text{OLPC}}(i) = \min(P_{D2D, \text{OLPC, Parte}_1}(i), P_{D2D, \text{OLPC, Parte}_2}(i))$$

40 $P_{D2D, \text{OLPC, Parte}_1}(i)$ representa la parte de la función de control en bucle abierto que mantiene el enlace D2D mientras minimiza la interferencia a otros y puede expresarse de la siguiente manera:

$$P_{D2D, \text{OLPC, Parte}_1}(i) = P_{0, D2D} + L_{D2D} + \text{SINR}_{\text{objetivo}}$$

45 donde $P_{0, D2D}$ es un establecimiento de potencia base para las comunicaciones D2D, $\text{SINR}_{\text{objetivo}}$ es una relación objetivo de señal a interferencia más ruido establecida para comunicaciones D2D, y L_{D2D} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el EU socio. El control de potencia fraccional puede o puede no aplicarse. $P_{D2D, \text{OLPC, Parte}_2}(i)$ representa la parte de la función de control en bucle abierto que mantiene el enlace con el eNB con interferencia minimizada a otras células y puede expresarse de la siguiente manera:

$$P_{D2D, \text{OLPC, Parte}_2}(i) = P_{0, \text{eNB}} + \alpha (L_{\text{eNB}})$$

50 donde $P_{0, \text{eNB}}$ es un establecimiento de potencia base para comunicarse con el eNB, α es un parámetro de control de potencia fraccional entre 0 y 1, y L_{eNB} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones

entre el dispositivo y el eNB. En varias realizaciones, la función de control de potencia en bucle abierto puede aplicarse en una manera que solo mantiene el enlace D2D con interferencia minimizada de la siguiente manera:

$$P_{D2D, OLPC}(i) = P_{D2D, OLPC, Parte_1},$$

aplicado para solamente mantener el enlace eNB con interferencia minimizada como:

$$5 \quad P_{D2D, OLPC}(i) = P_{D2D, OLPC, Parte_2},$$

o totalmente inhabilitado según se expresa por:

$$P_{D2D, OLPC}(i) = 0$$

En este último caso, solo el control de potencia en bucle cerrado según se describe más abajo se aplica.

En una realización, la función de control de potencia en bucle cerrado puede expresarse como:

$$10 \quad P_{D2D, CLPC}(i) = f_{D2D}(i)$$

donde $f_{D2D}(i)$ es una función de un valor transmitido por el EU socio. La función $f_{D2D}(i)$ puede funcionar en una manera absoluta de modo que:

$$f_{D2D}(i) = \Delta_{D2D}(i)$$

15 donde $\Delta_{D2D}(i)$ es un valor de potencia de transmisión absoluto transmitido por el EU socio o puede funcionar en una manera acumulativa de modo que:

$$f_{D2D}(i) = f_{D2D}(i-1) + \Delta_{D2D}(i)$$

donde $\Delta_{D2D}(i)$ es un comando de control de potencia incremental positivo o negativo transmitido por el segundo EU y donde $f_{D2D}(i)$ se inicializa en cero. En otra realización, la función de control de potencia en bucle cerrado $P_{D2D, CLPC}(i)$ se define como:

$$20 \quad P_{D2D, CLPC}(i) = f_{D2D}(i) + f_{eNB}(i)$$

donde $f_{D2D}(i)$ se define según las alternativas descritas más arriba y $f_{eNB}(i)$ es una función de un valor transmitido por el eNB. La función $f_{eNB}(i)$ puede funcionar en una manera absoluta de modo que:

$$f_{eNB}(i) = \Delta_{eNB}(i)$$

25 donde $\Delta_{eNB}(i)$ es un valor de potencia de transmisión absoluto transmitido por el eNB, o puede funcionar en una manera acumulativa de modo que:

$$f_{eNB}(i) = f_{eNB}(i-1) + \Delta_{eNB}(i)$$

donde $\Delta_{eNB}(i)$ es un comando de control de potencia incremental positivo o negativo transmitido por el eNB y donde $f_{eNB}(i)$ se inicializa en cero.

30 La Figura 3 ilustra un esquema de control de potencia D2D a modo de ejemplo con respecto al eNB 40 y EU D1 y D2 emparejados que son para establecer una sesión de comunicaciones D2D entre sí. En la etapa 101, el eNB 40 puede radiodifundir valores de ciertos parámetros de control de potencia D2D a todos los EU en su área de cobertura. La radiodifusión puede ocurrir de manera periódica en un período establecido por la configuración de eNB. Los parámetros de radiodifusión pueden incluir el establecimiento de nivel de potencia base para la comunicación D2D $P_{0,D2D}$, el establecimiento de nivel de potencia base para el control de interferencia entre células $P_{0,eNB}$, el parámetro de control de potencia fraccional α para el control de interferencia, y la relación objetivo señal a ruido más interferencia $SINR_{objetivo}$ establecida para la comunicación D2D. En la etapa 102, el eNB puede unidifundir los parámetros $P_{0,D2D}$, $P_{0,eNB}$, α , y $SINR_{objetivo}$ a EU particulares como, por ejemplo, los EU D1 y D2 que se muestran en la figura. Si un parámetro se radiodifunde y unidifunde a un EU particular, el valor de parámetro unidifundido puede anular el valor radiodifundido. En la etapa 103, los EU D1 y D2 ejecutan los procedimientos para establecer una sesión de comunicaciones D2D que pueden incluir, después de la sincronización con el eNB, solicitar recursos tiempo-frecuencia del eNB y recibir autorización del eNB. En la etapa 104, los EU D1 y D2 pueden intercambiar ciertos parámetros de control de potencia D2D. Por ejemplo, $P_{0,D2D}$ puede señalizarse del EU D1 al EU D2 según el nivel de potencia de interferencia recibido en EU D1. De manera similar, el parámetro $SINR_{objetivo}$ puede transmitirse del EU D1 al EU D2 según el nivel de potencia de interferencia recibido en EU D1. La configuración de sistema puede ser tal que, si los valores de parámetro se han radiodifundido o unidifundido previamente a un EU desde el

eNB, los valores de parámetro recibidos de un EU tendrán prioridad y anularán los valores previamente recibidos. La etapa 105, que puede llevarse a cabo en cualquier momento, representa que el eNB transmite comandos de control de potencia rápidos en bucle cerrado $\Delta_{eNB}(i)$ a cualquiera de o ambos EU emparejados. Los comandos de potencia pueden codificarse, por ejemplo, como comandos de un bit (+1 dB, -1 dB) o comandos de dos bits (-0,5 dB, 0 dB, +0,5 dB, +1 dB) para el parámetros $\Delta_{eNB}(i)$. La etapa 106, que también puede llevarse a cabo en cualquier momento, representa que el EU D2D transmite comandos de control de potencia rápidos en bucle cerrado $\Delta_{D2D}(i)$ a su EU socio. Los comandos de potencia pueden codificarse, por ejemplo, como comandos de un bit (+1 dB, -1 dB) o comandos de dos bits (-0,5 dB, 0 dB, +0,5 dB, +1 dB) para el parámetro $\Delta_{D2D}(i)$. En la etapa 107, los EU D1 y D2 deciden sus niveles de potencia de transmisión según los valores de parámetros previamente señalizados. La etapa 108 representa la comunicación D2D entre el EU D1 y D2 en el nivel de potencia decidido.

Realizaciones a modo de ejemplo

En una realización, el dispositivo de EU comprende: un transceptor radioeléctrico para proveer una interfaz aérea para comunicarse con un eNB y para las comunicaciones D2D y circuitos de procesamiento conectados al transceptor radioeléctrico para: recibir asignaciones de recursos tiempo-frecuencia para comunicaciones D2D del eNB; establecer una sesión de comunicaciones D2D con un segundo EU e intercambiar parámetros de control de potencia D2D con el segundo EU que incluyen una función de control de potencia en bucle cerrado $P_{D2D,CLPC}$; recibir una función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ mediante la interfaz aérea para controlar la potencia de transmisión durante las comunicaciones D2D; y mantener la potencia de transmisión durante las transmisiones D2D como una función de las funciones de control de potencia en bucle abierto y en bucle cerrado. Los circuitos de procesamiento pueden ser además para: mantener la potencia de transmisión durante las transmisiones D2D como el valor de una función P_{D2D} calculado para cada subtrama i como:

$$P_{D2D}(i) = \min(P_{D2D,MÁX}, P_{D2D,OLPC}(i) + P_{D2D,CLPC}(i))$$

donde $P_{D2D,MÁX}$ es una potencia de transmisión máxima permitida durante las comunicaciones D2D. La función de control de potencia en bucle cerrado $P_{D2D,CLPC}(i)$ se puede definir como:

$$P_{D2D,CLPC}(i) = f_{D2D}(i)$$

donde $f_{D2D}(i)$ es una función de un valor transmitido por el segundo EU. La función $f_{D2D}(i)$ puede definirse como:

$$f_{D2D}(i) = \Delta_{D2D}(i)$$

donde $\Delta_{D2D}(i)$ es un valor de potencia de transmisión absoluto transmitido por el segundo EU, o definido como:

$$f_{D2D}(i) = f_{D2D}(i-1) + \Delta_{D2D}(i)$$

donde $\Delta_{D2D}(i)$ es un comando de control de potencia incremental positivo o negativo transmitido por el segundo EU y donde $f_{D2D}(i)$ se inicializa en cero. La función de control de potencia en bucle cerrado $P_{D2D,CLPC}(i)$ se puede definir como:

$$P_{D2D,CLPC}(i) = f_{D2D}(i) + f_{eNB}(i)$$

donde $f_{D2D}(i)$ es una función de un valor transmitido por el segundo EU y $f_{eNB}(i)$ es una función de un valor transmitido por el eNB. La función $f_{eNB}(i)$ puede definirse como:

$$f_{eNB}(i) = \Delta_{eNB}(i)$$

donde $\Delta_{eNB}(i)$ es un valor de potencia de transmisión absoluto transmitido por el eNB o definido como:

$$f_{eNB}(i) = f_{eNB}(i-1) + \Delta_{eNB}(i)$$

donde $\Delta_{eNB}(i)$ es un comando de control de potencia incremental positivo o negativo transmitido por el eNB y donde $f_{eNB}(i)$ se inicializa en cero. La función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ puede establecerse en un valor cero constante. La función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se puede definir como:

$$P_{D2D,OLPC}(i) = P_{0,eNB} + \alpha(L_{eNB})$$

donde $P_{0,eNB}$ es un establecimiento de potencia base para comunicarse con el eNB, α es un parámetro de control de potencia fraccional entre 0 y 1, y L_{eNB} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el eNB. La función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se puede definir como:

$$P_{D2D,OLPC}(i) = P_{0,eNB} + \alpha(L_{eNB})$$

donde $P_{0,eNB}$ es un establecimiento de potencia base para comunicarse con el eNB, α es un parámetro de control de potencia fraccional entre 0 y 1, y L_{eNB} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el eNB. La función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se puede definir como:

$$P_{D2D,OLPC}(i) = P_{0,D2D} + L_{D2D} + SINR_{objetivo}$$

5 donde $P_{0,eD2D}$ es un establecimiento de potencia base para comunicaciones D2D, $SINR_{objetivo}$ es una relación objetivo de señal a ruido más interferencia establecida para comunicaciones D2D, y L_{D2D} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el segundo EU. La función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se puede definir como:

$$P_{D2D,OLPC}(i) = P_{0,D2D} + L_{D2D} + SINR_{objetivo}$$

10 donde $P_{0,eD2D}$ es un establecimiento de potencia base para comunicaciones D2D, $SINR_{objetivo}$ es una relación objetivo de señal a ruido más interferencia establecida para comunicaciones D2D, y L_{D2D} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el segundo EU. La función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se puede definir como:

$$P_{D2D,OLPC}(i) = \min(P_{0,eNB} + \alpha(L_{eNB}), P_{0,D2D} + L_{D2D} + SINR_{objetivo})$$

15 donde $P_{0,eNB}$ es un establecimiento de potencia base para comunicarse con el eNB, α es un parámetro de control de potencia fraccional entre 0 y 1, L_{eNB} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el eNB, $P_{0,D2D}$ es un establecimiento de potencia base para las comunicaciones D2D, $SINR_{objetivo}$ es una relación objetivo de señal a ruido más interferencia establecida para las comunicaciones D2D, y L_{D2D} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el segundo EU. La función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se puede definir como:

$$P_{D2D,OLPC}(i) = \min(P_{0,eNB} + \alpha(L_{eNB}), P_{0,D2D} + L_{D2D} + SINR_{objetivo})$$

25 donde $P_{0,eNB}$ es un establecimiento de potencia base para comunicarse con el eNB, α es un parámetro de control de potencia fraccional entre 0 y 1, L_{eNB} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el eNB, $P_{0,D2D}$ es un establecimiento de potencia base para las comunicaciones D2D, $SINR_{objetivo}$ es una relación objetivo de señal a ruido más interferencia establecida para las comunicaciones D2D, y L_{D2D} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el segundo EU.

En otra realización, el método para hacer funcionar un EU en una célula LTE servida por un eNB, comprende: establecer un enlace de comunicación con el eNB y establecer un enlace de comunicaciones D2D con un segundo EU; recibir una señal de control de potencia en bucle cerrado del segundo EU diseñada para mantener el enlace D2D con interferencia reducida; recibir una señal de control de potencia en bucle abierto del EU de eNB diseñada para mantener el enlace eNB con interferencia reducida; y mantener el nivel de potencia de transmisión durante la transmisión D2D según las señales de control de potencia en bucle abierto y bucle cerrado. El método puede además comprender: intercambiar parámetros de control de potencia D2D con el segundo EU que incluyen una función de control de potencia en bucle cerrado $P_{D2D,CLPC}$; recibir una función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ mediante la interfaz aérea para controlar la potencia de transmisión durante las comunicaciones D2D; mantener la potencia de transmisión durante las transmisiones D2D como una función de las funciones de control de potencia en bucle abierto y bucle cerrado. El método puede además comprender: mantener la potencia de transmisión durante las transmisiones D2D como el valor de una función P_{D2D} calculado para cada subtrama i como:

$$40 \quad P_{D2D}(i) = \min(P_{D2D,MÁX}, P_{D2D,OLPC}(i) + P_{D2D,CLPC}(i))$$

donde $P_{D2D,MÁX}$ es una potencia de transmisión máxima permitida durante las comunicaciones D2D. La función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se puede definir como:

$$P_{D2D,OLPC}(i) = P_{0,eNB} + \alpha(L_{eNB})$$

45 donde $P_{0,eNB}$ es un establecimiento de potencia base para comunicarse con el eNB, α es un parámetro de control de potencia fraccional entre 0 y 1, y L_{eNB} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el eNB.

Las realizaciones según se describen más arriba pueden implementarse como métodos para el funcionamiento y/o en varias configuraciones de hardware que pueden incluir un procesador para ejecutar instrucciones que llevan a

cabo los métodos. Dichas instrucciones pueden contenerse en un medio de almacenamiento apropiado desde el cual aquellas se transfieren a una memoria u otro medio ejecutable por procesador.

5 El objeto se ha descrito en el contexto de una red LTE. Excepto donde surjan incoherencias, el objeto puede usarse en otros tipos de redes celulares con referencias a un EU y eNB reemplazadas por referencias a un terminal y estación base, respectivamente.

10 El objeto se ha descrito en conjunto con las anteriores realizaciones específicas. Debe apreciarse que dichas realizaciones pueden también combinarse en cualquier manera que se considere ventajosa. Asimismo, muchas alternativas, variaciones y modificaciones serán aparentes para las personas con experiencia ordinaria en la técnica. Se pretende que dichas otras alternativas, variaciones y modificaciones caigan dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo de equipo de usuario (EU) (D1), que comprende:

un transceptor radioeléctrico (22) para proveer una interfaz aérea para comunicarse con un nodo B evolucionado (eNB) (40) y para las comunicaciones dispositivo a dispositivo (D2D); y

5 circuitos de procesamiento (21) conectados al transceptor radioeléctrico para:

recibir asignaciones de recursos tiempo-frecuencia para comunicaciones D2D del eNB (40);

establecer una sesión de comunicaciones D2D con un segundo EU (D2) e intercambiar parámetros de control de potencia D2D con el segundo EU (D2) que incluyen una función de control de potencia en bucle cerrado $P_{D2D,CLPC}$;

10 recibir una función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ mediante la interfaz aérea para controlar la potencia de transmisión durante las comunicaciones D2D;

mantener una potencia de transmisión durante las transmisiones D2D como una función de las funciones de control de potencia en bucle abierto y bucle cerrado donde la potencia de transmisión $P_{D2D}(i)$ para cada subtrama i se calcula como:

$$P_{D2D}(i) = \min(P_{D2D,MAX}, P_{D2D,OLPC}(i) + P_{D2D,CLPC}(i))$$

15 donde $P_{D2D,MAX}$ es una potencia de transmisión máxima permitida durante las comunicaciones D2D.

2. El dispositivo (D1) de la reivindicación 1 en donde la función de control de potencia en bucle cerrado $P_{D2D,CLPC}(i)$ se define como:

$$P_{D2D,CLPC}(i) = f_{D2D}(i)$$

donde $f_{D2D}(i)$ es una función de un valor transmitido por el segundo EU.

20 3. El dispositivo (D1) de la reivindicación 2, en donde:

$$f_{D2D}(i) = \Delta_{D2D}(i)$$

donde $\Delta_{D2D}(i)$ es un valor de potencia de transmisión absoluto transmitido por el segundo EU.

4. El dispositivo (D1) de la reivindicación 2, en donde:

$$f_{D2D}(i) = f_{D2D}(i-1) + \Delta_{D2D}(i)$$

25 donde $\Delta_{D2D}(i)$ es un comando de control de potencia incremental positivo o negativo transmitido por el segundo EU (D2) y donde $f_{D2D}(i)$ se inicializa en cero.

5. El dispositivo (D1) de la reivindicación 1 en donde la función de control de potencia en bucle cerrado $P_{D2D,CLPC}(i)$ se define como:

$$P_{D2D,CLPC}(i) = f_{D2D}(i) + f_{eNB}(i)$$

30 donde $f_{D2D}(i)$ es una función de un valor transmitido por el segundo EU (D2) y $f_{eNB}(i)$ es una función de un valor transmitido por el eNB.

6. El dispositivo (D1) de la reivindicación 5, en donde:

$$f_{eNB}(i) = \Delta_{eNB}(i)$$

donde $\Delta_{eNB}(i)$ es un valor de potencia de transmisión absoluto transmitido por el eNB (40).

35 7. El dispositivo (D1) de la reivindicación 5, en donde:

$$f_{eNB}(i) = f_{eNB}(i-1) + \Delta_{eNB}(i)$$

donde $\Delta_{eNB}(i)$ es un comando de control de potencia incremental positivo o negativo transmitido por el eNB y donde $f_{eNB}(i)$ se inicializa en cero.

40 8. El dispositivo (D1) de la reivindicación 1 en donde la función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se establece en un valor cero constante.

9. El dispositivo (D1) de la reivindicación 1 en donde la función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se define como:

$$P_{D2D,OLPC}(i) = P_{0,eNB} + \alpha (L_{eNB})$$

5 donde $P_{0,eNB}$ es un establecimiento de potencia base para comunicarse con el eNB (40), α es un parámetro de control de potencia fraccional entre 0 y 1, y L_{eNB} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el eNB.

10. El dispositivo (D1) de la reivindicación 1 en donde la función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se define como:

$$P_{D2D,OLPC}(i) = P_{0,D2D} + L_{D2D} + SINR_{objetivo}$$

10 donde $P_{0,D2D}$ es un establecimiento de potencia base para comunicaciones D2D, $SINR_{objetivo}$ es una relación objetivo de señal a ruido más interferencia establecida para comunicaciones D2D, y L_{D2D} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el segundo EU (D2).

11. El dispositivo (D1) de la reivindicación 1 en donde la función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ se define como:

$$15 \quad P_{D2D,OLPC}(i) = \min(P_{0,eNB} + \alpha (L_{eNB}), P_{0,D2D} + L_{D2D} + SINR_{objetivo})$$

donde $P_{0,eNB}$ es un establecimiento de potencia base para comunicarse con el eNB (40), α es un parámetro de control de potencia fraccional entre 0 y 1, L_{eNB} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el eNB (40), $P_{0,D2D}$ es un establecimiento de potencia base para las comunicaciones D2D, $SINR_{objetivo}$ es una relación objetivo de señal a ruido más interferencia establecida para las comunicaciones D2D, y L_{D2D} es un valor de pérdida de trayecto medido para el trayecto de comunicaciones entre el dispositivo y el segundo EU (D2).

12. Un método para hacer funcionar el equipo de usuario (EU) que comprende un transceptor radioeléctrico que provee una interfaz aérea para comunicarse con un nodo B evolucionado (eNB) y para las comunicaciones dispositivo a dispositivo (D2D), el método comprendiendo:

25 recibir asignaciones de recursos tiempo-frecuencia para comunicaciones D2D del eNB;

establecer una sesión de comunicaciones D2D con un segundo EU e intercambiar parámetros de control de potencia D2D con el segundo EU que incluyen una función de control de potencia en bucle cerrado $P_{D2D,CLPC}$;

recibir una función de control de potencia en bucle abierto $P_{D2D,OLPC}$ mediante la interfaz aérea para controlar la potencia de transmisión durante las comunicaciones D2D; y

30 mantener una potencia de transmisión durante las transmisiones D2D como una función de las funciones de control de potencia en bucle abierto y bucle cerrado donde la potencia de transmisión $P_{D2D}(i)$ para cada subtrama i se calcula como:

$$P_{D2D}(i) = \min(P_{D2D,MÁX}, P_{D2D,OLPC}(i) + P_{D2D,CLPC}(i))$$

donde $P_{D2D,MÁX}$ es una potencia de transmisión máxima permitida durante las comunicaciones D2D.

35

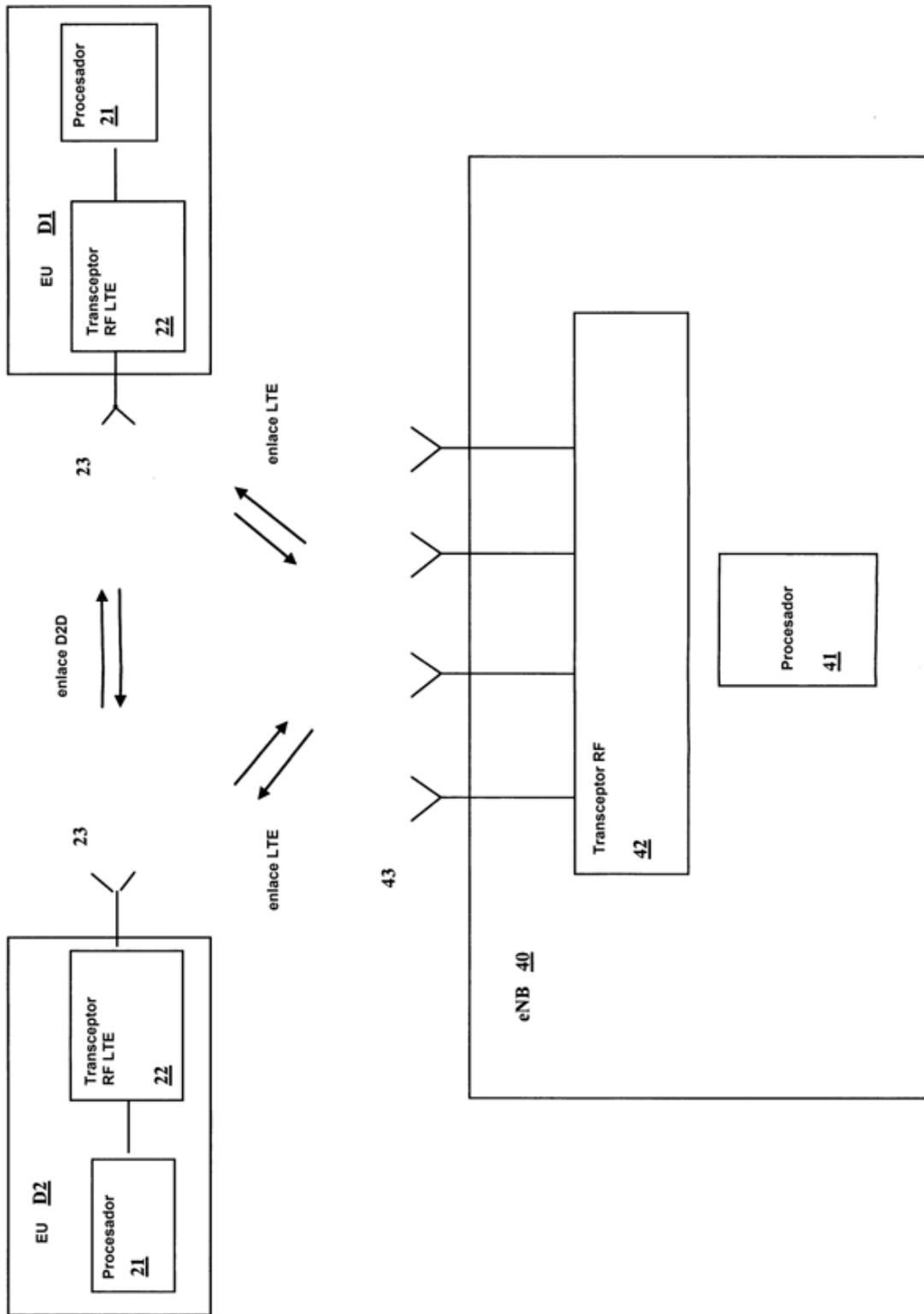


Fig. 1

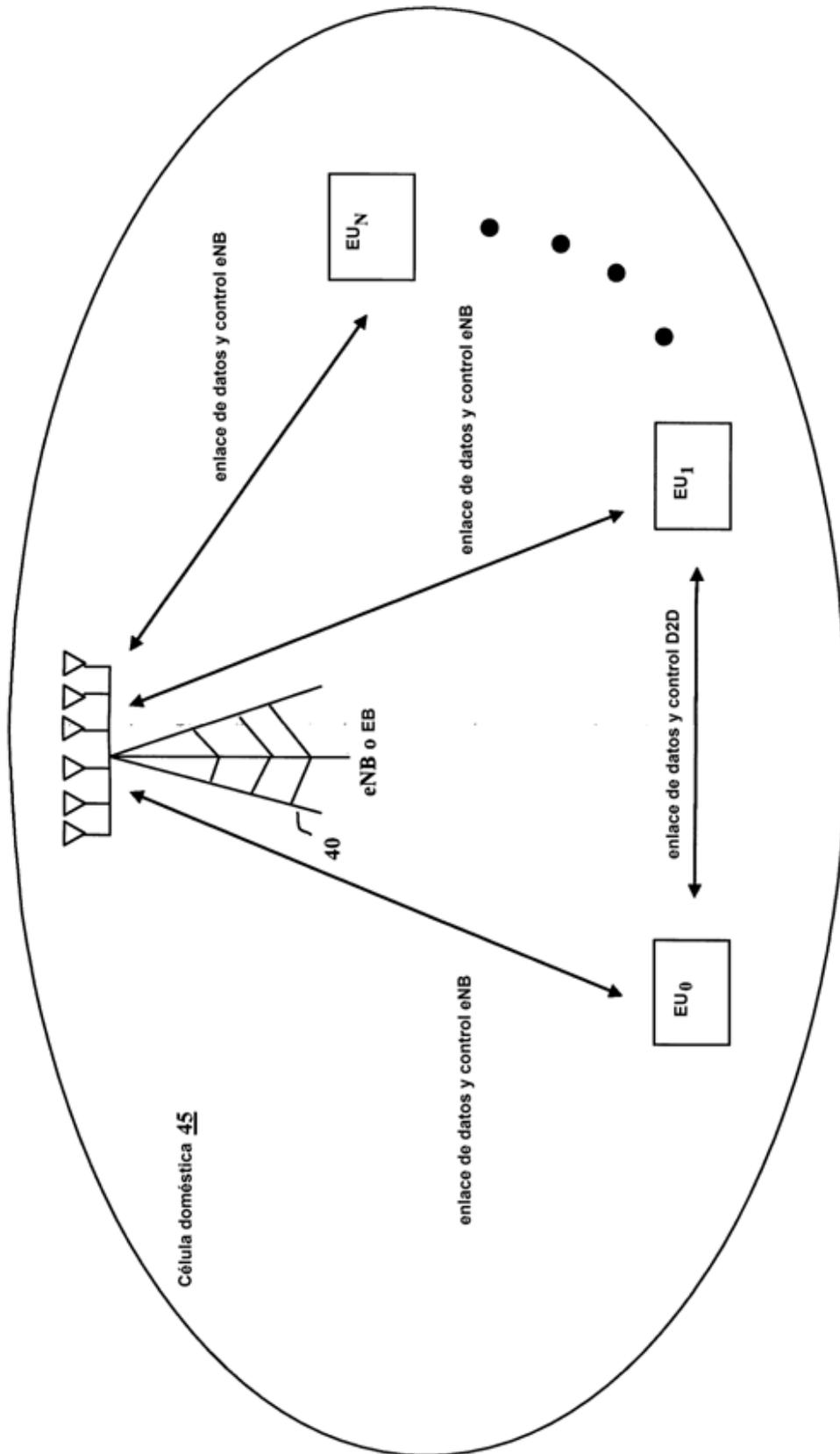


Fig. 2

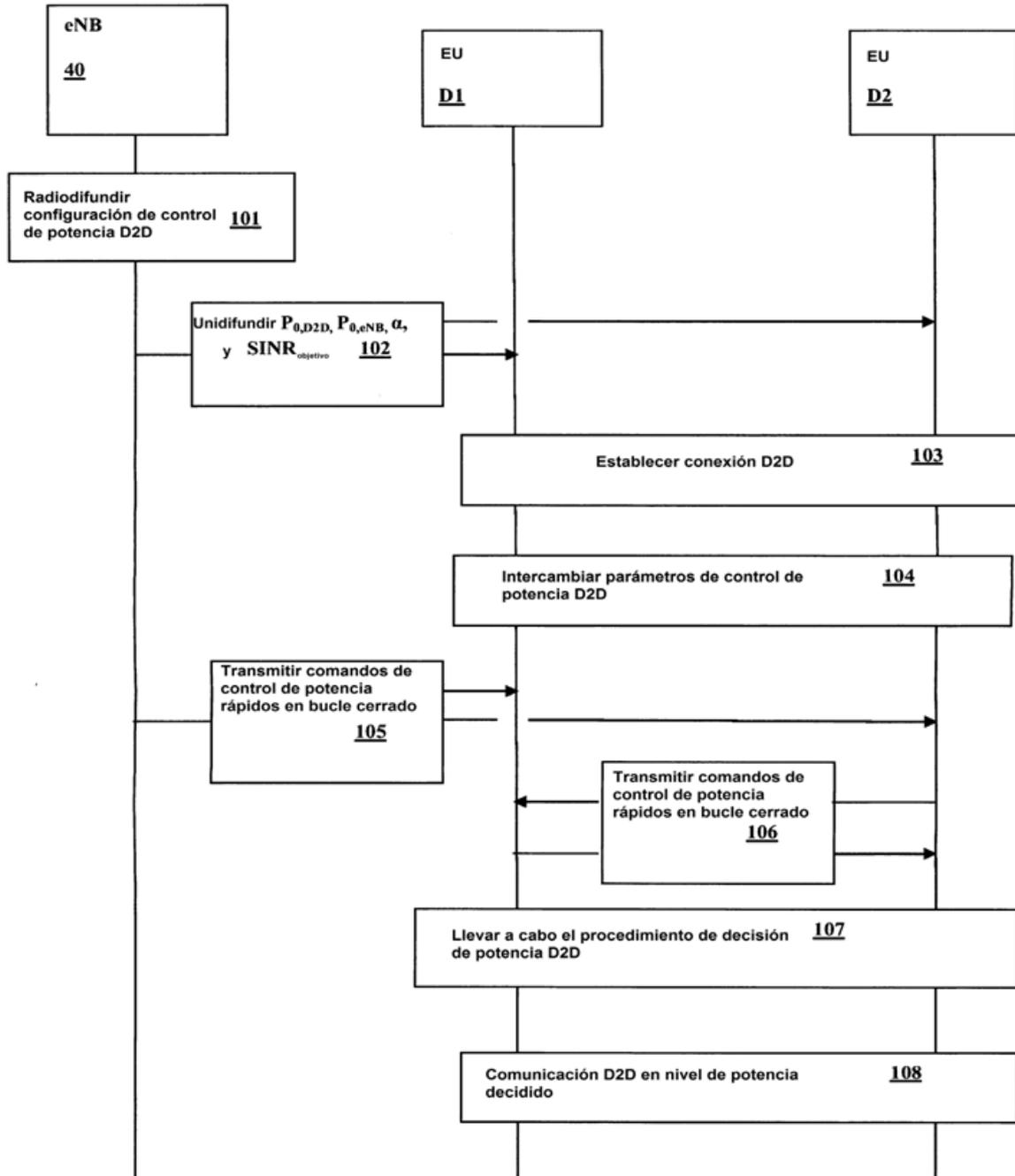


Fig. 3