

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 689 250**

51 Int. Cl.:

**H04W 52/14** (2009.01)  
**H04W 52/42** (2009.01)  
**H04W 52/16** (2009.01)  
**H04W 52/12** (2009.01)  
**H04B 7/0404** (2007.01)  
**H04B 7/0413** (2007.01)  
**H04W 52/32** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.11.2011 PCT/SE2011/051456**  
 87 Fecha y número de publicación internacional: **28.06.2012 WO12087222**  
 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.11.2011 E 11851942 (0)**  
 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.07.2018 EP 2656666**

54 Título: **Métodos y aparatos para control de potencia de transmisión de transmisiones MIMO de enlace ascendente**

30 Prioridad:

**22.12.2010 US 201061426036 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**12.11.2018**

73 Titular/es:

**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)  
(100.0%)  
164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:

**BERGMAN, JOHAN;  
MIAO, QINGYU;  
LIU, JINHUA y  
HULTELL, JOHAN**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 689 250 T3

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

## DESCRIPCIÓN

Métodos y aparatos para control de potencia de transmisión de transmisiones MIMO de enlace ascendente.

### Campo técnico

- 5 Las realizaciones descritas en la presente memoria se refieren a control de potencia de transmisión en un sistema de comunicaciones y en particular a control de potencia de transmisión en transmisiones de Múltiple Entrada Múltiples Salida, MIMO, de enlace ascendente.

### Antecedentes

- 10 Existe un desarrollo continuo de nuevas generaciones de tecnologías de comunicaciones móviles para hacer frente a las crecientes necesidades de tasas de datos más altas, eficacia mejorada y costes más bajos. El Acceso por Paquetes de Enlace Descendente de Alta Velocidad (HSDPA) y el Acceso por Paquetes de Enlace Ascendente de Alta Velocidad (HSUPA), que se mencionan en conjunto como Acceso por Paquetes de Alta Velocidad (HSPA), son protocolos de comunicación móvil que fueron desarrollados para hacer frente a tasas de datos más altas de lo que eran capaces los protocolos de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA). El Proyecto Partnership de 3ª Generación (3GPP) es una organización de desarrollo estándar que sigue con su trabajo de evolución de HSPA y de creación de nuevos estándares que permitan tasas de datos incluso más altas y una funcionalidad mejorada.

- 15 En una red de acceso de radio que implementa HSPA, un equipo de usuario (UE) está conectado inalámbricamente a una estación de base de radio (RBS) mencionada habitualmente como un NodeB (NB). Una estación de base de radio es un término general para un nodo de red de radio capaz de transmitir señales de radio a un equipo de usuario (UE) y recibir señales transmitidas por un equipo de usuario (UE).

- 20 3GPP ha evaluado los beneficios potenciales de la diversidad de transmisión (Tx) de enlace ascendente en el contexto del HSUPA. Con diversidad de transmisión de enlace ascendente, los UEs que están equipados con dos o más antenas de transmisión son capaces de utilizar todas ellas para transmisiones de enlace ascendente. Esto se consigue multiplicando una señal de salida del UE por un conjunto de ponderaciones de precodificación complejas, un denominado vector de ponderación con un peso de precodificación para cada antena física de transmisión. La razón de ser de la diversidad de transmisión de enlace ascendente consiste en adaptar las ponderaciones de precodificación de modo que se optimice el rendimiento de usuario y red. Dependiendo de la implementación del UE, los pesos de la antena pueden estar asociados a diferentes limitaciones. Dentro de 3GPP se consideran dos clases de diversidad de transmisión:

- Diversidad de transmisión de antena conmutada, donde el UE transmite, en cualquier instante de tiempo dado, desde una de sus antenas solamente.
- Conformación de haces, donde el UE puede transmitir, en un instante de tiempo dado, desde más de una antena simultáneamente. Mediante conformación de haces es posible configurar un haz de antena global en la dirección de un receptor objetivo.

- 35 Mientras que la diversidad de transmisión de antena conmutada es posible para implementaciones de UE con un único amplificador de potencia (PA), las soluciones de conformación de haz pueden requerir un PA por cada antena de transmisión.

- 40 La diversidad de transmisión de antena conmutada puede ser entendida como un caso especial de conformación de haces donde uno de los pesos de antena es 1 (es decir, conmutada a conexión) y el peso de antena de cualquier otra antena del UE es 0 (es decir, conmutada a desconexión).

- 45 Una idea fundamental asociada a la diversidad de transmisión de enlace ascendente consiste en aprovechar las variaciones en el canal efectivo para mejorar el rendimiento de usuario y de red. El término canal efectivo incorpora en la presente memoria efectos de antena(s) de transmisión, pesos de antena de transmisión, antena(s) de recepción, así como el canal inalámbrico entre antenas de transmisión y de recepción. La selección de pesos de antena apropiados es crucial a efectos de estar en condiciones de aprovechar las variaciones en el canal efectivo constructivamente.

- 50 Durante 2009 y 2010, el 3GPP evaluó los méritos de la conformación de haz de bucle abierto y de conmutación de antena de bucle abierto para transmisiones de enlace ascendente en WCDMA/HSPA. Estas técnicas están basadas en los UEs equipados con múltiples antenas de transmisión que aprovechan la retroalimentación existente, por ejemplo la retroalimentación transmitida por el Canal Físico Dedicado Fraccional (F-DPCH) o por el Canal Indicador de Reconocimiento de HARQ de E-DCH (E-HICH) para determinan un vector de precodificación adecuado de una forma autónoma. El propósito de precodificar las señales consiste en "optimizar" la relación de señal respecto a interferencia (SIR) en el NodeB de recepción. Puesto que la red no es consciente de los pesos de precodificación

aplicados, los NodeBs experimentarán una discontinuidad en la potencia medida siempre que ocurra un cambio en los pesos de precodificación. Se puede encontrar un resumen de los estudios de 3GPP sobre técnicas de diversidad de transmisión de bucle abierto en el informe técnica TR 25.863 de 3GPP, UTRA: Diversidad de Transmisión de Enlace Ascendente para Acceso por Paquetes de Alta Velocidad.

5 Recientemente se han realizado propuestas para introducir diversidad de transmisión de bucle cerrado para WCDMA/HSPA. La diversidad de transmisión de bucle cerrado se refiere tanto a conformación de haz de bucle cerrado como a conmutación de antena de bucle cerrado. En el encuentro RAN#50 sobre 3GPP, se acordó un elemento de trabajo con el objetivo de especificar un soporte para diversidad de transmisión de bucle cerrado. Al contrario que en las técnicas de bucle abierto, donde el UE decide los pesos de precodificación de manera autónoma, las técnicas de bucle cerrado están basadas en que la red, por ejemplo el NodeB del servidor, selecciona el vector de precodificación por el que se multiplica la señal. Con el fin de señalar la información de retroalimentación necesaria desde la red al UE, el NodeB puede apoyarse en uno de los canales físicos ya existentes, por ejemplo el F-DPCH, o bien se podría introducir un nuevo canal de retroalimentación.

15 La transmisión de múltiple entrada múltiple salida (MIMO) de enlace ascendente es otra técnica relacionada, que ha sido propuesta como candidato para WCDMA/HSPA en la versión 11 del estándar de 3GPP. Se puso en marcha un elemento de estudio sobre MIMO de enlace ascendente para WCDMA/HSUPA en el encuentro plenario de RAN#50 de 3GPP. Para MIMO de enlace ascendente, se transmiten diferentes datos desde diferentes antenas virtuales en las denominadas corrientes, donde cada antena virtual corresponde a un vector de precodificación diferente. Obsérvese que la conformación de haz de bucle cerrado puede ser entendida como un caso especial de MIMO de enlace ascendente donde no hay programado ningún dato sobre una o dos antenas virtuales.

20 La tecnología MIMO es principalmente beneficiosa en situaciones en que el "canal compuesto" es fuerte y tiene un alto rango. El término canal compuesto incluye los efectos potenciales de la(s) antena(s) de transmisión, PAs, así como el canal de radio entre las antenas de transmisión y de recepción. El rango del canal compuesto depende del número de rutas no correlacionadas entre el transmisor y el receptor. Las transmisiones de corriente única, es decir, las técnicas de conformación de haces, se prefieren por lo general sobre las transmisiones MIMO en situaciones en las que el rango del canal compuesto es bajo, por ejemplo donde exista una cantidad limitada de propagación multi-trayectoria y no se usen antenas polarizadas cruzadas, y/o la ganancia de la trayectoria entre el UE y el NodeB sea débil. Esto es el resultado de un efecto combinado de que las ganancias teóricas de las transmisiones MIMO es marginal en un punto de operación con SIR bajo y que la interferencia inter-corriente puede ser evitada en caso de transmisiones de corriente única.

25 Normalmente, el HSUPA no permite la transmisión MIMO debido a que solamente son permitidas transmisiones de corriente única. El control de potencia de bucle interno (ILPC) y el control de potencia de bucle externo (OLPC) se usan para controlar la calidad de la transmisión de enlace ascendente. De manera más concreta, el ILPC está situado en el (los) NodeB(s) de un conjunto activo. El ILPC se usa para asegurar que se mantiene un objetivo  $\Gamma_{\text{objetivo}}$  de calidad de un Canal de Control Físico Dedicado (DPCCH) piloto. Todos los NodeB(s) en el conjunto activo monitorizan que la potencia recibida del DPCCH piloto cumpla el objetivo  $\Gamma_{\text{objetivo}}$  de calidad y en base a esta monitorización estos NodeB(s) transmiten comandos de control de potencia (TPC) al UE para elevar o rebajar la potencia de transmisión del DPCCH piloto. Puesto que factores de ganancia para una determinada Combinación de Formato de Transmisión de Canal Dedicado Potenciado (E-TFC) son desviaciones de potencia predefinidas con respecto a la potencia de transmisión del DPCCH, el ILPC controla implícitamente la potencia de transmisión de todos los canales físicos. El OLPC está situado en el controlador de red de radio (RNC) y se usa para controlar el objetivo  $\Gamma_{\text{objetivo}}$  de calidad usado por el ILPC. Aunque no está especificado en el estándar 3GPP, el OLPC incrementa típicamente el objetivo  $\Gamma_{\text{objetivo}}$  de calidad si se observa una tasa de error de bloque de transporte (BLER) demasiado elevada.

45 Para transmisiones MIMO de enlace ascendente, el UE necesita transportar múltiples DPCCH pilotos con el fin de estimar el canal inalámbrico. Por ejemplo, para MIMO de enlace ascendente de 2x2, se necesita transmitir dos DPCCHs por parte del UE. Las señales de datos asociadas a corrientes diferentes y las señales piloto diferentes, experimentarán por lo general calidad de enlace de radio diferente. Un problema para tales ajustes resulta ser entonces el control de potencia para asegurar la fiabilidad y la eficiencia de las transmisiones de corriente múltiple de UL.

3GPP R1-104737, "Sobre los beneficios de la Diversidad de Transmisión de Bucle Cerrado de Enlace Ascendente" divulga una arquitectura general para MIMO de enlace ascendente que incluye el uso de múltiples señales piloto.

55 El documento US 2004/246924 divulga un método y un aparato para un control eficiente de tasas de datos y de procesos de control de potencia transmitiendo un canal piloto primario y secundario asociado a un canal de datos en donde una relación de niveles de potencia de los canales piloto primario y secundario está basada en al menos uno de entre la tasa de datos y el tamaño de la carga útil del canal de datos.

El documento EP 2 638 638 A1 forma parte de la técnica anterior bajo el Artículo 54(3) EPC y divulga métodos y aparatos para transmisiones MIMO de enlace ascendente en un sistema de comunicaciones inalámbricas.

## Sumario

Un objeto consiste en proporcionar métodos y aparatos para control de potencia de transmisiones MIMO de enlace ascendente.

5 El objeto expuesto con anterioridad se logra por medio de métodos y aparatos conforme a las reivindicaciones independientes.

10 Una primera realización proporciona un método en un NodeB configurado para controlar potencia de transmisión de un equipo de usuario configurado para transmisiones MIMO de enlace ascendente. El equipo de usuario transmite múltiples señales piloto que comprenden una primera señal piloto asociada a una primera corriente y una segunda señal piloto asociada a una segunda corriente. El método comprende controlar la potencia de transmisión de dichas múltiples señales piloto usando un único bucle de control de potencia interna que opera sobre la primera señal piloto y no sobre la segunda señal piloto, en donde dicho bucle único de control de potencia interna comprende generar comandos de control de potencia de transmisión, en donde se consideran la calidad de la primera señal piloto y un objetivo de calidad cuando se generan los comandos de control de potencia de transmisión, y transmitir, hasta el equipo de usuario, dichos comandos de control de potencia de transmisión para ajustar la potencia de transmisión de la primera señal piloto de modo que la calidad de la primera señal piloto cumpla el objetivo de calidad. El método comprende enviar señales al equipo de usuario para actualizar una desviación de potencia que ha de ser aplicada por el equipo de usuario cuando calcula el número de bits que pueden ser transmitidos en un intervalo de tiempo de transmisión, TTI, sobre al menos un canal físico transmitido sobre una segunda corriente asociada a dicha segunda señal piloto.

20 Una segunda realización proporciona un método en un equipo de usuario configurado para transmisiones MIMO de enlace ascendente. El método comprende transmitir múltiples señales piloto. El método comprende también recibir, desde un NodeB, comandos de control de potencia de transmisión para ajustar la potencia de transmisión de una primera señal piloto asociada a una primera corriente. El método comprende además ajustar la potencia de transmisión de dicha primera señal piloto conforme a dichos comandos de control de potencia de transmisión mientras se ajusta la potencia de transmisión de una segunda señal piloto asociada a una segunda corriente de modo que se mantenga una diferencia de potencia fija entre dicha primera señal piloto y dicha segunda señal piloto. El método comprende también recibir, desde el NodeB, señalización para actualizar una desviación de potencia que ha de ser aplicada por el equipo de usuario cuando calcule el número de bits que pueden ser transmitidos en un intervalo de tiempo de transmisión, TTI, sobre al menos un canal físico transmitido sobre la segunda corriente asociada a dicha segunda señal piloto, actualizar dicha desviación de potencia conforme a dicha señalización recibida, y calcular el número de bits que el equipo de usuario puede transmitir sobre dicha segunda corriente en base a dicha desviación de potencia.

35 Una tercera realización proporciona un NodeB configurado para controlar potencia de transmisión de un equipo de usuario configurado para transmisiones MIMO de enlace ascendente, en donde el equipo de usuario transmite múltiples señales piloto, comprendiendo dichas múltiples señales piloto una primera señal piloto asociada a una primera corriente y una segunda señal piloto asociada a una segunda corriente. El NodeB comprende un procesador y un transceptor configurados para controlar la potencia de transmisión de dichas múltiples señales piloto ejecutando un único bucle de control de potencia interna que opera sobre la primera señal piloto y no sobre la segunda señal piloto, en donde dicho único bucle de control de potencia interna, cuando se ejecuta, comprende generar comandos de control de potencia de transmisión, en donde la calidad de la primera señal piloto y un objetivo de calidad se consideran cuando se generan los comandos de control de potencia de transmisión, y la retransmisión, hasta el equipo de usuario, de dichos comandos de control de potencia de transmisión para ajustar la potencia de transmisión de la primera señal piloto de modo que la calidad de la primera señal piloto cumpla el objetivo de calidad. Dichos procesador y transceptor están además configurados para enviar señales al equipo de usuario con el fin de actualizar una desviación de potencia que ha de ser aplicada por el equipo de usuario cuando calcule el número de bits que pueden ser transmitidos en un intervalo de tiempo de transmisión, TTI, sobre al menos un canal físico transmitido sobre una segunda corriente asociada a dicha segunda señal piloto.

50 Una cuarta realización proporciona un equipo de usuario configurado para transmisiones MIMO de enlace ascendente. El equipo de usuario comprende un transceptor y un procesador, en donde el transceptor está configurado para transmitir múltiples señales piloto (51, 52), y para recibir, desde un NodeB, comandos de control de potencia de transmisión para ajustar la potencia de transmisión de una primera señal piloto asociada a una primera corriente. El procesador está configurado para ajustar la potencia de transmisión de dicha primera señal piloto conforme a dichos comandos de control de potencia de transmisión mientras ajusta la potencia de transmisión de una segunda señal piloto asociada a una segunda corriente de modo que se mantenga una diferencia de potencia fija entre dicha primera señal piloto y dicha segunda señal piloto. El transceptor está además configurado para recibir, desde el NodeB, señalización para actualizar una desviación de potencia que ha de ser aplicada por el equipo de usuario cuando calcule el número de bits que pueden ser transmitidos en un intervalo de tiempo de transmisión, TTI, sobre al menos un canal físico transmitido sobre la segunda corriente asociada a dicha segunda señal piloto. El procesador está además configurado para actualizar dicha desviación de potencia conforme a dicha señalización, y para calcular el número de bits que el equipo de usuario puede transmitir sobre dicha segunda

corriente en base a dicha desviación de potencia.

5 Una ventaja de algunas de las realizaciones descritas en la presente memoria consiste en que múltiples corrientes de transmisiones MIMO de enlace ascendente pueden ser controladas en potencia. Otra ventaja de algunas de las realizaciones de la presente divulgación consiste en que la red está provista de una posibilidad para controlar la calidad de las transmisiones MIMO de enlace ascendente.

Otras ventajas y características de las realizaciones de la presente invención se pondrán de relieve cuando se lea la descripción detallada que sigue junto los dibujos.

**Breve descripción de los dibujos**

10 La Figura 1 es un diagrama esquemático que ilustra un sistema de comunicación en el que pueden ser implementadas diferentes realizaciones de la presente divulgación;

La Figura 2 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra una realización de un sistema de comunicación que soporta MIMO de enlace ascendente;

La Figura 3 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra una realización de una arquitectura de equipo de usuario que puede soportar MIMO de enlace ascendente;

15 La Figura 4 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra una realización alternativa de una arquitectura de equipo de usuario que puede soportar MIMO de enlace ascendente;

Las Figuras 5a y 5b son diagramas de flujo que ilustran realizaciones alternativas de métodos de la presente divulgación que se llevan a cabo en un NodeB;

20 Las Figuras 6a, 6b y 6c son diagramas de flujo que ilustran otras realizaciones alternativas de métodos de la presente divulgación que son llevados a cabo en un NodeB;

La Figuras 7 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de realización adicional de un método que se lleva a cabo en un NodeB;

La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de realización de un método que se lleva a cabo en un equipo de usuario;

25 La Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de realización alternativa de un método que se lleva a cabo en un equipo de usuario;

La Figura 10 es un diagrama esquemático de bloques de un NodeB conforme a una realización de la presente divulgación;

30 La Figura 11 es un diagrama esquemático de bloques de un equipo de usuario conforme a una realización de la presente divulgación.

**Descripción detallada**

35 Las realizaciones de la presente divulgación van a ser descritas ahora de manera más completa en lo que sigue con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que se muestran diferentes ejemplos de realización. Estos ejemplos de realización se proporcionan de modo que la presente divulgación será minuciosa y completa y sin propósitos de limitación. En los dibujos, los mismos signos de referencia se refieren a elementos iguales.

40 Las realizaciones de la presente divulgación pueden ser implementadas en una red tal como la ilustrada en la figura 1. Según se muestra en la Figura 1, un ejemplo de red 11 puede incluir uno o más casos de equipos de usuario (UEs) 13 y una o más estaciones de base 12 capaces de comunicar con los UEs 13, junto con cualesquiera elementos adicionales adecuados para soportar comunicaciones entre los UEs o entre un UE y otro dispositivo de comunicación (tal como un teléfono fijo). Aunque los UEs 13 ilustrados pueden representar dispositivos de comunicación que incluyan cualquier combinación adecuada de hardware y/o de software, estos UEs pueden, en realizaciones particulares, representar dispositivos tales como el ejemplo de UE ilustrado con mayor detalle en la Figura 11. De forma similar, aunque las estaciones de base 12 ilustradas pueden representar nodos de red que incluyan cualquier combinación adecuada de hardware y/o de software, estas estaciones de base pueden representarse, en realizaciones particulares, dispositivos tales como el ejemplo de estación de base 12 ilustrada con mayor detalle mediante la Figura 10.

50 La Figura 2 es un diagrama esquemático de bloques que ilustra un sistema en el que pueden ser implementadas diferentes realizaciones de la presente divulgación. La Figura 2 muestra un UE 13 configurado para soportar transmisiones MIMO de enlace ascendente para comunicación con un nodo de red 12, el cual puede ser, por ejemplo, un NodeB de servidor. El ejemplo de UE 13 ha sido ilustrado con dos antenas físicas de transmisión 23, 24 y el nodo de red 12 ha sido ilustrado con dos antenas físicas de recepción 25, 26. El canal compuesto entre el UE 13

y el nodo de red 12 comprende canales inalámbricos  $h_{11}$ ,  $h_{12}$ ,  $h_{21}$ ,  $h_{22}$  entre las diferentes antenas de transmisión 23, 24 y las antenas de recepción 25, 26, según se ha ilustrado en la Figura 2.

Usando MIMO de enlace ascendente, diferentes datos, tal como una primera señal  $s_1(t)$  y una segunda señal  $s_2(t)$ , tal y como se ha ilustrado en la Figura 2, son transmitidas en diferentes corrientes 21, 22. En la presente, las partes con bordes de línea discontinua, están asociadas a una primera corriente 21, y las partes con bordes de puntos están asociadas a una segunda corriente 22. Las señales asociadas a la primera corriente 21 son precodificadas con pesos de precodificación  $w_1$  y  $w_2$  con anterioridad a la transmisión desde las diferentes antenas físicas 23 y 24. Las señales asociadas a la segunda corriente 22 son precodificadas con pesos de precodificación  $w_3$  y  $w_4$  con anterioridad a su transmisión desde las diferentes antenas físicas 23 y 24.

Para técnicas de transmisión multi-antena es importante que la red, por ejemplo un NodeB de servidor, tenga la capacidad de adquirir conocimiento acerca de los canales inalámbricos. Esto se debe a que en un UE 13 configurado en modo MIMO de enlace ascendente, se necesita el conocimiento acerca de las características del canal tanto para determinar el rango del canal como para determinar el (los) vector(es) de precodificación adecuado(s).

En lo que sigue, se supone que el UE 13 transmite una señal piloto primaria por un canal de control físico dedicado primario (P-DPCCH) y una señal piloto secundaria por un canal de control físico dedicado secundario (S-DPCCH). El canal de control físico dedicado primario y el canal de control físico dedicado secundario pueden ser mencionados alternativamente como canal de control físico dedicado (DPCCH) y canal de control físico dedicado secundario (S-DPCCH). Se supone además que la potencia de transmisión asociada al P-DPCCH es  $P_{P-DPCCH}$  y la potencia de transmisión asociada al S-DPCCH es  $P_{S-DPCCH} = \delta \cdot P_{P-DPCCH}$ , donde  $\delta$  es una diferencia de potencia relativa entre P-DPCCH y S-DPCCH. Además, se supone que:

$$H = \begin{bmatrix} h_{11} & h_{12} \\ h_{21} & h_{22} \end{bmatrix} \quad (\text{Eq. 1})$$

indica la matriz de canal del canal inalámbrico entre el UE 13 y el nodo de red 12. En la presente,  $h_{12}$  indica el canal inalámbrico entre una segunda antena de transmisión 24 del UE 13 y una primera antena de recepción 25 del nodo de red 12. También se supone que

$$\Omega = \begin{bmatrix} \kappa & 0 \\ 0 & \eta \end{bmatrix} \quad (\text{Eq. 2})$$

es una matriz que resume las inexactitudes de los amplificadores de potencia (PAs) asociados a las diferentes antenas físicas 13, 14. Obsérvese que  $\kappa$  es una variable aleatoria que describe la inexactitud asociada a la primera rama de transmisión (superior), mientras que  $\eta$  es una variable aleatoria que describe la inexactitud del PA asociado a la segunda rama de transmisión (inferior) ilustrada en a Figura 2. Finalmente, se supone también que

$$W = \begin{bmatrix} w_1 & w_3 \\ w_2 & w_4 \end{bmatrix} \quad (\text{Eq. 3})$$

representa una matriz de precodificación. En la presente,  $[w_1, w_2]$  son pesos de precodificación aplicados al P-DPCCH y otras señales asociadas a la primera corriente 21, y  $[w_3, w_4]$  son los pesos de precodificación aplicados al S-DPCCH y otras señales asociadas a la segunda corriente 22. Con estas notaciones, una señal recibida  $\mathbf{r} = [r_1, r_2]$  en el NodeB 12 puede escribirse como:

$$\mathbf{r} = \mathbf{H} \cdot \mathbf{\Omega} \cdot \mathbf{W} \cdot \text{diag}([1 \ \delta]) \cdot \mathbf{s} \quad (\text{Eq. 4})$$

donde  $\mathbf{s} = [s_1(t), s_2(t)]'$  son dos señales piloto.  $\mathbf{W}$  corresponde a la matriz de identidad en un caso en que los DPCCH piloto no estén precodificados, según se ha ilustrado en la Figura 4 que se describe a continuación.

Las Figuras 3 y 4 ilustran dos posibles arquitecturas para un UE configurado en modo MIMO de enlace ascendente que comprende dos antenas físicas 23 y 24, y configurado para usar dos corrientes para transmisiones MIMO de enlace ascendente. Para transmisiones MIMO de enlace ascendente, un UE puede transmitir dos de determinados canales físicos: uno para cada corriente. A efectos de demodulación y de sondeo de canal, al menos un DPCCH piloto necesita ser transmitido para cada corriente. En la figura 3, el DPCCH primario (P-DPCCH) piloto y el DPCCH secundario (S-DPCCH) piloto son precodificados con los mismos vectores de precodificación que los usados para precodificar los otros canales físicos transmitidos para cada corriente. El P-DPCCH se asocia a una corriente 31 y el S-DPCCH se asocia a una corriente 32. En la figura 4, el P-DPCCH y el S-DPCCH no están precodificados y se asocian a corrientes 41 y 42, respectivamente.

Según se ha mencionado con anterioridad, un problema en el caso de MIMO de enlace ascendente consiste en cómo asegurar que la calidad del enlace de radio asociado a todas las antenas virtuales puede ser controlada. Una solución podría ser introducir ILPCs y OLPCs adicionales de modo que cada antena virtual (es decir, cada corriente) tenga sus ILPC y OLPC individuales. Sin embargo, esta solución presenta varios inconvenientes y problemas. Por

ejemplo, la carga de señalización sobre el RNC del servidor (S-RNC) se incrementará debido a que el S-RNC necesita controlar dos o más OLPCs. Otro inconveniente consiste en que se necesita que recursos adicionales de Canal Físico Dedicado Fraccional (F-DPCH) sean asignados a UEs configurados en modo MIMO ya que cada ILPC requerirá recursos de F-DPCH. Otro inconveniente más, consiste en que la estimación de canal a los efectos de sondeo de canal resultará cada vez más difícil. Esto último se debe a que el (los) NodeB(s) necesita(n) tener conocimiento de la diferencia de potencia relativa  $\delta$  entre los DPCCH piloto con el fin de estimar el canal según puede apreciarse a partir de la ecuación Eq. 4 que antecede. La estimación de canal es a su vez necesaria para llevar a cabo el sondeo de canal en el que se determinan vectores de precodificación adecuados y el número de corrientes que deben ser programadas.

10 Aparte del incremento de la sobrecarga de enlace descendente, una arquitectura basada en múltiples bucles de ILPC y OLPC requiere por lo tanto que la diferencia de potencia relativa entre los DPCCHs sea señalizada por el UE. En traspaso con continuidad, el UE recibirá comandos de TCP tanto desde el NodeB del servidor como desde el no servidor. De ahí que no sea posible que un único NodeB mantenga el rastreo de la diferencia de potencia entre el P-DPCCH y el S-DPCCH mediante monitorización del TPC que se transmite al UE en traspaso con continuidad.

15 Además, dado que solamente el F-DPCH del NodeB de servidor está controlado en potencia por el UE, el NodeB no de servidor no puede estimar de manera precisa la diferencia de potencia piloto. Adicionalmente, debido a la gran dinámica que se puede esperar en términos de potencia de transmisión de DPCCH, en caso de que se usen objetivos de SIR similares para todas las corrientes, podrían tener que asignarse varios bits por un canal de control de enlace ascendente ya existente para señalar esta diferencia de potencia relativa. Para evitar tales replanteamientos, podría ser deseable una solución que se base en un ILPC y un OLPC.

20 Para asegurar que el servidor y cualquier NodeB no servidor tienen conocimiento de la diferencia de potencia  $\delta$ , ésta puede ser señalada por el UE 13 o bien ser mantenida constante. Esto último podría conseguirse con un único ILPC que ajuste la potencia de transmisión tanto del P-DPCCH como del S-DPCCH.

25 La presente divulgación describe métodos que permiten que la red controle la calidad de transmisiones de datos cuando el número de corrientes, también mencionadas como capas, transmitidas por el UE excede el número de bucles de control de potencia interna. En lo que sigue, se pondrá el foco sobre un contexto en el que solamente exista un único ILPC que controle la potencia de transmisión tanto del P-DPCCH como del S-DPCCH. Ahora se van a describir diferentes realizaciones que se basan en un único ILPC. Algunas de las realizaciones descritas se refieren al NodeB y algunas de las realizaciones se refieren al UE.

30 Algunas realizaciones se refieren a un método en un NodeB configurado para controlar potencia de transmisión de un equipo de usuario que soporta transmisiones MIMO de enlace ascendente. Por consiguiente, el equipo de usuario transmite múltiples señales piloto según se ha descrito con anterioridad. El NodeB controla la potencia de transmisión de las señales piloto usando un único ILPC que opera sobre una o varias de las señales piloto. El ILPC incluye generar comandos de control de potencia de transmisión (TPC). Se considera la calidad de una o de varias de las señales piloto y un objetivo de calidad cuando se generan los comandos de TPC. El NodeB transmite los comandos de TPC al equipo de usuario para ajustar la potencia de transmisión de la(s) señal(es) piloto sobre la(s) que opera el ILPC de modo que la calidad de la(s) señal(es) piloto ajustada(s) cumpla el objetivo de calidad.

Tres ejemplos de realización principales del método en el NodeB son:

- 40 1. 1) Un método en el NodeB que considera la calidad tanto del P-DPCCH como del S-DPCCH simultáneamente cuando se generan los comandos de TPC del ILPC.
2. 2) Un método en el NodeB que considera la calidad del P-DPCCH o bien del S-DPCCH cuando se generan los comandos de TPC del ILPC. El OLPC puede operar, sin embargo, sobre los paquetes transmitidos tanto sobre la corriente asociada al P-DPCCH (conocida como corriente primaria), como sobre la corriente asociada al S-DPCCH (conocida como corriente secundaria).
- 45 3. 3) Un método en el NodeB y en el UE donde el NodeB solamente considera la calidad asociada a uno de los pilotos (DPCCHs) y donde el OLPC solamente se ajusta en base a la calidad de la transmisión de datos observada para la corriente que está controlada en potencia. La potencia de transmisión y la calidad de la corriente asociada al DPCCH que no esté controlada en potencia, se controlan mediante ajuste de una desviación de potencia usada para determinar el número de bits que pueden ser transmitidos sobre el haz que no está controlado en potencia en una subtrama dada.

55 Las Figuras 5a y 5b son diagramas de flujo que corresponden a las tres realizaciones principales descritas con anterioridad. Una primera señal piloto y una segunda señal piloto han sido ilustradas esquemáticamente e indicadas con los números de referencia 51 y 52, respectivamente. Una etapa 50 de control de la potencia de transmisión de señales piloto usando un ILPC, ha sido ilustrada en las Figuras 5a y 5b. En la Figura 5a se ha ilustrado esquemáticamente el hecho de que el ILPC opera tanto sobre la primera señal piloto (P1) 51 como sobre la segunda señal piloto (P2) 52, lo que corresponde a la primera realización principal descrita con anterioridad. La Figura 5b ilustra esquemáticamente el hecho de que el ILPC opera sobre una única señal piloto solamente, en el ejemplo ilustrado sobre la primera señal piloto (P1) 51. La Figura 5b corresponde tanto a la segunda como a la tercera

realizaciones principales descritas con anterioridad.

Ahora se van a discutir ejemplos más detallados correspondientes a las tres realizaciones principales mencionadas con anterioridad.

5 En la primera realización principal, el ILPC considera la calidad del P-DPCCH y del S-DPCCH simultáneamente cuando se generan comandos de TPC según se ha mencionado con anterioridad y según se ha ilustrado en la Figura 5a. Supóngase que  $P_{RX,P-DPCCH}$  y  $P_{RX,S-DPCCH}$  representan la potencia recibida asociada al DPCCH primario y secundario, y  $\Gamma_{OBJETIVO}$  representa el objetivo de calidad deseada usado por el ILPC y ajustado por el OLPC. Supóngase además que  $f(P_{RX,P-DPCCH},...)$  representa una función que mapea la potencia piloto de DPCCH recibida, así como otros parámetros estimados o conocidos, según una métrica de calidad. Un ejemplo de mapeo de ese tipo  
10 podría ser calcular la relación de señal respecto a interferencia, es decir  $\gamma_{P-DPCCH} = P_{RX,P-DPCCH}/I$ , donde  $I$  es el nivel de interferencia estimado (más el ruido) asociado a la corriente primaria. Entonces se genera un comando UP de TPC por medio del NodeB si:

$$G\{f(P_{RX,P-DPCCH},...), f(P_{RX,S-DPCCH},...)\} < \Gamma_{OBJETIVO} \quad (\text{Eq. 5})$$

15 y en otro caso se genera un comando DOWN de TPC. En este caso,  $G$  es alguna función general y un ejemplo típico podría ser que la función  $G$  corresponda al min-operador. Existen sin embargo otras funciones que podrían ser usadas para asegurar que la calidad de ambos DPCCHs cumple el objetivo de calidad  $\Gamma_{OBJETIVO}$ . Tras la recepción de un comando de TPC, el UE actualiza la potencia de transmisión tanto del P-DPCCH como del S-DPCCH de acuerdo con el comando de TPC. Esto asegura que la diferencia de potencia de transmisión relativa entre el P-DPCCH y el S-DPCCH es constante y que la calidad de señal de ambos P-DPCCH y S-DPCCH cumple el nivel de  
20 calidad  $\Gamma_{OBJETIVO}$ .

El objetivo de calidad  $\Gamma_{OBJETIVO}$  del OLPC se ajusta a continuación por medio del controlador de red de radio del servidor (S-RNC) en base a estadísticas de error (por ejemplo, el número de intentos de transmisión) asociadas a los bloques de transporte transmitidos. En la presente, los paquetes sobre corrientes diferentes pueden ser tratados individualmente. La Figura 6a ilustra una realización correspondiente de un método en el NodeB, que comprende la  
25 etapa 50, donde el ILPC opera sobre la primera señal piloto 51 y sobre la segunda señal piloto 52, según se ha descrito anteriormente con referencia a la Figura 5a. El método ilustrado en la Figura 6a comprende también una etapa 60 del OLPC que ajusta el objetivo de calidad usado por el ILPC en base a estadísticas de error. En la Figura 6a se ha ilustrado esquemáticamente que las estadísticas de error tanto de la primera corriente (S1) 61 como de la segunda corriente (S2) 62 son consideradas cuando se ajusta el objetivo de calidad de acuerdo con esta realización.  
30 La primera corriente (S1) 61 es la corriente asociada a la primera señal piloto (P1) 51 y la segunda corriente (S2) 62 es la corriente asociada a la segunda señal piloto (S2) 52.

El uso de un esquema, de acuerdo con la primera realización principal, que asegure que la calidad del peor DPCCH piloto cumple el objetivo de calidad, dará como resultado que se usa una potencia de transmisión excesiva para la mejor corriente. Por ejemplo, si la SIR asociadas al P-DPCCH es  $x$  dB más alta que la SIR asociada al S-DPCCH, esto significa que se desperdicia una fracción  $10^{x/10}$  del balance de elevación de ruido disponible para la corriente  
35 primaria. Con ello, este método dará como resultado un nivel de sobrecarga adicional. Una forma alternativa para considerar todo esto consiste en que la mejor corriente se base en un objetivo de SIR innecesariamente alta.

En la segunda realización principal, el ILPC considera solamente la calidad de la señal del DPCCH piloto asociado a una de las dos corrientes. La potencia del DPCCH piloto asociado a la otra corriente, que no está controlada en potencia, se transmite a una potencia tal que la diferencia de potencia relativa entre los dos DPCCHs es fija. Aunque en principio se podría basar el ILPC en cualquiera de entre la corriente primaria o la secundaria, la opción de diseño más natural podría ser considerar el P-DPCCH. Usando esto último como ejemplo, se genera un comando UP de  
40 TPC si

$$f(P_{RX,P-DPCCH},...) < \Gamma_{OBJETIVO} \quad (\text{Eq. 6})$$

45 y en otro caso se genera un comando DOWN de TPC. Con este esquema, el ILPC podría asegurar que se cumple el nivel de calidad de la corriente primaria. El nivel de calidad de la segunda corriente podría, sin embargo, no ser considerado por el ILPC.

Un ejemplo de método correspondiente a la segunda realización principal ha sido ilustrado en la Figura 6b. De acuerdo con este ejemplo, el OLPC solamente considera los bloques de transporte transmitidos sobre el haz primario de potencia controlada. Esto ha sido ilustrado en la Figura 6b mediante la etapa 50 que opera sobre el primer piloto 51 y la etapa 60 que opera sobre la primera corriente 61 (la cual se supone, en este ejemplo, que es la corriente primaria). De ese modo, conforme al ejemplo ilustrado en la Figura 6b, la potencia de transmisión de las señales piloto está controlada por medio del ILPC que opera sobre el primer piloto 51 solamente en la etapa 50 y el objetivo de calidad de ILPC está controlado por el OLPC en base a estadísticas de error asociadas a la primera  
50 corriente 61 conforme a la etapa 60. Obsérvese que algunas soluciones pueden ser reutilizadas por el NodeB para señalar al RNC que éste podría no considerar los paquetes procedentes de la segunda corriente cuando ajuste el OLPC, por ejemplo congelar el objetivo de SIR. Con esta aproximación, el nivel de calidad para la corriente que no  
55

se tiene en cuenta por parte del ILPC, será incontrolable, en este ejemplo la segunda corriente. Esto dará como resultado una estadística de error impredecible y altamente variable para los bloques de transporte transmitidos sobre esta corriente. Aparte de incrementar las transmisiones de la capa 1 (L1), esto incrementará también la probabilidad de retransmisiones de control de enlace de radio (RLC) y el estancamiento de la ventana de RLC.

5 Un ejemplo de método alternativo correspondiente a la segunda realización principal ha sido ilustrado en la Figura 6c. Conforme a este ejemplo, el OLPC se basa en estadísticas de error asociadas a ambas corrientes. Esto ha sido ilustrado en la Figura 6c por medio de la etapa 50 que opera sobre el primer piloto 51 y de la etapa 60 que opera tanto sobre la primera corriente 61 como sobre la segunda corriente 62. De ese modo, de acuerdo con el ejemplo ilustrado en la Figura 6c, la potencia de transmisión de las señales piloto 51, 52 está controlada por medio del ILPC que opera sobre el primer piloto 51 solamente en la etapa 50 y el objetivo de calidad del ILPC está controlado por el OLPC en base a estadísticas de error asociadas tanto a la primera corriente 61 como a la segunda corriente 62 conforme a la etapa 60. Esta aproximación dará como resultado que el OLPC incremente el objetivo de calidad  $\Gamma_{\text{OBJETIVO}}$  de modo que se mantenga un nivel de calidad suficiente también para la corriente que no está controlada en potencia por el ILPC. De forma similar al método descrito con anterioridad correspondiente a la primera realización principal, esto dará como resultado que se introduzca una sobrecarga incrementada. Se podría apreciar, no obstante, que el OLPC es considerablemente más lento que el ILPC dado que el OLPC requiere comunicación con el RNC. Por lo tanto, el control de potencia y de calidad de la segunda corriente 62, que no está controlada en potencia por el ILPC, será considerablemente más lento que el control de potencia y de calidad de la primera corriente 61 controlada por el ILPC. Por lo tanto, puede resultar apropiado mapear canales físicos que se considere que son más importantes para la corriente que esté controlada en potencia por el ILPC. De ese modo, un Canal de Control Físico Dedicado de Alta Velocidad, HS-DPCCH, y/o transmisiones no programadas desde el equipo de usuario pueden ser mapeadas respecto a la primera corriente 61. Dado que el mapeo de los canales más importantes, el HS-DPCCH y/o las transmisiones no programadas, está bien definido y siempre se mapea respecto a una de las corrientes, el ejemplo de método ilustrado en la Figura 6b podría ser usado para asegurar que la calidad de estos datos es suficiente.

Según se ha mencionado con anterioridad, en la tercera realización principal el ILPC solamente opera sobre una de las dos corrientes. En lo que sigue se usará la corriente primaria como ejemplo, y por tanto se supondrá que la potencia del ILPC controla el P-DPCCH. Sin embargo, también es posible suponer en cambio que el ILPC opera sobre el S-DPCCH. También según la tercera realización principal, el OLPC solamente opera sobre la corriente que esté controlada en potencia por el ILPC que corresponda a las etapas de método ilustradas en la Figura 6b. Sin embargo, para controlar el nivel de calidad de las transmisiones de datos asociadas a la corriente que no está controlada en potencia, el UE ajusta dinámicamente el E-TFC que podría ser usado, dado un determinado otorgamiento de servidor, en base a la retroalimentación transmitida desde la red. Más específicamente, supóngase que  $SG_2$  indica el otorgamiento asociado a la corriente secundaria. Este otorgamiento puede ser señalado explícitamente ya sea a partir de la red o bien deducido por la red a partir de un otorgamiento SG que necesite ser compartido entre ambas corrientes. Entonces, la potencia total disponible para transmisiones de datos sobre la segunda corriente viene dada por

$$P_2 = SG_2 P_{S\text{-DPCCH}} = (SG_2/\delta) P_{P\text{-DPCCH}} \quad (\text{Eq. 7})$$

donde  $P_{P\text{-DPCCH}}$  es la potencia de transmisión del P-DPCCH,  $P_{S\text{-DPCCH}}$  es la potencia de transmisión del S-DPCCH, y  $\delta$  es la desviación de potencia de la señal entre el P-DPCCH y el S-DPCCH. En base a la potencia disponible  $P_2$ , el UE puede calcular el número correspondiente de bits como si se usa la fórmula de extrapolación dado que se cumple la calidad del DPCCH:

$$K_{e,ref,m} \cdot \frac{SG_2 \cdot \Delta_{SG}}{L_{e,ref,m} \cdot A_{ed,m}^2 \cdot 10^{\Delta_{harq}}} \quad (\text{Eq. 8})$$

donde  $\Delta_{SG}$  representa una desviación de potencia que se aplica por parte del UE cuando éste calcula el número de bits que puede transmitir en el TTI dado. Obsérvese que  $10^{\Delta_{harq}}$  se usa en la presente para representar el perfil de potencia de HARQ a escala lineal. En la Eq. 8,

$$K_{e,ref,m} \cdot \frac{SG_2}{L_{e,ref,m} \cdot A_{ed,m}^2 \cdot 10^{\Delta_{harq}}}$$

es la fórmula de extrapolación de potencia del E-DPCCH especificada en la especificación TS 25.321, V.9.0.0, sección 11.8.1.4 del estándar de 3GPP, para determinar un número máximo de bits de datos programados para una transmisión inminente usando una referencia E-TFC (E-TFC<sub>ref,m</sub>). Obsérvese que cuando  $\Delta_{SG} = 1$ , la ecuación Eq. 8 se simplifica en el procedimiento tradicional para el cálculo del número de bits que pueden ser transmitidos en el TTI. Cuando  $\Delta_{SG} < 1$ , se transmitirán menos bits de lo que sería posible usando la fórmula de extrapolación de potencia del E-DPCCH tradicional (es decir, ignorando  $\Delta_{SG}$ ), lo que puede ayudar a mantener la tasa de error de bloque (BLER) baja si la calidad de la segunda corriente es pobre. Obsérvese que es sencillo adaptar la fórmula de interpolación de potencia del E-DPCCH especificada en la especificación TS 25.321, V 9.0.0 del estándar de 3GPP,

de una forma similar a cómo la fórmula de extrapolación de E-DPDCH fue adaptada con anterioridad, es decir, la desviación de potencia  $\Delta_{SG}$  puede ser introducida en la fórmula de interpolación de potencia del E-DPDCH para calcular el número de bits que pueden ser transmitidos en un TTI.

La variable  $\Delta_{SG}$  puede ser actualizada, conforme a algunas realizaciones, por el NodeB, por ejemplo en:

- 5
  - una forma de bucle cerrado donde el NodeB señala si la  $\Delta_{SG}$  debería ser incrementada, reducida o mantenida en el mismo valor,
  - una forma de bucle abierto donde el NodeB señala explícitamente el valor de  $\Delta_{SG}$  que el UE debería emplear.

Para decidir cómo actualizar la  $\Delta_{SG}$  el NodeB podría aprovechar:

- 10
  - La calidad medida del P-DPCCH y del S-DPCCH. Como ejemplo, la diferencia de la potencia de señal medida ( $P_{RX,P-DPCCH}$  y  $P_{RX,S-DPCCH}$ ) en dB,

$$P_{RX,P-DPCCH} - \delta - P_{RX,S-DPCCH} \quad (\text{Eq. 9})$$

puede ser considerada como una estimación de cuántas desviaciones de potencia mucho más altas/más bajas necesita usar el UE para una cierta E-TFC dado que la misma cantidad de potencia necesita ser consumida en el E-DPCCH.

- 15
  - La estadística de error asociada a las transmisiones de la corriente que no está controlada en potencia por el ILPC. Por ejemplo, si el número de transmisiones requeridas para un cierto bloque de transporte excede un umbral, la  $\Delta_{SG}$  podría ser incrementada. De forma similar, si  $\Delta_{SG}$  es menor que el umbral, la desviación de potencia  $\Delta_{SG}$  se podría reducir.
- 20
  - La potencia recibida medida de los canales físicos tales como E-DPCCH, E-DPDCH, DPCCH, etc.

La información de retroalimentación que transporta  $\Delta_{SG}$  podría ser señalizada al UE sobre un Canal Físico Dedicado Fraccional (F-DPCH), un Canal de Otorgamiento Relativo de Canal Dedicado Potenciado (E-RGCH) o un Canal de Otorgamiento Absoluto de Canal Dedicado Potenciado (E-AGCH).

- 25
  - Obsérvese también que la desviación de potencia  $\Delta_{SG}$  puede ser aplicada ya sea en su totalidad o ya sea como subconjunto de los canales HSUPA físicos (E-DPCCH, E-DPDCH, y/o HS-DPCCH) transmitidos sobre la corriente que no está controlada en potencia por el ILPC.

Conforme a algunas realizaciones alternativas, la variable  $\Delta_{SG}$  puede ser actualizada por el UE en base a estadísticas de error asociadas a la corriente que no está controlada en potencia por el ILPC. Tales estadísticas de error pueden ser observadas por el UE. Las estadísticas de error pueden estar basadas, por ejemplo, en información de retroalimentación transmitida sobre un Canal Indicador de AQR Híbrido (E-HICH) de E-DCH, asociado a la corriente que no está controlada en potencia por el ILPC.

- 30
  - La Figura 7 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de método en un NodeB correspondiente a la tercera realización principal descrita en lo que antecede. El método comprende una etapa 50 de control de la potencia de transmisión de un UE configurado para MIMO de enlace ascendente que hace uso de un ILPC que opera sobre una primera señal piloto. El método comprende además una etapa 60 de ajuste de un objetivo de calidad usado por el ILPC en base a estadísticas de error asociadas a una primera corriente asociada a la primera señal piloto, es decir, las estadísticas de error de cualquier otra corriente que no estén asociadas a la primera señal piloto no se tienen en cuenta cuando se ajusta el objetivo de calidad del ILPC. En una etapa 71, el NodeB determina cómo actualizar una desviación de potencia para calcular el número de bits que pueden ser transmitidos, en un TTI dado, sobre el (los) canal(es) físico(s) en una segunda corriente que no está controlada en potencia por el ILPC. En una etapa 72, el UE señala al UE que actualice la desviación de potencia que va a ser aplicada por el UE para calcular el número de bits a transmitir en un TTI.

- 45
  - A partir de la descripción que antecede de ejemplos de métodos en el NodeB, se puede entender que se pueden implementar métodos correspondientes en el UE. Algunos de esos métodos correspondientes requieren un comportamiento modificado del UE en comparación con el comportamiento que tendría el UE en un escenario de transmisiones de corriente única. La Figura 8 es un diagrama de flujo que ilustra un método en un UE configurado para MIMO de enlace ascendente. El método comprende una etapa 81 de transmisión de múltiples señales piloto y una etapa 82 de recepción de comandos de TPC para ajustar la potencia de transmisión de una primera señal piloto. El método comprende además una etapa 83 de ajuste de la potencia de transmisión de la primera señal piloto conforme a los comandos de control de potencia de transmisión mientras se ajusta la potencia de transmisión de una segunda señal piloto de modo que se mantenga una diferencia de potencia fija entre la primera señal piloto y la segunda señal piloto.
- 50

La Figura 9 es un diagrama de flujo que ilustra un ejemplo de método en un UE que corresponde a una realización conforme a la tercera realización principal descrita con anterioridad. El método ilustrado en la Figura 9 comprende etapas 81-83 correspondientes a etapas 81-83 descritas en relación con la Figura 8. El método comprende también una etapa 91 opcional de recepción, desde el NodeB, de señalización para actualizar una desviación de potencia que va a ser aplicada por el equipo de usuario cuando calcule el número de bits que pueden ser transmitidos en un TTI sobre un canal físico transmitido sobre la segunda corriente asociada a la segunda señal piloto. En una etapa 92, la desviación de potencia se actualiza conforme a la señalización recibida en la etapa 91. Alternativamente, el UE puede determinar autónomamente cómo actualizar la desviación de potencia para el cálculo de bits en la etapa 92 en base a estadísticas de error asociadas a la segunda corriente. De ese modo, no se requiere la etapa 91 en casos en que el UE determina autónomamente cómo actualizar la desviación de potencia. El método de la Figura 9 comprende también una etapa 93 adicional de cálculo del número de bits que el equipo de usuario puede transmitir sobre la segunda corriente en base a la desviación de potencia actualizada.

La Figura 10 es un diagrama esquemático de bloques de un ejemplo de realización de una estación de base 12, tal como un NodeB, que puede estar configurada para llevar a cabo los ejemplos de métodos ilustrados en las Figuras 5-7. Según se ha ilustrado en la Figura 10, la estación de base 12 incluye un procesador 101, una memoria 103, un transceptor 102, una interfaz de red 104 y una antena 108. La antena 108 puede comprender múltiples elementos de antena configurados para MIMO de enlace ascendente y/o de enlace descendente. En realizaciones particulares, parte de, o toda, la funcionalidad descrita con anterioridad como proporcionada por un NodeB, puede ser proporcionada por el procesador 101 de la estación de base, ejecutando instrucciones almacenadas en un medio legible con ordenador, tal como la memoria 103 mostrada en la Figura 10. Así, el procesador 101 puede estar configurado para ejecutar instrucciones de diferentes módulos de software, tal como un módulo de software 105 que comprende instrucciones de programa para implementar el ILPC de las diferentes realizaciones descritas con anterioridad, o un módulo de software 106 que comprende instrucciones de programa para interactuar con un RNC, que implementa el OLPC, para ajustar el objetivo de calidad del ILPC según las diferentes realizaciones descritas con anterioridad. Realizaciones alternativas de la estación de base pueden incluir componentes adicionales responsables de proporcionar funcionalidad adicional, incluyendo cualquiera de las funcionalidades identificadas con anterioridad y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar las realizaciones descritas anteriormente.

La Figura 11 es un diagrama esquemático de bloques de un ejemplo de realización de un UE 13, el cual puede estar configurado para llevar a cabo los ejemplos de métodos ilustrados en las Figuras 8 y 9. Según se muestra en la Figura 11, el UE 13 del ejemplo incluye un procesador 111, una memoria 113, un transceptor 112 y antenas 23 y 24. Las antenas 23 y 24 pueden estar materializadas a modo de elementos de antena diferentes de una antena multi-elemento. En realizaciones particular, parte o toda la funcionalidad descrita con anterioridad como proporcionada por un UE, puede ser proporcionada por el procesador 111 del UE ejecutando instrucciones almacenadas en un medio legible con ordenador, tal como la memoria 113 mostrada en la Figura 11. De ese modo, el procesador 111 puede estar configurado para ejecutar instrucciones de diferentes módulos de software, tal como un módulo de software 114 que comprende instrucciones de programa para implementar funcionalidad de UE con respecto al control de potencia basado en comandos de TPC recibidos conforme a las diferentes realizaciones descritas con anterioridad, o un módulo de software 115 que comprende instrucciones de programa para implementar el ajuste de desviación de potencia con respecto al cálculo de bits de las diferentes realizaciones descritas con anterioridad. Realizaciones alternativas del UE pueden incluir componentes adicionales además de los mostrados en la Figura 11, que pueden ser responsables de proporcionar determinados aspectos de la funcionalidad del UE, incluyendo cualquiera de las funcionalidades descritas con anterioridad y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar las realizaciones descritas con anterioridad.

A partir de la descripción que antecede, resulta evidente que alguna de las realizaciones de la presente divulgación permite un control de calidad de red mejorado de las transmisiones por paquetes para transmisiones MIMO de enlace ascendente.

Las realizaciones de la presente divulgación son aplicables tanto a sistemas WCDMA/HSUPA de célula simple como de célula dual. Además, aunque las realizaciones han sido descritas en un contexto de un UE y de un NodeB equipado con dos antenas de transmisión/elementos de antena y para las arquitecturas de UE descritas en relación con las Figuras 2, 3 y 4, la divulgación es también aplicable a configuraciones con un número mayor de antenas de transmisión y de recepción.

En los dibujos y en la descripción, se han descrito realizaciones típicas y, aunque se han empleado términos específicos, se han usado en un sentido genérico y descriptivo solamente y no con fines de limitación, estando el alcance de la invención determinado por las reivindicaciones que siguen.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Un equipo de usuario (13) configurado para transmisiones de Múltiple Entrada Múltiple Salida, MIMO, de enlace ascendente, comprendiendo el equipo de usuario (13) un transceptor (112) y un procesador (111), en donde el transceptor (112) está configurado para:
- transmitir múltiples señales piloto (51, 52), y
- recibir, desde un NodeB (12), comandos de control de potencia de transmisión para ajustar la potencia de transmisión de una primera señal piloto (51) asociada a una primera corriente; y,
- en donde el procesador (111) está configurado para:
- 10 ajustar la potencia de transmisión de dicha primera señal piloto (51) conforme a dichos comandos de control de potencia de transmisión mientras se ajusta la potencia de transmisión de una segunda señal piloto (52) asociada a una segunda corriente de modo que se mantenga una diferencia de potencia fija entre dicha primera señal piloto (51) y dicha segunda señal piloto (52),
- en donde el transceptor está además configurado para:
- 15 recibir, desde el NodeB (12), señalización para actualizar una desviación de potencia para ser aplicada por el equipo de usuario (13) cuando calcule el número de bits que pueden ser transmitidos en un intervalo de tiempo de transmisión, TTI, sobre al menos un canal físico transmitido sobre la segunda corriente (62) asociada a dicha segunda señal piloto (52); y,
- en donde el procesador (111) está configurado además para:
- 20 actualizar dicha desviación de potencia conforme a dicha señalización y,
- calcular el número de bits que el equipo de usuario (13) puede transmitir sobre dicha segunda corriente (62) en base a dicha desviación de potencia.
- 2.- Un NodeB (12) configurado para controlar la potencia de transmisión de un equipo de usuario (13) configurado para transmisiones de Múltiple Entrada Múltiple Salida, MIMO, de enlace ascendente, en donde el equipo de usuario (13) transmite múltiples señales piloto (51, 52), comprendiendo dichas múltiples señales piloto una primera señal piloto (51) asociada a una primera corriente y una segunda señal piloto (52) asociada a una segunda corriente, comprendiendo el NodeB (12) un procesador (101) y un transceptor (102) configurados para controlar la potencia de transmisión de dichas múltiples señales piloto (51, 52) ejecutando un único bucle de control de potencia interna que opera sobre la primera señal piloto (51) y no sobre la segunda señal piloto (52), en donde dicho bucle único de control de potencia interna, cuando se ejecuta, comprende:
- 25 generación de comandos de control de potencia de transmisión, en donde se toman en consideración la calidad de la primera señal piloto (51, 52) y un objetivo de calidad cuando se generan los comandos de control de potencia de transmisión, y
- 30 transmisión, hasta el equipo de usuario (13), de dichos comandos de control de potencia de transmisión para ajustar la potencia de transmisión de la primera señal piloto de modo que la calidad de la primera señal piloto (51, 52) cumpla el objetivo de calidad,
- y en donde dichos procesador (101) y transceptor (102) están además configurados para señalar al equipo de usuario (13) que actualice una desviación de potencia para ser aplicada por el equipo de usuario (13) cuando calcule el número de bits que pueden ser transmitidos en un intervalo de tiempo de transmisión, TTI, sobre al menos un canal físico transmitido sobre una segunda corriente (62) asociada a dicha segunda señal piloto (52).
- 40 3.- Un método en un equipo de usuario (13) configurado para transmisiones de Múltiple Entrada Múltiple Salida, MIMO, de enlace ascendente, comprendiendo el método:
- transmitir (61) múltiples señales piloto (51, 52),
- recibir (82), desde un NodeB (12), comandos de control de potencia de transmisión para ajustar la potencia de transmisión de una primera señal piloto (51) asociada a una primera corriente,
- 45 ajustar (83) la potencia de transmisión de dicha primera señal piloto (51) conforme a dichos comandos de control de potencia de transmisión mientras se ajusta la potencia de transmisión de una segunda señal piloto (52) asociada a una segunda corriente de modo que se mantenga una diferencia de potencia fija entre dicha primera señal piloto (51) y dicha segunda señal piloto (52),

recibir (91), desde el NodeB (12), señalización para actualizar una desviación de potencia que va a ser aplicada por el equipo de usuario (13) cuando calcule el número de bits que pueden ser transmitidos en un intervalo de tiempo de transmisión, TTI, sobre al menos un canal físico transmitido sobre la segunda corriente (62) asociada a dicha segunda señal piloto (52);

5 actualizar (92) dicha desviación de potencia conforme a dicha señalización recibida, y

calcular (93) el número de bits que el equipo de usuario (13) puede transmitir sobre dicha segunda corriente (62) en base a dicha desviación de potencia.

4.- El método según la reivindicación 3, en donde dicha señalización recibida comprende un valor de dicha desviación de potencia.

10 5.- El método según la reivindicación 3, en donde dicha señalización recibida comprende información indicativa de si un valor de dicha desviación de potencia debe ser incrementado, reducido o mantenido.

6.- Un método en un NodeB (12) configurado para controlar la potencia de transmisión de un equipo de usuario (13) configurado para transmisiones de Múltiple Entrada Múltiple Salida, MIMO, de enlace ascendente, en donde el equipo de usuario (13) transmite múltiples señales piloto (51, 52), comprendiendo dichas múltiples señales piloto una primera señal piloto (51) asociada a una primera corriente y una segunda señal piloto (52) asociada a una segunda corriente, comprendiendo el método:

15

controlar (50) la potencia de transmisión de dichas múltiples señales piloto (51, 52) usando un único bucle de control de potencia interna que opera sobre la primera señal piloto (51) y no sobre la segunda señal piloto (52), en donde dicho único bucle de control de potencia interna comprende:

20 generar comandos de control de potencia de transmisión, en donde se toman en consideración la calidad de la primera señal piloto (51, 52) y un objetivo de calidad cuando se generan los comandos de control de potencia de transmisión, y

transmitir, al equipo de usuario (13), dichos comandos de control de potencia de transmisión para ajustar la potencia de transmisión de la primera señal piloto (51, 52) de modo que la calidad de la primera señal piloto (51, 52) cumpla el objetivo de calidad, comprendiendo además el método,

25

señalizar (72) al equipo de usuario (13) para que actualice una desviación de potencia para ser aplicada por el equipo de usuario (13) cuando calcule el número de bits que pueden ser transmitidos en un intervalo de tiempo de transmisión, TTI, sobre al menos un canal físico transmitido sobre una segunda corriente (62) asociada a dicha segunda señal piloto (52).

30 7.- El método según la reivindicación 6, en donde dicha señalización para que el equipo de usuario (13) actualice dicha desviación de potencia comprende señalar un valor de dicha desviación de potencia.

8.- El método según la reivindicación 6, en donde dicha señalización al equipo de usuario (13) para que actualice dicha desviación de potencia comprende señalar si un valor de dicha desviación de potencia debe ser incrementado, reducido o mantenido.

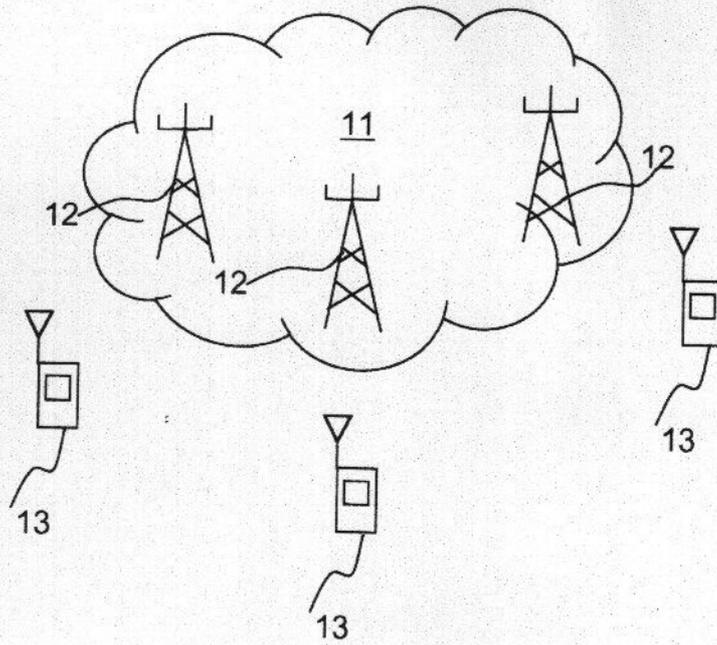


Fig. 1

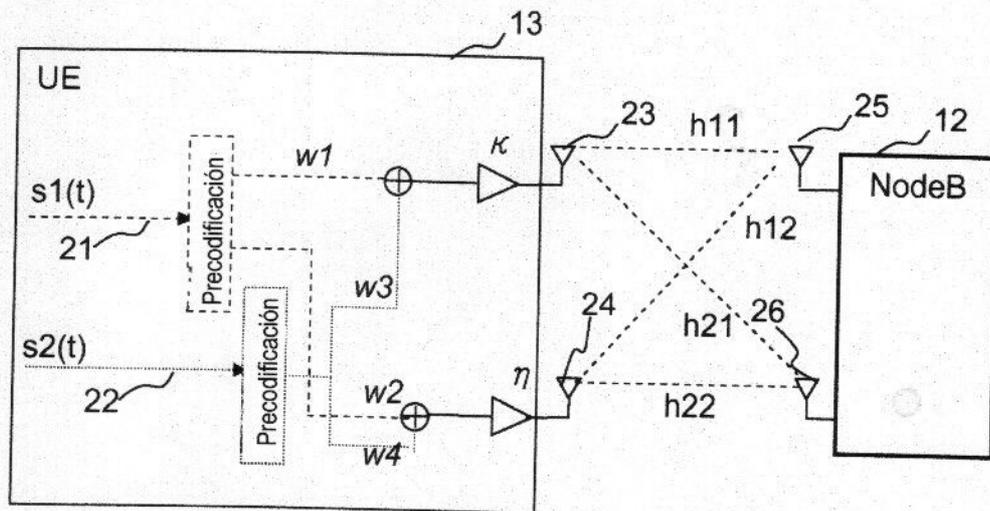


Fig. 2

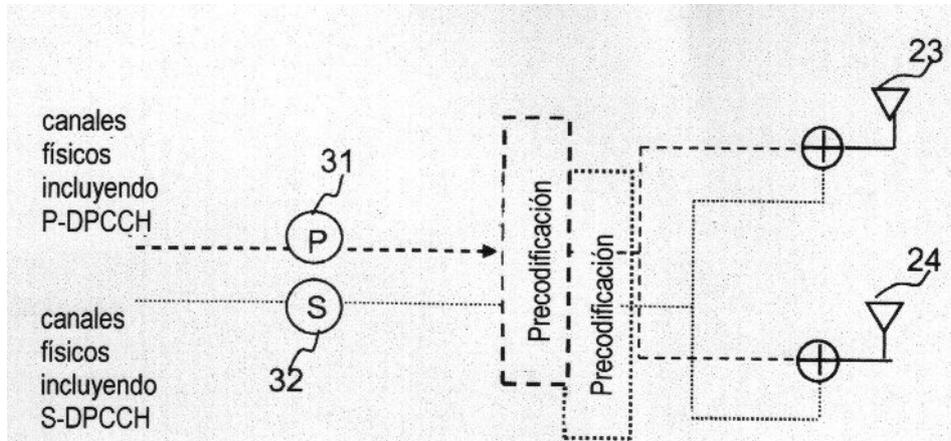


Fig. 3

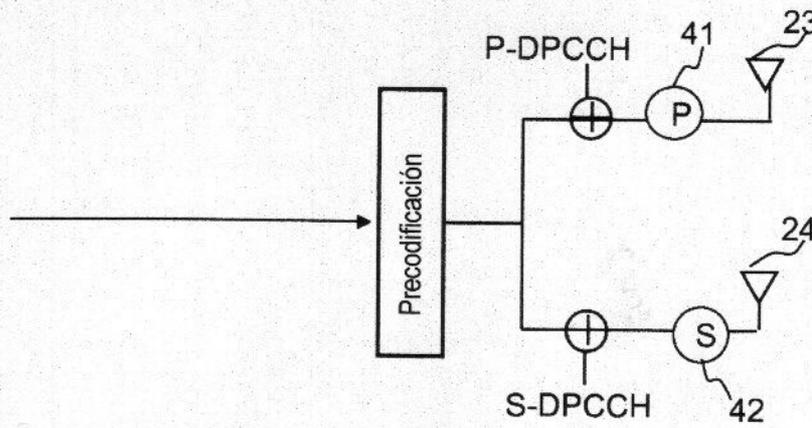


Fig. 4

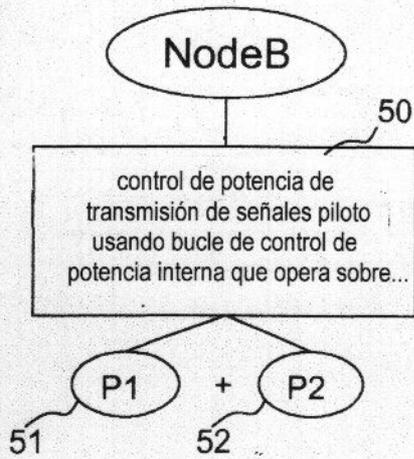


Fig. 5a

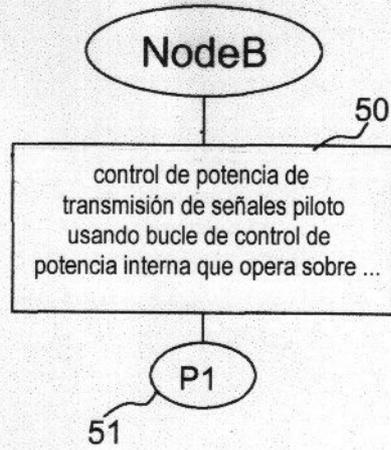


Fig. 5b

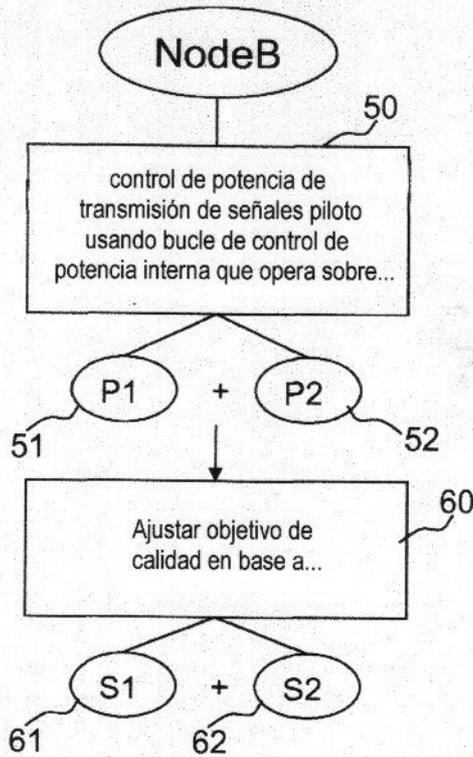
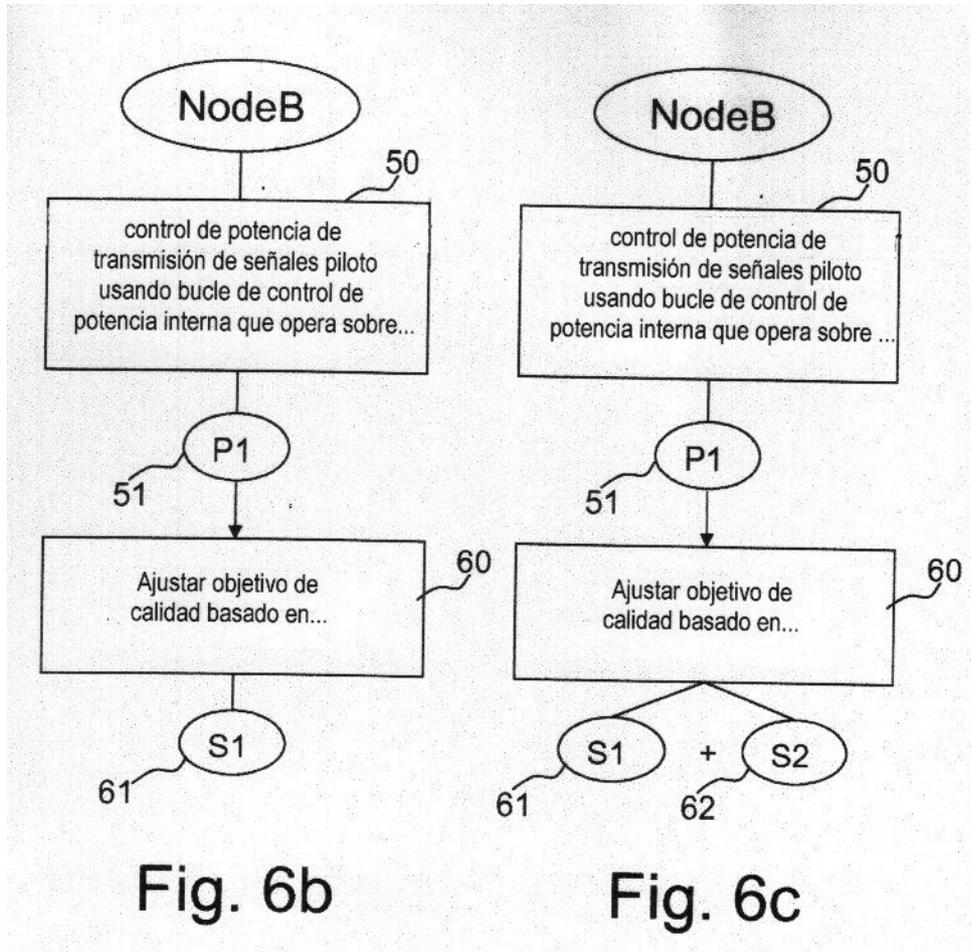


Fig. 6a



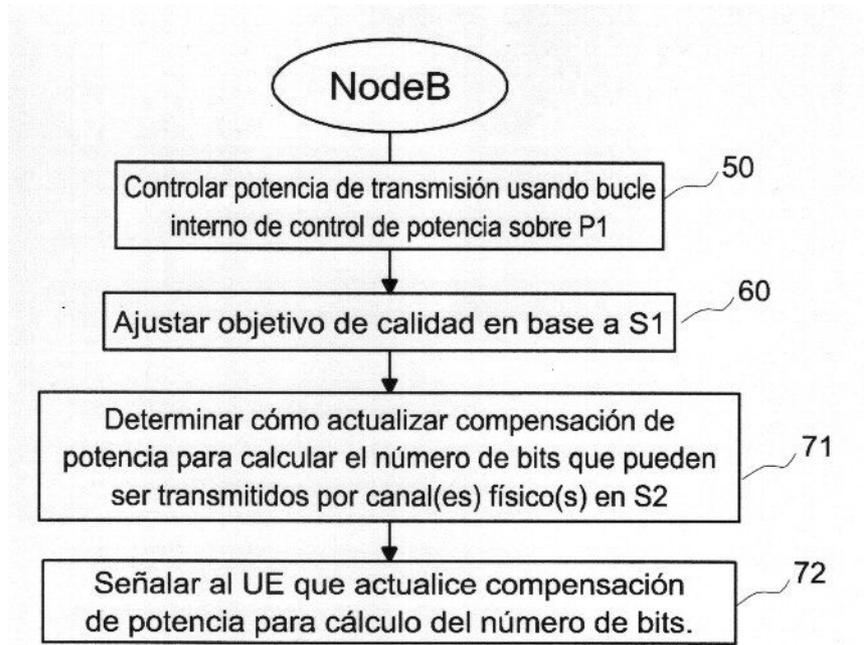


Fig. 7

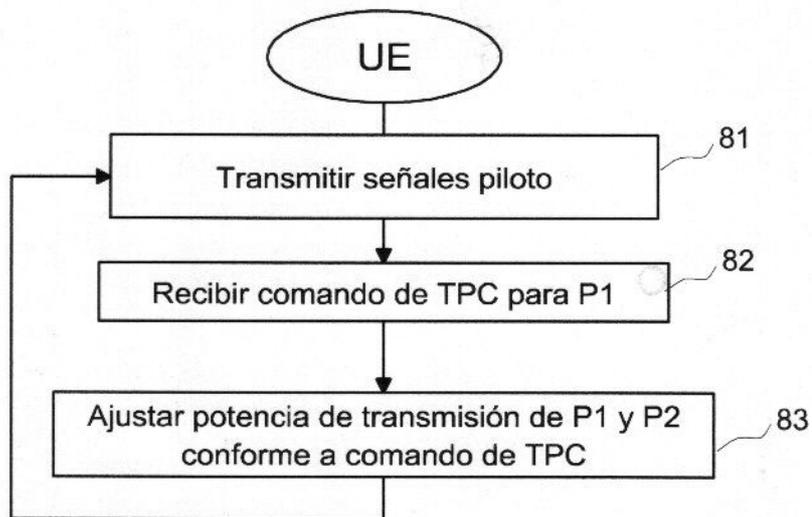


Fig. 8

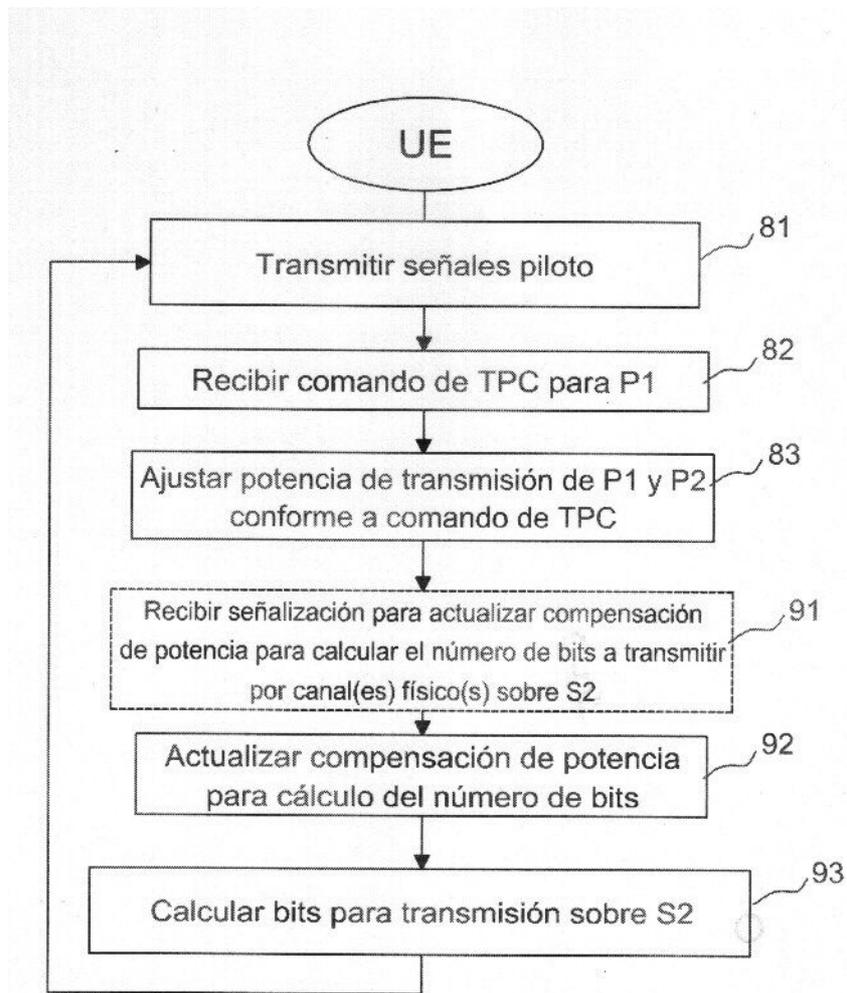


Fig. 9

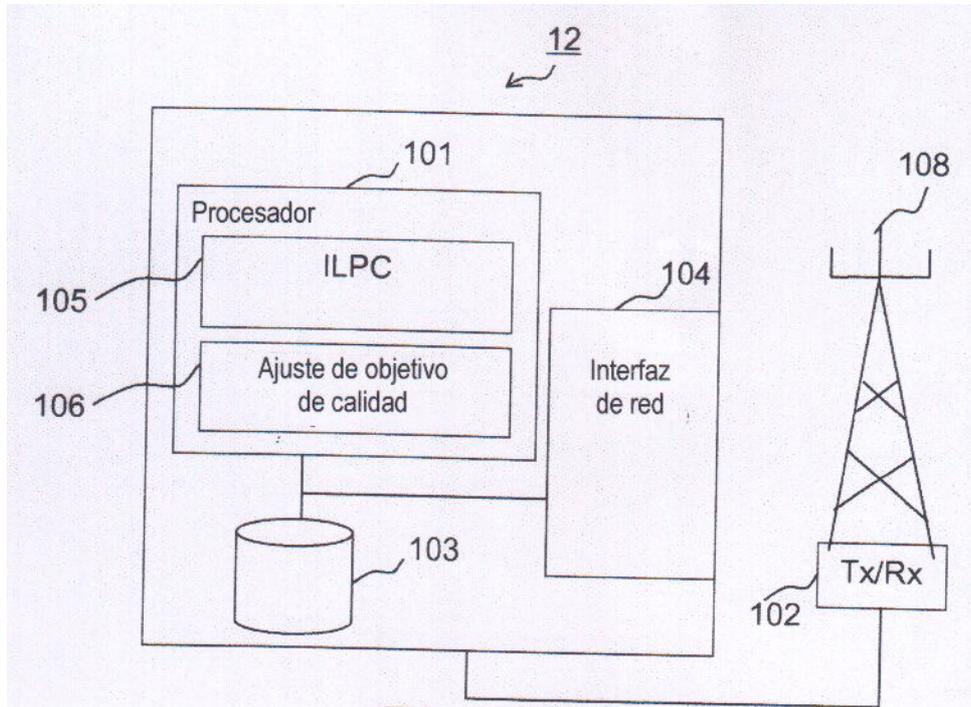


Fig. 10

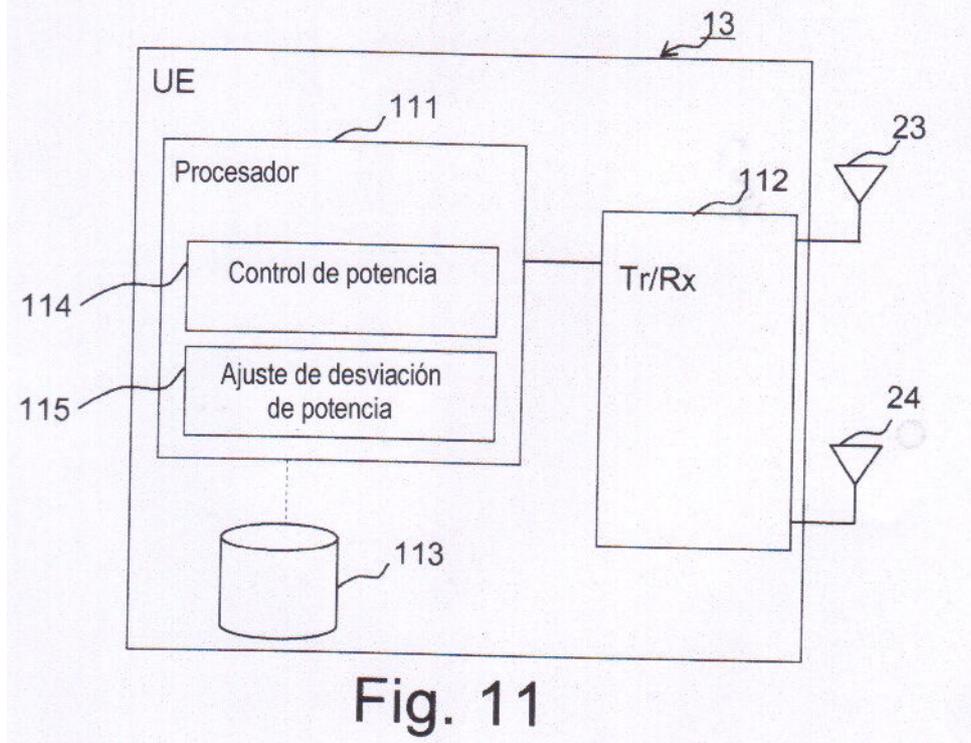


Fig. 11