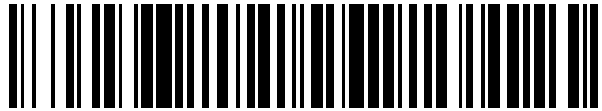


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 168**

51 Int. Cl.:

H04W 52/04	(2009.01)
H04B 7/04	(2007.01)
H04W 52/42	(2009.01)
H01Q 1/24	(2006.01)
H01Q 21/28	(2006.01)
H04W 52/14	(2009.01)
H04W 88/02	(2009.01)
H04W 52/34	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.03.2011 PCT/CN2011/072324**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2011 WO11120437**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.03.2011 E 11762011 (2)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.05.2017 EP 2543217**

54 Título: **Sistema y método para el control de potencia de múltiples antenas del enlace ascendente en un sistema de comunicaciones**

30 Prioridad:

29.03.2011 US 201113074974
01.04.2010 US 320058 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.08.2017

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian
Longgang District, Shenzhen, Guangdong
518129, CN

72 Inventor/es:

XIAO, WEIMIN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 629 168 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

Sistema y método para el control de potencia de múltiples antenas del enlace ascendente en un sistema de comunicaciones

Campo técnico

5 La presente invención está relacionada en general con comunicaciones digitales y, más en particular, con un sistema y un método para el control de potencia de múltiples antenas del enlace ascendente en un sistema de comunicaciones.

Antecedentes

10 En general, el nivel de potencia de transmisión de un canal del enlace ascendente desde un Equipo de Usuario (UE, denominado comúnmente como Estación Móvil, Terminal, Usuario, Abonado, etc.) a un NodoB mejorado (eNB, también denominado comúnmente como Estación Base, NodoB, Controlador, etc.) se puede establecer en un nivel determinado para conseguir un nivel deseado de rendimiento del enlace ascendente, contribuir a maximizar la duración de la batería del UE así como para atenuar la interferencia a otros UE y eNB, así como a otros dispositivos electrónicos que operan en las proximidades del UE. Además, la configuración apropiada del nivel de potencia de transmisión también puede contribuir a mejorar el rendimiento de una antena de múltiples entadas, múltiples salidas (MIMO). La configuración del nivel de potencia de transmisión se puede denominar a menudo control de potencia.

20 En la Versión Ocho (Rel-8) de los estándares técnicos de la Evolución a Largo Plazo (LTE) del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP), el control de potencia del enlace ascendente se especifica únicamente para situaciones de una única antena de transmisión. Sin embargo, en versiones posteriores de los estándares técnicos del LTE del 3GPP como, por ejemplo, Rel-10 y posteriores (también conocido como LTE-Avanzado), se introduce el MIMO de Un Usuario (SU-MIMO) del enlace ascendente también conocido como multiplexación espacial y es necesario ampliar el control de potencia del enlace ascendente para gestionar situaciones de varios UE que tienen múltiples antenas de transmisión. El control de potencia del enlace ascendente sobre múltiples antenas de transmisión es especialmente importante en el caso de transmisiones de múltiples capas/múltiples codewords (bloque de transporte con protección de errores).

30 En la actualidad, las técnicas utilizadas para el control de potencia de múltiples antenas de transmisión implican la utilización de extensiones de los esquemas existentes de control de potencia de una única antena de transmisión, lo cual puede no proporcionar resultados óptimos en situaciones de múltiples antenas de transmisión.

35 El documento "UL Power Control for Multi-Antenna UE (Control de Potencia del UL para un UE de múltiples antenas)" (#60 RAN1 del TSG del 3GPP, R1-101115) divulga un control de potencia del UL para un UE de múltiples antenas. Se propone el control de potencia Per-PA para investigar suponiendo que se pueden aplicar diferentes potencias PA al tiempo que se mantiene la potencia PA total. También divulga que se definen dos entradas s_1 y s_2 para cada una de las PA. En una transmisión de Rango-1, s_1 y s_2 se corresponden con la misma señal y se co-gradúan en función de los canales. Las potencias de s_1 y s_2 también son proporcionales a la ganancia del canal.

Resumen de la invención

40 En general, se resuelven y superan estos y otros problemas y, en general, se consiguen las ventajas técnicas, mediante modos de realización de ejemplo de la presente invención que proporcionan un sistema y un método para el control de potencia de múltiples antenas del enlace ascendente en un sistema de comunicaciones.

45 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un método para las operaciones de un equipo de usuario. El método incluye determinar, en un equipo de usuario, un nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión del equipo de usuario con al menos dos antenas de transmisión, y configurar un nivel de salida del amplificador de potencia para cada una de las al menos dos antenas de transmisión de acuerdo con un nivel de potencia de transmisión respectivo.

50 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, la determinación del nivel de salida de potencia tiene en cuenta una suma de potencias de transmisión para las al menos dos antenas de transmisión y, a continuación, la suma de potencia de transmisión se distribuye sobre las al menos dos antenas de transmisión; en donde la determinación de un nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión comprende la determinación del nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión en función de un formato de transmisión de las transmisiones realizadas sobre las al menos dos antenas de transmisión, y el nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión se define mediante la fórmula:

$$P_{\text{PUSCH}}(i) = \min\{P_{\text{CMAX}}, 10 \log_{10}(M_{\text{PUSCH}}(i)) + P_{\text{O_PUSCH}}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{\text{TF}}(i) + f(i)\},$$

donde P_{CMAX} es una potencia transmitida del UE configurada; $M_{\text{PUSCH}}(i)$ es un ancho de banda de una asignación de recursos de un canal físico compartido del enlace ascendente, PUSCH, expresado como el número de bloques de recursos válidos para una subtrama i ; $P_{\text{O_PUSCH}}(j)$ es un parámetro configurado por un eNB; $\alpha \in \{0, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1\}$ es un parámetro específico de celda proporcionado por capas superiores; PL es una estimación de pérdida de trayecto del enlace descendente calculada en dB en el UE; $\Delta_{\text{TF}}(i)$ es un ajuste de potencia, en donde el ajuste de potencia es siempre igual a cero para el modo de transmisión MIMO.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, se proporciona un equipo de usuario. El equipo de usuario incluye un procesador de potencia de transmisión, una unidad de distribución de potencia de transmisión y una unidad de configuración de potencia acopladas al procesador de potencia de transmisión. El procesador de potencia de transmisión se utiliza para determinar un nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión del equipo de usuario, en donde el procesador de potencia de transmisión determina el nivel de potencia de transmisión como una suma de las potencias de transmisión para las antenas de transmisión. El equipo de usuario incluye al menos dos antenas de transmisión. La unidad de configuración de potencia configura un nivel de salida del amplificador de potencia para cada una de las antenas de transmisión de acuerdo con un nivel de potencia de transmisión respectivo. La unidad de distribución de potencia de transmisión está acoplada al procesador de potencia de transmisión y está configurada para distribuir la suma de potencias de transmisión sobre las antenas de transmisión; en donde el procesador de potencia de transmisión determina un nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión de acuerdo con un formato de transmisión de las transmisiones realizadas sobre las al menos dos antenas de transmisión, y el nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión se define mediante la fórmula:

$$P_{\text{PUSCH}}(i) = \min\{P_{\text{CMAX}}, 10 \log_{10}(M_{\text{PUSCH}}(i)) + P_{\text{O_PUSCH}}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{\text{TF}}(i) + f(i)\},$$

donde P_{CMAX} es una potencia transmitida del UE configurada; $M_{\text{PUSCH}}(i)$ es un ancho de banda de una asignación de recursos de un canal físico compartido del enlace ascendente, PUSCH, expresado como el número de bloques de recursos válidos para una subtrama i ; $P_{\text{O_PUSCH}}(j)$ es un parámetro configurado por un eNB; $\alpha \in \{0, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1\}$ es un parámetro específico de celda proporcionado por capas superiores; PL es una estimación de pérdida de trayecto del enlace descendente calculada en dB en el UE; $\Delta_{\text{TF}}(i)$ es un ajuste de potencia, en donde el ajuste de potencia es siempre igual a cero para el modo de transmisión MIMO. El procesador de potencia de transmisión puede ser un dispositivo de procesamiento con un circuito de procesamiento aplicable, E/S, memoria (RAM, ROM), etc., como es bien conocido en la técnica.

Una ventaja divulgada en la presente solicitud es que se presentan varias técnicas para el control de potencia de múltiples antenas de transmisión del enlace ascendente, permitiendo la aplicación del control de potencia en función de cada antena, cada capa y/o cada codeword, o la potencia total.

Una ventaja adicional de los modos de realización de ejemplo es que también se puede considerar el formato de transmisión al configurar el control de potencia de antena de transmisión del enlace ascendente.

Lo anterior ha resumido más bien a grandes rasgos las características y las ventajas técnicas de la presente invención con el fin de que se pueda entender mejor la descripción detallada de los siguientes modos de realización. De aquí en adelante se describirán características y ventajas adicionales de los modos de realización que son objeto de las reivindicaciones de la invención. Aquellos experimentados en la técnica deberían apreciar que la concepción y los modos de realización específicos divulgados se pueden utilizar fácilmente como base para modificar o diseñar otras estructuras o procesos para llevar a cabo los mismos propósitos de la presente invención. Aquellos experimentados en la técnica también deberían comprender que dichas construcciones equivalentes no se apartan de la invención tal como se definen en las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente invención y sus ventajas, en este punto se hace referencia a las siguientes descripciones tomadas en conjunto con los dibujos adjuntos, en los que:

la Figura 1 ilustra un sistema de comunicaciones de ejemplo;

la Figura 2 ilustra un diagrama de flujo de ejemplo de operaciones para transmitir información;

la Figura 3 ilustra un ejemplo de una parte de un UE con múltiples antenas de transmisión de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

la Figura 4a ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones para determinar un nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión de un UE con múltiples antenas de transmisión, en donde cada una de las antenas de transmisión se considera por separado de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

5 la Figura 4b ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones para determinar un nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión de un UE con múltiples antenas de transmisión, en donde cada capa y/o codeword de transmisión se consideran por separado de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

10 la Figura 4c ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones para determinar un nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión de un UE con múltiples antenas de transmisión, en donde el nivel de potencia de transmisión para las múltiples antenas de transmisión se considera como una única potencia de transmisión colectiva de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

las Figuras 4d a 4f ilustran ejemplos de diagramas de flujo de operaciones para distribuir la potencia de transmisión total de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

15 la Figura 5a ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones para llevar a cabo el ajuste de potencia basado en TF, en donde un ajuste de potencia Δ_{TF} se puede determinar en función de un TF combinado para múltiples codewords de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

20 la Figura 5b ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones para llevar a cabo el ajuste de potencia basado en TF, en donde un ajuste de potencia Δ_{TF} se puede determinar para cada codeword de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

la Figura 5c ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones para llevar a cabo el ajuste de potencia basado en TF, en donde un ajuste de potencia Δ_{TF} se puede determinar conjuntamente de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

25 la Figura 6a ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones en el control de potencia del UL para una variedad de modos de transmisión con una única pérdida de trayecto de referencia de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

la Figura 6b ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones en el control de potencia del UL para una variedad de modos de transmisión con múltiples pérdidas de trayecto de referencia de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

30 la Figura 6c ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones en el control de potencia del UL para una variedad de modos de transmisión con múltiples pérdidas de trayecto de referencia para un modo de transmisión de múltiples antenas y una única pérdida de trayecto de referencia para un modo de transmisión de una antena de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

35 la Figura 7a ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones en el control de potencia del SRS estando el SRS precodificado de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

la Figura 7b ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones en el control de potencia del SRS no estando el SRS precodificado de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud;

40 la Figura 8 ilustra un ejemplo de un diagrama de flujo de operaciones para transmitir información de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud; y

la Figura 9 ilustra un ejemplo de una ilustración alternativa de un dispositivo de comunicaciones de acuerdo con los modos de realización de ejemplo descritos en la presente solicitud.

Descripción detallada de los modos de realización ilustrativos

45 A continuación, se describen en detalle la realización y utilización de los presentes modos de realización de ejemplo. Se debe observar, sin embargo, que la presente invención proporciona muchos conceptos inventivos aplicables que se pueden materializar en una amplia variedad de contextos específicos. Los modos de realización específicos descritos son únicamente ilustrativos de formas específicas de realización y utilización de la invención, y no limitan el alcance de la invención.

50 La presente invención se describirá con respecto a modos de realización de ejemplo en un contexto específico, en concreto un sistema de comunicaciones compatible con LTE-Avanzado del 3GPP con varios UE con múltiples

antenas de transmisión. Sin embargo, la invención también se puede aplicar a otros sistemas de comunicación que soporten varios UE con múltiples antenas de transmisión como, por ejemplo, WiMAX y otros.

La Figura 1 ilustra un sistema 100 de comunicaciones. El sistema 100 de comunicaciones incluye un eNB 105 y un UE 110 con el eNB 105 dando servicio al UE 110, esto es, siendo necesario que las transmisiones a y desde el UE 110 sean permitidas por y pasen a través del eNB 105. El eNB 105 puede incluir una pluralidad de antenas 107, las cuales pueden incluir una o más antenas de transmisión y una o más antenas de recepción. Del mismo modo, el UE 110 puede incluir una pluralidad de antenas 112, las cuales pueden incluir una o más antenas de transmisión y una o más antenas de recepción.

Las transmisiones desde el eNB 105 al UE 110 se pueden denominar transmisiones del enlace descendente (DL) y pueden producirse sobre uno o más canales DL (se muestran como canal DL 115). Del mismo modo, las transmisiones desde el UE 110 al eNB 105 se pueden denominar transmisiones del enlace ascendente (UL) y se pueden producir sobre uno o más canales UL (se muestran como canal UL 120). Los canales UL incluyen un canal UL de datos, por ejemplo, un Canal Físico Compartido del UL (PUSCH), un canal UL de control, por ejemplo, un Canal Físico de Control del UL (PUCCH), y una señal UL de sondeo, por ejemplo, un símbolo de referencia de sondeo (SRS) del UL.

En LTE-Avanzado del 3GPP, se introducen los UE con múltiples antenas de transmisión para soportar una transmisión SU-MIMO del UL con múltiples capas y/o múltiples codewords con el fin de satisfacer los requisitos de rendimiento para tasas máximas de datos y una eficiencia de espectro máximo, por ejemplo. Por lo tanto, el mecanismo de control de potencia del UL para LTE del 3GPP se debería ampliar para soportar UE con múltiples antenas de transmisión especialmente para transmisiones de datos de múltiples capas.

En las reuniones del 3GPP se ha acordado que en LTE-Avanzado el control de potencia del UL sea parecido al control de potencia del UL utilizado en Rel-8 y Rel-9 de LTE del 3GPP, con consideraciones adicionales para UE con múltiples antenas de transmisión, que incluye:

- El control de potencia del UL compensa principalmente condiciones de canal que varíen lentamente al tiempo que reduce la interferencia generada a celdas vecinas; y

- En el Canal Físico Compartido del UL (PUSCH) se utiliza la compensación parcial de pérdida de trayecto o la compensación total de pérdida de trayecto y en el Canal Físico de Control del UL (PUCCH) se utiliza la compensación total de pérdida de trayecto.

Además, como el LTE-Avanzado del 3GPP soporta la utilización de portadoras componente (CC) para la agregación de portadora, se deben considerar escenarios de control de potencia del UL específicos para las CC.

La Figura 2 ilustra un diagrama de flujo de operaciones 200 para transmitir información. Las operaciones 200 pueden ser indicativas de operaciones que se producen en un UE como, por ejemplo, un UE 110, cuando el UE transmite información utilizando un control de potencia del UL, donde el UE tiene una única antena de transmisión. Las operaciones 200 pueden producirse mientras que el UE se encuentra en un modo de operación normal y le da servicio un eNB como, por ejemplo, el eNB 105.

Las operaciones 200 pueden comenzar con el cálculo por parte del UE de un nivel de potencia de transmisión para diferentes canales en su UL (bloque 205). El UE puede calcular por separado un nivel de potencia de transmisión para cada canal que transmite como, por ejemplo, para el PUSCH y el PUCCH, y establece de forma independiente el nivel de potencia de transmisión para cada canal.

Como un ejemplo, considerando el PUSCH, de acuerdo con los estándares técnicos Rel-8 y Rel-9 del LTE del 3GPP, la configuración del nivel de potencia de transmisión del enlace ascendente se puede definir como

$$P_{\text{PUSCH}}(i) = \min\{P_{\text{CMAX}}, 10 \log_{10}(M_{\text{PUSCH}}(i) + P_{\text{O_PUSCH}}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{\text{TF}}(i) + f(i)\},$$

donde

- P_{CMAX} es la potencia transmitida del UE configurada;

- $M_{\text{PUSCH}}(i)$ es el ancho de banda de una asignación de recursos del PUSCH expresado como el número de bloques de recursos válidos para la subtrama i ;

- $P_{\text{O_PUSCH}}(j)$ es un parámetro configurado por el eNB;

- $\alpha \in \{0, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1\}$ es un parámetro específico de celda proporcionado por capas superiores;

- PL es la estimación de pérdida de trayecto del DL calculada en dB y $PL = \text{referenceSignalPower}$ (Potencia de Señal de referencia) – potencia recibida de señal de referencia filtrada por capas superiores (RSRP);

- $\Delta_{TF}(i) = 10 \log_{10}((2^{MPR \cdot K_S} - 1) \beta_{offset}^{PUSCH})$ para $K_S = 1,25$ es el ajuste de potencia basado en el formato de transmisión y se puede eliminar (igual a 0) para $K_S = 0$ y β_{offset}^{PUSCH} es un parámetro configurado; y

5 - el estado de ajuste actual del control de potencia del PUSCH viene dado por $f(i)$.

Como otro ejemplo, se considera el PUCCH, de acuerdo con los estándares técnicos Rel-8 y Rel-9 del LTE del 3GPP, la configuración del nivel de potencia de transmisión del UE se puede definir como:

$$P_{PUCCH}(i) = \min\{P_{CMAX}, P_{O_PUCCH} + PL + h(n_{CQI}, n_{HARQ}) + \Delta_{F_PUCCH}(F) + g(i)\},$$

donde

10 - el parámetro $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ es proporcionado por capas superiores. Cada valor de $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ se corresponde con un formato (F) de transmisión PUCCH.

- $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es un valor dependiente del formato del PUCCH, donde n_{CQI} se corresponde con el número de bits de información para la información de calidad del canal y n_{HARQ} es el número de bits de Petición de Repetición Automática Híbrida (HARQ);

15 - P_{O_PUCCH} es similar a P_{O_PUSCH} y es configurado por el eNB; y

- $g(i)$ es el estado de ajuste actual del control de potencia del PUCCH.

Además, para el SRS UL, la configuración del nivel de potencia de transmisión del UE se puede definir como:

$$P_{SRS}(i) = \min\{P_{CMAX}, P_{SRS_OFFSET} + 10 \log_{10}(M_{SRS}) + P_{O_PUSCH}(j) + \alpha(j) \cdot PL + f(i)\}.$$

20 El control de potencia del SRS se puede ligar al control de potencia del PUSCH del UE con un valor P_{SRS_OFFSET} de ajuste, y M_{SRS} es el ancho de banda de la transmisión del SRS.

25 Tal como se ha descrito más arriba, el control de potencia del UL de la Rel-8 y Rel-9 del LTE del 3GPP supone una única antena de transmisión en el UE y una única capa para la transmisión del UL. En la Rel-10 y posteriores del LTE del 3GPP, se soportan UE con múltiples antenas de transmisión (y por lo tanto múltiples amplificadores de potencia (PA)) y la transmisión de datos del UL puede utilizar múltiples capas. Además, se puede utilizar la diversidad de transmisión para transmisión de datos del UL. Por lo tanto, es necesario una extensión y/o mejora de los esquemas de control de potencia de la Rel-8 y Rel-9.

30 Después de calcular el nivel de potencia de transmisión para diferentes canales en el UL, el UE puede establecer el nivel de potencia de transmisión para un canal que está preparando para transmitir configurando su amplificador de potencia (PA) de acuerdo con un nivel de potencia de transmisión calculado que se corresponda con el canal que está preparando para transmitir (bloque 210) y, a continuación, transmitir el canal (bloque 215).

35 Además, el eNB puede enviarle al UE órdenes de control de potencia de transmisión (TPC) con el fin de ajustar la potencia de transmisión de los canales del UL del UE. Las órdenes TPC desde la parte del eNB del mecanismo de control de potencia se denominan normalmente control de potencia de bucle cerrado mientras que el resto del mecanismo de control de potencia se denomina control de potencia de bucle abierto. El control de potencia de bucle cerrado se puede utilizar para ajustar la potencia de transmisión sobre el resultado de la fórmula del control de potencia de bucle abierto. Las órdenes TPC se pueden enviar por separado para cada uno de los canales de control del UL como, por ejemplo, PUSCH y PUCCH. El UE recibe las órdenes TPC (se muestran en la Figura 2 como bloque 207) y ajusta el estado de ajuste del control de potencia para el canal UL correspondiente.

40 La Figura 3 ilustra una parte de un UE 300 con múltiples antenas de transmisión. Tal como se ilustra en la Figura 3, se muestra la parte del UE 300 responsable de transmitir información sobre múltiples antenas. Otra circuitería del UE 300, incluyendo circuitería de recepción, circuitería de procesamiento, así como otra circuitería que se puede utilizar para proporcionar operabilidad, interacción con el usuario, energía, etc., es bien conocida en el campo de las telecomunicaciones y no se muestra. La Figura 3 muestra un ejemplo ilustrativo de la arquitectura de un UE, bien entendido que son posibles otras arquitecturas de UE para PA y antenas. Por lo tanto, la arquitectura de UE que se muestra en la Figura 3 no se debe interpretar como limitante a los modos de realización de ejemplo.

45 El UE 300 incluye múltiples antenas de transmisión como, por ejemplo, una antena 305, una antena 306 y una antena 307. Acoplado a cada antena de transmisión puede existir un amplificador de potencia (PA) como, por

ejemplo, el PA 310, el PA 311 y el PA 312, responsables de amplificar la señal a transmitir a un nivel de potencia establecido por una unidad 315 de control de potencia. La unidad 315 de control de potencia puede enviarle a un PA órdenes de control de potencia para que el PA configure un nivel de amplificación para una señal a amplificar por parte del PA. La orden de control de potencia puede adoptar la forma de un nivel de potencia absoluto o un nivel de potencia diferencial con respecto a un nivel de potencia proporcionado anteriormente.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, la unidad 315 de control de potencia puede determinar un nivel de potencia para cada una de las múltiples antenas de transmisión de varias formas diferentes. La unidad 315 de control de potencia puede determinar el nivel de potencia para las antenas de transmisión utilizando técnicas de control de potencia por antena, control de potencia por capa y/o por codeword, control de potencia suma, o combinaciones de las mismas. Más abajo se proporciona una descripción detallada de diferentes formas para determinar el nivel de potencia para las múltiples antenas de transmisión.

Para determinar el nivel de potencia de las antenas de transmisión, la unidad 315 de control de potencia puede hacer uso de información proporcionada por el eNB que da servicio al UE 300, información específica de celda, información específica de UE, información medida por el UE 300, información especificada en estándares técnicos, etc. Además, para determinar el nivel de potencia, la unidad 315 de control de potencia también puede hacer uso de información relacionada con un formato de transmisión (TF) de las transmisiones a realizar por parte de una antena de transmisión. También se proporciona más abajo una descripción detallada de la información utilizada por parte de la unidad 315 de control de potencia.

Para soportar las múltiples antenas de transmisión puede parecer que es natural ampliar los conceptos de control de potencia específicos de una portadora componente (CC). Sin embargo, este no es el caso, ya que pueden existir multitud de opciones que se pueden tener que considerar al ampliar los conceptos de control de potencia específicos de CC a múltiples antenas de transmisión, incluyendo el control de potencia por antena, el control de potencia por capa y/o por codeword, el control de potencia suma o combinaciones de los mismos.

La Figura 4a ilustra un diagrama de flujo de operaciones 400 para determinar un nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión de un UE con múltiples antenas de transmisión, en donde cada antena de transmisión se considera por separado. De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, el UE puede determinar un nivel de potencia de transmisión para los diferentes canales en el UL para cada una de las antenas de transmisión por cada antena. Con un control de potencia de transmisión por antena, se puede calcular y configurar la potencia de transmisión de cada antena. La potencia de transmisión de cada antena se puede calcular y configurar independientemente del resto.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, las fórmulas de potencia de transmisión proporcionadas más arriba para el PUSCH ($P_{\text{PUSCH}}(i)$) y el PUCCH ($P_{\text{PUCCH}}(i)$) se pueden utilizar para cada una de las antenas de transmisión del UE con modificaciones relativamente pequeñas.

Se puede utilizar un control de potencia por antena para compensar el desequilibrio de ganancia de las antenas (AGI). Sin embargo, el rendimiento de la ganancia del control de potencia por antena puede ser pequeño. Además, con el fin de compensar el AGI, la potencia de transmisión de cada PA de antena puede tener que ser diferente, lo cual complica los informes de margen de potencia (utilizados para proporcionar informes de potencia residual al eNB), planificación y asignación de recursos del eNB, y máximo escalado de potencia (en el caso de una limitación de potencia). Además, con una compensación parcial de la pérdida de trayecto ($\alpha < 1$), las fórmulas de control de potencia utilizadas en la Rel-8 del LTE del 3GPP no compensan totalmente el AGI y son necesarios mecanismos adicionales.

Con el fin de soportar un control de potencia por antena, puede ser necesario lo siguiente:

- Se necesitan estimaciones de pérdida de trayecto independientes (términos PL en las ecuaciones para el PUSCH ($P_{\text{PUSCH}}(i)$) y el PUCCH ($P_{\text{PUCCH}}(i)$) para cada antena de transmisión en el UE. Las estimaciones de pérdida de trayecto se pueden obtener a partir de las medidas de la potencia recibida de la señal de referencia (RSRP) independientes para cada una de las antenas de transmisión medidas en el lado del UE basándose en una señal de referencia del DL. Además, las medidas de RSRP también se le tienen que enviar al eNB. Obsérvese que, con múltiples medidas de RSRP, un único valor de RSRP de estas múltiples medidas de RSRP se puede utilizar para otro propósito como, por ejemplo, para un traspaso. La RSRP única se puede calcular en el eNB (promediando, por ejemplo) o ser notificada por el UE. Obsérvese también que una estimación de pérdida de trayecto única es necesaria para un modo de transmisión de un puerto de antena el cual puede ser configurado por el eNB para los UE con múltiples antenas de transmisión.

- Se pueden necesitar órdenes de control de potencia de transmisión (TPC) independientes para cada antena, las cuales se pueden enviar en concesiones de UL en el Canal Físico de Control del DL (PDCCH) o un TPC-PDCCH con una sobrecarga añadida. Incluso para transmisiones de puerto de una capa o una antena, pueden seguir siendo necesarias múltiples órdenes TPC.

- Se necesitan múltiples informes de margen de potencia para todas las antenas de transmisión. En el caso de un modo de transmisión de un puerto de antena, como depende de la implementación del UE, pueden estar involucradas múltiples antenas y existirá un impacto sobre la medición/el informe de pérdida de trayecto y el PHR.

5 - Con compensación de pérdida de trayecto y/u órdenes TPC independientes, diferentes potencias de transmisión de las antenas pueden provocar diferentes escalados de potencia máxima en el caso de limitación de potencia de algunas o todas las antenas y/o PA, o en el caso de limitación de potencia sobre la potencia total. Es necesario definir la potencia máxima independiente para cada antena y/o PA y puede ser necesario que el UE tenga que
10 informar al eNB de su arquitectura de RF incluyendo la potencia máxima de cada PA. El esquema de escalado de potencia puede depender de la implementación del UE o se puede basar en reglas como, por ejemplo:

- a) en primer lugar, reducir la antena y/o PA que exceda su potencia máxima configurada; y

- b) a continuación, escalar por igual todas las antenas y/o PA para completar la potencia total máxima.

15 - Con el fin de compensar el AGI, únicamente utilizando diferentes valores de pérdida de trayecto para cada antena en la fórmula de control de potencia fraccionaria por antena no funcionará cuando α es menor que uno. Por lo tanto, es necesario modificar la fórmula de control de potencia para realizar siempre una compensación completa de la diferencia de pérdida de trayecto incluso cuando α es menor que uno. Una posible solución es utilizar una sola pérdida de trayecto de referencia en el término fraccionario del control de potencia al tiempo que se añade para compensar la diferencia de pérdida de trayecto entre la pérdida de trayecto de referencia y la
20 pérdida de trayecto de cada antena involucrada. La pérdida de trayecto de referencia puede ser la pérdida de trayecto de una antena predefinida y/o preconfigurada, el promedio de la pérdida de trayecto de todas las antenas o una combinación de las mismas.

Aunque los parámetros de control de potencia como, por ejemplo, P_{O_PUSCH} (o P_{O_PUCCH}), el factor α de control de potencia fraccionaria, etc., se pueden configurar de forma independiente para cada antena de transmisión, existen pocas razones para hacerlo debido a la complejidad añadida de una configuración de parámetros independiente. Por lo tanto, con el fin de reducir la complejidad global, una compensación completa de la diferencia de pérdida de trayecto, esto es, AGI, entre las antenas de transmisión junto con el control de potencia fraccionaria de la Rel-8 y Rel-9 del LTE del 3GPP pueden ser buenos candidatos para una configuración de parámetros independiente.

30 La Figura 4b ilustra un diagrama de flujo de operaciones 420 para determinar un nivel de potencia de transmisión para antenas de transmisión de un UE con múltiples antenas de transmisión, en donde cada capa y/o codeword de transmisión se consideran por separado.

En general, para un UE con N_t puertos de antena de transmisión, el UE puede realizar típicamente transmisiones SU-MIMO que requieran N capas de transmisión, donde $N \leq N_t$. Cada capa de transmisión SU-MIMO puede estar asociada con un conjunto de pesos de precodificación, los cuales se pueden aplicar a uno de los N_t puertos de antena de transmisión. Un precodificador se considera entonces como un conjunto de pesos de precodificación, existiendo un precodificador para cada antena de transmisión y cada capa de transmisión. Una capa de transmisión MIMO también se conoce comúnmente como un flujo MIMO.

40 La transmisión SU-MIMO de la capa N se puede dividir en una o más codewords donde cada codeword se puede mapear en una o más capas de transmisión. Cada codeword comprende uno o más bloques de código de datos (CB) los cuales se pueden denominar colectivamente bloque de transporte (TB). Todas las capas de transmisión asociadas a un codeword tienen la misma modulación y esquema de codificación (MCS) mientras que las capas de transmisión asociadas a diferentes codewords pueden tener diferentes niveles de MCS. Los niveles de MCS de los codewords se pueden determinar de forma independiente en el eNB y enviárselos al UE.

45 Se puede realizar una retransmisión del TB si el/los CB de un codeword no se reciben correctamente en el receptor, por ejemplo, fallando una Comprobación de Redundancia Cíclica (CRC). La retransmisión de los TB de las diferentes codewords se puede realizar de forma independiente. De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, el UE puede calcular un nivel de potencia de transmisión para los diferentes canales en el UL para cada antena de transmisión por capa y/o codeword. En el caso de una transmisión SU-MIMO de una capa, el control de potencia por capa y/o codeword debería ser el mismo control de potencia de Una Entrada-Múltiples Salidas (SIMO). Con múltiples capas y/o codewords puede ser necesario determinar la potencia de cada capa y/o
50 codeword y, por separado, un control de potencia por capa y/o por codeword.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, las fórmulas de potencia de transmisión proporcionadas más arriba para el PUSCH ($P_{PUSCH}(l)$) y el PUCCH ($P_{PUCCH}(l)$) se pueden utilizar para cada una de las antenas de transmisión del UE por capa y/o por codeword con relativamente leves modificaciones. A continuación, se describen en detalle las modificaciones.

55

En orden de importancia para el control de potencia por capa y/o por codeword, se pueden configurar por separado los siguientes parámetros para el control de potencia del PUSCH (y equivalentemente para el control de potencia del PUCCH) para cada capa y/o codeword: P_{O_PUSCH} (o P_{O_PUCCH}), α , Δ_{TF} , y $f(i)$, donde P_{O_PUSCH} (o P_{O_PUCCH}) es un parámetro configurado por el eNB, $\alpha \in \{0, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1\}$ es un parámetro específico de celda proporcionado por capas superiores; Δ_{TF} depende del formato de transmisión utilizado en el canal UL, y $f(i)$ (o $g(i)$) es el estado de ajuste de control de potencia del PUSCH (o PUCCH) actual.

Teóricamente, P_{O_PUSCH} (o P_{O_PUCCH}) y α se pueden configurar con valores diferentes para capas y/o codewords diferentes. Sin embargo, la configuración de P_{O_PUSCH} (o P_{O_PUCCH}) y α puede añadir independientemente complejidad al tiempo que se obtiene como resultado una mejora relativamente pequeña. Por lo tanto, Δ_{TF} y $f(i)$ se pueden configurar por separado para cada capa y/o codeword ya que la configuración independiente de Δ_{TF} y $f(i)$ puede provocar mejoras significativas. Sin embargo, en general, Δ_{TF} no es una opción viable para el control de potencia SU-MIMO. Como para $f(i)$, aunque para optimizar el rendimiento de SU-MIMO pueden ser beneficiosos diferentes valores de estado de control de potencia de cada capa y/o codeword, el mantener diferentes valores de $f(i)$ (y por lo tanto múltiples procesos de control de potencia) para las capas/codewords espaciales se puede interrumpir mediante una adaptación de rango dinámico y/o una selección de precodificación dinámica donde el número de capas y el precodificador de la transmisión PUSCH se pueden seleccionar dinámica o semi-estáticamente debido bien a una condición de canal variable en el tiempo o una decisión del planificador.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo alternativo, para todas las capas y/o codewords se mantiene una $f(i)$ común (y por lo tanto un proceso de control de potencia) mientras que un ajuste relativo al proceso de control de potencia común se puede señalar dinámicamente en un PDCCH o semiestáticamente en RRC en el caso de transmisiones de múltiples capas y/o codewords. A continuación, se utiliza una única pérdida de trayecto para el control de potencia de múltiples antenas del UL.

La Figura 4c ilustra un diagrama de flujo de operaciones 440 para determinar un nivel de potencia de transmisión para antenas de transmisión de un UE con múltiples antenas de transmisión, en donde el nivel de potencia de transmisión para las múltiples antenas de transmisión se considera como una única potencia de transmisión colectiva (denominada en la presente solicitud una potencia suma). De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, el UE puede determinar, mediante la operación de una circuitería de procesamiento apropiada (un procesador, una entrada/salida (E/S), y una memoria (no se muestran)) un nivel de potencia de transmisión para los diferentes canales en el UL para cada antena de transmisión basándose en una potencia suma. El control de la potencia suma en el caso de transmisión de múltiples capas y/o codewords puede ser parecido al control de potencia SIMO.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, las fórmulas de potencia de transmisión proporcionadas para el PUSCH ($P_{PUSCH}(i)$) y el PUCCH ($P_{PUCCH}(i)$) se pueden utilizar para una potencia suma para todas las antenas de transmisión del UE en combinación con relativamente pequeñas modificaciones (bloque 445).

Con la potencia suma calculada, se puede determinar el nivel de potencia de transmisión para cada una de las antenas de transmisión del UE, esto es, distribuir (bloque 447). La potencia suma se puede compartir (distribuir) entre las antenas, capas y/o codewords. La compartición de la potencia suma se puede hacer mediante una regla fija, una configuración de gestión de recursos de radio (RRM o RRC) semiestática, controlada dinámicamente mediante señalización PDCCH, o combinaciones de las mismas.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, la potencia de transmisión se puede escalar. Como ejemplo, la potencia de transmisión de una antena y/o un PA se puede escalar en función de la relación entre el número de antenas de transmisión que transmiten un canal para el que se está realizando el control de potencia y el número de antenas de transmisión disponibles para su utilización en la transmisión. Considérese el caso en el que el canal para el que se está realizando el control de potencia es un PUSCH, entonces la potencia de transmisión se puede escalar en función de la relación entre el número de antenas de transmisión con una transmisión PUSCH distinta de cero y el número de antenas de transmisión disponibles para su utilización en el esquema de transmisión.

La forma en la que se distribuye la potencia de transmisión (bloque 447) se puede llevar a cabo de diferentes modos tal como se ilustra en las FIG. 4d - 4f. Por ejemplo, con una regla fija o en un modo por defecto, la potencia de transmisión suma determinada por la fórmula de control de potencia se puede dividir (distribuir) por igual o sustancialmente por igual entre todas las antenas y/o PA con el fin de utilizar mejor la potencia de los PA (se muestra en el bloque 447d en la Figura 4d). Alternativamente, la potencia de transmisión suma determinada por una fórmula de control de potencia se puede dividir (distribuir) en función de una ponderación y/o distribución aplicada a las distintas antenas de transmisión (se muestra como bloque 447e en la Figura 4e). Por ejemplo, la ponderación se puede basar en la pérdida de trayecto de la antena, la distancia al eNB, la calidad del canal, la información del canal, etc. Además, la potencia de transmisión suma determinada por una fórmula de control de potencia se puede dividir (distribuir) en función de un criterio (se muestra como bloque 447f en la Figura 4f).

Ejemplos de criterios pueden incluir la pérdida de trayecto de la antena, la distancia al eNB, la calidad del canal, la información del canal, la tasa de error del canal, la prioridad del UE, los requisitos de calidad de servicio, etc.

5 Cuando se utiliza un codebook (conjunto de parámetros acordados previamente) para preservar una métrica cúbica (CMP) para SU-MIMO del UL, la potencia de transmisión total de cada capa y/o codeword es únicamente la potencia suma de las antenas y/o PA involucrados. Si se considera beneficiosa una compartición de potencia más dinámica y flexible, se pueden señalar semiestáticamente valores de ajuste mediante señalización de control de recursos de radio (RRC) o dinámicamente mediante el PDCCH para múltiples transmisiones de capas y/o codewords para controlar la distribución de la potencia suma. Si se utilizan valores de ajuste, se puede necesitar un valor de ajuste para cada codeword de transmisión y/o valores de ajuste relativos entre los
10 codewords. Una forma de comunicar el/los valor(es) de ajuste de los codewords puede ser enviar el/los valor(es) de ajuste en una concesión de planificación para el PUSCH. Suponiendo dos codewords por transmisión, se sigue necesitando un campo TPC en el PDCCH para el control de potencia suma como en la Rel-8 y/o Rel-9, al tiempo que se necesita un campo adicional en el PDCCH para indicar el valor de ajuste relativo entre los dos codewords. En el caso de una retransmisión no adaptativa sin PDCCH, se puede utilizar el valor de ajuste proporcionado en un PDCCH previo del UE.
15

En la presente solicitud se utiliza una sola pérdida de trayecto para el control de potencia de múltiples antenas del UL donde la pérdida de trayecto puede ser una pérdida de trayecto promedio sobre múltiples antenas. Se puede considerar una combinación más complicada de compensación de pérdida de trayecto por antena con el control de potencia suma donde la potencia suma determinada por la fórmula de control de potencia utilizando una
20 pérdida de trayecto de referencia y/o promedio se puede dividir por las antenas implicadas en función de la pérdida de trayecto de las antenas. De acuerdo con otro modo de realización de ejemplo, la potencia suma determinada por la fórmula de control de potencia utilizando una pérdida de trayecto de referencia y/o promedio puede ser dividida en primer lugar por los codewords tal como se ha descrito más arriba y la potencia de cada codeword se divide a continuación por las antenas involucradas en función de su pérdida de trayecto.

25 Además del cálculo de un nivel de potencia de transmisión para diferentes canales en su UL para cada una de las múltiples antenas de transmisión, el UE también puede utilizar, opcionalmente, el formato de transmisión (TF) utilizado en la transmisión UL de un canal para el cálculo de la potencia de transmisión. El formato de transmisión también se conoce como nivel de esquema de modulación y codificación (MCS) para una transmisión. En la fórmula de control de potencia del PUSCH de la Rel-8 y/o Rel-9 del LTE del 3GPP, descrita anteriormente (la fórmula de la potencia de transmisión para el PUSCH ($P_{\text{PUSCH}}(i)$), se puede implementar un ajuste de potencia basado en TF mediante el término Δ_{TF} estableciendo, por ejemplo, $K_s = 1,25$.
30

El ajuste de potencia basado en TF puede ser muy flexible ya que permite que el eNB controle dinámicamente la densidad espectral de potencia (PSD) de transmisión del PUSCH de cada UE seleccionando un TF apropiado que, a continuación, se mapea a una PSD deseada mediante la expresión Δ_{TF} enlazando de este modo el TF y la
35 PSD. Sin embargo, un enfoque semejante puede ser problemática en el caso de una transmisión de múltiples capas y/o codewords con un UE de múltiples antenas de transmisión.

Para el propósito de la descripción, supóngase un UE con dos antenas de transmisión y un SU-MIMO del enlace ascendente con una transmisión de dos capas y/o codewords. Una PSD de transmisión igual para las dos antenas, capas y/o codewords normalmente provoca diferentes formatos de transmisión permitidos para las dos
40 capas y/o codewords y el ajuste de TF entre los dos codewords puede cambiar con el tiempo. Como otro ejemplo, en el escenario en el que la interferencia entre capas sea la fuente principal de interferencia, el aumento de la PSD no tiene que aumentar el TF. Por lo tanto, puede no existir un mapeo simple entre los TF de los dos codewords y la PSD correspondiente.

45 Puede haber muchos factores que determinen el mapeo entre la PSD y el TF en el caso de SU-MIMO para una subtrama específica. Estos factores incluyen: el estado instantáneo del canal espacial, el precodificador seleccionado, el diseño del receptor, el AGI, etc. Incluso con una compensación de AGI perfecta y un control de potencia por antena rápido, la relación entre la PSD y el TF de los codewords puede cambiar de subtrama a subtrama y puede no ser capturada fácilmente de forma cerrada.

50 Si el ajuste de potencia basado en TF no es factible para transmisiones de múltiples capas y/o codewords, e incluso podría seguir funcionando con una transmisión de una única capa, no se debería utilizar para el modo SU-MIMO del UL cuando se permite una transmisión de múltiples capas y/o codewords.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, únicamente se puede utilizar un ajuste de potencia para ajustar la potencia de transmisión de un codeword cuando se opera en un modo de transmisión SIMO, esto es, se puede configurar K_s mayor que cero, mientras que para un modo de transmisión MIMO, K_s únicamente se
55 puede configurar como cero y por lo tanto el término de ajuste de potencia es siempre igual a cero.

Con el fin de realizar un ajuste de potencia basado en TF en el caso de transmisión de múltiples capas y/o codewords, se encuentran disponibles múltiples opciones para realizar un ajuste de potencia basado en TF.

La Figura 5a ilustra un diagrama de flujo de operaciones 500 para realizar un ajuste de potencia basado en TF, en donde se puede determinar el ajuste de potencia Δ_{TF} en función de un TF combinado para múltiples codewords. El ajuste de potencia Δ_{TF} se puede obtener a partir de una combinación de TF de múltiples codewords (bloque 505) y el ajuste de potencia se puede utilizar para ajustar el nivel de potencia de transmisión (bloque 507) siendo distribuido el nivel de potencia de transmisión entre todas las antenas de transmisión (bloque 509). Un ejemplo puede ser utilizar el TF promedio para todos los codewords con el fin de calcular Δ_{TF} y la potencia suma se divide (distribuye) a continuación entre los codewords tal como se ha descrito en el caso del control de potencia suma. En el caso de múltiples capas y/o codewords la fórmula y/o valores de los parámetros para Δ_{TF} pueden ser diferentes a la de una transmisión de una capa y/o codeword y a la de una transmisión de una antena. Se pueden utilizar otros modos para obtener el TF combinado para utilizar el TF de codewords predefinidos, para utilizar el TF de los codewords más largo o más corto, para utilizar un promedio ponderado de los TF de los codewords, etc.

La Figura 5b ilustra un diagrama de operaciones 520 para realizar un ajuste de potencia basado en TF, en donde se puede determinar un ajuste de potencia Δ_{TF} para cada codeword. El ajuste de potencia para cada codeword se puede obtener independientemente (bloque 525) y el ajuste de potencia se puede utilizar para ajustar el nivel de potencia de transmisión (bloque 527). Para cada codeword se pueden utilizar las mismas o diferentes fórmulas. La fórmula y/o valores de los parámetros de Δ_{TF} en el caso de una transmisión de múltiples capas y/o codewords pueden ser diferentes a los de una transmisión de una capa y/o codeword y a los de una transmisión de una sola antena. Por encima del ajuste de potencia, el eNB puede señalar para cada codeword las órdenes TPC y/o un ajuste adicional. Esta es una forma del esquema de control de potencia por codeword.

La Figura 5c ilustra un diagrama de flujo de operaciones 540 para realizar un ajuste de potencia basado en TF, en donde se puede determinar conjuntamente un ajuste de potencia Δ_{TF} . El ajuste de potencia para cada codeword puede ser diferente, pero se determina conjuntamente en función de los TF de todos los codewords y posiblemente información adicional enviada por el eNB (bloque 545) y el ajuste de potencia se puede utilizar para ajustar el nivel de potencia de transmisión (bloque 547). La información adicional del eNB puede incluir un conjunto de parámetros configurados, una selección de la fórmula para el mapeo de los TF a la potencia de transmisión o PSD, etc. La información adicional se puede configurar en el eNB en función del conocimiento del sistema que puede incluir la configuración de las antenas, las características de los canales, el diseño del receptor, la política de control de potencia, la consideración de la gestión de interferencias, etc. La información adicional puede ser enviada al UE como un mensaje de configuración específico de celda mediante, por ejemplo, señalización de difusión. En otro modo de realización, la información adicional puede ser enviada al UE como una señalización dedicada mediante, por ejemplo, una señalización RRC.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, puede ser configurable una forma o una pendiente de la fórmula que mapea los TF al ajuste de potencia. La forma o la pendiente se puede configurar seleccionando un valor distinto de cero de K_S a partir de múltiples valores candidatos distintos de cero. Obsérvese que en la Versión 8 y la Versión 9 del LTE del 3GPP K_S puede ser únicamente 0 ó 1,25. Se pueden utilizar fórmulas parecidas para calcular el ajuste de potencia Δ_{TF} pero en función de los TF de todos los codewords y utilizando el valor de K_S seleccionado donde el valor puede ser diferente de 0 ó 1,25. Por ejemplo, dependiendo del diseño del receptor, las características del canal MIMO, y/u otras consideraciones de diseño, el eNB puede configurar al UE para que utilice un valor K_S apropiado para el cálculo de Δ_{TF} .

De acuerdo con los estándares técnicos del 3GPP, se puede configurar de forma independiente una variedad de modos de transmisión del UL, incluyendo el modo de un puerto de una sola antena, un puerto de una sola antena, un puerto de múltiples antenas, etc. del UL para el PUSCH, PUCCH, y SRS. Una configuración del modo de transmisión puede tener un impacto en el diseño del control de potencia.

En un escenario en el que se configura un modo de transmisión de un puerto de una sola antena para un UE con múltiples antenas, la implementación del UE puede afectar a cómo se calcula una pérdida de trayecto de referencia, qué antenas están involucradas en el control de potencia, cómo están involucradas las antenas en el control de potencia, cómo se notifica(n) lo(s) margen(es) de potencia, etc. Como el control de potencia en el modo de transmisión de un puerto de una sola antena para un UE con múltiples antenas de transmisión puede funcionar como el control de potencia en un UE con una sola antena de transmisión (como en los UE de Rel-8 y Rel-9 del LTE del 3GPP), las cuestiones descritas más arriba deberían considerarse como cuestiones de implementación del UE. Sin embargo, en el caso en el que se configuren diferentes modos de transmisión para PUSCH, PUCCH y SRS, se pueden utilizar diferentes valores de pérdida de trayecto para los procesos de control de potencia correspondientes. Los diferentes valores de pérdida de trayecto deberían ser conocidos por el eNB que da servicio al UE.

La Figura 6a ilustra un diagrama de flujo de operaciones 600 en el control de potencia del UL para una variedad de modos de transmisión con una única pérdida de trayecto de referencia. Tal como se muestra en la Figura 6a, se utiliza una única pérdida de trayecto de referencia en el control de potencia para todos los modos de transmisión de todos los canales (bloque 605). En este caso, el UE le notifica al eNB una única RSRP (y por lo tanto un único valor de pérdida de trayecto). Se puede compensar una discrepancia de los diferentes modos de transmisión configurando los valores apropiados y diferentes de los parámetros (por ejemplo, P_o , $f(i)$, las órdenes TPC, etc.) para los procesos de control de potencia para los diferentes canales (bloque 607). Además, para todos los modos de transmisión únicamente se necesita un único informe de margen de potencia.

La Figura 6b ilustra un diagrama de flujo de operaciones 620 en un control de potencia del UL para una variedad de modos de transmisión con múltiples pérdidas de trayecto de referencia. Tal como se muestra en la Figura 6b, una primera pérdida de trayecto de referencia y las pérdidas de trayecto de las antenas involucradas se utilizan ambas en el control de potencia para el modo de transmisión de múltiples puertos de antena (bloque 625) mientras que en el control de potencia de un modo de transmisión de un puerto de una sola antena se puede utilizar una segunda pérdida de trayecto de referencia (potencialmente diferente) (bloque 627). Puede ser posible restringir la primera pérdida de trayecto de referencia y la segunda pérdida de trayecto de referencia para que sean iguales como en el primer escenario y que se utilicen para todos los canales. La RSRP (y por lo tanto la pérdida de trayecto) de la antena individual se le puede notificar al eNB así como una RSRP de referencia (a utilizarse para determinar las pérdidas de trayecto de referencia). Obsérvese que las pérdidas de trayecto de referencia se pueden calcular en función de una fórmula predefinida a partir de las pérdidas de trayecto de las antenas involucradas. Se pueden necesitar múltiples informes de margen de potencia para las antenas involucradas.

La Figura 6c ilustra un diagrama de flujo de operaciones 640 en el control de potencia del UL para una variedad de modos de transmisión con múltiples pérdidas de trayecto de referencia para un modo de transmisión de múltiples antenas y una pérdida de trayecto de referencia para un modo de transmisión de una sola antena. Tal como se muestra en la Figura 6c, en el control de potencia para un modo de transmisión de múltiples antenas se utilizan múltiples pérdidas de trayecto de las antenas involucradas (bloque 645), mientras que en el control de potencia de un modo de transmisión de un puerto de una sola antena se utiliza una única pérdida de trayecto de referencia (bloque 647). El cálculo de la pérdida de trayecto de referencia puede depender de la implementación del UE. Es necesario notificarle al eNB la RSRP (y por lo tanto la pérdida de trayecto) de cada antena individual así como la RSRP de referencia (a utilizar para determinar la pérdida de trayecto de referencia). Se pueden necesitar múltiples informes de margen de potencia para las antenas involucradas.

En los UE con múltiples antenas de transmisión se pueden definir múltiples modos de transmisión. El eNB que da servicio al UE puede configurar y/o cambiar el modo de transmisión del UE si tiene motivos para hacerlo. Por ejemplo, el eNB puede cambiar el modo de transmisión del UE para cumplir un requisito de calidad de servicio, para cumplir un requisito de prioridad, para evitar no dar servicio a un UE, etc. Cuando el modo de transmisión cambia para el PUSCH y/o PUCCH del UE, se puede(n) interrumpir el/los proceso(s) de control de potencia correspondiente(s) y puede ser necesario reiniciar algunos parámetros de control de potencia.

Para el PUSCH, el parámetro $f(i)$ de control de potencia se puede reiniciar a cero cuando cambia el modo de transmisión. Otros parámetros de control de potencia como, por ejemplo, P_o y α , se pueden ajustar enviando una señalización RRC dedicada, lo cual puede decidir el eNB.

Para el PUCCH, el parámetro $g(i)$ de control de potencia se puede reiniciar a cero cuando cambia el modo de transmisión. Otros parámetros de control de potencia como, por ejemplo, P_o y ΔF_{PUCCH} , se pueden ajustar enviando una señalización RRC dedicada, lo cual puede decidir el eNB.

En algunas situaciones como, por ejemplo, las que se muestran en las Figuras 5b y 5c, puede ser necesario cambiar el tipo de pérdida de trayecto utilizado para el control de potencia, lo cual puede hacer que el UE envíe informe(s) adicionales de RSRP.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, si se utilizan múltiples procesos de control de potencia para un modo de transmisión de múltiples puertos de antena como, por ejemplo, en el control de potencia por antena y/o por capa y/o por codeword, con el fin de evitar la interrupción de los procesos de control de potencia cuando se produce un cambio en el modo de transmisión, en el UE se pueden mantener procesos de control de potencia independientes utilizados en el modo de múltiples puertos de antena y en el modo de sólo un puerto de antena.

El control de potencia del SRS utilizado en la Rel-8 y Rel-9 del LTE del 3GPP se vincula al control de potencia del PUSCH mediante un valor de ajuste ($P_{\text{SRS_OFFSET}}$) que es configurado por el eNB. Si al PUSCH y al SRS se le asignan diferentes modos de transmisión (lo cual es posible ya que el modo de transmisión para el PUSCH y el SRS se pueden configurar de forma independiente), puede ser necesario configurar y/o reconfigurar en consecuencia el $P_{\text{SRS_OFFSET}}$. Obsérvese que el cambio del modo de transmisión del SRS puede no reiniciar $f(i)$.

Además, con el fin de soportar un SRS periódico, se puede incluir en la señalización de control la configuración del UE de los modos de transmisión de una antena o múltiples antenas. Para este caso, también es necesario configurar en consecuencia un valor apropiado de $P_{\text{SRS_OFFSET}}$ y utilizarlo para todas las antenas involucradas. Se pueden utilizar varios métodos (con la suposición de que para el PUSCH se utiliza un único proceso de control de potencia como en el caso en el que se utiliza el control de potencia suma). Los métodos pueden incluir:

- se pueden configurar semiestáticamente múltiples valores de $P_{\text{SRS_OFFSET}}$ por parte del eNB y se utiliza un valor apropiado en función del modo de transmisión del SRS y el modo de transmisión del PUSCH; y
- cuando se planifica un SRS periódico, se señala dinámicamente un valor de $P_{\text{SRS_OFFSET}}$ o un ajuste.

Cuando se utilizan múltiples procesos de control de potencia para el PUSCH como el control de potencia por antena y/o por capa y/o por codeword, la conexión entre los procesos de control de potencia del PUSCH y el SRS es más complicada. En el caso de un control de potencia por antena son posibles las siguientes situaciones:

- tanto el PUSCH como el SRS se configuran en modo de transmisión de múltiples puertos de antena: el proceso de control de potencia del SRS para una antena involucrada se puede vincular al proceso de control de potencia del PUSCH para la misma antena con un valor de ajuste $P_{\text{SRS_OFFSET}}$. Los valores de ajuste para las antenas pueden ser iguales o diferentes;

- tanto el PUSCH como el SRS se configuran en modo de transmisión de un solo puerto de antena: se utiliza el control de potencia de la Rel-8 del LTE del 3GPP;

- el PUSCH se configura en modo de un solo puerto de antena y el SRS se configura en modo de transmisión de múltiples puertos de antena: el control de potencia del SRS para todas las antenas involucradas se vincula con un único proceso de control de potencia del PUSCH con un único valor de ajuste $P_{\text{SRS_OFFSET}}$; y

- el PUSCH se configura en modo de múltiples puertos de antena y el SRS se configura en modo de transmisión de un solo puerto de antena: el control de potencia del SRS se vincula a los múltiples procesos de control de potencia del PUSCH en función de su implementación del modo de un solo puerto de antena con un único valor de ajuste $P_{\text{SRS_OFFSET}}$.

Con un control de potencia por capa y/o codeword para el PUSCH, el SRS puede utilizar un control de potencia bien por antena o bien por capa y/o codeword. El control de potencia por capa y/o codeword del SRS requiere que el SRS se haya precodificado. En general, puede ser difícil que el precodificador del SRS coincida con el del PUSCH en el caso de una adaptación de rango dinámico y precodificación a menos que el precodificador del SRS se pueda modificar mediante señalización dinámica lo cual es posible en el caso de un SRS periódico. Por lo tanto, en el caso de un control de potencia por capa y/o codeword del PUSCH, son posibles diferentes situaciones.

La Figura 7a ilustra un diagrama de flujo de operaciones 700 en control de potencia del SRS estando el SRS precodificado. Tal como se muestra en la Figura 7a, con el SRS precodificado y utilizando control de potencia por capa y/o codeword, el control de potencia del SRS de cada capa y/o codeword se puede vincular al control de potencia del PUSCH de la misma capa y/o codeword con un valor de ajuste $P_{\text{SRS_OFFSET}}$ y el valor de ajuste puede ser igual o diferente. Obsérvese que el control de potencia por capa y/o codeword del PUSCH también se puede realizar mediante control de potencia suma con quizá un ajuste adicional entre las capas y/o codewords.

La Figura 7b ilustra un diagrama de flujo de operaciones 720 de control de potencia del SRS con el SRS sin precodificar. Tal como se muestra en la Figura 7b, con el SRS sin precodificar y utilizando control de potencia de antena: si se realiza el control de potencia por capa y/o codeword del PUSCH mediante control de potencia suma con potencialmente un ajuste adicional entre las capas y/o codewords, el control de potencia del SRS para las antenas involucradas se puede vincular al control de potencia suma con un valor de ajuste $P_{\text{SRS_OFFSET}}$ y estos valores de ajuste pueden ser iguales o diferentes.

La Figura 8 ilustra un diagrama de flujo de operaciones 800 para transmitir información. Las operaciones 800 pueden ser indicativas de operaciones que se producen en un UE como, por ejemplo, el UE 110, ya que el UE transmite información utilizando control de potencia del UL, donde el UE tiene múltiples antenas de transmisión. Las operaciones 800 se pueden producir mientras que el UE se encuentra en un modo de operación normal y un eNB le proporciona servicio como, por ejemplo, el eNB 105.

Las operaciones 800 pueden comenzar con la determinación por parte del UE de un nivel de potencia de transmisión para diferentes canales en su UL (bloque 805). El UE puede determinar por separado un nivel de potencia de transmisión para cada canal que transmite como, por ejemplo, el PUSCH y el PUCCH y configura de forma independiente el nivel de potencia de transmisión para cada canal. Sin embargo, como el UE tiene múltiples antenas de transmisión (con un PA independiente para cada antena de transmisión), el UE puede necesitar considerar la potencia de transmisión para cada antena de transmisión.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, el UE puede hacer uso del control de potencia suma para realizar el control de potencia del UL, esto es, determinar el nivel de potencia de transmisión de canal sobre todas las antenas de transmisión (bloque 805). Además, el control de potencia suma se puede realizar para portadoras componente c individuales. Para el PUSCH, la fórmula de control de potencia para el control de potencia del UL por parte del UE se puede expresar como

$$P_{\text{PUSCH}}(i, c) = \min \{ P_{\text{CMAX}}(c), 10 \log_{10} (M_{\text{PUSCH}}(i, c)) + P_{\text{O_PUSCH}}(j, c) + \alpha(j, c) \cdot PL(c) + \Delta_{\text{TF}}(i, c) + f(i, c) \}$$

donde

- $P_{\text{CMAX}}(c)$ es la potencia transmitida del UE configurada para la portadora componente c ;

- $M_{\text{PUSCH}}(i, c)$ es el ancho de banda de la asignación de recursos del PUSCH expresado como el número de bloques de recursos válidos para la subtrama i y la portadora componente c ;

- $P_{\text{O_PUSCH}}(j, c)$ es un parámetro configurado por el eNB para la portadora componente c ;

- $\alpha \in \{0, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1\}$ es un parámetro específico de celda proporcionado por capas superiores;

- $PL(c)$ es una estimación de pérdida de trayecto de referencia derivado de la RSRP y/o la pérdida de trayecto de cada una de las antenas de transmisión involucradas en el UE mediante, por ejemplo, promedio u otras manipulaciones;

- $\Delta_{\text{TF}}(i, c) = 10 \log_{10} ((2^{M_{\text{PR}} \cdot K_S} - 1) \beta_{\text{offset}}^{\text{PUSCH}})$ para $K_S=1,25$ es el ajuste de potencia para la portadora componente c en función del formato de transmisión y se puede eliminar (igual a 0) para $K_S=0$; y

- el estado de ajuste del control de potencia del PUSCH para la portadora componente c viene dado por $f(i, c)$.

Además, $P_{\text{PUSCH}}(i, c)$ es compartida por todas las antenas involucradas con la potencia de transmisión de la antena a como

$$P_{\text{PUSCH}}(i, c, a) = P_{\text{PUSCH}}(i, c) + \Delta_{\text{Ant}}(i, c, a),$$

donde

$\Delta_{\text{Ant}}(i, c, a) = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{N_{\text{Ant}}(c)} \right) + \Delta_{\text{CW}}(i, a)$, $N_{\text{Ant}}(c)$ es el número de antenas involucradas para una transmisión SU-MIMO para la portadora componente c , y $\Delta_{\text{CW}}(i, a)$ es el ajuste adicional para el codeword que requiere la antena a . $\Delta_{\text{CW}}(i, a)$ puede ser señalizado semiestáticamente por la señalización RRC o dinámicamente por el PDCCH. La suma de $\Delta_{\text{Ant}}(i, c, a)$ en una escala lineal sobre las antenas involucradas debería ser igual a uno.

Además, $f(i, c)$ se puede reiniciar a cero cuando cambia el modo de transmisión del PUSCH para la portadora componente c .

Además de calcular un nivel de potencia de transmisión para diferentes canales en su UL para cada una de las múltiples antenas de transmisión, el UE también puede utilizar, opcionalmente, el TF utilizado en la transmisión del UL de un canal para calcular la potencia de transmisión (bloque 810). De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, para el modo SU-MIMO, se supone $\Delta_{\text{TF}}(i, c)=0$, al menos para el modo de transmisión en el que se permite un rango mayor que uno.

De acuerdo con un modo de realización de ejemplo, el control de potencia se realiza por separado para cada portadora componente en el caso de agregación de portadoras en donde el UE puede transmitir y/o recibir simultáneamente señales sobre múltiples portadoras componentes. Cada portadora componente se puede identificar unívocamente mediante información asociada como, por ejemplo, un identificador de celda (cell ID) y frecuencia. Algunas veces una portadora componente se puede denominar celda. Los métodos de control de potencia de una antena múltiple se pueden entonces aplicar a cada una de las portadoras componentes o celdas.

Después de haber calculado el nivel de potencia de transmisión para los diferentes canales en el UL para las múltiples antenas de transmisión (y opcionalmente proporcionar un ajuste basado en TF), el UE puede configurar el nivel de potencia de transmisión para un canal que se está preparando para transmitir mediante la configuración del PA de cada antena de transmisión a un nivel de potencia de transmisión determinado que se corresponde con el canal y/o antena de transmisión que se está preparando para transmitir (bloque 815) y, a continuación, transmitir el canal sobre múltiples antenas de transmisión (bloque 820).

La Figura 9 proporciona una ilustración alternativa de un dispositivo 900 de comunicaciones. El dispositivo 900 de comunicaciones puede ser una implementación de un UE. El dispositivo 900 de comunicaciones se puede utilizar para implementar uno cualquiera o todos los modos de realización descritos en la presente solicitud. Tal como se muestra en la Figura 9, se configura un receptor 905 para recibir información y se configura un transmisor 910 para transmitir información. Una unidad 920 de pérdida de trayecto está configurada para calcular la pérdida de trayecto entre un eNB que proporciona servicio a un dispositivo 900 de comunicaciones y la(s) antena(s) de transmisión del dispositivo 900 de comunicaciones. En función de la técnica de control de potencia utilizada en el dispositivo 900 de comunicaciones, la unidad 920 de pérdida de trayecto puede calcular una única pérdida de trayecto de referencia, múltiples pérdidas de trayecto de referencia, múltiples pérdidas de trayecto entre sus antenas de transmisión y el eNB.

Un procesador 925 de potencia de transmisión está configurado para determinar un nivel de potencia de transmisión para la(s) antena(s) de transmisión del dispositivo 900 de comunicaciones. Tal como se ha descrito anteriormente, el procesador 925 de potencia de transmisión puede utilizar diferentes técnicas para determinar el nivel de potencia de transmisión del dispositivo 900 de comunicaciones, incluyendo técnicas de control de potencia por antena, control de potencia por capa y/o por codeword, control de potencia suma, o combinaciones de las mismas. En función de la técnica de control de potencia utilizada, el procesador 925 de potencia de transmisión puede utilizar información como, por ejemplo, la pérdida de trayecto calculada por la unidad 920 de pérdida de trayecto, así como información proporcionada por el eNB que proporciona servicio al dispositivo 900 de comunicaciones, por ejemplo.

Una unidad 930 de distribución de potencia de transmisión conectada eléctricamente al procesador 925 de potencia de transmisión está configurada para distribuir a cada una de las antenas respectivas el nivel de potencia de transmisión determinado por el procesador 925 de potencia de transmisión. Por ejemplo, si se utiliza una técnica de control de potencia suma, entonces la unidad 930 de distribución de potencia de transmisión puede distribuir el nivel de potencia de transmisión entre la(s) antena(s) de transmisión del dispositivo 900 de comunicaciones. La unidad 930 de distribución de potencia de transmisión puede distribuir el nivel de potencia de transmisión por igual, sustancialmente por igual, en función de una distribución especificada, en función de un criterio, etc., sobre la(s) antena(s) de transmisión.

Una unidad 935 de compensación está configurada para proporcionar una compensación para el nivel de potencia de transmisión del dispositivo 900 de comunicaciones en función del formato de transmisión utilizado por el dispositivo 900 de comunicaciones en sus transmisiones. La compensación en función del formato de transmisión puede ser opcional. Una unidad 940 de configuración está configurada para configurar el/los amplificador(es) de potencia de la(s) antena(s) de transmisión en función del nivel de potencia de transmisión. Una memoria 945 está configurada para almacenar información como, por ejemplo, una pérdida de trayecto, información del eNB, el nivel de potencia de transmisión calculado, distribuciones y/o criterios de distribución, etc.

Los elementos del dispositivo 900 de comunicaciones se pueden implementar como bloques lógicos de hardware específicos. En una opción, los elementos del dispositivo 900 de comunicaciones se pueden implementar en forma de software que se ejecuta en un procesador, controlador, circuito integrado de aplicación específica, etc. En otra opción adicional, los elementos del dispositivo 900 de comunicaciones se pueden implementar como una combinación de software y/o hardware.

Como ejemplo, el receptor 905 y el transmisor 910 se pueden implementar como un bloque de hardware específico, mientras que la unidad 920 de pérdida de trayecto, el procesador 925 de potencia de transmisión, la unidad 930 de distribución de potencia de transmisión, la unidad 935 de compensación y la unidad 940 de configuración pueden ser módulos de software que es ejecutan en un microprocesador (por ejemplo el procesador 915) o un circuito a medida o una matriz lógica compilada a medida de una matriz lógica programable en campo o combinaciones de los mismos.

Los modos de realización descritos más arriba del UE 300 y del dispositivo 900 de comunicaciones también se pueden ilustrar en términos de los métodos que comprenden los pasos funcionales y/o acciones no funcionales. La descripción anterior y los diagramas de flujo asociados ilustran pasos y/o acciones que se pueden ejecutar al poner en práctica los modos de realización de ejemplo de la presente invención. Normalmente, los pasos funcionales describen la invención en términos de los resultados que se consiguen, mientras que las acciones no funcionales describen acciones más específicas para conseguir un resultado concreto. Aunque los pasos funcionales y/o acciones no funcionales se pueden describir o reivindicar en un orden concreto, la presente invención no está necesariamente limitada a ninguna ordenación o combinación de pasos y/o acciones concretas. Además, la utilización (o no utilización) de pasos y/o acciones en la enumeración de las reivindicaciones – y en la descripción del /de los diagrama(s) de flujo de las Figuras 4a, 4b, 4c, 4d, 4e, 4f, 5a, 5b, 5c, 6a, 6b, 6c, 7a, 7b y 8 – se utiliza para indicar la utilización (o no utilización) específica deseada de dichos términos.

Aunque la presente invención y sus ventajas se han descrito detalladamente, se debe entender que en la presente solicitud se pueden realizar diversas modificaciones, sustituciones y alteraciones sin apartarse de la invención tal como está definida por las reivindicaciones adjuntas.

5 Más aún, el alcance de la presente solicitud no pretende estar limitada a los modos de realización concretos del proceso, máquina, elaboración, composición de la materia, medios, métodos y pasos descritos en la memoria descriptiva. Como alguien con un conocimiento normal en la técnica apreciará fácilmente, la divulgación de la presente invención, procesos, máquinas, elaboración, composiciones de la materia, medios, métodos o pasos que existan actualmente o se desarrollen posteriormente, que realicen sustancialmente la misma función o consigan sustancialmente el mismo resultado que los modos de realización correspondientes descritos en la presente solicitud se pueden utilizar de acuerdo con la presente invención. En consecuencia, las reivindicaciones adjuntas pretenden incluir dentro de su alcance dichos procesos, máquinas, elaboración, composiciones de la materia, medios, métodos o pasos.

10

REIVINDICACIONES

1. Un método para operaciones de un equipo de usuario, comprendiendo el método:

determinar (400), en un equipo de usuario, un nivel de potencia de transmisión para antenas de transmisión del equipo de usuario que tiene al menos dos antenas de transmisión, en donde la determinación del nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión comprende: determinar (445) el nivel de potencia de transmisión como una suma de potencias de transmisión para las al menos dos antenas de transmisión, y distribuir (447) la suma de las potencias de transmisión sobre las al menos dos antenas de transmisión; y

configurar un nivel de salida de un amplificador de potencia para cada una de las al menos dos antenas de transmisión de acuerdo con un nivel de potencia de transmisión respectivo;

en donde la determinación del nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión comprende determinar el nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión de acuerdo con un formato de transmisión de las transmisiones realizadas sobre las al menos dos antenas de transmisión, y la suma de niveles de potencia de transmisión para las antenas de transmisión se define mediante la fórmula:

$$P_{\text{PUSCH}}(i) = \min\{P_{\text{CMAX}}, 10 \log_{10}(M_{\text{PUSCH}}(i) + P_{\text{O_PUSCH}}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{\text{TF}}(i) + f(i)\},$$

donde

- P_{CMAX} es una potencia transmitida del UE configurada;

- $M_{\text{PUSCH}}(i)$ es un ancho de banda de una asignación de recursos de un canal físico compartido del enlace ascendente, PUSCH, expresado como el número de bloques de recursos válidos para una subtrama i ;

- $P_{\text{O_PUSCH}}(j)$ es un parámetro configurado por un eNB;

- $\alpha \in \{0, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1\}$ es un parámetro específico de celda proporcionado por capas superiores;

- PL es una estimación de pérdida de trayecto del enlace descendente calculada en dB en el UE;

- $\Delta_{\text{TF}}(i)$ es un ajuste de potencia basado en el formato de transmisión, en donde el ajuste de potencia es siempre igual a cero para el modo de transmisión MIMO.

2. El método de la reivindicación 1, en donde la distribución de la suma de potencias de transmisión comprende distribuir la suma de potencias de transmisión por igual sobre las al menos dos antenas de transmisión.

3. El método de la reivindicación 1, en donde la determinación del nivel de potencia de transmisión de acuerdo con el formato de transmisión comprende ajustar la potencia de transmisión utilizando un ajuste que se utiliza únicamente para el modo de transmisión de una entrada múltiples salidas.

4. El método de la reivindicación 1, en donde la información se transmite sobre una pluralidad de codewords (bloques de transporte con protección de errores), y en donde la determinación del nivel de potencia de transmisión de acuerdo con el formato de transmisión comprende ajustar la potencia de transmisión utilizando un ajuste que se basa conjuntamente en los formatos de transmisión de un conjunto de codewords.

5. El método de la reivindicación 4, en donde una fórmula y/o parámetros utilizados para determinar un ajuste se configura por parte de un controlador de comunicaciones que proporciona servicio a un equipo de usuario.

6. Un equipo de usuario que comprende:

un procesador (925) de potencia de transmisión configurado para determinar un nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión del equipo de usuario, en donde el equipo de usuario comprende al menos dos antenas de transmisión, y el procesador de potencia de transmisión determina el nivel de potencia de transmisión como una suma de potencias de transmisión para las antenas de transmisión;

una unidad (930) de distribución de potencia de transmisión acoplada al procesador de potencia de transmisión, estando configurada la unidad de distribución de potencia de transmisión para distribuir la suma de las potencias de transmisión sobre las antenas de transmisión; y

una unidad (940) de configuración de potencia acoplada al procesador de potencia de transmisión, estando configurada la unidad de configuración de potencia para configurar un nivel de salida del amplificador de potencia para cada una de las antenas de transmisión de acuerdo con un nivel de potencia de transmisión respectivo;

- 5 en donde el procesador de potencia de transmisión determina el nivel de potencia de transmisión para las antenas de transmisión de acuerdo con un formato de transmisión de las transmisiones realizadas sobre las al menos dos antenas de transmisión, y la suma de niveles de potencia de transmisión para las antenas de transmisión se define mediante la fórmula:

$$P_{\text{PUSCH}}(i) = \min\{P_{\text{CMAX}}, 10 \log_{10}(M_{\text{PUSCH}}(i)) + P_{\text{O_PUSCH}}(j) + \alpha(j) \cdot PL + \Delta_{\text{TF}}(i) + f(i)\},$$

10 donde

- P_{CMAX} es una potencia transmitida del UE configurada;

- $M_{\text{PUSCH}}(i)$ es un ancho de banda de una asignación de recursos de un canal físico compartido del enlace ascendente, PUSCH, expresado como el número de bloques de recursos válidos para una subtrama i ;

- $P_{\text{O_PUSCH}}(j)$ es un parámetro configurado por un eNB;

- 15 - $\alpha \in \{0, 0,4, 0,5, 0,6, 0,7, 0,8, 0,9, 1\}$ es un parámetro específico de celda proporcionado por capas superiores;

- PL es una estimación de pérdida de trayecto del enlace descendente calculada en dB en el UE;

- $\Delta_{\text{TF}}(i)$ es un ajuste de potencia basado en el formato de transmisión, en donde el ajuste de potencia es siempre igual a cero para el modo de transmisión MIMO.

- 20 7. El equipo de usuario de la reivindicación 6, que comprende, además, una unidad (920) de pérdida de trayecto configurada para estar acoplada a un receptor, y para determinar una pérdida de trayecto entre una antena de transmisión y un dispositivo de gestión.

- 25 8. El equipo de usuario de la reivindicación 6, en donde el procesador de potencia de transmisión determina el nivel de potencia de transmisión basándose en una capa de transmisión o un codeword de transmisión.

9. El equipo de usuario de la reivindicación 6, que comprende, además, una unidad (935) de compensación acoplada al procesador de potencia de transmisión, estando configurada la unidad de compensación para compensar el nivel de potencia de transmisión basándose en un formato de transmisión de las transmisiones realizadas sobre las antenas de transmisión.

30

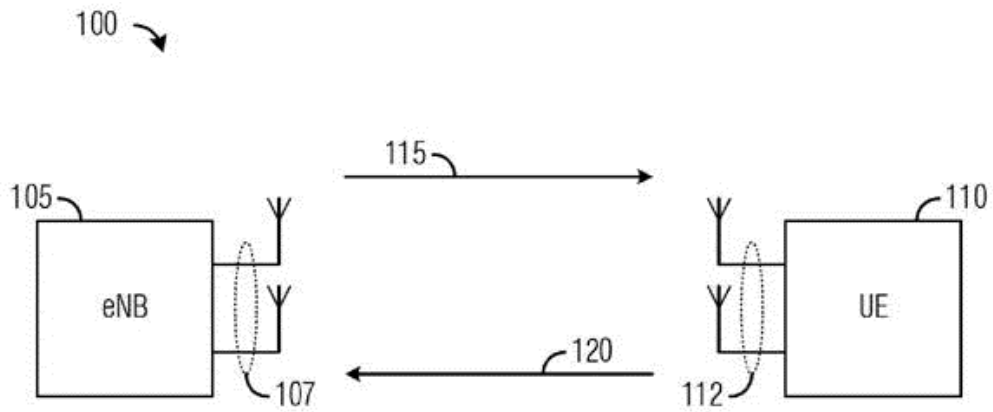


Fig. 1

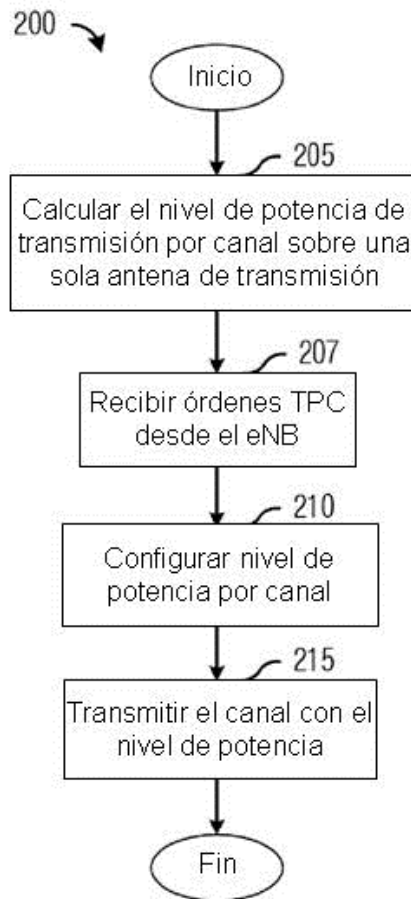


Fig. 2

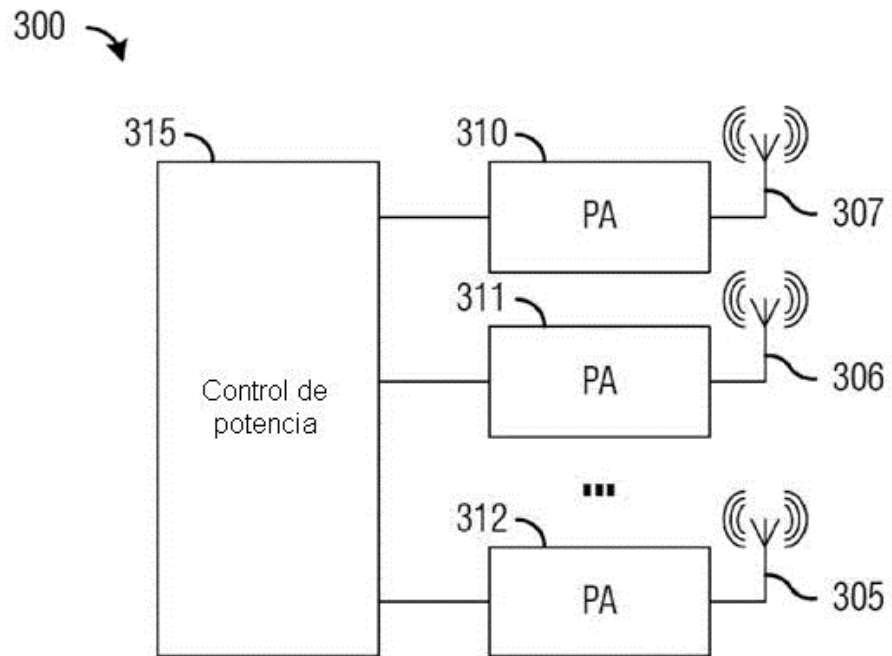


Fig. 3

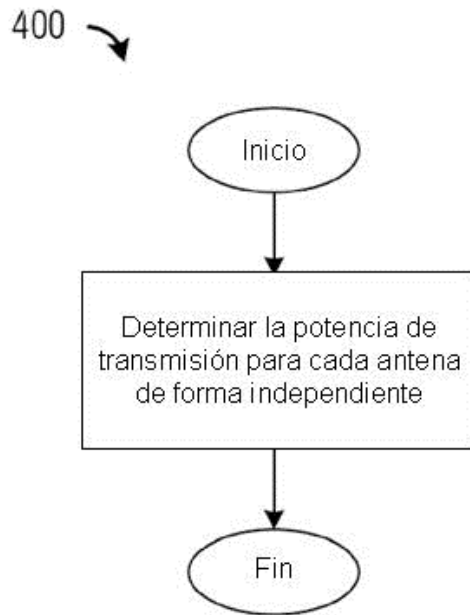


Fig. 4a

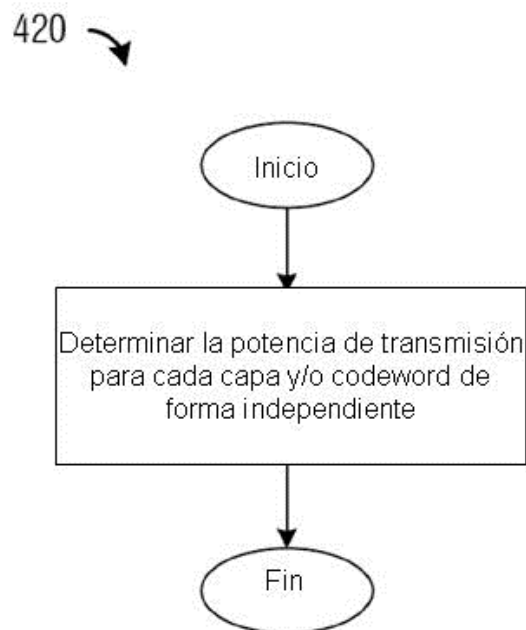
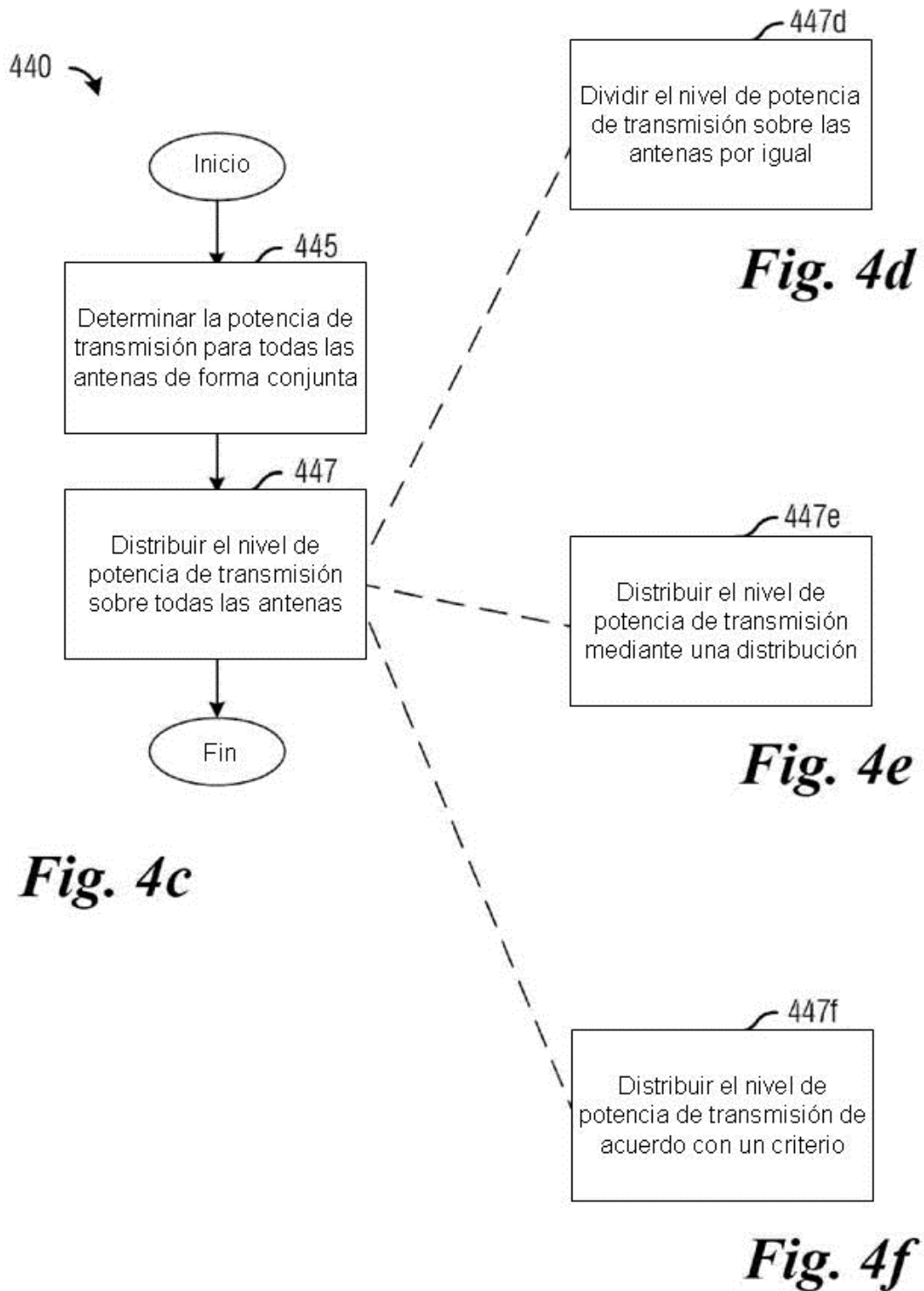


Fig. 4b



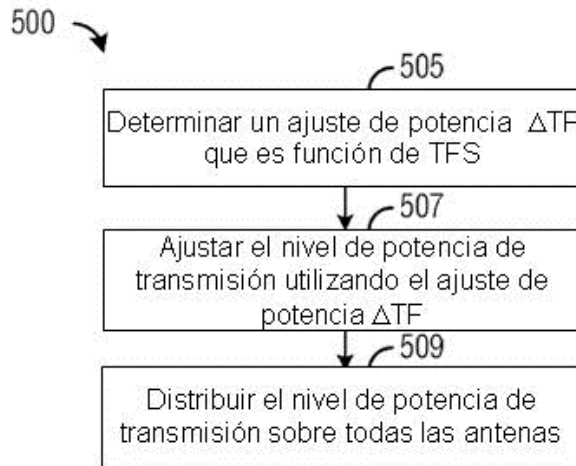


Fig. 5a

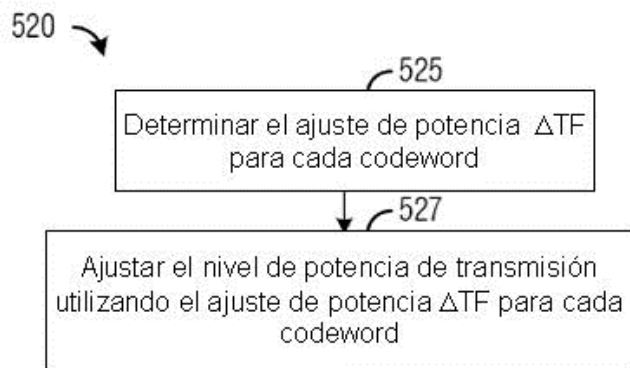


Fig. 5b

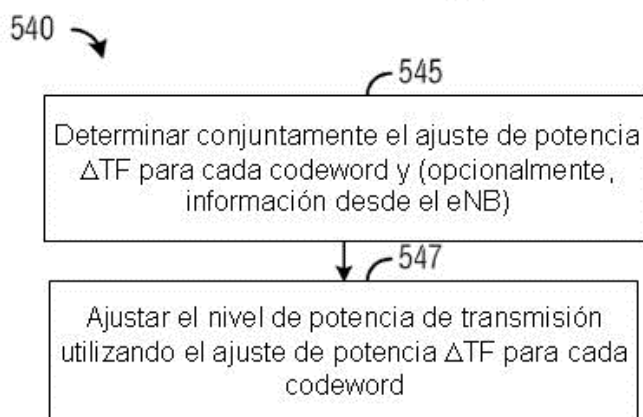


Fig. 5c

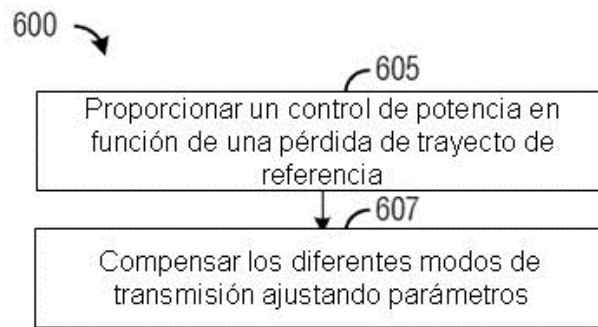


Fig. 6a

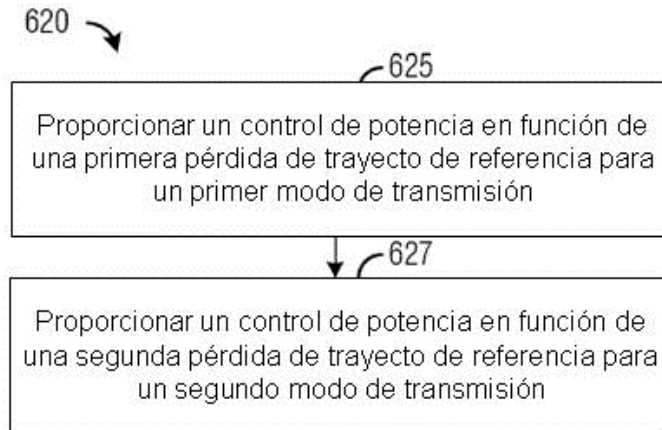


Fig. 6b

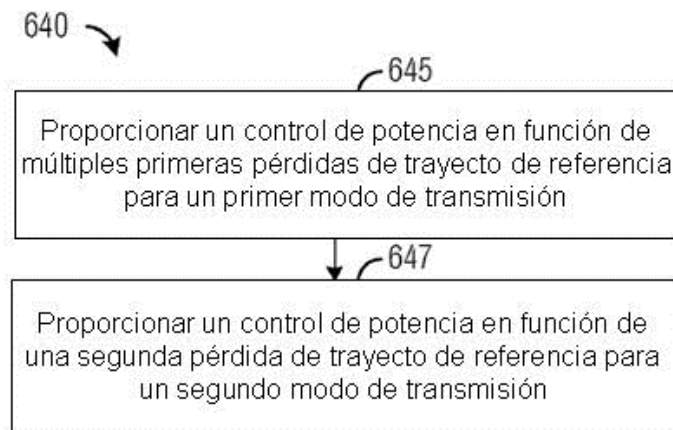


Fig. 6c

700 ↘

El Control de potencia SRS de cada capa/codeword está vinculado al control de potencia del PUSCH de la misma capa/codeword y un ajuste

Fig. 7a

720 ↘

El Control de potencia SRS de antena está vinculado al control de potencia suma del PUSCH y un ajuste

Fig. 7b

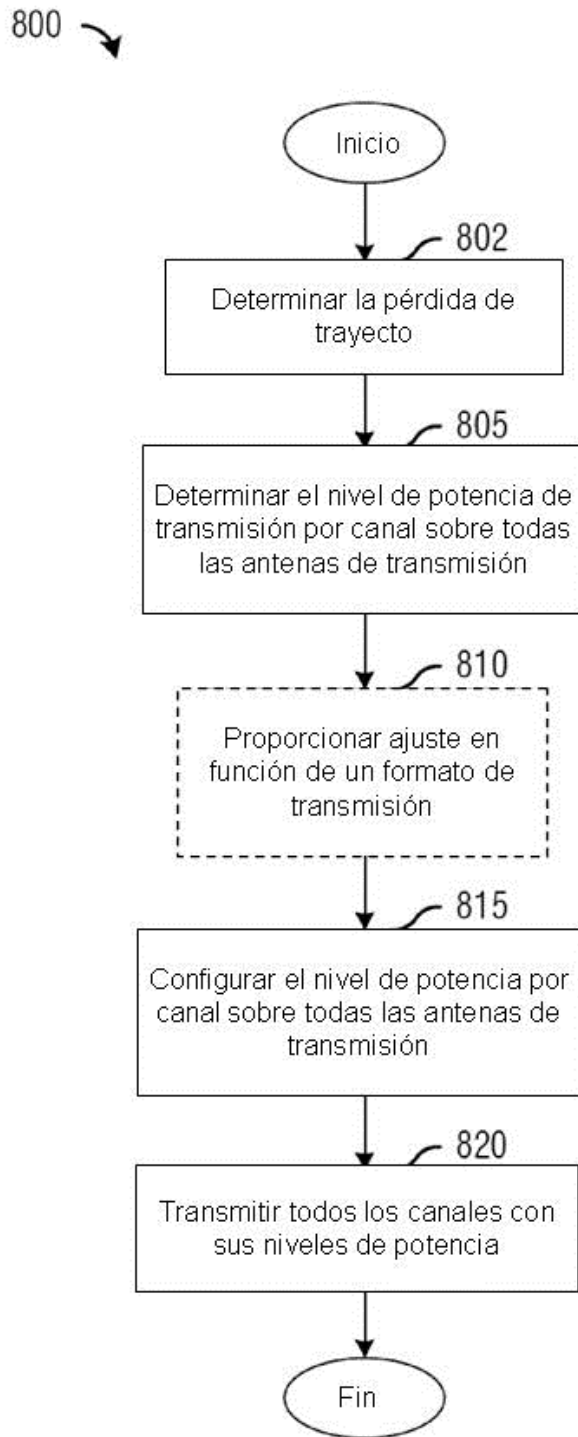


Fig. 8

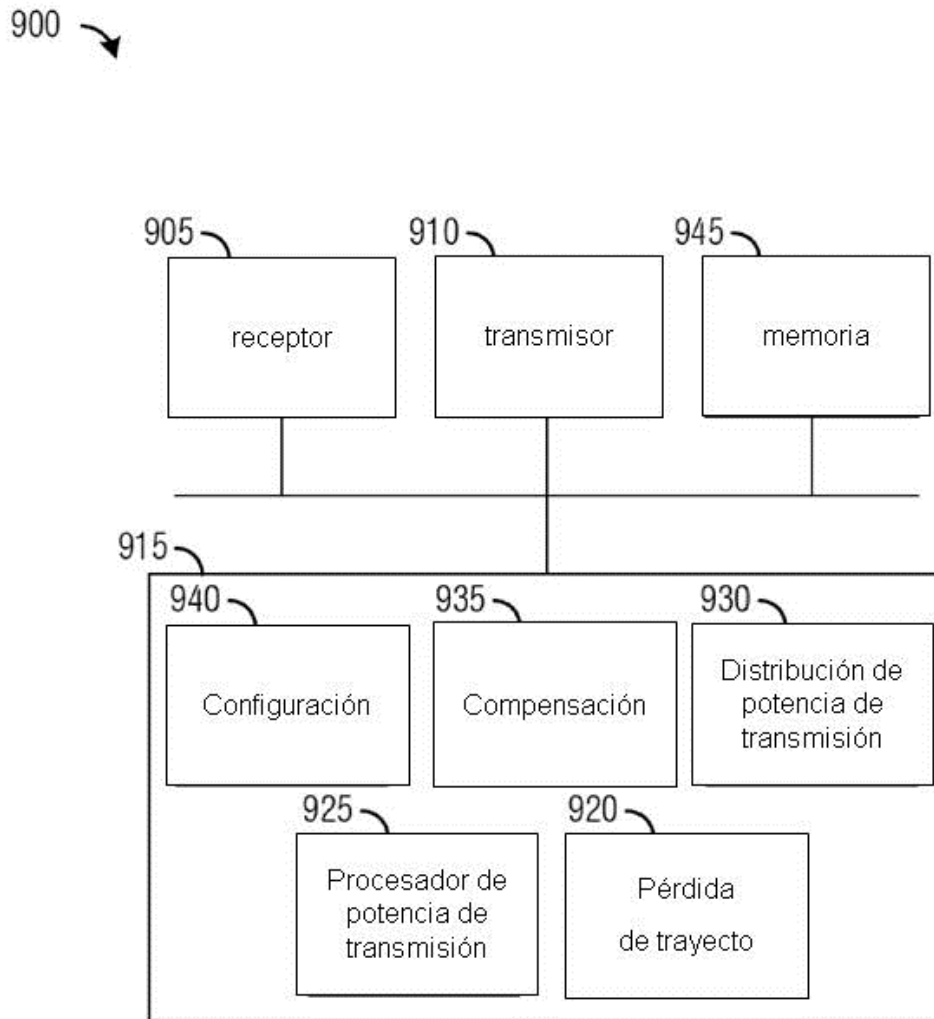


Fig. 9