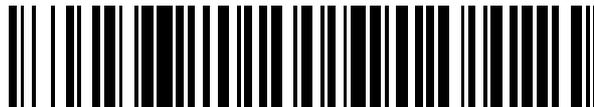


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 251**

51 Int. Cl.:

H04W 52/22 (2009.01)

H04W 52/36 (2009.01)

H04W 52/14 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2012 E 12705915 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2015 EP 2742746**

54 Título: **Método y disposición para control de potencia de enlace ascendente**

30 Prioridad:

09.08.2011 US 201161521514 P

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

26.11.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LARSSON, DANIEL;
TYNDERFELDT, TOBIAS;
GERSTENBERGER, DIRK y
BACHL, RAINER**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 552 251 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

Método y disposición para control de potencia de enlace ascendente

5 **Campo técnico**

Las realizaciones descritas en el presente documento se refieren en general a sistemas de telecomunicaciones y en particular al control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación.

10 **Antecedentes**

Originalmente las redes de radio comunicación fueron desarrolladas principalmente para proporcionar servicios de voz a través de redes de conmutación de circuitos. La introducción de portadores de conmutación de paquetes en, por ejemplo, las redes llamadas 2.5G y 3G posibilitaron que los operadores de red proporcionaran servicios de datos así como servicios de voz. Con el tiempo, las arquitecturas de red es probable que evolucionen hacia redes de protocolo de Internet (IP) totales que proporcionan servicios de voz y datos. Sin embargo, los operadores de red tienen una importante inversión en infraestructuras existentes y por lo general preferirían, por lo tanto, migrar gradualmente a arquitecturas de red IP total con el fin de permitirles extraer suficiente valor de su inversión en las infraestructuras existentes. Además de proporcionar las capacidades necesarias para soportar las aplicaciones de radio comunicación de última generación, mientras que al mismo tiempo se usa la infraestructura tradicional, los operadores de red podrían desplegar redes híbridas en las que un sistema de radio comunicación de última generación se superpone sobre una red existente de conmutación de circuitos o de conmutación de paquetes como un primer paso en la transición hacia una red totalmente basada en IP. Por otra parte, un sistema de radio comunicación puede evolucionar de una generación a la siguiente sin dejar de ofrecer compatibilidad con versiones anteriores a los equipos tradicionales.

Un ejemplo de una red evolucionada de este tipo se basa en el sistema universal de telefonía móvil (UMTS), que es un sistema existente de radio comunicación de tercera generación (3G) que está evolucionando hacia la tecnología de acceso de alta velocidad por paquetes (HSPA). Todavía otra alternativa es la introducción de una nueva tecnología de interfaz aérea en el marco UMTS, por ejemplo la tecnología denominada evolución a largo plazo (LTE). Las metas del rendimiento perseguido para los sistemas LTE incluyen, por ejemplo, soporte para 200 llamadas activas por célula de 5 MHz y latencia inferior a 5 ms para pequeños paquetes IP. Cada nueva generación, o generación parcial, de los sistemas de comunicaciones móviles añade complejidad y habilidades para sistemas de comunicaciones móviles y se puede esperar que esto continúe ya sea con mejoras de los sistemas propuestos o con sistemas completamente nuevos en el futuro. El proyecto de asociación de 3ª generación (3GPP) es una organización de estándares en desarrollo que continúa su trabajo de la evolución de HSPA y LTE, y la creación de nuevas normas que permiten velocidades de datos aún más altas y una mayor funcionalidad.

En una red de acceso de radio que implementa LTE, un equipo de usuario (UE), también denominado de forma alternativa en el presente documento como terminal móvil o terminal de usuario, está conectado de forma inalámbrica a una estación base. El término "estación base" se utiliza aquí como término genérico. En la arquitectura LTE un nodo B evolucionado (eNodoB o eNB) puede corresponder a la estación base, es decir, una estación base es una posible implementación del eNodoB. Sin embargo, el término "eNodoB" también es más amplio en algunos sentidos que la estación base convencional puesto que el eNodoB se refiere, en general, a un nodo lógico. El término "estación base" se utiliza aquí como incluyente de una estación base, un nodo B, un eNodoB u otros nodos específicos para otras arquitecturas. Un eNodoB en un sistema LTE se encarga de la transmisión y recepción en una o varias células. En LTE se han especificado varios tipos diferentes de canales físicos enlace descendente (DL) y canales físicos de enlace ascendente (UL). Canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH) es un canal físico de enlace ascendente que es utilizado por el UE para transmisión de datos después de que el UE se ha atribuido un recurso de enlace ascendente para la transmisión de datos en el PUSCH. El PUSCH también lleva información de control. Canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) es un canal físico de enlace ascendente que transporta la información de control en forma de acusos de enlace descendente e informes conexos de indicador de calidad de canal (CQI).

El control de potencia de enlace ascendente se utiliza tanto en el PUSCH como en el PUCCH. La idea detrás del control de potencia de enlace ascendente es garantizar que el terminal móvil transmite con suficiente potencia, pero que al mismo tiempo no sea demasiado alta, ya que sólo aumentaría la interferencia con otros usuarios en la red. En ambos casos, se utiliza un bucle abierto parametrizado combinado con un mecanismo de bucle cerrado. A grandes rasgos, la parte de bucle abierto se utiliza para establecer un punto de operación, en torno al cual opera el componente de bucle cerrado. Se utilizan diferentes parámetros, objetivos y "factores de compensación parciales", para el plano de control y usuario.

En más detalle, para PUSCH el terminal móvil ajusta la potencia de salida según:

$$P_{\text{PUSCH},c}(i) = \min \left\{ P_{\text{CMAX},c}(i), \left\{ 10 \log_{10} (M_{\text{PUSCH},c}(i)) + P_{\text{O_PUSCH},c}(j) + \alpha_c(j) \cdot PL_c + \Delta_{\text{TF},c}(i) + f_c(i) \right\} \right\} \quad [\text{dBm}]$$

donde $P_{\text{CMAX},c}$ es la potencia máxima de transmisión para el terminal móvil para la célula en servicio c , $M_{\text{PUSCH},c}$ es el número de bloques de recursos asignados para la célula en servicio c , $P_{\text{O_PUSCH},c}$ y α_c controlan la potencia recibida
 5 perseguida para la célula en servicio c , PL_c es la pérdida de trayectoria estimada para la célula en servicio c , $\Delta_{\text{TF},c}$ es un compensador de formato de transporte para la célula en servicio c , y f_c es una compensación específica de UE o "corrección de bucle cerrado" para la célula en servicio c . La función f puede representar compensaciones ya sea absolutas o acumulativas en función del modo de funcionamiento del control de potencia de bucle cerrado. Para una descripción más detallada del control de potencia de enlace ascendente para PUSCH véase la sección 5.1.1.1 del
 10 documento de estándares 3GPP TS. 36.213 v. 10.2.0. Un control de potencia de enlace ascendente similar se ha especificado para el PUCCH en la sección 5.1.2.1 del mismo documento de estándares.

El control de potencia de bucle cerrado puede ser operado en dos modos diferentes, ya sea un modo acumulado o absoluto. Ambos modos se basan en comandos de control de potencia de transmisión (TPC) que son parte de la
 15 señalización de control de enlace descendente. Cuando se utiliza el control de potencia absoluta, la función de corrección de bucle cerrado se reinicializa cada vez que se recibe un nuevo comando TPC. Cuando se utiliza control de potencia acumulada, el comando TPC es una corrección delta con respecto a la corrección de bucle cerrado previamente acumulada.

De particular interés para esta divulgación es un problema relacionado con el control de potencia acumulada. La estación base puede filtrar la potencia del terminal móvil en tiempo y frecuencia para proporcionar un punto preciso
 20 de operación de control de potencia para el terminal móvil. El comando de control de potencia acumulada se define como $f_c(i) = f_c(i-1) + \delta_{\text{PUSCH},c}(i - K_{\text{PUSCH}})$, donde $\delta_{\text{PUSCH},c}$ es el comando TPC recibido en la sub-trama K_{PUSCH} antes de la sub-trama actual i y $f_c(i-1)$ es el valor de control de potencia acumulada. Si el UE ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ para la célula en servicio c , no acumulará comandos TPC positivos, es decir, comandos que indican un aumento en la potencia de transmisión, para la célula en servicio c . Si el UE ha alcanzado una potencia mínima definida, no acumulará comandos TPC negativos, es decir, comandos que indican una disminución de la potencia de
 25 transmisión.

Hay diferentes ocasiones en las que se reinicializa el valor de control de potencia acumulada, tales como:

- en células cambio,
- al entrar / salir de control de recursos de radio (RRC) estado activo,
- 35 • cuando se recibe un comando absoluto TPC,
- cuando $P_{\text{O_UE_PUCCH}}$ es recibido, lo que implica la reconfiguración de una capa superior, y
- 40 • cuando el terminal móvil (re) sincroniza.

En el caso de reinicialización, el valor de control de potencia acumulada se reinicializa a $f(0) = \Delta P_{\text{rampup}} + \delta_{\text{msg2}}$, donde δ_{msg2} es el comando TPC indicado en la respuesta de acceso aleatorio y ΔP_{rampup} corresponde a la subida total de potencia de un primer preámbulo a un último preámbulo.

El control de potencia PUCCH tiene, en principio, los mismos parámetros configurables como se describe anteriormente para PUSCH, con la excepción de que PUCCH solamente tiene compensación completa de pérdida de trayectoria, es decir, no sólo cubre el caso de $\alpha = 1$.

El control de potencia para la señal de referencia de sondeo (SRS) sigue el control de potencia para PUSCH con la adición de algunas compensaciones específicas SRS.

Hay dos maneras diferentes para que el UE reciba comandos TPC en el PUSCH. El UE siempre recibe un comando TPC cuando recibe un formato de información de control de enlace descendente (DCI) para una transmisión UL
 55 PUSCH. En Rel-10 del estándar 3GPP LTE, esto corresponde al formato DCI 0/4. El UE también puede recibir comandos TPC por el formato DCI 3/3A. El formato DCI 3/3A son mensajes DCI que se dedican para ser utilizados para comandos TPC. El equipo de usuario se atribuye una identidad temporal de red de radio (RNTI) específica que el UE utiliza para identificar si el formato DCI 3/3A recibido se envía en realidad a él. Además, es posible que el UE se atribuya solo una RNTI para PUCCH y una para comandos TPC de PUSCH. El formato DCI 3/3A contiene un largo vector de bits. Varios UE reciben el mismo mensaje de formato DCI 3/3A, atribuyéndoles la misma RNTI. Cada UE identifica su comando TPC dentro del formato DCI 3/3A recibido con un punto de código que se atribuye. El
 60 comando TPC consta de 1 bit si se recibe un formato DCI 3A y 2 bits si se recibe un formato DCI 3 para cada UE.

Sin embargo, hay algunos problemas asociados con la determinación de cuándo acumular comandos TPC en sistemas de radio comunicación, tales como los sistemas descritos anteriormente. Estos deben ser superados y se describen con más detalle a continuación.

5 Sumario

Un objeto de la presente invención es proporcionar dispositivos y métodos mejorados para el control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación.

10 El objeto indicado anteriormente se consigue por medio de un método y un equipo de usuario de acuerdo con las reivindicaciones independientes.

15 Una primera realización proporciona un método para realizar control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación. El método comprende una etapa de recibir, en un UE, un comando TPC. Según el método, si el UE no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con el comando TPC, el UE acumula el comando TPC con comandos TPC recibidos previamente en base a si el UE ha alcanzado una potencia máxima de transmisión o una potencia mínima de transmisión en un formato de referencia para una transmisión PUSCH, SRS o PUCCH.

20 Una segunda realización proporciona un UE configurado para su uso en un sistema de radio comunicación. El equipo de usuario comprende un transceptor configurado para recibir un comando TPC y un procesador. El procesador está configurado para, si el UE no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con el comando TPC, acumular el comando TPC con comandos TPC recibidos previamente en base a si el UE ha alcanzado una potencia máxima de transmisión o una potencia mínima de transmisión en un formato de referencia para una transmisión PUSCH, SRS o PUCCH.

25 Una ventaja de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo descritas es que un UE está habilitado para recibir comandos TPC mientras que el UE no está transmitiendo nada en el UL. Esto da, por ejemplo, al UE más oportunidad de recibir comandos TPC y por lo tanto permite que el eNB se comunique con el UE bajo condiciones en las que la energía de transmisión requerida desde el UE varía significativamente.

30 Una ventaja adicional de algunas realizaciones de ejemplo dadas a conocer es que, al basar la decisión del UE de si acumular o no un comando TPC en un formato de referencia cuando el UE no está transmitiendo, se alcanza una solución que es flexible desde que el punto de vista del eNB. El eNB no está obligado a realizar un seguimiento de cuándo el UE está transmitiendo, pero es capaz de comunicar comandos TPC al UE con independencia de cuándo el UE está transmitiendo. Aún así, el eNB puede confiar en que el UE va a reaccionar al comando TPC recibido de una manera apropiada con independencia de cuándo el UE está transmitiendo.

35 Una ventaja adicional de algunas realizaciones de ejemplo dadas a conocer es que, al basar la decisión del UE de si acumular o no un comando TPC en un formato de referencia cuando el UE no está transmitiendo, se alcanza una solución que es fácil de implementar. El formato de referencia se puede almacenar en algún tipo de memoria estática, en contraste con algunas otras soluciones que requieren una aplicación más complicada una memoria dinámica para realizar un seguimiento de eventos dinámicos o parámetros.

40 Otras ventajas y características de realizaciones de esta divulgación se pondrán de manifiesto al leer la siguiente descripción detallada en combinación con los dibujos.

Breve descripción de los dibujos

45 La figura 1 es un diagrama esquemático que muestra un escenario en un sistema de radio comunicación.

La figura 2 es un diagrama esquemático que ilustra la rejilla de tiempo-frecuencia LTE.

50 La figura 3 es un diagrama esquemático que ilustra la estructura de trama LTE.

55 La figura 4 es un diagrama esquemático que ilustra una sub-trama LTE.

60 La figura 5 es un diagrama esquemático que ilustra la transmisión de señalización de control L1/L2 de enlace ascendente en PUCCH.

La figura 6 es un diagrama esquemático que ilustra el formato 1 PUCCH con prefijo cíclico normal.

La figura 7 es un diagrama esquemático que muestra el formato 2 PUCCH con prefijo cíclico normal.

65 La figura 8 es un diagrama esquemático que ilustra la atribución de bloques de recursos para PUCCH.

La figura 9 es un diagrama esquemático que representa la asignación de recursos PUSCH.

La figura 10 es un diagrama esquemático que ilustra una estación base y un equipo de usuario.

5 La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un método para realizar control de potencia de enlace ascendente.

La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra una realización alternativa de un método para realizar control de potencia de enlace ascendente.

10 La figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra otra realización alternativa de un método para realizar control de potencia de enlace ascendente.

La figura 14 es un diagrama esquemático que ilustra el procesamiento de paquetes de datos en LTE.

15 La figura 15 es un diagrama de bloques esquemático de un eNodoB.

Descripción detallada

20 La siguiente descripción detallada de las realizaciones de ejemplo se refiere a los dibujos que se acompañan. Los mismos números de referencia en diferentes dibujos identifican elementos iguales o similares. Además, se proporciona la siguiente descripción detallada con el propósito de ilustración y explicación de algunas realizaciones de ejemplo y no con el propósito de limitación. Se discuten las siguientes realizaciones, por simplicidad, con respecto a la terminología y la estructura de los sistemas LTE. Sin embargo, las realizaciones que se discutirán a continuación no se limitan a los sistemas LTE, sino que pueden aplicarse a otros sistemas de telecomunicaciones.

La referencia a lo largo de la memoria descriptiva a "una realización" significa que un rasgo, estructura o característica particular descrita en relación con una realización se incluye en al menos una realización de esta divulgación. Por lo tanto, la aparición de las frases "en una realización" en diversos lugares a lo largo de la memoria descriptiva no se refiere siempre necesariamente a la misma realización. Además, los rasgos, estructuras o características particulares se pueden combinar de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones.

30 Para proporcionar un contexto para las siguientes realizaciones de ejemplo relacionadas con control de potencia de enlace ascendente, considérese el sistema de radio comunicación 10 de ejemplo mostrado en la figura 1. La figura 1 muestra, entre otras cosas, dos eNodoB 32a y 32b y un UE 36. Un eNodoB en un sistema de LTE se encarga de la transmisión y recepción en una o varias células, como se muestra por ejemplo en la figura 1. En la figura 1 se ilustra que el eNodoB 32a da servicio a una célula 33a y que el eNodoB 32b da servicio a una célula 33b. El UE 36 usa canales dedicados 40 para comunicarse con un o los eNodoB 32a, 32b, por ejemplo mediante la transmisión o recepción de segmentos de unidad de datos de protocolo (PDU) de enlace de control de radio (RLC) que se describe más adelante. Como se mencionó anteriormente en la sección de antecedentes, los comandos TPC se utilizan para el control de potencia de enlace ascendente. En la figura 1, un comando TPC 11 se ilustra esquemáticamente. El comando TPC 11 se transmite como parte de la señalización de control de enlace descendente desde el eNodoB 32a al UE 36.

45 LTE utiliza multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) en el enlace descendente y OFDM propagada por transformada discreta de Fourier (DFT) en el enlace ascendente. El recurso básico físico de enlace descendente LTE por lo tanto puede ser visto como una rejilla de tiempo y frecuencia, como se ilustra en la figura 2, donde cada elemento de recurso corresponde a una sub-portadora OFDM durante un intervalo de símbolo OFDM. En el dominio tiempo, las transmisiones de enlace descendente LTE se organizan en tramas de radio de 10 ms, constando cada trama de radio de diez sub-tramas de igual tamaño de longitud $T_{\text{subframe}} = 1$ ms, como se muestra en la figura 3.

Además, la atribución de recursos en LTE se describe típicamente en términos de bloques de recursos, donde un bloque de recursos corresponde a una ranura (0,5 ms) en el dominio tiempo y doce sub-portadoras contiguas en el dominio frecuencia. En el dominio frecuencia se numeran bloques de recursos, a partir de 0 desde un extremo del ancho de banda del sistema. Se planifican de forma dinámica transmisiones de enlace descendente, es decir, en cada sub-trama la estación base transmite información de control que indica a qué terminales y en qué bloques de recursos se transmiten los datos durante la actual sub-trama de enlace descendente. Esta señalización de control se transmite típicamente en los primeros 1, 2, 3 o 4 símbolos OFDM en cada sub-trama. Un sistema de enlace descendente con tres símbolos OFDM como región de control se ilustra en la figura 4.

65 LTE utiliza ARQ híbrida donde, después de la recepción de datos de enlace descendente en una sub-trama, el terminal intenta decodificarlos e informa a la estación base de si la decodificación fue exitosa (ACK) o no (NACK). En caso de un intento de decodificación sin éxito, la estación base puede retransmitir los datos erróneos. La señalización de control de enlace ascendente desde el terminal a la estación base por lo tanto consiste en: acuses de ARQ híbrida para datos de enlace descendente recibidos; informes de terminal, también conocidos como CQI,

relacionados con las condiciones del canal de enlace descendente, que se utilizan como ayuda para la planificación de enlace descendente; y peticiones de planificación, que indican que un terminal móvil necesita recursos de enlace ascendente para transmisiones de datos de enlace ascendente.

- 5 Si el terminal móvil no se ha asignado un recurso de enlace ascendente para la transmisión de datos, la información de control L1/L2 (informes de estado de canal, acuses de ARQ híbrida y peticiones de planificación) se transmite en recursos de enlace ascendente (bloques de recursos) específicamente asignados para información de control L1/L2 de enlace ascendente en el PUCCH. Más detalles sobre el PUCCH se proporcionan más adelante.
- 10 Para transmitir datos en el enlace ascendente, se tiene que asignar al terminal móvil un recurso de enlace ascendente para la transmisión de datos, en el PUSCH. En contraste con una asignación de datos en el enlace descendente, en el enlace ascendente la asignación siempre debe ser consecutiva en la frecuencia, esto para retener la propiedad de portadora de señal del enlace ascendente como se ilustra en la figura 9.
- 15 El símbolo intermedio de portadora individual (SC) en cada ranura se utiliza para transmitir un símbolo de referencia. Si el terminal móvil se ha asignado un recurso de enlace ascendente para la transmisión de datos y en el mismo instante de tiempo tiene información de control para transmitir, transmitirá la información de control junto con los datos en el PUSCH.
- 20 Habiendo descrito algunas características generales LTE y dispositivos LTE de ejemplo en los que se pueden implementar aspectos de control de potencia de enlace ascendente y acumulación de comandos TPC de acuerdo con realizaciones de ejemplo, la discusión vuelve ahora a la consideración de estos temas de control de potencia. En cuanto a la acumulación de comandos TPC, como se menciona en la sección de antecedentes, se especifica en el apartado 5.1.1.1 y la sección 5.1.2.1 del 3GPP 36.213 v.10.2.0, "Physical layer procedures" que el UE no acumulará comandos TPC positivos si el UE ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ y el UE no acumulará comandos TPC negativos si el UE ha alcanzado la potencia mínima de transmisión del UE. Esto es posible para que el UE derive o determine si el UE, en la misma sub-trama donde se acumulan los comandos TPC, transmite una transmisión PUSCH o PUCCH. Sin embargo, los inventores se han dado cuenta de que, si el UE no transmite una transmisión PUCCH, SRS o PUSCH, no es posible que el UE derive o determine ni $P_{\text{CMAX},c}$ ni la potencia mínima de transmisión del UE. En consecuencia, se hace incierto en cuanto a cómo hacer frente a la acumulación de comandos TPC en estas circunstancias en las que el UE no puede determinar fácilmente los valores frente los cuales se supone que debe determinar si acumular o no comandos TPC recibidos.

35 Las realizaciones ejemplares proporcionan un cierto número de diferentes técnicas mediante las cuales el UE puede determinar cómo manejar comandos TPC recibidos bajo ciertas condiciones, por ejemplo si el UE no tiene ninguna transmisión PUSCH, PUCCH o SRS. En lo que sigue se describen algunos ejemplos generales en los que se describen cuatro conjuntos diferentes de realizaciones, junto con varias sub-realizaciones. Cada una de estas soluciones implica una situación en la que un UE recibe un comando TPC sin tener una transmisión UL correspondiente.

40 En un primer conjunto de realizaciones, el UE determina si acumula un comando TPC recibido mediante la determinación de si el UE ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ o si el UE ha derivado una potencia de transmisión que está por debajo de la potencia mínima de transmisión en un formato de referencia, ya sea para una transmisión PUSCH/SRS o PUCCH.

45 A continuación se describen algunos ejemplos no exhaustivos de sub-realizaciones de esta primera serie de realizaciones.

50 La figura 11 es un diagrama de flujo que ilustra una realización de un método para realizar control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación, tal como el sistema 10 ilustrado en la figura 1. El método se lleva a cabo en un UE, tal como el UE 36 mostrado en la figura 1. En una etapa 111 el UE recibe un comando TPC. Si el UE no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con el comando TPC recibido, el UE acumula el comando TPC con comandos TPC recibidos previamente en base a si el UE ha alcanzado una potencia máxima de transmisión o una potencia mínima de transmisión en un formato de referencia para una transmisión PUSCH, SRS o PUCCH en una etapa 113. En la figura 11 se ilustra que en una etapa 112 se realiza una comprobación de si el UE tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para la sub-trama asociada con el comando TPC.

60 Al utilizar el formato de referencia, una potencia máxima de transmisión de referencia y/o una potencia mínima de transmisión de referencia puede determinarse para el UE y utilizarse en la decisión de si acumular o no el comando TPC recibido con los comandos TPC recibidos previamente.

65 La figura 12 es un diagrama de flujo que ilustra una realización alternativa de un método para realizar control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación. El método ilustrado en la figura 12 se corresponde con el método ilustrado en la figura 11 con la adición de una etapa adicional 121. En la etapa 121 el UE transmite en el enlace ascendente a un nivel de potencia que se basa en comandos TPC acumulados. La etapa 121

se realiza una vez que el UE tiene la transmisión de enlace ascendente planificada en una sub-trama. Si se decidió en la etapa 113 acumular el comando TPC recibido en la etapa 111, el nivel de potencia al que el UE transmite en la etapa 121 se basa en el comando TPC recibido en la etapa 111, así como cualesquiera comandos TPC acumulados previa o posteriormente que se han tomado en cuenta antes de la transmisión. Si se decidió en la etapa 113 no

5 acumular el comando TPC recibido en la etapa 111, el nivel de potencia al que el UE transmite en la etapa 121 no se basa en el comando TPC recibido en la etapa 111. La transmisión en el enlace ascendente en la etapa 121 incluye la transmisión de datos de enlace ascendente. Estos datos de enlace ascendente pueden ser cualquier tipo de datos que se transmiten en el enlace ascendente, tales como datos de usuario transmitidos en PUSCH así como datos de control transmitidos en datos PUCCH y SRS.

10 La figura 13 es un diagrama de flujo que ilustra otra realización ejemplar de un método para realizar control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación. El método se lleva a cabo en un UE. Las etapas 111 y 112 del método ilustrado en la figura 13 corresponden a las etapas 111 y 112 de las figuras 11 y 12 explicadas anteriormente. En una etapa 131 se examina si el UE ha alcanzado una potencia máxima de transmisión en el formato de referencia que se utiliza de acuerdo con el primer conjunto de realizaciones. Si se ha alcanzado la potencia máxima de transmisión se determina en una etapa 132 si el comando TPC recibido en la etapa 111 es un comando TPC positivo, es decir, un comando que exige un aumento de la potencia de transmisión. Si el comando TPC recibido es positivo, el comando TPC no se acumula de acuerdo con una etapa 133 con el fin de no romper la potencia máxima de transmisión obtenida a través del formato de referencia. Sin embargo, si el comando TPC no es

15 un comando TPC positivo, se acumula en una etapa 136. Si se determina en la etapa 131 que no se ha alcanzado la potencia máxima de transmisión, se comprueba en la etapa 134 si ha sido alcanzada por el UE la potencia mínima de transmisión derivada del formato de referencia. Si se determina a través de las etapas 131 y 134 que no se ha alcanzado ni la máxima ni la mínima potencia de transmisión, el comando TPC se acumula en la etapa 136. Por otra parte, si se determina en la etapa 134 que se ha alcanzado la potencia mínima de transmisión, el UE determina en una etapa 135 si el comando TPC recibido en la etapa 111 es un comando TPC negativo, es decir, un comando que exige una disminución de la potencia de transmisión. Si el comando TPC recibido es negativo, el comando TPC no se acumula, de acuerdo con la etapa 133, con el fin de no romper la potencia mínima de transmisión obtenida a través del formato de referencia.

20 Hay muchas variaciones diferentes del método ilustrado en la figura 13. En realizaciones alternativas el orden de varias de las etapas ilustradas en la figura 13 puede, por ejemplo, ser cambiado. Sin embargo, se puede entender a partir del ejemplo de realización ilustrado en la figura 13 que, según algunas realizaciones, si el UE ha llegado a la potencia máxima de transmisión en el formato de referencia, el comando TPC recibido no se acumula con comandos TPC recibidos previamente cuando el comando TPC es un comando TPC positivo. Además, según algunas realizaciones, si el UE ha alcanzado la potencia mínima de transmisión en el formato de referencia, el comando TPC recibido no se acumula con comandos TPC recibidos previamente cuando el comando TPC es un comando TPC negativo.

25 De acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo el formato de referencia especifica valores fijos para la reducción máxima de potencia (MPR), la reducción máxima adicional de potencia (A-MPR), y la reducción máxima de potencia de gestión de potencia (P-MPR). Un formato de referencia podría, por ejemplo, especificar MPR a 0 dB, A-MPR a 0 dB y P-MPR a 0 dB.

30 De acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo, un formato de referencia para una transmisión de PUSCH se basa en suposiciones de valores de parámetros fijos para $M_{PUSCH}(i)$ y $\Delta\eta_{3/4}$ (0, donde $M_{PUSCH}(i)$ es el número de bloques de recursos asignados para una célula en servicio y $c \Delta\eta_{3/4}(i)$ es un compensador de formato de transporte para la célula en servicio c .

35 De acuerdo con un ejemplo de realización, se define un formato PUSCH de referencia, que contiene valores para MPR, A-MPR y P-MPR asociados con $P_{C_{MAX,c}}$, $M_{PUSCH}(i)$ y $\Delta_{TFc}(i)$, por ejemplo $M_{PUSCH}(i) = 10$, $\Delta_{TFc}(i) = 0$, MPR = 0 dB, A-MPR = 0 dB y P-MPR = 0 db.

40 Los valores de parámetro de formato de referencia pueden ser valores fijos que se definen en una norma o valores señalizados desde la red al UE. En consecuencia, los valores de parámetro de formato de referencia podrían ser pre-configurados en el UE o recibidos en el UE a través de la señalización.

45 Alternativamente se proporcionan otros parámetros en la configuración de referencia que permite el cálculo de $M_{PUSCH}(i)$ y $\Delta_{TFc}(i)$.

50 Mediante el uso de un formato de referencia apropiado el UE puede acumular comandos TPC de una manera apropiada. Por lo tanto se pueden evitar en mayor medida situaciones en las que el UE acumula comandos TPC a niveles indeseablemente altos o bajos de potencia de transmisión. También se pueden evitar situaciones en las que el UE no es receptivo a comandos TPC cuando el UE no está planificado para transmisión de enlace ascendente. En consecuencia hay varias ventajas asociadas con el primer conjunto de realizaciones.

55 Sin embargo también hay otros conjuntos alternativos para realizaciones que se ocupan de la acumulación de

comandos TPC cuando el UE no transmite una transmisión PUCCH, SRS o PUSCH.

En un segundo conjunto de realizaciones, el UE siempre aplica el comando TPC desde un mensaje de formato DCI 3/3A si el UE no tiene ninguna transmisión PUSCH, PUCCH o SRS. Es decir, el UE supone que no ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ o la potencia mínima de transmisión del UE. Por consiguiente, en este conjunto de realizaciones, el UE aplica (acumula) un comando TPC recibido a pesar de que el UE no tiene una transmisión UL correspondiente en uno (o más) canales. Algunas sub-realizaciones de ejemplos no exhaustivas de este conjunto de realizaciones incluyen las siguientes:

10 En una primera sub-realización, el UE siempre aplica el comando TPC a partir de un mensaje de formato DCI 3/3A si el UE no tiene ninguna transmisión PUSCH.

15 En una segunda sub-realización, el UE siempre aplica el comando TPC de un mensaje de formato DCI 3/3A si el UE no tiene ninguna transmisión PUCCH.

En una tercera sub-realización, el UE siempre aplica el comando TPC de un mensaje de formato DCI 3/3A si el UE no tiene ninguna transmisión SRS.

20 En una cuarta sub-realización, el UE siempre aplica el comando TPC desde un mensaje de formato DCI 3/3A si el UE no tiene ninguna transmisión PUSCH y el valor resultante de control de potencia acumulada es más que la estimación de pérdida de trayectoria del UE.

25 En una quinta sub-realización, el UE siempre aplica el comando TPC desde un mensaje de formato DCI 3/3A si el UE no tiene ninguna transmisión PUCCH y el valor resultante de control de potencia acumulada es más que la estimación de pérdida de trayectoria del UE.

30 En una sexta sub-realización, el UE siempre aplica el comando TPC desde un mensaje de formato DCI 3/3A si el UE no tiene ninguna transmisión SRS y el valor resultante de control de potencia acumulada es más que la estimación de pérdida de trayectoria del UE.

35 En una séptima sub-realización, el UE siempre aplica el comando TPC desde un mensaje de formato DCI 3/3A si el UE no tiene ninguna transmisión PUCCH y el valor resultante de control de potencia acumulada es igual o menor que - 40 dBm, cf. sección 6.3.2 de la especificación estándar 3GPP TS. 36.101 v10.3.0 (2011-06).

En una octava sub-realización, el UE siempre aplica el comando TPC desde un mensaje de formato DCI 3/3A si el UE no tiene ninguna transmisión PUSCH y el valor resultante de control de potencia acumulada es igual o menor que - 40 dBm, cf. sección 6.3.2 de la especificación estándar 3GPP TS. 36.101 v10.3.0 (2011-06).

40 En una novena sub-realización, el UE siempre aplica el comando TPC desde un mensaje de formato DCI 3/3A si el UE no tiene ninguna transmisión SRS y el valor resultante de control de potencia acumulada es igual o menor que -40 dBm, cf. sección 6.3.2 de la especificación estándar 3GPP TS. 36.101 v10.3.0 (2011-06).

45 Por consiguiente, un ejemplo de método para llevar a cabo control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación de acuerdo con el segundo conjunto de realizaciones comprende las etapas de: recibir, en un equipo de usuario (UE), un comando de control de potencia de transmisión (TPC); determinar, por el UE, que el UE no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con dicho comando TPC; y acumular, por el UE, dicha comando TPC con comandos TPC recibidos previamente.

50 En un tercer conjunto de realizaciones, el UE determina si se acumule un comando TPC recibido comprobando si el UE ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ o si el UE ha derivado una potencia de transmisión que está por debajo de la potencia mínima de transmisión en la última (o la siguiente) transmisión PUSCH/SRS o PUCCH transmitida. En consecuencia, en este conjunto de realizaciones, el UE toma decisiones sobre si se debe aplicar o acumular un comando TPC recibido en base a potencias de transmisión asociadas con una transmisión UL anterior o subsiguiente. Algunos ejemplos no exhaustivos de este conjunto de realizaciones incluyen los siguientes:

60 En un ejemplo de realización, el UE determina si acumula un comando TPC recibido comprobando si ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ o si la potencia de transmisión del UE derivada está por debajo de la potencia mínima de transmisión en la última transmisión PUSCH o en la siguiente transmisión PUSCH. Si el UE no ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ y está por encima de la potencia mínima de transmisión, el UE acumulará el comando TPC. Si el UE ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ o la potencia de transmisión derivada está por debajo de la potencia mínima de transmisión, el UE no acumulará el comando TPC.

65 En otra realización, el UE determina si acumula un comando TPC recibido comprobando si se alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ o si la potencia de transmisión del UE derivada está por debajo de la potencia mínima de transmisión

en la última o la siguiente transmisión SRS. Si el UE no ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ y está por encima de la potencia mínima de transmisión, el UE acumulará el comando TPC. Si el UE ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ o la potencia de transmisión derivada está por debajo de la potencia mínima de transmisión, el UE no acumulará el comando TPC.

5 En una realización adicional, el UE determina si acumula un comando TPC recibido mediante la comprobación de si ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ o la potencia de transmisión del UE derivada está por debajo de la potencia mínima de transmisión en la última o la siguiente transmisión PUCCH. Si el UE no ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ y su potencia de transmisión está por encima de la potencia mínima de transmisión, el UE acumulará el comando TPC. Si el UE ha alcanzado $P_{\text{CMAX},c}$ o la potencia de transmisión derivada es inferior a la potencia mínima de transmisión, el UE no acumulará el comando TPC.

15 En consecuencia, un método para realizar control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación de acuerdo con la tercera serie de realizaciones comprende las etapas de: recibir, en un equipo de usuario (UE), un comando de control de potencia de transmisión (TPC); determinar, por el UE, que el UE no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con dicho comando TPC; y acumular, por el UE, dicha comando TPC con comandos TPC recibidos previamente en base a si el UE ha alcanzado una potencia máxima de transmisión o una potencia mínima de transmisión, ya sea para una sub-trama anterior o posterior.

20 En un cuarto conjunto de realizaciones, el UE descarta todos los comandos TPC que no se aplican en una sub-trama en la que el UE tiene una transmisión UL correspondiente con al menos uno de los siguientes canales/señales: PUSCH, PUCCH o SRS. En este conjunto de realizaciones, el UE descarta todos los comandos TPC que no se aplican en una sub-trama en la que el UE tiene una transmisión UL correspondiente en PUSCH, PUCCH o SRS. Por lo tanto un método para realizar control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación de acuerdo con el cuarto conjunto de realizaciones comprende las etapas de: recibir, en un equipo de usuario (UE), un comando de control de potencia de transmisión (TPC); determinar, por el UE, que el UE no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con dicho comando TPC; y descartar, por el UE, dicho comando TPC.

30 Para cada uno de los cuatro conjuntos anteriores de realizaciones, los métodos de ejemplo descritos para realizar el control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación pueden continuar con la etapa de transmitir, por el UE, en el enlace ascendente a un nivel de potencia que se basa en comandos TPC acumulados.

35 Por otra parte, para cada uno de los cuatro conjuntos anteriores de realizaciones, los métodos de ejemplo descritos se pueden refinar aún más mediante la adición de detalles de una cualquiera de las correspondientes sub-realizaciones descritas en el presente documento generando así una serie de métodos que se corresponden con el número de sub-realizaciones descritas en el presente documento.

40 La figura 10 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un sistema de radio comunicación en el que se pueden utilizar las realizaciones de ejemplo descritas anteriormente. La figura 10 muestra una estación base 32 que tiene cuatro antenas 34 y un UE 36 que tiene dos antenas 34. El número de antenas que se muestran en la figura 10 es sólo un ejemplo, y no se pretende limitar el número real de antenas utilizadas en la estación base 32 o en el UE 36 en las realizaciones de ejemplo descritas en este documento. Los sistemas de comunicaciones inalámbricas por modem a menudo incluyen transceptores que utilizan multi-antenas para aumentar la velocidad de transmisión de los sistemas, y para proporcionar diversidad adicional contra el desvío de la atenuación en los canales de radio. Los sistemas multi-antena pueden, por ejemplo, hacer uso de técnicas múltiple entrada múltiple salida (MIMO) o técnicas de diversidad de transmisión/recepción tales como la formación de haz y la conmutación de antena. Las multi-antenas pueden por lo tanto ser distribuidas al lado del receptor, al lado del transmisor y/o proporcionadas en ambos lados como se muestra en la figura 10. La figura 10 ilustra que el UE 36 comprende un transceptor 38 y un procesador 38. El UE 36 puede estar configurado para implementar cualquiera de los conjuntos de ejemplo anteriormente descritos de realizaciones y sub-realizaciones o cualquiera de los métodos de ejemplo ilustrados en la figura 11, 12 o 13.

55 Por ejemplo, de acuerdo con una realización, el transceptor 37 está configurado para recibir un comando TPC. Además, el procesador 38 está configurado para determinar que el UE 36 no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con el comando TPC y configurado además para acumular el comando TPC con comandos TPC recibidos previamente.

60 De acuerdo con otra realización, el transceptor 37 está configurado para recibir un comando TPC. Además, el procesador 38 está configurado para determinar que el UE 36 no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con el comando TPC y configurado además para acumular el comando TPC con comandos TPC recibidos previamente en función de si el UE ha alcanzado una potencia máxima de transmisión o una potencia mínima de transmisión, ya sea para una sub-trama anterior o posterior.

65 De acuerdo con otra realización, el transceptor 37 está configurado para recibir un comando TPC. Además, el

procesador 38 está configurado para determinar que el UE 36 no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con el comando TPC y configurado además para acumular el comando TPC con comandos TPC recibidos previamente en función de si el UE ha alcanzado una potencia máxima de transmisión o una potencia mínima de transmisión en un formato de referencia para una transmisión PUSCH/SRS o PUCCH.

De acuerdo con otra realización, el transceptor 37 está configurado para recibir un comando TPC. Además, el procesador 38 está configurado para determinar que el UE 36 no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con el comando TPC y configurado además para descartar el comando TPC.

Para cada una de las cuatro realizaciones de ejemplo anteriores, el transceptor 37 puede ser configurado además para transmitir datos de enlace ascendente en un nivel de potencia que se basa en comandos TPC acumulados. Por otra parte, cada una de las realizaciones de ejemplo del UE 36 puede ser refinada adicionalmente por la adición de detalles de una cualquiera de las sub-realizaciones correspondientes descritas anteriormente, generando así un número de dispositivos que se corresponden con el número de sub-realizaciones descritas anteriormente. Todavía adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones descritas, la recepción del comando TPC puede implementarse a través de la recepción de un mensaje de formato DCI 3/3A. El transceptor 37 y el procesador 38 pueden comprender, o estar configurados para ejecutar, software que hace que el transceptor 37 y el procesador 38 lleven a cabo las realizaciones de ejemplo de método descritas anteriormente.

Anteriormente se proporcionaron unos antecedentes generales y una introducción al problema tratado por las realizaciones de esta divulgación. Más detalles sobre PUCCH y procesamiento de datos en una arquitectura LTE se proporcionan a continuación para dar una comprensión más profunda de algunos aspectos relacionados con los sistemas LTE.

Como se mencionó anteriormente, si un UE no se ha asignado un recurso de enlace ascendente para la transmisión de datos, se transmite información de control L1/L2 en recursos de enlace ascendente asignados específicamente en el PUCCH. Como se ilustra en la figura 5, estos recursos están situados en los bordes del ancho de banda disponible total de célula. Cada uno de estos recursos consta de doce "sub-portadoras" (un bloque de recursos) en cada una de las dos ranuras de una sub-trama de enlace ascendente. Con el fin de ofrecer diversidad de frecuencia, estos recursos de frecuencia son saltos de frecuencia en el límite de ranura, es decir, un "recurso" se compone de doce sub-portadoras en la parte superior del espectro dentro de la primera ranura de una sub-trama y un recurso de igual tamaño en la parte inferior del espectro durante la segunda ranura de la sub-trama o viceversa. Si se necesitan más recursos para la señalización de control L1/L2 de enlace ascendente, por ejemplo en el caso de un ancho de banda de transmisión global muy grande que soporta un gran número de usuarios, se pueden asignar bloques de recursos adicionales al lado de los bloques de recursos asignados previamente.

Las razones para situar los recursos PUCCH en los bordes del espectro total disponible son dobles:

- Junto con el salto de frecuencia descrito anteriormente, esto maximiza la diversidad de frecuencia experimentada por la señalización de control.
- Asignar recursos de enlace ascendente para el PUCCH en otras posiciones dentro del espectro, es decir, no en los bordes, habría fragmentado el espectro de enlace ascendente, haciendo imposible asignar anchos de banda de transmisión muy amplios a un solo terminal móvil y aún conservar la propiedad de una sola portadora de la transmisión de enlace ascendente.

El ancho de banda de un bloque de recursos durante una sub-trama es demasiado grande para las necesidades de señalización de control de un solo terminal. Por lo tanto, para explotar de manera eficiente los recursos destinados a la señalización de control, varios terminales pueden compartir el mismo bloque de recursos. Esto se hace mediante la asignación a diferentes terminales de diferentes rotaciones de fase ortogonal de una secuencia de dominio frecuencia de longitud 12 específica de la célula. Una rotación de fase lineal en el dominio frecuencia es equivalente a la aplicación de un desplazamiento cíclico en el dominio tiempo. Por lo tanto, aunque el término "rotación de fase" se usa en el presente documento, el término desplazamiento cíclico se utiliza a veces con una referencia implícita al dominio tiempo.

El recurso utilizado por un PUCCH no solo está especificado, por tanto, en el dominio tiempo-frecuencia por la pareja de bloques de recursos, sino también por la rotación de fase aplicada. Al igual que en el caso de señales de referencia, hay hasta doce rotaciones de fase diferentes especificadas, proporcionando hasta doce secuencias ortogonales diferentes de cada secuencia específica de la célula. Sin embargo, en el caso de canales selectivos en frecuencia, no todas las doce rotaciones de fase pueden utilizarse si se va a retener la ortogonalidad. Típicamente, se consideran utilizables hasta seis rotaciones en una célula.

Como se mencionó anteriormente, la señalización de control L1/L2 de enlace ascendente incluye acuses de ARQ híbrida, informes estado de canal y peticiones de planificación. Son posibles diferentes combinaciones de estos tipos

de mensajes como se describe adicionalmente a continuación, pero para explicar la estructura para estos casos es beneficioso discutir la transmisión separada de cada uno de los tipos primero, comenzando con la ARQ híbrida y la petición de planificación. Hay dos formatos definidos para PUCCH, cada uno capaz de llevar un número diferente de bits.

5 En cuanto al primer formato definido para PUCCH, es decir, el formato 1 PUCCH, se utilizan acuses de ARQ híbrida para acusar la recepción de uno (o dos en el caso de multiplexación espacial) bloques de transporte en el enlace descendente. Se utilizan peticiones de planificación para pedir recursos para la transmisión de datos de enlace ascendente. Obviamente, una petición de planificación sólo debe ser transmitida cuando el terminal está pidiendo recursos, de lo contrario el terminal debe estar en silencio con el fin de ahorrar recursos de batería y no crear interferencias innecesarias. Por lo tanto, a diferencia de los acuses de ARQ híbrida, no se transmite ningún bit de información explícita por la petición de planificación; la información se transmite en su lugar por la presencia (o ausencia) de energía en el PUCCH correspondiente. Sin embargo, la petición de planificación, aunque utilizada para un propósito completamente diferente, comparte el mismo formato PUCCH que el acuse de ARQ híbrida. Este formato se denomina formato 1 PUCCH en las especificaciones 3GPP.

El formato 1 PUCCH utiliza la misma estructura en las dos ranuras de una sub-trama como se ilustra en la figura 6. Para la transmisión de un acuse de ARQ híbrida, el único bit de acuse de ARQ híbrida se utiliza para generar un símbolo BPSK (en caso de multiplexación espacial de enlace descendente, se utilizan los dos bits de acuse para generar un símbolo QPSK). Para una petición de planificación, por otro lado, el símbolo BPSK / QPSK se sustituye por un punto de la constelación tratado como acuse de recibo negativo en el eNodoB. El símbolo de modulación se utiliza para generar la señal a transmitir en cada una de las dos ranuras PUCCH.

Un recurso de formato 1 PUCCH, que se utiliza ya sea para un acuse de ARQ híbrida o una petición de planificación, está representado por un único índice de recursos escalar. A partir del índice, se derivan la rotación de fase y las secuencias ortogonales de cubierta.

Como se mencionó anteriormente, un recurso PUCCH puede ser representado por un índice. Para la transmisión ARQ híbrida, el índice de recursos a utilizar para la transmisión del acuse de ARQ híbrida está dado implícitamente por la señalización de control de enlace descendente utilizada para planificar la transmisión de enlace descendente al terminal. Por lo tanto, los recursos a utilizar para un acuse de ARQ híbrida de enlace ascendente varían dinámicamente y dependen del canal de control de enlace descendente utilizado para planificar el terminal en cada sub-trama.

Además de planificación dinámica utilizando el canal de control de enlace descendente por paquetes (PDCCH), también existe la posibilidad de planificar semi-persistentemente un terminal de acuerdo con un patrón específico. En este caso la configuración del patrón de planificación semi-persistente incluye información sobre el índice PUCCH a utilizar para el acuse de ARQ híbrida. Esto también es cierto para las peticiones de planificación, donde la información de configuración informa al terminal qué recursos PUCCH utilizar para la transmisión de peticiones de planificación.

De este modo, para resumir, los recursos de formato 1 PUCCH se dividen en dos partes:

- Parte semi-estática, utilizada para peticiones de planificación y acuses de ARQ híbrida procedentes de usuarios semi-persistentemente. La cantidad de recursos utilizados para la parte semi-estática de recursos PUCCH 1 no varía de forma dinámica.

- Parte dinámica, utilizada para terminales planificados dinámicamente. A medida que el número de terminales planificados dinámicamente varía, la cantidad de recursos utilizados para los PUCCH dinámicos varía.

Pasando ahora al segundo formato, es decir, el formato 2 PUCCH, se utilizan informes de estado de canal para proporcionar al eNodoB una estimación de las propiedades del canal en el terminal con el fin de ayudar a la planificación dependiente del canal. Un informe de estado de canal consta de múltiples bits por sub-trama. El formato 1 PUCCH, que es capaz a lo sumo de dos bits de información por sub-trama, obviamente no puede ser utilizado para este propósito. La transmisión de informes de estado de canal en el PUCCH está manejado en su lugar por el formato 2 PUCCH, que es capaz de múltiples bits de información por sub-trama. En realidad, hay tres variantes en las especificaciones de LTE, formatos 2, 2A y 2B, en donde se utilizan los dos últimos formatos para la transmisión simultánea de acuses de ARQ híbrida como se discute más adelante en esta sección. Sin embargo, por simplicidad, todos ellos son denominados formato 2 en el presente documento.

El formato 2 PUCCH, ilustrado para prefijo cíclico normal en la figura 7, se basa en una rotación de fase de la misma secuencia específica de la célula que el formato 1. De manera similar al formato 1, un recurso de formato 2 puede ser representado por un índice del que se derivan la rotación de fase y otras cantidades necesarias. Los recursos de formato 2 PUCCH se configuran de manera semi-estática.

Las señales descritas anteriormente, para los dos formatos PUCCH, son, como ya se ha explicado, transmitidas en

una pareja de bloques de recursos con un bloque de recursos en cada ranura. La pareja de bloques de recursos a utilizar se determina a partir del índice de recursos PUCCH. Así, el número de bloque de recursos a utilizar en las ranuras primera y segunda de una sub-trama se puede expresar como:

$$5 \quad \text{númeroRB}(i) = f(\text{índice PUCCH}, i)$$

donde i es el número de ranura (0 o 1) dentro de la sub-trama y f una función encontrada en la especificación 3GPP.

10 Se pueden utilizar múltiples parejas de bloques de recursos para aumentar la capacidad de señalización de control; cuando una pareja de bloques de recursos está llena se mapea el siguiente índice de recursos PUCCH a la siguiente pareja de bloques de recursos en secuencia. El mapeo se realiza, en principio, de tal manera que el formato 2 PUCCH (informes de estado de canal) se transmite más cerca de los bordes del ancho de banda de célula de enlace ascendente con la parte semi-estática de formato 1 PUCCH siguiente y, finalmente, la parte dinámica del formato 1 PUCCH en el parte más interna del ancho de banda.

15 Tres parámetros semi-estáticos se utilizan para determinar los recursos a utilizar para los diferentes formatos PUCCH:

20 • $N_{RB}^{(2)}$, proporcionado como parte de la información del sistema, controla en qué pareja de bloques de recursos comienza el mapeo del formato 1 PUCCH.

• $N_{PUCCH}^{(2)}$ controla la división en las partes semi-estática y dinámica del formato 1 PUCCH.

25 • X controla la mezcla de formato 1 y el formato 2 en un bloque de recursos. En la mayoría de los casos, la configuración se realiza de tal manera que los dos formatos PUCCH se mapean a conjuntos separados de bloques de recursos, pero también hay una posibilidad de tener el linde entre los formatos 1 y 2 dentro de un bloque de recursos.

30 La atribución de recursos PUCCH en términos de bloques de recursos se ilustra en la figura 8. Los números 0, 1, 2... dentro de los bloques de recursos ilustrados representan el orden en el que los bloques de recursos se atribuyen al PUCCH, es decir, una configuración PUCCH grande puede necesitar recursos 0-6, mientras que una configuración pequeña puede usar sólo 0.

35 Ahora se proporcionará un poco de información más detallada sobre el procesamiento de datos para la transmisión en un sistema LTE, que puede ser útil para una comprensión más profunda de algunas de las realizaciones descritas anteriormente. Un ejemplo de arquitectura LTE para el procesamiento de datos para la transmisión por un eNodeB 32 a un UE 36 (enlace descendente) se muestra en la figura 14. Ahí, los datos a transmitir por el eNodeB 32 (por ejemplo, paquetes IP) a un usuario particular son primero procesados por una entidad 50 de protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP) en la que se comprimen (opcionalmente) las cabeceras IP y se realiza el cifrado de los datos. Una entidad 52 de control de enlace de radio (RLC) maneja, entre otras cosas, la segmentación (y/o la concatenación) de los datos recibidos desde la entidad PDCP 50 en unidades de datos de protocolo (PDU). Además, la entidad RLC 52 proporciona un protocolo de retransmisión (ARQ) que supervisa los informes de estado de número de secuencia procedentes de su entidad RLC contraparte en el UE 36 para retransmitir selectivamente unas PDU según se pida. Una entidad 54 de control de acceso al medio (MAC) es responsable de la planificación de enlace ascendente y de enlace descendente por mediación de un planificador 56, así como los procesos de ARQ híbrida descritos anteriormente. Una entidad 58 de capa física (PHY) se encarga de la codificación, la modulación, y el mapeo de multi-antena, entre otras cosas. Cada entidad mostrada en la figura 11 proporciona salidas a, y recibe entradas desde, sus entidades adyacentes por medio de portadores o canales como se muestra. La inversa de estos procesos se proporciona para el UE 36 como se muestra en la figura 14 para los datos recibidos, y el UE 36 también tiene elementos de cadena de transmisión similares al eNB 34 para la transmisión en el enlace ascendente hacia el eNB 32.

55 Una estación base 32 de ejemplo, por ejemplo un eNodeB, que está configurada para interactuar con el UE 36 como se describió anteriormente está ilustrada genéricamente en la figura 15. En ella, el eNodeB 32 incluye una o más antenas 71 conectadas al procesador o procesadores 74 por mediación de un o unos transceptores 73. El procesador 74 está configurado para analizar y procesar señales recibidas a través de una interfaz aérea por mediación de las antenas 71, así como aquellas señales recibidas desde el nodo de red de núcleo (por ejemplo, pasarela de acceso) por mediación de, por ejemplo, una interfaz. El o los procesadores 74 también pueden estar conectados a uno o más dispositivos de memoria 76 por mediación de un bus 78. Otras unidades o funciones, no mostradas, para llevar a cabo diversas operaciones como la codificación, decodificación, modulación, demodulación, encriptación, aleatorización, precodificación, etc., pueden opcionalmente ser implementadas no sólo como componentes eléctricos sino también en software o una combinación de estas dos posibilidades para posibilitar que el o los transceptores 73 y el o los procesadores 74 procesen señales de enlace ascendente y de enlace descendente. Una estructura similar, genérica, que incluye por ejemplo un dispositivo de memoria, un o unos procesadores y un transceptor o como se ilustra en la figura 10, se puede utilizar (entre otras cosas) para

implementar nodos de comunicación tales como los UE 36 para recibir comandos TPC y procesar esos comandos de la manera descrita anteriormente, por ejemplo cuando el UE no está transmitiendo en un canal de enlace ascendente.

- 5 A partir de la descripción anterior es evidente que, entre otras ventajas, las realizaciones ejemplares posibilitan que un UE reciba comandos TPC mientras que el UE no transmite nada en el UL. Esto da, por ejemplo, al UE más oportunidad de recibir comandos TPC y por lo tanto permite que el eNB se comunique con el UE bajo condiciones en las que la energía de transmisión requerida desde el UE varía significativamente.
- 10 Las realizaciones de ejemplo descritas anteriormente están destinadas a ser ilustrativas en todos los aspectos, en lugar de restrictivas. La totalidad de tales variaciones y modificaciones se consideran dentro del alcance de la protección tal como se define por las siguientes reivindicaciones. Ningún elemento, acto o instrucción utilizado en la descripción de la presente solicitud debe ser interpretado como crítica o esencial para la invención a menos que se describa explícitamente como tal. También, como se usa en este documento, el artículo "un" o "una" se pretende que
- 15 incluya uno o más artículos.

Abreviaturas

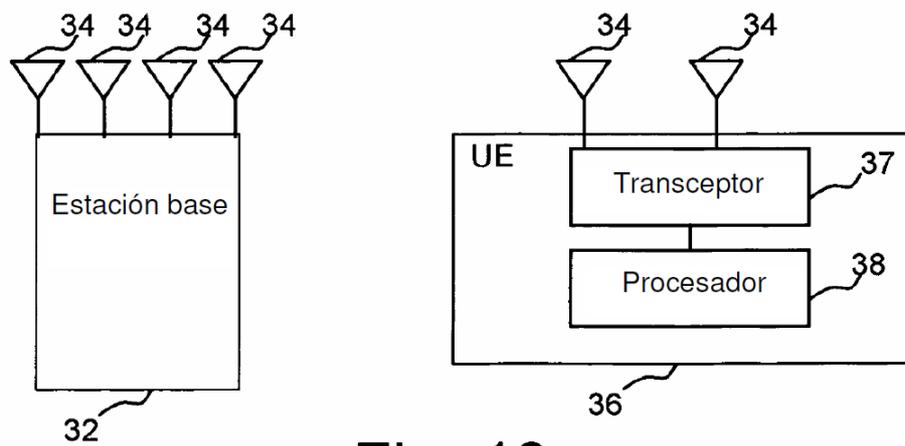
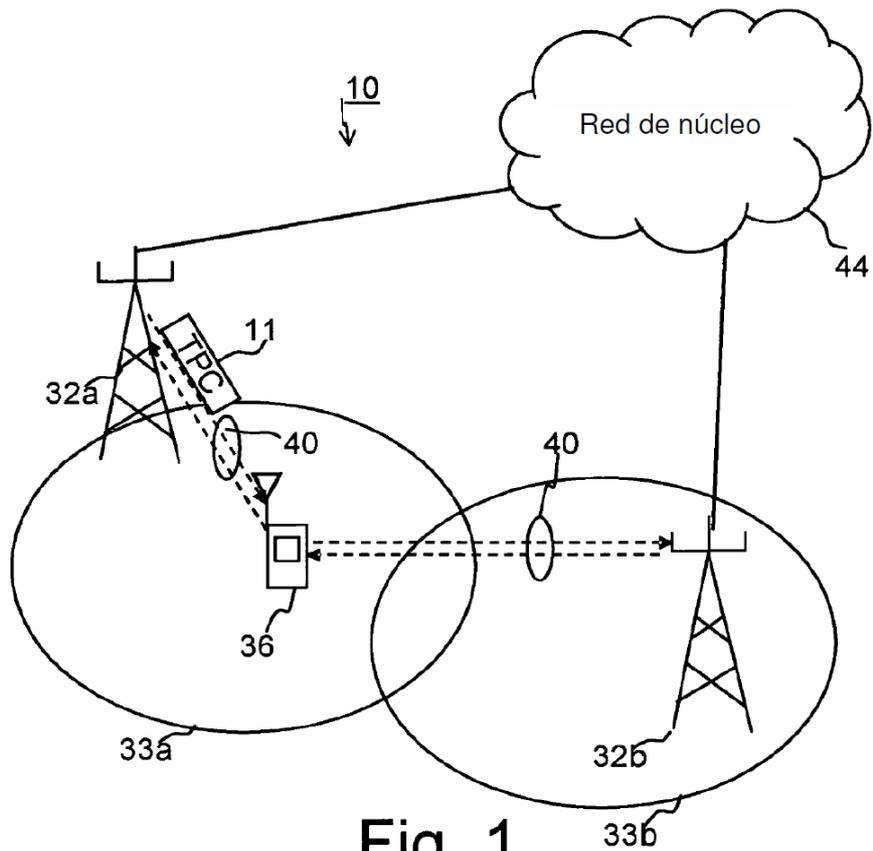
- 20 ACK Acuse
- ARQ Petición automática de repetición
- DCI Información de control de enlace descendente
- 25 DL Enlace descendente
- HARQ Petición automática de repetición, híbrida
- LTE Evolución a largo plazo
- 30 MAC Control de acceso al medio
- MIMO Múltiples entradas, múltiples salidas
- 35 NACK Carencia de acuse
- OFDM Multiplexación por división de frecuencia ortogonal
- PDCCH Canal físico de control de enlace descendente
- 40 PDU Unidad de datos de protocolo
- PUCCH Canal físico de control de enlace ascendente
- 45 PUSCH Canal físico compartido de enlace ascendente
- RLC Control de enlace de radio
- RNTI Identidad temporal de red de radio
- 50 SRS Señal de referencia de sondeo
- TPC Control de potencia de transmisión
- 55 UE Equipo de usuario
- UL enlace ascendente

REIVINDICACIONES

1. Un método para realizar un control de potencia de enlace ascendente en un sistema de radio comunicación (10), comprendiendo el método:
- 5 recibir (111), en un equipo de usuario UE (36), un comando TPC (11) de control de potencia de transmisión, caracterizado porque el método comprende además:
- 10 si el UE (36) no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con dicho comando TPC (11), acumular (113), mediante el UE (36), dicho comando TPC (11) con comandos TPC recibidos previamente en base a si el UE (36) ha alcanzado una potencia máximo de transmisión o una potencia mínima de transmisión en un formato de referencia para una transmisión de canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, de señal de referencia de sondeo, SRS, o de canal físico de control de enlace ascendente, PUCCH.
- 15 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende adicionalmente transmitir (121), mediante el UE (36), en el enlace ascendente a un nivel de potencia que se basa en comandos TPC acumulados.
- 20 3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que, si el UE (36) ha alcanzado dicha potencia máxima de transmisión en el formato de referencia, dicho comando TPC (11) no se acumula con comandos TPC recibidos previamente cuando el comando TPC (11) es un comando TPC positivo.
4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que, si el UE (36) ha alcanzado dicha potencia mínima de transmisión en el formato de referencia, dicho comando TPC (11) no se acumula con comandos TPC recibidos previamente cuando el comando TPC (11) es un comando TPC negativo.
- 25 5. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que dicho comando TPC (11) se recibe en un mensaje de formato 3/3A de información de control de enlace descendente, DCI.
- 30 6. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el formato de referencia especifica valores fijos para la reducción máxima de potencia, MPR, la reducción máxima adicional de potencia, A-MPR, y la reducción máxima de potencia de gestión de potencia, P-MPR.
- 35 7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en el que el formato de referencia especifica MPR a 0 dB, A-MPR a 0 dB, y P-MPR a 0 dB.
8. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, en el que el formato de referencia para una transmisión PUSCH se basa en supuestos de valor fijo de parámetro para $M_{\text{PUSHC}(i)}$ y $\Delta_{\text{TFc}(i)}$, en el que $M_{\text{PUSHC}(i)}$ es el número de bloques de recursos asignados para una célula en servicio c y $\Delta_{\text{TFc}(i)}$ es un compensador de formato de transporte para la célula en servicio c .
- 40 9. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que valores de parámetros de dicho formato de referencia son pre-configurados en el UE (36).
- 45 10. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que valores de parámetro de dicho formato de referencia se reciben en el UE (36) por mediación de una señalización.
11. Un equipo de usuario, UE (36), configurado para uso en un sistema de radio comunicación (10), comprendiendo el UE (36) un transceptor (37) configurado para recibir un comando de TPC (11), de control de potencia de transmisión, y un procesador (38), caracterizado porque el procesador (38) está configurado para, si el UE (36) no tiene una transmisión de enlace ascendente planificada para una sub-trama asociada con dicho comando TPC (11), acumular dicho comando TPC (11) con comandos TPC recibidos previamente en base a si el UE (36) ha alcanzado una potencia máxima de transmisión o una potencia mínima de transmisión en un formato de referencia para una transmisión de canal físico compartido de enlace ascendente, PUSCH, de señal de referencia de sondeo, SRS, o de canal físico de control de enlace ascendente, PUCCH.
- 50 55 12. El UE (36) de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el transceptor (37) está configurado adicionalmente para transmitir en un enlace ascendente a un nivel de potencia que se basa en comandos TPC acumulados.
- 60 13. El UE (36) de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en el que el procesador (38) está configurado para, si el UE (36) ha alcanzado dicha potencia máxima de transmisión en el formato de referencia, no acumular dicho comando TPC (11) con comandos TPC recibidos previamente cuando el comando TPC (11) es un comando TPC positivo.
- 65 14. El UE (36) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11-13, en el que el procesador está configurado para, si el UE (36) ha alcanzado dicha potencia mínima de transmisión en el formato de referencia, no acumular dicho comando TPC (11) con comandos TPC recibidos previamente cuando el comando TPC (11) es un

comando TPC negativo.

- 5 15. El UE (36) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11-14, en el que el transceptor (37) está configurado para recibir dicho comando TPC (11) en un mensaje de formato 3/3A de información de control de enlace descendente, DCI.
- 10 16. El UE (36) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 11-15, en el que el formato de referencia especifica valores fijos para la reducción máxima de potencia, MPR, la reducción máxima adicional de potencia, A-MPR, y la reducción máxima de potencia de gestión de potencia, P-MPR.
- 15 17. El UE (36) de acuerdo con la reivindicación 16, en el que el formato de referencia especifica MPR a 0 dB, A-MPR a 0 dB, y P-MPR a 0 dB.
18. El UE (36) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11-17, en el que el formato de referencia para una transmisión PUSCH se basa en supuestos de valor fijo de parámetro para $M_{\text{PUSCH}(i)}$ y $\Delta_{\text{TFc}(i)}$, en el que $M_{\text{PUSCH}(i)}$ es el número de bloque de recursos asignado para una célula en servicio c y $\Delta_{\text{TFc}(i)}$ es un compensador de formato de transporte para la célula en servicio c .
- 20 19. El UE (36) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11-18, en el que el UE (36) está pre-configurado con valores de parámetro de dicho formato de referencia.
20. El UE (36) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 11-18, en el cual el transceptor (37) está configurado para recibir valores de parámetro de dicho formato de referencia por mediación de una señalización.



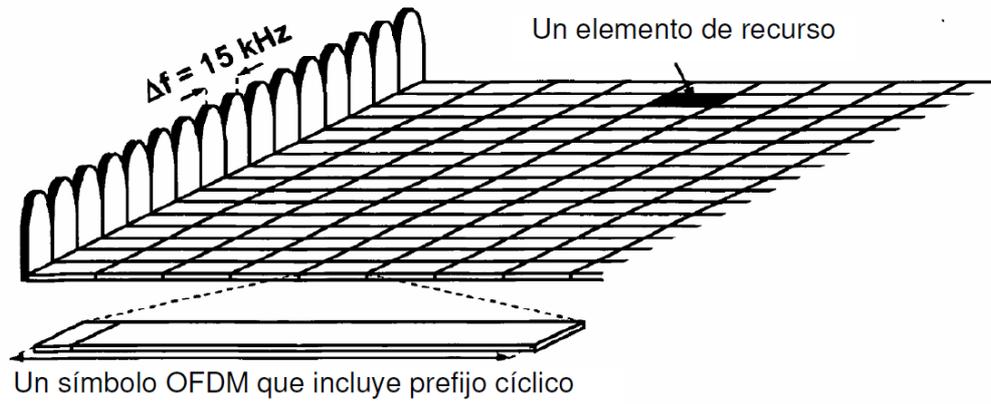


Fig. 2

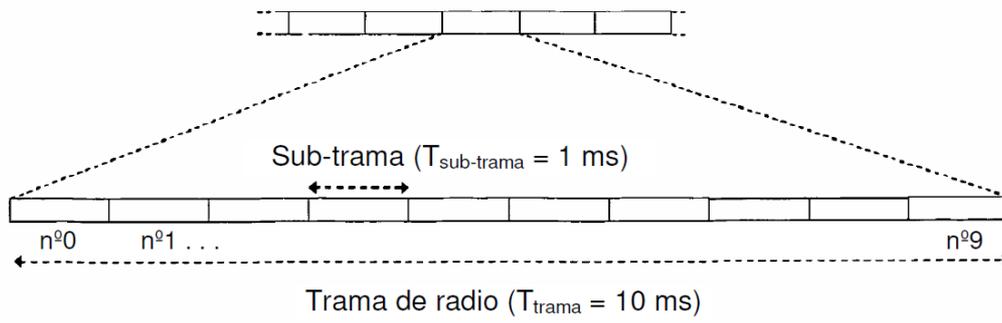


Fig. 3

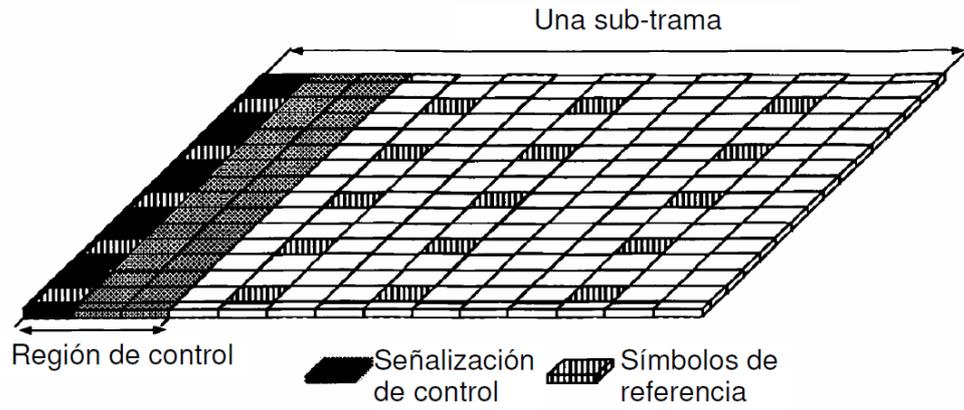


Fig. 4

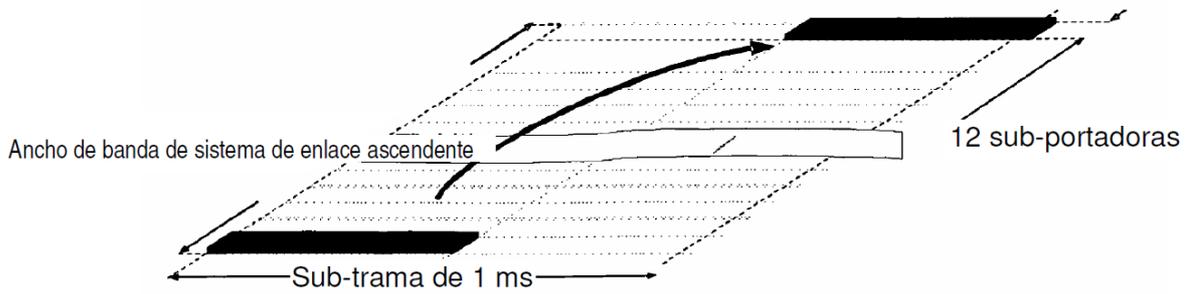


Fig. 5

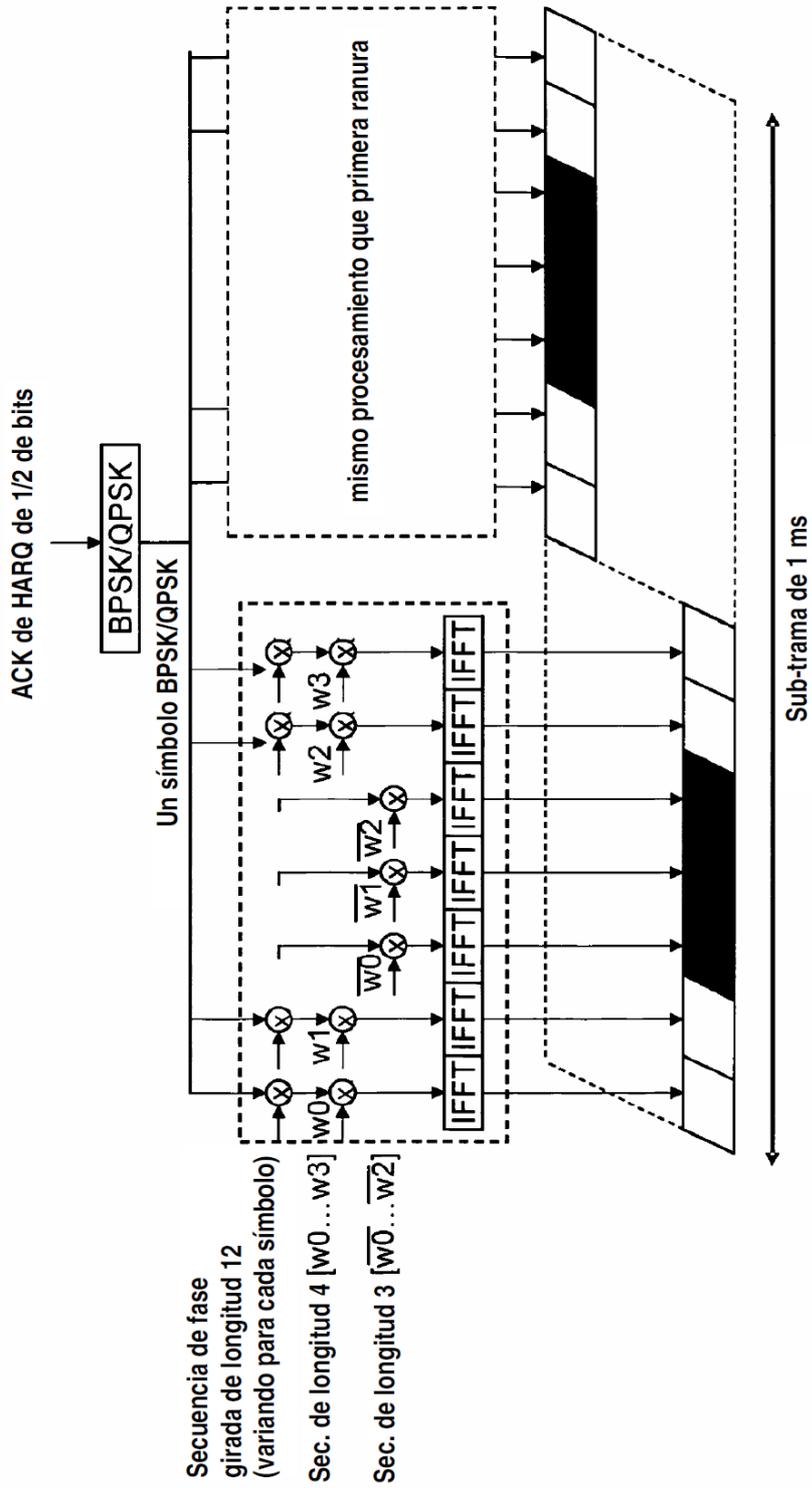


Fig. 6

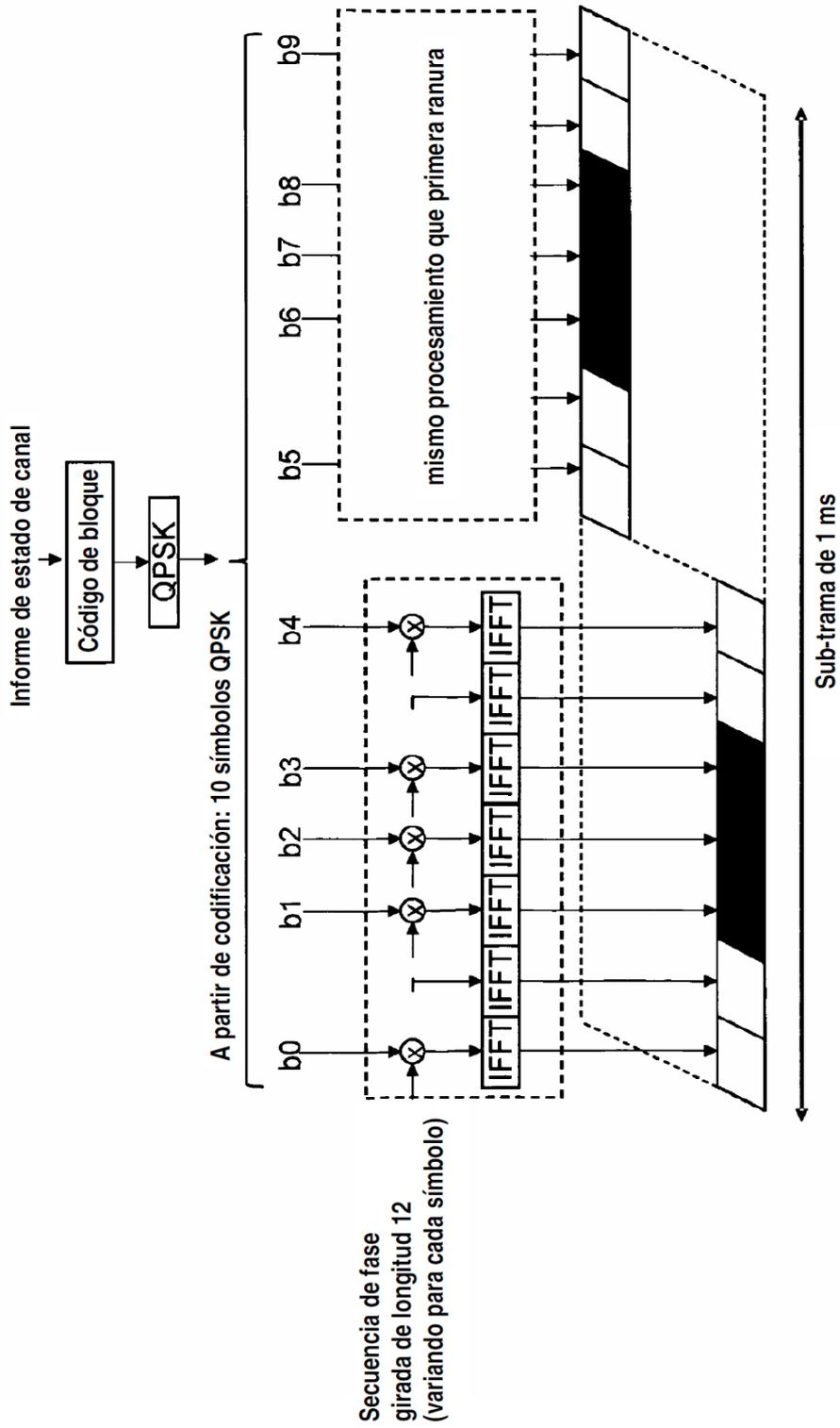


Fig. 7

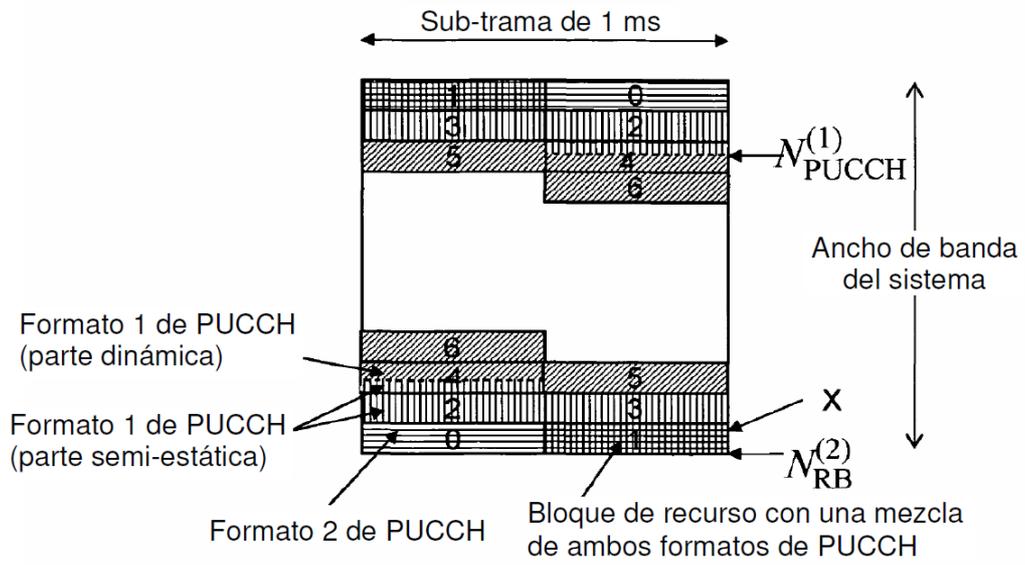


Fig. 8

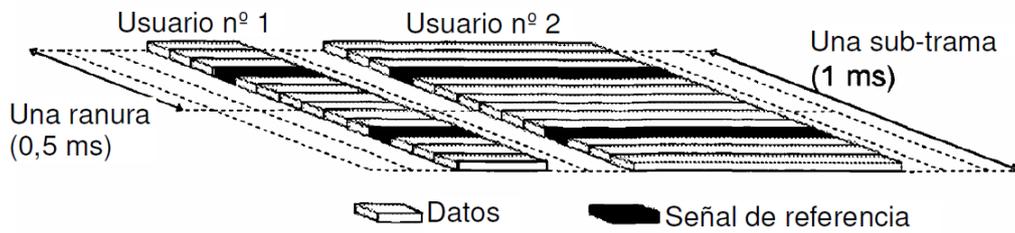


Fig. 9

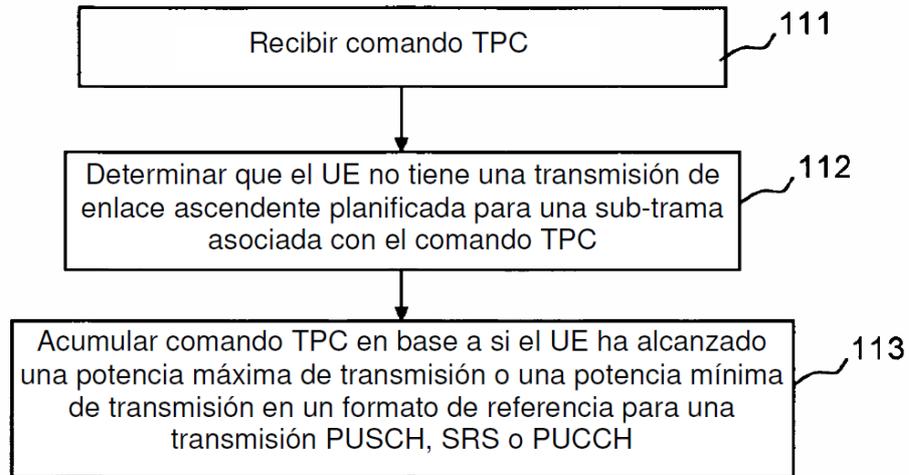


Fig. 11

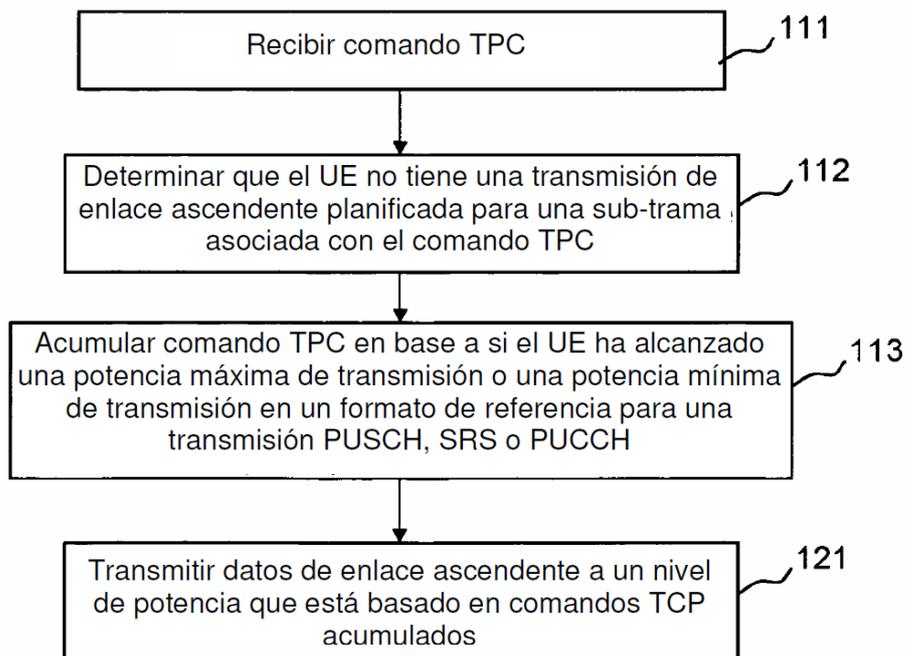


Fig. 12

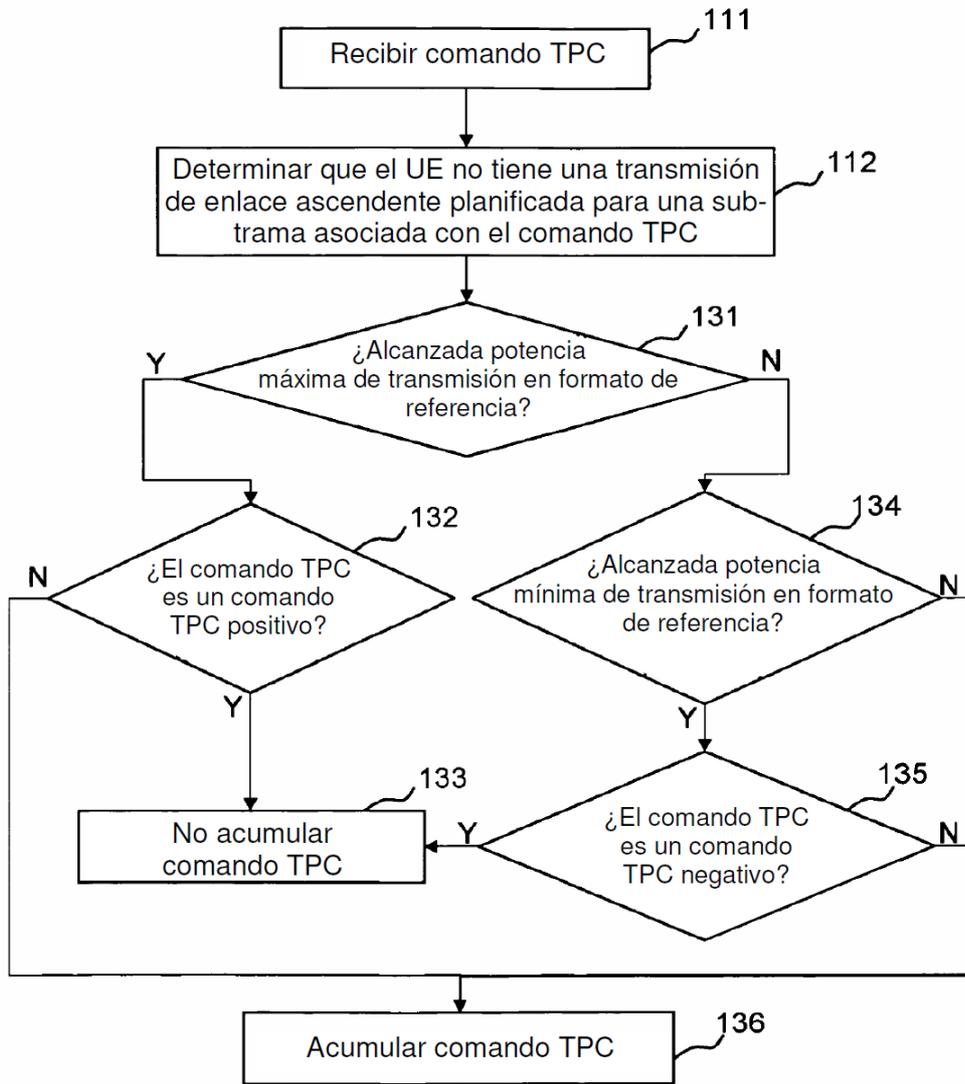


Fig. 13

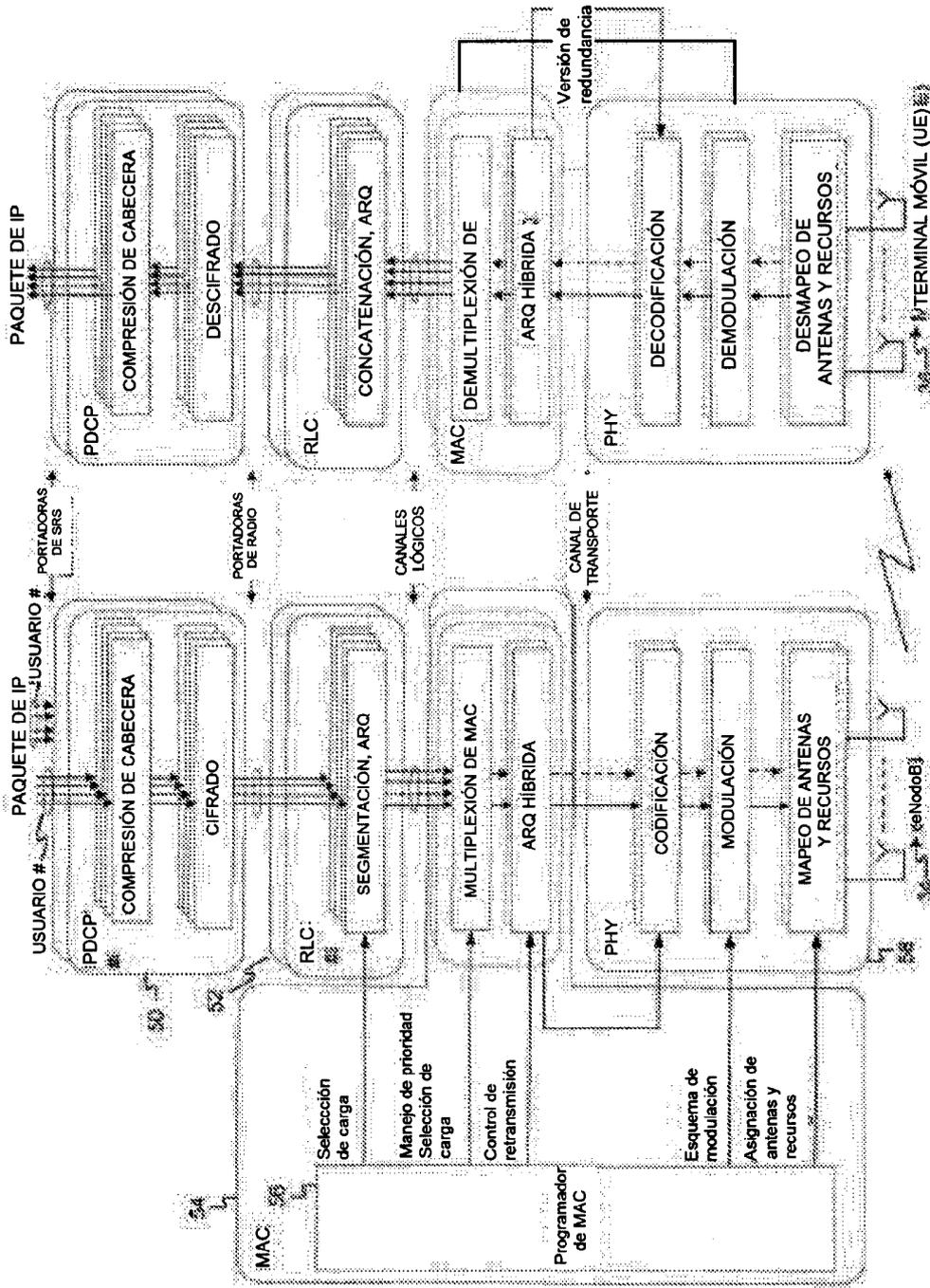


Fig. 14

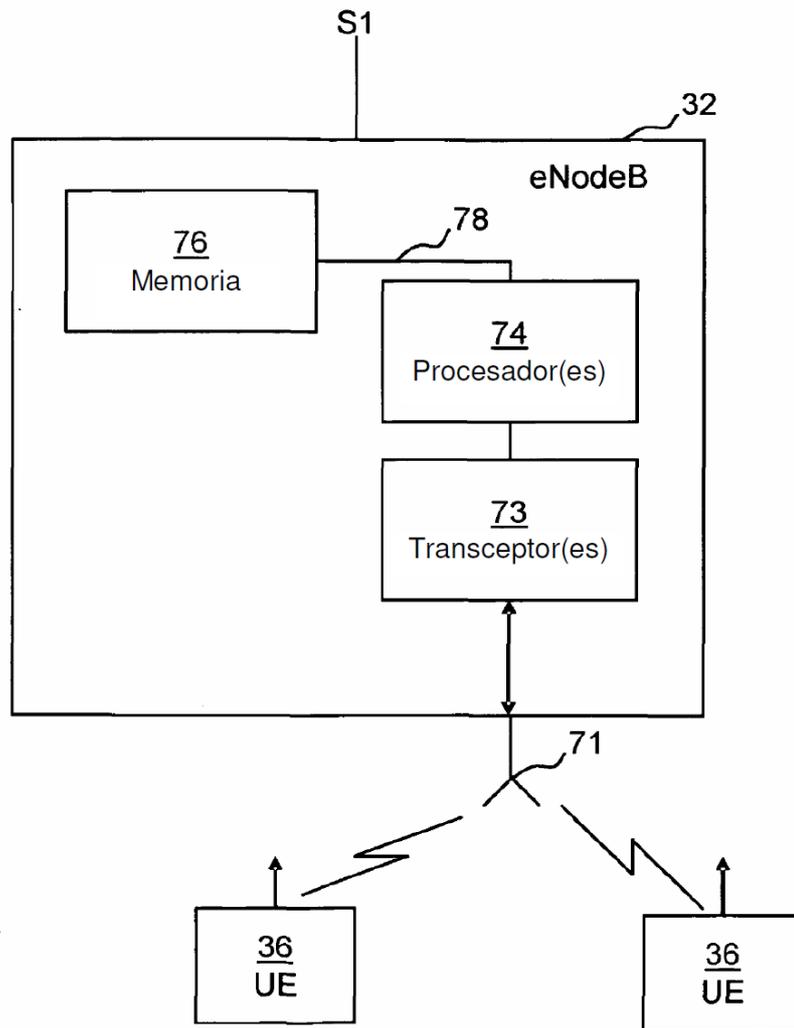


Fig. 15