

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 581 806**

51 Int. Cl.:

H04W 52/32 (2009.01)

H04W 52/12 (2009.01)

H04W 52/34 (2009.01)

H04W 52/14 (2009.01)

H04W 52/08 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.05.2011 E 11726188 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.05.2016 EP 2638747**

54 Título: **Control de potencia para formatos de ACK/NACK**

30 Prioridad:

01.04.2011 US 201113078212

10.11.2010 US 412068 P

09.11.2010 US 411527 P

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

07.09.2016

73 Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)
(100.0%)

164 83 Stockholm, SE

72 Inventor/es:

BALDEMAIR, ROBERT;
CHENG, JUNG-FU;
GERSTENBERGER, DIRK y
LARSSON, DANIEL

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 581 806 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

Control de potencia para formatos de ACK/NACK

Solicitudes relacionadas

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la Solicitud Provisional de EE.UU. N° 61/411.527 presentada el 9 de noviembre de 2010 y la Solicitud Provisional de EE.UU. N° 61/412.068 presentada el 10 de noviembre de 2010.

Campo técnico

La presente invención se refiere a control de potencia en sistemas de comunicación inalámbrica. Más particularmente y no a modo de limitación, la presente invención se dirige a un sistema y método para controlar la potencia de transmisión de una señal de Canal de Control de Enlace Ascendente Físico (PUCCH) en una red inalámbrica celular con Agregación de Portadora (CA).

Antecedentes

En un sistema de comunicación inalámbrica (por ejemplo, una red de telefonía celular de tercera generación (3G) o una de cuarta generación (4G) de Evolución a Largo Plazo (LTE)), una estación base (por ejemplo, un Nodo-B evolucionado o eNodoB (eNB) o una entidad similar) puede transmitir información de asignación de recursos de canal inalámbrico a un teléfono móvil o Equipo de Usuario (UE) a través de una señal de control de enlace descendente, tal como una señal de Canal de Control de Enlace Descendente (PDCCH) en redes del Proyecto de Cooperación de Tercera Generación (3GPP) 3G y 4G. Las redes celulares modernas usan Petición de Repetición Automática Híbrida (HARQ) en la cual, después de recibir esta transmisión de enlace descendente de PDCCH (es decir, transmisión desde una estación base a un dispositivo móvil), el UE puede intentar decodificarla e informar a la estación base si la decodificación fue un éxito (ACK o Reconocimiento) o no (NACK o Reconocimiento Negativo). Tal notificación se puede realizar por el UE usando una transmisión de enlace ascendente (es decir, transmisión desde un dispositivo móvil a una estación base en una red celular), tal como la señal de Canal de Control de Enlace Ascendente Físico (PUCCH) en las redes 3G y 4G. De esta manera, la señal de control de enlace ascendente de PUCCH desde el terminal móvil a la estación base puede incluir reconocimientos (ACK/NACK) de ARQ híbrida para datos de enlace descendente recibidos. El PUCCH puede incluir también adicionalmente informes de terminal (por ejemplo, en forma de uno o más bits de Indicador de Calidad de Canal (CQI)) relacionados con las condiciones de canal de enlace descendente. Tales informes se pueden usar por la estación base para ayudarla en programación de enlace descendente futura del teléfono móvil. El PUCCH además puede incluir peticiones de programación por el UE, indicando que el terminal móvil o UE necesita recursos de enlace ascendente para transmisiones de datos de enlace ascendente.

Las operaciones generales de los canales físicos de LTE se describen en diversas especificaciones de Acceso Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA) tales como, por ejemplo, las Especificaciones Técnicas (TS) del 3GPP 36.201 ("Physical Layer: General Description"), 36.211 ("Physical Channels and modulation"), 36.212 ("Multiplexing and Channel Coding"), 36.213 ("Physical Layer Procedures") y 36.214 ("Physical Layer – Measurements"). Estas especificaciones se pueden consultar para referencia adicional y se incorporan en la presente invención por referencia.

Se observa aquí que la Publicación 8 (Rel-8) de LTE ahora ha sido estandarizada para soportar anchos de banda de operación de hasta 20 MHz. No obstante, a fin de cumplir los requisitos de Telecomunicaciones Móviles Internacionales (IMT)-Avanzadas, el 3GPP ha iniciado el trabajo en la Publicación 10 (Rel-10) de LTE ("LTE Advanced") para soportar anchos de banda mayores que 20 MHz. Un requisito importante en la Rel-10 de LTE es asegurar la retro compatibilidad con Rel-8 de LTE. Ésta incluye compatibilidad espectral, es decir, una portadora de Rel-10 de LTE, más ancha que 20 MHz, debería parecer como un número de portadoras de LTE (menor) a un terminal de Rel-8 de LTE. Cada portadora menor tal se puede conocer como una Portadora Componente (CC). Se observa aquí que durante los despliegues iniciales de la Rel-10 de LTE, el número de terminales capaces de Rel-10 de LTE puede ser menor comparado con muchos terminales legados de LTE (por ejemplo, terminales de Rel-8). Por lo tanto, es necesario asegurar un uso eficiente de una portadora amplia (Rel-10) también para los terminales legados. En otras palabras, debería ser posible implementar portadoras donde los terminales legados se pueden programar en todas partes de la portadora de Rel-10 de LTE de banda ancha. Una forma de obtener este uso eficiente es por medio de Agregación de Portadora (CA). CA implica que un terminal de Rel-10 de LTE puede recibir múltiples CC, donde cada CC tiene o al menos la posibilidad de tener, la misma estructura que una portadora de Rel-8. La FIG. 1 ilustra el principio de agregación de CC. Como se muestra en la FIG. 1, un ancho de banda de operación de 100 MHz (indicado por el número de referencia "2") en la Rel-10 se puede construir mediante la agregación de cinco anchos de banda menores (contiguos, por simplicidad) de 20 MHz (en cumplimiento con los requisitos de la Rel-8) que se indican por los números de referencia "4" hasta "8". Se señala aquí que la Rel-10 soporta agregación de hasta cinco portadoras, cada una con un ancho de banda de hasta 20 MHz. De esta manera, por ejemplo, si se desea, la agregación de portadora en la Rel-10 también se puede usar para agregar dos portadoras de 5 MHz de ancho de banda cada una. La agregación de portadora en enlace ascendente y enlace descendente puede soportar de esta manera tasas de datos más altas que las posibles en sistemas de

comunicación legados (es decir, los UE que operan bajo la Rel-8 del 3GPP o por debajo). Los UE capaces de operar solamente sobre un único par de Enlace Descendente/Enlace Ascendente (DL/UL) se pueden referir como "UE legados", mientras que los UE capaces de operar sobre múltiples CC de DL/UL se pueden referir como "UE avanzados".

- 5 El número de CC agregados así como el ancho de banda de la CC individual puede ser diferente para el enlace ascendente y el enlace descendente. Una "configuración simétrica" se refiere al caso donde el número de CC en el enlace descendente y el enlace ascendente es el mismo, mientras que una "configuración asimétrica" se refiere al caso que el número de CC es diferente en el enlace ascendente y el enlace descendente. Es importante señalar que el número de CC configuradas en la red puede ser diferente del número de CC vistas por el terminal (o UE): Un terminal puede soportar, por ejemplo, más CC de enlace descendente que CC de enlace ascendente, incluso aunque la red ofrezca el mismo número de CC de enlace ascendente y de enlace descendente. El enlace entre las CC de DL y las CC de UL puede ser específico por UE.

15 La programación de una CC se hace en el PDCCH a través de asignaciones de enlace descendente. La información de control en el PDCCH se puede formatear como un mensaje de Información de Control de Enlace Descendente (DCI). En la Rel-8, un terminal solamente opera con una CC de DL y una de UL. Por lo tanto, la asociación entre asignación de DL, concesiones de UL y las CC de DL y UL correspondientes es clara en la Rel-8. No obstante, en la Rel-10, necesitan ser distinguidos dos modos de CA: El primer modo es muy similar a la operación de múltiples terminales de la Rel-8, es decir, una asignación de DL o concesión de UL contenida en un mensaje de DCI transmitido en una CC es o bien válido para la CC de DL en sí misma o bien para la CC de UL asociada (o bien a través de vinculación específica por celda o bien específica por UE). Un segundo modo de operación aumenta un mensaje de DCI con el Campo de Indicador de Portadora (CIF). Un mensaje de DCI que contiene una asignación de DL con CIF es válido para esa CC de DL indicada con el CIF y una DCI que contiene una concesión de UL con el CIF es válida para la CC de UL indicada.

25 Si se observa aquí que es deseable controlar la potencia de transmisión para una señal de transmisión (por ejemplo, una señal de PUCCH a ser transmitida desde el UE a una estación base) mientras que se intercambian datos entre una estación base (BS) y un UE. En particular, el control de potencia de transmisión de un canal de enlace ascendente es importante en términos de consumo de potencia del UE y fiabilidad de servicio. En transmisión de enlace ascendente, si una potencia de transmisión es demasiado débil, la BS no puede recibir una señal de transmisión del UE. Por otra parte, si la potencia de transmisión es demasiado fuerte, la señal de transmisión puede actuar como interferencia a una señal de transmisión de otro UE y puede aumentar el consumo de batería del UE que transmite tal señal potente.

30 Los mensajes de DCI para asignaciones de enlace descendente (de recursos de enlace ascendente) contienen, entre otros, asignación de bloque de recursos, parámetros relacionados con el esquema de modulación y codificación, versión de redundancia de HARQ, etc. Además de esos parámetros que se refieren a la transmisión de enlace descendente real, la mayoría de los formatos de DCI para asignaciones de enlace descendente también contienen un campo de bit para comandos de Control de Potencia de Transmisión (TPC). Estos comandos de TPC se pueden usar por el eNB para controlar la potencia de enlace ascendente del PUCCH correspondiente que se usa para transmitir la realimentación de HARQ (en respuesta al mensaje de DCI recibido a través del PDCCH). De manera más general, los comandos de TPC se usan para controlar la potencia de transmisión de un canal entre una estación base (BS) y un UE.

35 Cada asignación de DL se puede programar con su propio mensaje de DCI en el PDCCH. Dado que los formatos de DCI de la Rel-8 o formatos muy similares a la Rel-8 también se usan para la Rel-10, cada mensaje de DCI recibido en la Rel-10 por lo tanto contiene un campo de bit de TPC que proporciona un valor de ajuste para la potencia de transmisión para el PUCCH. Se observa aquí que el punto de operación para todos los formatos de PUCCH es común. Es decir, los formatos 1/1a/1b/2/2a/2b de PUCCH de la Rel-8 y formatos de PUCCH adicionales en la Rel-10, es decir, esquemas de realimentación de HARQ basados en el formato 3 de PUCCH y en la selección de canal todos usan el mismo bucle de control de potencia, con la excepción de los parámetros de control de potencia $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ y $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ (definidos más adelante con referencia a la ecuación (1)). Estos parámetros al menos tienen en cuenta diferente rendimiento y tamaños de carga útil para los diferentes formatos de PUCCH. Por lo tanto, estos parámetros se determinan individualmente por formato de PUCCH.

En la Rel-8, el control de potencia de PUCCH se define como sigue:

$$P_{PUCCH}(i) = \min\{P_{CMAX}, P_0_{PUCCH} + PL + h(n_{CQI}, n_{HARQ}) + \Delta_{F_PUCCH}(F) + g(i)\} \quad \dots(1)$$

55 En la ecuación (1) anterior, " $P_{PUCCH}(i)$ " se refiere a la potencia de transmisión de PUCCH para la subtrama "i" (por ejemplo, una subtrama de 1 ms en una trama radio de 10 ms); " P_{CMAX} " se refiere a la potencia de transmisión máxima configurada (en el UE) para la CC de PUCCH (por ejemplo, una PCC de UL (CC Primaria de Enlace Ascendente)); " P_0_{PUCCH} " se refiere a la potencia de recepción de PUCCH deseada (en el eNB u otro nodo de control

similar en LTE) señalada por las capas más altas (en una red de LTE); " $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ " se refiere a un parámetro de desplazamiento que depende del número " n_{CQI} " (≥ 0) de bits de CQI o el número " n_{HARQ} " (≥ 0) de bits de HARQ (en la señal de PUCCH a ser transmitida por el UE), para retener la misma energía por bit de información; " $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ " se refiere a un parámetro de desplazamiento que depende del formato de PUCCH (de la señal de PUCCH transmitida por el UE), para dar espacio suficiente para diferentes condiciones radio y de implementación del

$$g(i) = g(i) + \sum_{m=0}^{M-1} \delta_{PUCCH}(i - k_m)''$$

receptor (por ejemplo, eNB u otra estación base);

se refiere a un valor de

ajuste de potencia acumulado derivado del comando de TPC " $\delta_{PUCCH}(i)$ ". Los valores " M " y " k_m " dependen de si el modo de duplexación (por ejemplo, el modo de comunicación entre el UE y el eNB) es Dúplex por División de Frecuencia (FDD) o Dúplex por División de Tiempo (TDD); y "PL" se refiere a la pérdida de trayecto.

Es conocido que, en la Rel-8, el PUCCH soporta múltiples formatos tales como el formato 1, 1a, 1b, 2, 2a, 2b y una mezcla de los formatos 1/1a/1b y 2/2a/2b. Estos formatos de PUCCH se usan de la siguiente manera: el formato 1 de PUCCH usa un único bit de Indicador de Petición de Programación (SRI), el formato 1a de PUCCH usa un ACK/NACK de 1bit, el formato 1b de PUCCH usa un ACK/NACK de 2 bits, el formato 2 de PUCCH usa un CQI periódico, el formato 2a de PUCCH usa un CQI periódico con un ACK/NACK de 1 bit y el formato 2b de PUCCH usa un CQI periódico con un ACK/NACK de 2 bits.

En la Rel-8/9, $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ se define como sigue:

a. Para los formatos 1, 1a y 1b de PUCCH, $h(n_{CQI}, n_{HARQ})=0$

b. Para los formatos 2, 2a, 2b de PUCCH y prefijo cíclico normal

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \begin{cases} 10 \log_{10} \left(\frac{n_{CQI}}{4} \right) & \text{si } n_{CQI} \geq 4 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases}$$

c. Para el formato 2 de PUCCH y prefijo cíclico extendido

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \begin{cases} 10 \log_{10} \left[\frac{h(n_{CQI}, n_{HARQ})}{4} \right] & \text{si } n_{CQI} + n_{HARQ} \geq 4 \\ 0 & \text{de otro modo} \end{cases}$$

A este respecto, se hace referencia a la petición de cambio de borrador de la Especificación Técnica 36.213 del 3GPP, titulada "Introduction of Ref-10 LTE-Advanced features in 36.213" (R1-105111, reunión #62 del TSG-RAN del 3GPP, Madrid, España, 23-27 de agosto de 2010), en la cual se basa el preámbulo de las reivindicaciones independientes.

También se hace referencia al Asunto 6.2.2 de la Agenda de la reunión #62bis del TSG RAN WG1 de 3G (R1-105317, Xi'an, China, 11-15 de octubre de 2010).

Compendio

Como se mencionó anteriormente, uno de los parámetros de control de potencia de transmisión —es decir, $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ — se define para varios formatos de PUCCH soportados en la Rel-8. Además, se ha propuesto el formato 3 de PUCCH en la Rel-10 para aplicar $h(n_{CQI}, n_{HARQ})=10\log_{10}(n_{HARQ})$. No obstante, el valor logarítmico propuesto actualmente de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ para el formato 3 de PUCCH puede no proporcionar un control de potencia preciso.

Por lo tanto, es deseable tener una mejor determinación de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ para ambos de los formatos de PUCCH de CA en la Rel-10 (es decir, formato 3 de PUCCH y selección de canal) para conservar la misma energía por bit de información transmitido a través de la señal de PUCCH (desde el UE). Además es deseable proporcionar una metodología para determinar valores para el parámetro de control de potencia $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ para el formato 3 de PUCCH en la Rel-10 para facilitar un control de potencia más preciso de las transmisiones de enlace ascendente.

La presente invención proporciona una solución a la necesidad mencionada anteriormente de determinar $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ con más precisión para los dos formatos de PUCCH de CA en la Rel-10.

La presente invención proporciona un método de control de la potencia de transmisión de una señal de PUCCH a ser transmitida por un UE según la Reivindicación 1, un nodo de comunicación móvil según la Reivindicación 9 y un UE según la Reivindicación 14. Rasgos opcionales se exponen en las restantes reivindicaciones.

En una realización de la presente invención, $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ se basa en una función lineal de n_{HARQ} para ambos de los formatos de PUCCH de CA en la Rel-10. En base al formato de PUCCH de CA configurado para el UE, el eNB puede dar instrucciones al UE (por ejemplo, a través del campo de bit de TPC en la señal de PDCCH desde el eNB) para seleccionar o aplicar una función lineal específica de n_{HARQ} como un valor para el parámetro de control de potencia $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ para permitir al UE establecer con más precisión la potencia de transmisión de su señal de PUCCH. La presente invención también proporciona valores ejemplares para el parámetro $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ a ser usado para el formato 3 de PUCCH en la Rel-10.

En una realización, la presente invención se dirige a un método de control de potencia de transmisión de una señal de PUCCH a ser transmitida por un UE en comunicación inalámbrica con un procesador a través de una red inalámbrica asociada con el mismo. El método se caracteriza por los pasos de: usar el procesador, configurando un formato de PUCCH para la señal de PUCCH y usar el procesador, dando instrucciones al UE para aplicar solamente una función lineal de n_{HARQ} como un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$, en donde $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es un parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y que afecta a la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica un número de bits de Indicador de Calidad de Canal (CQI) y n_{HARQ} indica un número de bits de Petición de Repetición Automática Híbrida (HARQ) en la señal de PUCCH.

En otra realización, la presente invención se dirige a un nodo de comunicación móvil configurado para proporcionar una interfaz radio a un teléfono móvil en una red inalámbrica asociada con el teléfono móvil. El nodo de comunicación móvil se caracteriza por que comprende: un medio para configurar un formato de PUCCH para una señal de PUCCH a ser transmitida por el teléfono móvil; y un medio para dar instrucciones al teléfono móvil para

aplicar la siguiente función lineal de n_{HARQ} como un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$:
$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ}}{\alpha} + \beta$$
, en donde “ α ” es una constante entera y $|\beta| < 1$, en donde $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es un parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y que afecta a la potencia de transmisión de la señal de PUCCH; y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH.

En un ejemplo no según la invención también se describe en la presente memoria un sistema que comprende: un teléfono móvil operable en una red inalámbrica asociada con el mismo; y un nodo de comunicación móvil configurado para proporcionar una interfaz radio al teléfono móvil en la red inalámbrica. El nodo de comunicación móvil en el sistema se configura además para realizar lo siguiente: determinar un formato de PUCCH para una señal de PUCCH a ser transmitida por el teléfono móvil; y dar instrucciones al teléfono móvil para aplicar solamente una función lineal de n_{HARQ} como un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ en donde $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es un parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y que afecta a la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH.

En un ejemplo no según la invención también se describe en la presente memoria un método que comprende los pasos de: usar un procesador, recibiendo una señal de control de potencia desde un nodo de comunicación móvil para controlar la potencia de transmisión de una señal de PUCCH; en respuesta a la señal de control de potencia, seleccionando una función lineal de n_{HARQ} como un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ usando el procesador, en donde $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es un parámetro de control de potencia que afecta a la potencia de transmisión de la señal PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH; y, usar el procesador, transmitiendo la señal de PUCCH con la función lineal aplicada a la misma para controlar parcialmente la potencia de transmisión de la señal de PUCCH.

En otra realización, la invención se dirige a un UE operable en una red inalámbrica asociada con el mismo. El UE comprende: un medio para recibir una señal de control de potencia desde un nodo de comunicación móvil para controlar la potencia de transmisión de una señal de PUCCH a ser transmitida por el UE, en donde el nodo de comunicación móvil se configura para proporcionar una interfaz radio al UE en la red inalámbrica; y un medio para aplicar solamente una función lineal de n_{HARQ} como un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ en respuesta a la señal de control de potencia, en donde $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es un parámetro de control de potencia que afecta a la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH.

En un ejemplo no según la invención también se describe en la presente memoria un método para controlar la potencia de transmisión de una señal de PUCCH a ser transmitida por un UE en comunicación inalámbrica con un procesador a través de una red inalámbrica asociada con el mismo. La señal de PUCCH incluye un número de bits de CQI y un número de bits de HARQ. El método se caracteriza por los pasos de: usar el procesador, determinando si un formato de PUCCH para la señal de PUCCH usa diversidad de transmisión y, cuando se determina el formato de PUCCH usar diversidad de transmisión, seleccionando un parámetro de desplazamiento para el formato de PUCCH usando el procesador, en donde el parámetro de desplazamiento puede afectar o no al valor de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$, en donde $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es un parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y en donde el parámetro de desplazamiento afecta la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH.

En un ejemplo no según la invención también se describe en la presente memoria un UE operable en una red inalámbrica asociada con el mismo. El UE comprende: un medio para recibir un formato de PUCCH para una señal de PUCCH a ser transmitida por el UE, en donde el formato de PUCCH usa diversidad de transmisión y en donde la señal de PUCCH incluye un número de bits de CQI y un número de bits de HARQ; y un medio para seleccionar un parámetro de desplazamiento para el formato de PUCCH, en donde el parámetro de desplazamiento puede afectar o no al valor de $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$, en donde $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ es un parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y en donde el parámetro de desplazamiento afecta a la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH.

En un ejemplo no según la invención también se describe en la presente memoria un nodo de comunicación móvil configurado para proporcionar una interfaz radio a un teléfono móvil en una red inalámbrica asociada con el teléfono móvil. El nodo de comunicación móvil comprende: un medio para determinar si un formato de PUCCH para una señal de PUCCH a ser transmitida por el teléfono móvil usa diversidad de transmisión, la señal de PUCCH que incluye un número de bits de CQI y un número de bits de HARQ; y, cuando se determina el formato de PUCCH usar diversidad de transmisión, un medio para seleccionar un parámetro de desplazamiento para el formato de PUCCH, en donde el parámetro de desplazamiento puede afectar o no al valor de $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$, en donde $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ es un parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y en donde el parámetro de desplazamiento afecta a la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH.

La determinación lineal de $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ (y los valores resultantes para $\Delta_{\text{F_PUCCH}}(F)$) según las presentes enseñanzas puede proporcionar un control de potencia más preciso para los dos formatos de PUCCH en la Rel-10 – es decir, formato 3 de PUCCH y selección de canal comparado con si se adopta el mismo método para el formato 2 de PUCCH (es decir, determinación logarítmica). Un control de potencia más preciso puede conducir a menos interferencia entre celdas y capacidad de multiplexación alta en PUCCH y por lo tanto también a un rendimiento del sistema más alto (es decir, rendimiento de datos en el canal descendente para un UE) en PDSCH (Canal Compartido de Enlace Descendente Físico).

Breve descripción de los dibujos

En la siguiente sección, la invención se describirá con referencia a las realizaciones ejemplares ilustradas en las figuras, en las cuales:

La FIG. 1 ilustra el principio de agregación de Portadora Componente (CC);

La FIG. 2 es un diagrama de un sistema inalámbrico ejemplar en el que se puede implementar un control de potencia de PUCCH según las enseñanzas de una realización de la presente invención;

La FIG. 3 ilustra gráficos que representan Relaciones Señal a Ruido (SNR) de operación para el formato 3 de PUCCH bajo diferentes supuestos de modelo de canal;

La FIG. 4 representa aumentos relativos de SNR de operación para el formato 3 de PUCCH bajo diferentes supuestos de modelo de canal mostrados en la FIG. 3;

La FIG. 5 muestra que la misma función lineal para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ descrita con referencia a la FIG. 4 se puede usar para controlar la potencia de esquemas de realimentación de HARQ basados en selección de canal;

La FIG. 6 muestra trazas de SNR de operación relativa para dos diseños de realimentación de selección de canal que tienen diferentes umbrales de detección de DTX;

La FIG. 7 ilustra resultados simulados para el rendimiento a nivel de enlace de Diversidad de Transmisión de Recursos Ortogonales Espaciales (SORTD) para el formato 3 de PUCCH con el tamaño de carga útil de ACK/NACK de 2 a 11 bits;

La FIG. 8 ilustra resultados simulados para el rendimiento a nivel de enlace de SORTD para el formato 3 de PUCCH con el tamaño de carga útil de ACK/NACK de 2 a 21 bits;

La FIG. 9 representa aumentos relativos de SNR de operación para el formato 3 de PUCCH (con diversidad de transmisión) bajo diferentes supuestos de modelo de canal mostrados en la FIG. 7 y también ilustra que la misma función lineal para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ descrita inicialmente con referencia a la FIG. 4 se puede usar para controlar la potencia de una señal de formato 3 de PUCCH con diversidad de transmisión;

La FIG. 10 representa aumentos relativos de SNR de operación para el formato 3 de PUCCH (con diversidad de transmisión) bajo diferentes supuestos de modelo de canal mostrados en la FIG. 8 y también ilustra la forma en que la función lineal para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ descrita inicialmente con referencia a la FIG. 4 ajusta las trazas de PUCCH con diversidad de transmisión;

La FIG. 11 también ilustra aumentos relativos de SNR de operación para el formato 3 de PUCCH (con diversidad de transmisión) bajo diferentes supuestos de modelo de canal mostrados en la FIG. 8, pero muestra que una función lineal para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ que tiene una pendiente de 1/3 puede proporcionar un control de potencia mejor para las trazas de PUCCH (con diversidad de transmisión) en la FIG. 8;

- 5 La FIG. 12 es un diagrama de bloques de un teléfono móvil ejemplar o UE 12 según una realización de la presente invención; y

La FIG. 13 es un diagrama de bloques de un eNodoB ejemplar según una realización ejemplar de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

- 10 En la siguiente descripción detallada, se exponen numerosos detalles específicos a fin de proporcionar una comprensión minuciosa de la invención. No obstante, se entenderá por los expertos en la técnica que la presente invención se puede poner en práctica sin estos detalles específicos. En otros casos, métodos, procedimientos, componentes y circuitos bien conocidos no tienen que ser descritos en detalle para no oscurecer la presente invención. Adicionalmente, se debería entender que aunque la invención se describe ante todo en el contexto de una red de telefonía/datos celular, la invención se puede implementar en otras formas de redes inalámbricas también (por ejemplo, una red de datos inalámbrica de ámbito corporativo, una red de comunicación por satélite y similares).

- La referencia en toda esta especificación a “una realización” significa que un rasgo, estructura o característica particular descrita en conexión con la realización se incluye en al menos una realización de la presente invención. De esta manera, las apariciones de las frases “en una realización” o “según una realización” (u otras frases que tienen similar significado) en varios lugares en toda esta especificación no son todas necesariamente con referencia a la misma realización. Además, los rasgos, estructuras o características particulares se pueden combinar de cualquier manera adecuada en una o más realizaciones. Además, dependiendo del contexto de la discusión en la presente memoria, un término singular puede incluir sus formas plurales y un término plural puede incluir su forma singular.

- 25 Se señala desde el principio que los términos “acoplado”, “conectado”, “que conecta”, “que conecta eléctricamente”, etc., se usan intercambiamente en la presente memoria para referirse de manera general a la condición de estar conectado eléctricamente. De manera similar, una primera entidad se considera que está en “comunicación” con una segunda entidad (o entidades) cuando la primera entidad envía y/o recibe eléctricamente (ya sea a través de un medio cableado o inalámbrico) señales de información (ya sea que contienen información de voz o información de datos no de voz/control) a la segunda entidad con independencia del tipo (analógico o digital) de esas señales. Se señala además que las diversas figuras (incluyendo diagramas, gráficos o tablas de componentes) mostradas y tratadas en la presente memoria son solamente con propósitos ilustrativos y no están dibujados a escala.

- La FIG. 2 es un diagrama de un sistema inalámbrico ejemplar 10 en el que se puede implementar control de potencia de PUCCH según las enseñanzas de una realización de la presente invención. El sistema 10 puede incluir un teléfono móvil 12 que está en comunicación inalámbrica con una red de transporte 14 de un proveedor de servicios inalámbrico a través de un nodo de comunicación 16 de la red de transporte 14. El nodo de comunicación 16 puede ser, por ejemplo, una estación base en una red 3G o un Nodo-B evolucionado (eNodoB) cuando la red de transporte es una red de Evolución a Largo Plazo (LTE) y puede proporcionar una interfaz radio al teléfono móvil 12. En otras realizaciones, el nodo de comunicación 16 también puede incluir un controlador de emplazamiento, un punto de acceso (AP) o cualquier otro tipo de dispositivo de interfaz radio capaz de operar en un entorno inalámbrico. Se señala aquí que los términos “teléfono móvil”, “teléfono inalámbrico” y “equipo de usuario (UE)” se pueden usar intercambiamente en la presente memoria para referirse a un dispositivo de comunicación inalámbrico que es capaz de comunicación de voz y/o datos a través de una red de transporte. Algunos ejemplos de tales teléfonos móviles incluyen teléfonos celulares o equipos de transferencia de datos (por ejemplo, un Asistente Digital Personal (PDA) o un buscapersonas), teléfonos inteligentes (por ejemplo, iPhone™, Android™, Blackberry™, etc.), ordenadores o cualquier otro tipo de dispositivos de usuario capaces de operar en un entorno inalámbrico. De manera similar, los términos “red inalámbrica” o “red de transporte” se pueden usar intercambiamente en la presente memoria para referirse a una red de comunicación inalámbrica (por ejemplo, una red celular) que facilita comunicación de voz y/o datos entre dos equipos de usuario (UE).

- Además para proporcionar una interfaz aérea (por ejemplo, como se representa por un enlace inalámbrico 17 en la FIG. 2) al UE 12 a través de una antena 19, el nodo de comunicación 16 también puede realizar gestión de recursos radio (como, por ejemplo, en caso de un eNodoB en un sistema LTE) tal como, por ejemplo, a través de Agregación de Portadora (CA) (por ejemplo, agregación de hasta 5 portadoras cada una que tiene un ancho de banda de hasta 20 MHz) mencionada anteriormente. En caso de una red de transporte 3G 14, el nodo de comunicación 16 puede incluir funcionalidades de una estación base 3G junto con algunas o todas las funcionalidades de un Controlador de Red Radio (RNC) 3G para realizar el control de potencia de PUCCH tratado anteriormente. Los nodos de comunicación en otros tipos de redes de transporte (por ejemplo, redes 4G y más allá) también se pueden configurar de manera similar.

En una realización, el nodo 16 se puede configurar (en hardware, a través de software) o ambos) para implementar el control de potencia de PUCCH como se trata en la presente memoria. Por ejemplo, cuando una arquitectura hardware existente del nodo de comunicación 16 no se puede modificar, la metodología de control de potencia de PUCCH según una realización de la presente invención se puede implementar a través de programación adecuada de uno o más procesadores (por ejemplo, el procesador 95 (o, más particularmente, la unidad de procesamiento 99) en la FIG. 13) en el nodo de comunicación 16. La ejecución del código del programa (por un procesador en el nodo 16) puede hacer al procesador realizar control de potencia de PUCCH como se trata en la presente memoria. De esta manera, en la discusión de más adelante, aunque el nodo de comunicación 16 se puede referir como “que realiza”, “que logra” o “que lleva a cabo” una función o proceso, es evidente para un experto en la técnica que tal ejecución se puede lograr técnicamente en hardware y/o software según se desee. De manera similar, el UE 12 se puede configurar adecuadamente (en hardware y/o software) para realizar su parte de control de potencia de PUCCH como se trata en más detalle a continuación.

La red de transporte 14 puede incluir una red central 18 acoplada al nodo de comunicación 16 y que proporciona funciones lógicas y de control (por ejemplo, gestión de cuenta de abonado, facturación, gestión de movilidad de abonado, etc.) en la red 18. En caso de una red de transporte LTE, la red central 18 puede ser una Pasarela de Acceso (AGW). Con independencia del tipo de red de transporte 14, la red central 18 puede funcionar para proporcionar conexión del UE 12 a otros teléfonos móviles que operan la red de transporte 14 y también a otros dispositivos de comunicación (por ejemplo, teléfonos fijos) o recursos (por ejemplo, un sitio web de Internet) en otras redes de voz y/o datos externas a la red de transporte 14. A ese respecto, al red central 18 se puede acoplar a una red de paquetes conmutados 20 (por ejemplo, una red del Protocolo de Internet (IP) tal como Internet) así como una red de circuitos conmutados 22 tal como la Red Telefónica Pública Conmutada (PSTN) para lograr las conexiones deseadas más allá de los dispositivos que operan en la red de transporte 14. De esta manera, a través de la conexión del nodo de comunicación 16 a la red central 18 y el enlace radio del teléfono 12 con el nodo de comunicación 16, un usuario del teléfono 12 puede acceder inalámbricamente (o sin problemas) a muchos recursos o sistemas diferentes más allá de los que operan dentro de la red de transporte 14 de un operador.

Como se entiende, la red de transporte 14 puede ser una red de telefonía celular en la que el UE 12 puede ser una unidad de abonado. No obstante, como se mencionó antes, la presente invención es operable en otras redes inalámbricas no celulares también (ya sean redes de voz, redes de datos o ambas). Además, partes de la red de transporte 14 pueden incluir, independientemente o en combinación, cualquiera de las redes de comunicación cableadas o inalámbricas presentes o futuras tales como, por ejemplo, la PSTN o un enlace de comunicación basada en satélite. De manera similar, como también se mencionó anteriormente, la red de transporte 14 se puede conectar a Internet a través de su conexión de red central 18 a la red IP (paquetes conmutados) 20 o puede incluir una parte de Internet como parte de la misma.

Si está presente o no la Agregación de Portadora (CA), durante el acceso inicial, un terminal (o UE) de la Rel-10 de LTE puede comportarse similar a un terminal de la Rel-8 de LTE. Tras la conexión con éxito a la red, el terminal se puede configurar – dependiendo de sus propias capacidades y la red – con CC adicionales en el UL y DL. Esta configuración se puede basar en señalización de Control de Recursos Radio (RRC). No obstante, debido a la pesada señalización y la velocidad más bien lenta de la señalización de RRC, un terminal se puede configurar inicialmente (por el eNB 16) con múltiples CC incluso aunque no todas ellas se usen actualmente. Si el terminal/UE 12 se configura en múltiples CC, el terminal puede tener que monitorizar todas las CC de DL configuradas para el PDCCH y el Canal Compartido de Enlace Descendente Físico (PDCCH). Esto puede requerir un ancho de banda más ancho, tasas de muestreo más altas, etc., lo cual puede provocar consumo de potencia alto en el UE 12.

Para mitigar los problemas anteriores con las configuraciones en múltiples CC, la Rel-10 de LTE también soporta activación de CC (en la parte superior de la configuración de las CC mencionadas anteriormente) por el eNB 16. En una realización, el terminal o UE 12 monitoriza solamente las CC configuradas y activadas para el PDCCH y PDSCH. En una realización, la activación se puede basar en elementos de control de Control de Acceso al Medio (MAC), que pueden ser más rápidos que la señalización de RRC. La activación/desactivación basada en MAC puede seguir el número de CC que se requiere para cumplir las necesidades de tasa de datos actual. Tras la llegada de cantidades de datos grandes, se activan múltiples CC (por ejemplo, por el eNB 16), usadas para transmisión de datos y se desactivan si no se necesitan más. Todas excepto una CC – la CC Primaria de DL (PCC de DL) – se pueden desactivar. La activación por lo tanto proporciona la posibilidad de configurar múltiples CC pero activarlas solamente de una forma según se necesiten. La mayoría del tiempo, un terminal o UE 12 tendría una o muy pocas CC activadas, provocando un ancho de banda de recepción más bajo y de esta manera un consumo de batería reducido.

No obstante, si la señalización MAC (y, especialmente, la señalización de realimentación de HARQ (por el UE 12) que indica si el comando de activación se ha recibido con éxito) produce errores, entonces, en una realización, el formato de PUCCH de CA se puede basar en el número de CC configuradas. De esta manera, en el caso de más de una CC configurada para el UE 12, el formato de PUCCH de CA de la Rel-10 se puede seleccionar para ese UE 12 por el eNB 16 y comunicar al UE 12 a través de una señal de control de enlace descendente (por ejemplo, la señal de PUCCH). Por otra parte, en caso de configuración de una única CC para el UE 12, se puede seleccionar un formato de PUCCH en la Rel-8.

Desde una perspectiva de UE, se pueden soportar tanto configuraciones de CC de enlace ascendente/enlace descendente (UL/DL) simétricas como asimétricas. Cuando el UE 12 se configura con una única CC de DL (que entonces es la PCC de DL) y una CC de UL (que entonces es la PCC de UL), el eNB 16 puede dar instrucciones al UE 12 para operar ACK/NACK dinámico en PUCCH según la Rel-8. El primer Elemento de Canal de Control (CCE) usado para transmitir el PUCCH para asignación de DL determina el recurso de ACK/NACK dinámico en la Rel-8 de PUCCH. Si solamente una CC de DL se vincula específicamente por celda con la PCC de UL, pueden no ocurrir colisiones de PUCCH dado que todos los PUCCH se transmiten usando un primer CCE diferente.

En un escenario de CA asimétrica o por otras razones, múltiples CC de DL pueden vincularse específicamente por celda con la misma CC de UL. Los terminales configurados con la misma CC de UL pero con diferente CC de DL (es decir, con cualquiera de las CC de DL que están vinculadas específicamente por celda con la CC de UL) comparten la misma PCC de UL pero tienen diferentes PCC de DL. Los terminales que reciben sus asignaciones de DL de diferentes CC de DL pueden transmitir su realimentación de HARQ en la misma CC de UL. Es decisión del programador de eNB (no mostrado en la FIG. 2, pero mostrado en la FIG. 13) asegurar que no ocurren colisiones de PUCCH. No obstante, al menos en la Rel-10, un terminal puede no estar configurado con más CC de UL que CC de DL.

En una realización, cuando el UE 12 tiene múltiples CC de DL configuradas para el mismo (por el eNB 16), cada PDCCH transmitido en la PCC de DL tiene un recurso de PUCCH de la Rel-8 reservado en la PCC de UL. Incluso aunque un terminal se configure con múltiples CC de DL, pero solamente reciba una asignación de PCC de DL, aún puede usar el recurso de PUCCH de la Rel-8 en la PCC de UL. Una realización alternativa puede usar, incluso para una única asignación de PCC de DL, el PUCCH de CA que permite realimentación de bits de HARQ que corresponden al número de CC configuradas – incluso aunque solamente se active y use la PCC de DL. En otra realización, tras la recepción de asignaciones de DL en una única CC Secundaria (SCC) o recepción de múltiples asignaciones de DL, se puede usar un PUCCH de CA dado que PUCCH de CA puede soportar realimentación de bits de HARQ de múltiples CC.

El control de potencia para PCCH se describe en la sección 5.1.2.1 en la Publicación 10 de la TS 36.213 del 3GPP (mencionada anteriormente). La descripción de esa sección se incorpora en la presente memoria por referencia en su totalidad. Como es conocido, el control de potencia para el PUCCH contiene una parte general para todos los formatos de PUCCH y parámetros específicos que se basan en la carga útil en el PUCCH. La parte específica ante todo contiene los dos parámetros $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ y $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$. El parámetro $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ define la diferencia de ejecución relativa entre el formato 1a de PUCCH y el formato de PUCCH usado actualmente (para el UE 12). Para el formato 3 de PUCCH en la Rel-10, se pueden determinar de 3 a 4 valores diferentes (como se trata más adelante) para este desplazamiento relativo. Estos valores pueden cubrir implementaciones potenciales de receptor de eNB diferentes. El parámetro $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$, por otra parte, adapta la potencia de transmisión de PUCCH (en el UE 12) al número de bits que se transmiten en la señal de PUCCH desde el UE 12. Como se da en la sección de "antecedentes" anterior, para PUCCH 1a/1b, el valor de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es 0 dB, dado que estos formatos solamente soportan un tamaño de carga útil único/fijo (ACK/NACK de 1 o 2 bits) para el formato. El formato 3 de PUCCH en la Rel-10 no obstante es similar al formato 2 de PUCCH en la Rel-8 por que soporta tamaños de carga útil diferentes (variables). Es deseable por lo tanto que el control de potencia sea adaptable en base al número de bits de ACK/NACK que se transmiten con el formato 3 de PUCCH.

La FIG. 3 ilustra gráficos 30-35 que representan las SNR (Relación Señal a Ruido) de operación para el formato 3 de PUCCH bajo diferentes supuestos de modelo de canal. Los valores de las SNR de operación para el formato 1a de PUCCH (ACK/NACK de 1 bit) para los modelos de canal supuestos también se muestran como referencia e identifican por el número de referencia "37". Por facilidad de ilustración, cada símbolo geométrico 38-43 representado para los valores de SNR para el formato 1a no se identifica individualmente en la FIG. 3, sino que se identifican colectivamente a través del número de referencia "37". No obstante, cada uno de los símbolos geométricos 38-43 se identifica en la sección de leyenda de la FIG. 3 y también se marca en el gráfico correspondiente 30-35. Se señala aquí que las trazas 30-35 y 37 son resultados de simulación de señales de PUCCH recibidas en un eNB (por ejemplo, el eNB 16) bajo seis tipos diferentes de canal radio supuesto (es decir, canales de peatón o vehículo) y velocidades (de los UE en el tipo de canal correspondiente): (i) un Canal de Peatón Mejorado (EPA) que tiene 10 MHz de ancho de banda y velocidad de UE de 3 km/h (es decir, la velocidad del UE cuando el UE se lleva por un peatón) (identificado por un triángulo lateral 38); (ii) un canal Urbano Típico Mejorado (ETU) que tiene un ancho de banda de 5 MHz y una velocidad de UE de 3 km/h (identificado por una marca "x" 39); (iii) un canal ETU de 5 MHz con velocidad de UE de 120 km/h (es decir, la velocidad del UE cuando el UE se lleva por un vehículo) (identificado por una forma de diamante 40); (iv) un canal EPA de 10 MHz con una velocidad de UE de 3 km/h y presencia de una señal de enlace ascendente adicional – la Señal de Referencia de Sondeo (SRS) – desde el UE al eNB (identificada por un círculo 41); (v) un canal ETA de 5 MHz con velocidad de UE de 3 km/h y presencia de una señal SRS (identificada por un triángulo hacia arriba 42); y (un canal ETU de 5 MHz con una velocidad de UE de 120 km/h y presencia de una señal SRS (identificada por un triángulo hacia abajo 43).

Se señala aquí que una señal SRS se puede enviar por un UE (por ejemplo, el UE 12) a un eNB (por ejemplo, el eNB 16). El UE puede usar la señal SRS para permitir al eNB proporcionar programación de enlace ascendente dependiente de canal (es decir, selectiva en frecuencia). En respuesta a la señal SRS del UE, el eNB puede

proporcionar información de programación solicitada a través de señalización de PDCCH/PDSCH desde el eNB. La señal SRS se puede enviar independientemente de la señal de PUCCH.

Se observa a partir de la FIG. 3 que el formato 3 de PUCCH acortado (que se limita a un máximo de 11 bits de ACK/NACK en contraposición a 21 bits de ACK/NACK en la FIG. 4 tratada más adelante) puede causar desplazamientos de SNR pequeños para cada bit de carga útil (ACK/NACK) adicional. Con un tamaño de desplazamiento medio de menos de 0,3 dB, un término de control de potencia de PUCCH adicional (por ejemplo, en el contexto de la ecuación (1)) que cuenta las subtramas de SRS explícitamente no se puede garantizar en las señales del formato 3 de PUCCH.

La FIG. 4 representa aumentos relativos de SNR de operación para el formato 3 de PUCCH bajo diferentes supuestos de modelo de canal mostrados en la FIG. 3. Para ser capaz de determinar $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ y la función correcta de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ para el formato 3 de PUCCH en la Rel-10, se supone en el contexto de la FIG. 4 que un eNB (por ejemplo, el eNB bajo simulación o el eNB 16 en una implementación de la vida real) puede controlar correctamente la potencia del formato 1a de PUCCH. Con ese supuesto, es deseable ajustar una curva/traza que adapta la pendiente de todas las diferentes trazas 30-35 en la FIG. 3 para determinar un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ en las realizaciones de las FIG. 3-4. La determinación de $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ se puede hacer en el mismo proceso calculando la diferencia entre los gráficos del formato 1a de PUCCH y del formato 3 de PUCCH correspondiente para cada tipo de canal y velocidad.

Para construir la FIG. 4, cada traza 30-35 en la FIG. 3 (incluyendo los resultados del formato 1a de PUCCH 37) se han movido arbitrariamente de manera que todas las trazas se sitúan en la parte superior unas de otras. Este proceso de esta manera permite a uno encontrar la pendiente de todas las trazas cuando se ponen juntas, determinando por ello $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$. En base a la determinación de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$, también es posible entonces determinar la $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ correspondiente para cada escenario de canal. Además, en las FIG. 3 y 4, el receptor simulado (por ejemplo, el eNB u otra estación base) puede emplear un algoritmo de detección de DTX (Transmisión Discontinua) adecuado. Como es conocido, con transmisión discontinua, la comunicación entre un eNB y un UE sobre un canal no ocurre continuamente, sino que se puede hacer a ciclos de encendido y apagado según los requisitos de transmisión de datos. De esta manera, un canal capaz de DTX puede no estar activo continuamente.

Se señala aquí que, por facilidad de ilustración y claridad, cada gráfico de la FIG. 3 que aparece en la FIG. 4 no se ha identificado individualmente. De manera similar, en otras figuras (es decir, las FIG. 5-11) tratadas en la presente memoria, cuando se necesita claridad, se evita una identificación detallada de diversos gráficos a través de números de referencia. Además, por facilidad de discusión, los números de referencia 38-43 y los símbolos geométricos correspondientes asociados con diferentes modelos de canal se usan coherentemente en todas las FIG. 3-6 presentadas en la presente memoria. De manera similar, los números de referencia 64-66 y los símbolos geométricos correspondientes asociados con diferentes modelos de canal se usan coherentemente en todas las FIG. 7-11 tratadas más adelante.

En la FIG. 4, el intervalo de bits de ACK/NACK (también referido como "A/N") se expande (hasta 21 bits) para cubrir los resultados de simulación proporcionados previamente (en la FIG. 3) para el formato 3 de PUCCH bajo diferentes supuestos de modelo de canal. En la FIG. 4, la traza 45 se ajusta razonablemente bien sobre otras trazas (es decir, versiones cambiadas de las trazas 30-35 de la FIG. 3). Se observa a partir de la traza 45 que la fórmula siguiente puede ajustar los aumentos de SNR muy bien para las trazas 30-35 en las FIG. 3-4:

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ} - 1}{2} \quad \dots (2)$$

Además, a partir de las posiciones relativas de las trazas del formato 3 y del formato 1a de PUCCH, se observa que dos de los valores para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ pueden ser 0 y 1 dB. Para dar algún margen de implementación extra, un valor adicional para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ puede ser 2 dB. El cuarto valor para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ puede ser dejado como repuesto (para determinación específica por implementación) y se puede utilizar en caso de que resultados de evaluación de SNR de la vida real indiquen que hay necesidad de expandir el intervalo de valores de $\Delta_{F_PUCCH}(F)$. Se señala aquí que, en una realización, la señalización de RRC puede tener 2 bits asignados para transportar un valor de $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ para un formato de PUCCH específico, permitiendo por ello cuatro (4) valores diferentes a ser especificados para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$. En una realización alternativa, se puede especificar cualquier longitud de valores (≥ 0) para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ dependiendo, por ejemplo, del número de bits reservados para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ en un protocolo de señalización radio.

Como se mencionó antes, se ha propuesto para el formato 3 de PUCCH en la Rel-10 aplicar $h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = 10 \log_{10}(n_{HARQ})$. La FIG. 4 también muestra una traza 47 para esta fórmula basada en logaritmo (que se modifica ligeramente deduciendo 4,5 dB para proporcionar la aproximación más cercana a los gráficos 30-35 en la FIG. 4) para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$. Se ve a partir de la traza 47 que la fórmula basada en logaritmo propuesta para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ no parece ajustarse a los datos así como a la determinación lineal proporcionada en la ecuación (2) anterior.

De esta manera, en una realización, para el formato 3 de PUCCH, el parámetro $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ puede constar de los

valores $\{0 \text{ dB}, 1 \text{ dB}, 2 \text{ dB}, \text{repuesto}\}$ y $h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ} - 1}{2}$. De esta manera, los valores para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ según una realización de la presente invención proporcionan margen relacionado con la implementación y cubren diferentes implementaciones del receptor (es decir, eNB u otra estación base). Además, los valores para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ también cubren diferentes escenarios de operación en los que puede ser desplegado un eNB (por ejemplo, el eNB 16) (por ejemplo, si el entorno radio alrededor del eNB crea un canal muy dispersivo, etc.). En una realización, el valor para el parámetro $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ se puede expresar de manera más general como:

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ}}{\alpha} + \beta \quad \dots(3)$$

En la ecuación (3) anterior, " α " es una constante entera y $|\beta| < 1$. El valor de " β " se podría o bien incluir en el

$h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ (como en el caso de la ecuación (3) anterior) o se podría incluir en $\Delta_{F_PUCCH}(F)$. En el contexto de la ecuación (2) $\alpha = 2$ y $\beta = -1/2$. No obstante, los valores de α y β pueden ser posibles en otras realizaciones. Por ejemplo, en la realización de la FIG. 11 tratada más adelante, $\alpha = 3$ y $\beta = -1/3$.

De esta manera, según una realización de la presente invención, el eNB 16 puede configurar inicialmente un formato de PUCCH para el UE 12. En caso de agregación de portadora (CA), el eNB 16 puede especificar un formato de PUCCH de CA tal como el formato 3 de PUCCH o selección de canal. En base al formato de PUCCH de CA, el eNB 16 puede dar instrucciones al UE 12 para aplicar solamente una función lineal de n_{HARQ} (que se da, por ejemplo, por las ecuaciones (2) y (3) anteriores) como un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ para controlar la potencia de transmisión de la señal de PUCCH a ser transmitida por el UE 12. En una realización, las funciones lineales adecuadas para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ se pueden almacenar en una memoria (mostrada en la FIG. 12) en el UE 12. Estas funciones pueden abordar condiciones de canal, si se usa o no diversidad de transmisión (como se trata más adelante), etc. El eNB 16 puede especificar (por ejemplo, a través de una indicación (por ejemplo, un valor específico o combinación de bits) a través de un comando de TPC en un mensaje de DCI en el PDCCH) al UE 12 cuáles de esas funciones almacenadas aplicar para control de potencia. De manera similar, el UE 12 también puede almacenar un conjunto de valores para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ según las enseñanzas en la presente memoria. El eNB 16 también puede especificar (por ejemplo, a través del comando de TPC) qué valor para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ se puede usar por un UE 12 específico en base a las condiciones de canal existentes y formato de PUCCH. El UE 12 se puede configurar para seleccionar los valores específicos del eNB para varios parámetros de control de potencia de enlace ascendente.

Se observa aquí que, debido a que todos los comandos TPC abordan la misma CC de UL y/o referencia de PUCCH, en una realización, puede ser deseable transmitir solamente el comando de TPC verdadero en un campo de TPC y reutilizar campos de TPC en otros mensajes de DCI para información relacionada con control no de potencia. Hacer esto puede permitir tasas de datos más altas para información de control no redundante.

Con referencia ahora a la ecuación (2), si se usa el formato 3 de PUCCH para ACK/NACK de CA, en una realización, la n_{HARQ} de la ecuación (2) se puede basar en uno o más de los siguientes: (i) el número de bits de ACK/NACK (en la señal de PUCCH a ser transmitida por el UE 12), que corresponde al número de portadoras componentes configuradas y modos de transmisión configurados en las CC configuradas; (ii) el número de bits de ACK/NACK que corresponden al número portadoras componentes configuradas activadas y modos de transmisión configurados en las CC activadas; y (iii) el número de bits de ACK/NACK que corresponde al número de bloques de transporte recibidos en el UE 12 (por ejemplo, el número de bits de ACK/NACK a ser transmitido realmente por el UE 12 para los bloques de transporte recibidos). Los modos de transmisión pueden incluir diversos modos de transmisión de UL/DL de Múltiples Entradas Múltiples Salidas (MIMO) en LTE.

Se observa aquí que puede ser muy raro que un UE no se programe en todos los recursos que puede recibir. En otras palabras, si el UE se activa en múltiples portadoras componentes y se programa, entonces el UE se programa la mayoría de las veces en todas sus portadoras componentes activadas. Para evitar una situación en la que el UE transmita con potencia demasiado baja, en una realización, puede ser deseable que el UE fije su potencia en el formato 3 de PUCCH en base al número de portadoras componentes activadas.

No obstante, si el eNB y el UE tienen diferente comprensión acerca del número de portadoras componentes activadas, en una realización, el valor de n_{HARQ} para el formato 3 de PUCCH se puede basar en el número de CC configuradas y no en el número de portadoras componentes activadas. Hay principalmente dos aspectos aquí: (i) error NACK -> ACK o ACK -> NACK en el mensaje de (des)activación de MAC en caso de que una portadora componente se active o desactive y (ii) el caso con desactivación autónoma de portadoras componentes por el UE. La desactivación autónoma se introdujo en caso de que el eNB "olvide" desactivar las portadoras componentes. De esta manera, se podría evitar una situación de desactivación autónoma por lo tanto a nivel de eNB mediante una implementación de eNB adecuada. No obstante, los errores NACK -> ACK o ACK -> NACK pueden ocurrir aún en

algunas situaciones, pero el impacto de ellos puede ser pequeño si solamente afectan al control de potencia comparado con la parte de codificación debido a que, para el control de potencia, el eNB podría compensar transmitiendo algunos comandos de TPC adicionales. Además, si el control de potencia se basa en el número de portadoras componentes activadas junto con los modos de transmisión configurados en estas portadoras componentes, la potencia transmitida del UE puede corresponder en la mayoría de los casos al número de portadoras componentes programadas.

Por otra parte, si el formato 3 de PUCCH para ACK/NACK no CA, n_{HARQ} en la ecuación (2) anterior se puede basar en uno o más de los siguientes: (i) el número de bits de ACK/NACK que corresponde al número máximo de bloques de transporte de DL programados posibles que corresponde a una configuración de subtrama de UL/DL utilizada y modos de transmisión configurados para el UE 12; (ii) el número de bits de ACK/NACK que corresponden al número máximo de bloques de transporte de DL programados posibles dentro de la ventana de realimentación de la subtrama de UL donde se transmite el formato 3 de PUCCH; y (iii) el número de bits de ACK/NACK que corresponde al número de bloques de transporte recibidos en el UE 12. En una realización, los datos (a ser enviados al eNB 16) pueden llegar a una unidad de codificación (no mostrada) en el UE 12 en forma de un máximo de un bloque de transporte por Intervalo de Tiempo de Transmisión (TTI) (que puede ser igual a una duración de trama de 1 ms). En todos de los tres casos, se puede realizar agrupación espacial de manera que se genera como máximo un bit de ACK/NACK por subtrama de DL asociada.

Se señala aquí que aunque n_{HARQ} en las ecuaciones (2) y (3) se puede determinar de manera general en términos del número de bits de ACK/NACK, en ciertas realizaciones, las peticiones de programación (SR) también se podrían tener en cuenta de la misma manera que los bits de ACK/NACK en la determinación del valor de n_{HARQ} . De esta manera, en algunas realizaciones, el parámetro n_{HARQ} puede corresponder solamente al número de bits de ACK/NACK, pero, en otras realizaciones, donde la SR se transmite conjuntamente junto con el ACK/NACK, n_{HARQ} también puede contar las SR también (es decir, además de los bits de A/N). Además, en algunas otras realizaciones, el número de bits de ACK/NACK para el valor de n_{HARQ} también puede tener en cuenta cualquier mensaje de desactivación de Programación Semipermanente (SPS) desde el UE 12.

La FIG. 5 muestra que la misma función lineal para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ descrita con referencia a la FIG. 4 se puede usar para controlar la potencia de esquemas de realimentación de HARQ basados en selección de canal (CS), tales como los descritos por el Documento de Contribución del 3GPP N° R1-105807, "Way forward on A/N mapping table for channel selection, Nokia Siemens Networks" (referido en la presente memoria como "R1-105807"), que se incorpora por referencia en la presente memoria en su totalidad. Como se mencionó antes, el PUCCH de CA en la Rel-10 se puede hacer de dos formas diferentes: (i) el uso de formato 3 de PUCCH (tratado anteriormente con referencia a las FIG. 3-4) o (ii) Selección de Canal (CS). El principio básico del segundo método de PUCCH de CA – es decir, selección de canal – es que el UE se asigna a un conjunto de recursos de formato 1a/1b de PUCCH por el eNB. El eNB entonces selecciona uno de los recursos asignados según la secuencia de ACK/NACK (que puede incluir bits de detección de DTX) que el UE debería transmitir. Una vez que se selecciona el recurso, el UE transmitiría entonces la secuencia de ACK/NACK usando una señal de Modulación por Desplazamiento de Fase en Cuadratura (QPSK) o una señal de Modulación por Desplazamiento de Fase Binaria (BPSK). El eNB detecta qué recurso usa el UE y qué valor de QPSK o BPSK realimenta el UE en el recurso usado y combina esta detección en una respuesta de HARQ para celdas de DL asociadas. De esta manera, el número de bits de A/N en el método de selección de canal de PUCCH de CA puede oscilar de 2 a 4 bits como se ilustra en el eje x en la FIG. 5.

En la FIG. 5, similar a la FIG. 4, se combinan diversas simulaciones de trazas de SNR individuales para obtener aumentos relativos de SNR de operación. Por el bien de la claridad y facilidad de ilustración, estas trazas se identifican colectivamente por el número de referencia "50". De manera similar, los puntos de datos para el formato 1a de PUCCH también se muestran como referencia e identifican por el número "52".

Como en el caso de la FIG. 4, el valor de $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}}) = \frac{n_{\text{HARQ}} - 1}{2}$ (ecuación (2) anterior) se ajusta razonablemente bien en la realización de la FIG. 5 como se puede ver por la traza 54. La FIG. 5 también muestra una traza 55 para la fórmula basada en logaritmo propuesta para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ (que se modifica ligeramente deduciendo 3,5 dB para proporcionar la aproximación más cercana a los gráficos 50 en la FIG. 5). De nuevo, similar al caso en la FIG. 4 se ve a partir de la traza 55 que la fórmula basada en logaritmo propuesta para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ no parece que se ajuste a los datos así como la determinación lineal proporcionada en la ecuación (2) anterior.

La FIG. 6 muestra las trazas relativas de SNR de operación 56-57 para dos diseños de realimentación de selección de canal que tienen diferentes umbrales de detección de DTX. Para diseños de realimentación de selección de canal alternativos, tales como el proporcionado en el Documento de Presentación del 3GPP N° R1-105476, "Mapping Tables for Format 1b with Channel Selection" (referido en la presente memoria como "R1-105476"), que se incorpora en la presente memoria por referencia en su totalidad, el umbral de detección de DTX del receptor (es decir, el eNB u otra BS) se puede fijar no uniformemente para el intervalo de bits de realimentación de HARQ (que puede oscilar de 2 a 4 bits de A/N como se mencionó antes). Más específicamente, se consideran dos casos a continuación con referencia a las trazas simuladas 56-57 en la FIG. 6. (Los puntos de datos 58 para el formato 1a de PUCCH también se proporcionan como referencia).

(1) El umbral de detección de DTX de un receptor (por ejemplo, el eNB 16) se puede fijar uniformemente para lograr, por ejemplo, $\text{Frec}(\text{PUCCH DTX} \rightarrow \text{ACK bits}) \leq 10^{-3}$. Las trazas 56 en la FIG. 6 y las trazas 50 en la FIG. 5 representan el caso de CS en el que $\text{Frec}(\text{DTX} \rightarrow \text{ACK}) = 0,001$. Como en el caso de las trazas 50 en la FIG. 5, la misma función lineal $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ (indicada por la traza 54) se puede usar para las trazas 56 para controlar la potencia de este esquema de realimentación de HARQ basado en selección de canal con ajuste de umbral de detección de DTX uniforme. La razón para el umbral de detección de DTX más riguroso es que algunos valores de NACK se correlacionan a DTX y la probabilidad de que $\text{Pr}(\text{NACK} \rightarrow \text{ACK}) \leq 10^{-3}$.

(2) Para el caso especial de 3 bits de realimentación de A/N, el diseño de R1-105476 proporciona la flexibilidad de fijar alternativamente el umbral de detección de DTX a $\text{Frec}(\text{PUCCH DTX} \rightarrow \text{ACK bits}) \leq 10^{-2}$ dado que no se correlacionan eventos de NACK a DTX. Debido a este requisito de detección perdedor, la SNR de operación se mejora en alrededor de 0,75 dB (como se ve a partir de las trazas 57 para A/N = 3 bits) cuando se compara con los ajustes de detección de DTX normales (es decir, puntos de datos correspondientes en las trazas 56 para A/N = 3 bits). Este desplazamiento de SNR se puede abordar de dos formas: (a) en una realización, el desplazamiento de SNR de operación de 0,75 dB se puede compensar por la red de transporte a través del comando de TPC δ_{PUCCH} de un eNB (por ejemplo, el eNB 16). De esta manera el eNB se puede configurar para proporcionar este desplazamiento de SNR como parte de su control de potencia de PUCCH, (b) En otra realización, un término de ajuste automático adicional de, por ejemplo, -0,75 dB (o -1 dB) se puede insertar en los valores de $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ (por ejemplo, la ecuación (3) dada anteriormente) o la función $\Delta_{\text{F-PUCCH}}(F)$ tratada anteriormente. En una realización, una solución basada en implementación se puede usar para resolver este tipo de caso de desplazamiento de SNR mediante un comando TPC en el eNB.

De esta manera, se ve a partir de los resultados de la simulación en la FIG. 5 (en los que el esquema de realimentación de HARQ se basa en la tabla de selección de canal proporcionada en R1-105807) y la FIG. 6 (en la que un esquema de realimentación de HARQ se basa en la tabla de selección de canal proporcionada en R1-105476) que la función lineal $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ (por ejemplo, que se proporciona en la ecuación (2)) proporciona mejores valores de control de potencia para un PUCCH de CA basado en CS que la función logarítmica propuesta. Como se mencionó antes, en una realización, la detección de DTX del receptor (eNB) para 2 o 4 bits de HARQ se puede basar en $\text{Frec}(\text{PUCCH DTX} \rightarrow \text{ACK bits}) \leq 10^{-3}$, mientras que, para realimentación de 3 bits de HARQ, la detección de DTX del receptor se puede basar o bien en $\text{Frec}(\text{PUCCH DTX} \rightarrow \text{ACK bits}) \leq 10^{-3}$ o bien $\text{Frec}(\text{PUCCH DTX} \rightarrow \text{ACK bits}) \leq 10^{-2}$.

En una realización, se puede usar un esquema de diversidad de transmisión para el Formato 3 de PUCCH. Un ejemplo de tal esquema de diversidad de transmisión es Diversidad de Transmisión de Recurso Ortogonal Espacial (SORTD), donde se transmite la misma información por el eNB en cada puerto de antena (no mostrado) usando un recurso ortogonal. Otros esquemas de diversidad de transmisión incluyen Alamouti (diversidad de transmisión basada en tiempo y frecuencia) y diversidad de transmisión de frecuencia conmutada. Como se trató con referencia a las FIG. 7 hasta 11, la determinación lineal del parámetro de control de potencia de PUCCH $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ según las presentes enseñanzas se puede usar igualmente en caso de formato 3 de PUCCH con diversidad de transmisión.

La FIG. 7 ilustra resultados simulados para el rendimiento a nivel de enlace de Diversidad de Transmisión de Recursos Ortogonal Espacial (SORTD) para el formato 3 de PUCCH con el tamaño de carga útil de ACK/NACK de 2 a 11 bits. Por otra parte, la FIG. 8 ilustra resultados simulados para la ejecución a nivel de enlace de SORTD para el formato 3 de PUCCH con el tamaño de carga útil de ACK/NACK de 2 a 21 bits. De esta manera, en las FIG. 7 y 8 (y también en las FIG. 9-11 tratadas más adelante), la carga útil A varía entre 2 y 21 bits. En las realizaciones de las FIG. 7-8 (y también en las FIG. 9-11), la detección de DTX del receptor se puede basar en $\text{Frec}(\text{PUCCH DTX} \rightarrow \text{ACK bits}) \leq 10^{-2}$.

En la FIG. 7, las trazas 60-62 son para modelos de canal con diversidad de transmisión (SORTD). Estos modelos de canal se representan por símbolos gráficos (un triángulo lateral, una marca "x" y una forma de diamante) identificados por los números correspondientes "64", "65" y "66". Como antes, los puntos de datos de referencia simulados para el formato 1a de PUCCH (ACK/NACK de 1 bit y con diversidad de transmisión) para estos modelos de canal se identifican colectivamente por el número de referencia "68". En la FIG. 8, trazas similares para el formato 3 de PUCCH (con diversidad de transmisión) se muestran por los números de referencia 70 hasta 72 y los puntos de datos de formato 1 (con diversidad de transmisión) se identifican por los números de referencia "74". De esta manera, como las FIG. 7-8, las trazas para el formato 1a en las FIG. 9-11 (tratadas anteriormente) también usan SORTD en correspondencia con las trazas respectivas para el formato 3 en el mismo (que usa diversidad de transmisión también).

La FIG. 9 representa aumentos relativos de SNR de operación para el formato 3 de PUCCH (con diversidad de transmisión) bajo diferentes supuestos de modelo de canal mostrados en la FIG. 7 y también ilustra que la misma función lineal para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ descrita inicialmente con referencia a la FIG. 4 se puede usar para controlar la potencia de una señal de formato 3 de PUCCH con diversidad de transmisión. En la FIG. 9, el tamaño de carga útil varía de 2 a 11 bits y la colocación relativa de las trazas de formato 3 de PUCCH 60-62 (de la FIG. 7) se puede lograr de la misma manera que la tratada anteriormente con referencia a la FIG. 4. Se ve a partir de la FIG. 9 que el

valor lineal para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ que se da por la ecuación (2) anterior y se traza como la traza 78 en la FIG. 9, puede ajustar las trazas de PUCCH 60-62 mejor que el valor logarítmico sugerido de $h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = 10 \log_{10}(n_{HARQ})$ (que se representa por la traza 80 y modifica ligeramente deduciendo 5 dB para proporcionar la aproximación más cercana a los gráficos 60-62 colocados relativamente en la FIG. 9).

La FIG. 10 representa aumentos relativos de SNR de operación para el formato 3 de PUCCH (con diversidad de transmisión) bajo diferentes supuestos de modelo de canal mostrados en la FIG. 8 y también ilustra la forma en que la función lineal para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ descrita inicialmente con referencia a la FIG. 4 (y también como la ecuación (2)) ajusta las trazas de PUCCH 70-72 con diversidad de transmisión. La FIG. 11 también ilustra aumentos relativos de SNR de operación para el formato 3 de PUCCH (con diversidad de transmisión) bajo diferentes supuestos de modelo de canal mostrados en la FIG. 8, pero muestra que una función lineal para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ que tiene una pendiente de 1/3 puede proporcionar un control de potencia mejor para las trazas de PUCCH 70-72 en la FIG. 8. En las FIG. 10-11, el tamaño de carga útil de ACK/NACK, varía de 2 a 21 bits. En las FIG. 10-11, la colocación relativa de las trazas de formato 3 de PUCCH 70-72 (de la FIG. 8) se puede lograr de la misma manera que la tratada anteriormente con referencia a la FIG. 4. Se ve a partir de la FIG. 10 que el valor lineal para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$, que se da por la ecuación (2) anterior y se traza como la traza 82 en la FIG. 10, puede no ser un ajuste mejor para las trazas de PUCCH 70-72 comparado con el valor logarítmico sugerido de $h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = 10 \log_{10}(n_{HARQ})$ (que se representa por la traza 84 y modifica ligeramente deduciendo 4,6 dB para proporcionar la aproximación más cercana a los gráficos colocados relativamente 70-72 en la FIG. 10). No obstante, en el caso de la FIG. 11, se ve que el valor lineal

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ} - 1}{3}$$

para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ (dado por y trazado como la traza 86 en la FIG. 11) puede ajustar las trazas de PUCCH 70-72 mejor que el valor logarítmico sugerido de $h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = 10 \log_{10}(n_{HARQ})$ (que se representa por la traza 88 y modifica ligeramente deduciendo 6,4 dB para proporcionar la aproximación más cercana a los gráficos colocados relativamente 70-72 en la FIG. 11).

En las realizaciones de las FIG. 7-11, se puede usar un código de Reed-Muller (RM) para codificar la carga útil de PUCCH (bits de A/N). No obstante, dado que el código de RM único se define solamente para hasta 11 bits, en una realización, un código de RM doble se puede aplicar para tamaños de carga útil (bits de A/N) mayores que 11 bits. De esta manera, debido a que el codificador conmuta a 12 bits, el aumento de la Relación Señal a Interferencia más Ruido (SINR) puede cambiar y una función lineal única (como, por ejemplo, en la ecuación (2)) puede no ser ya más la aproximación preferida. De esta manera, como se muestra en la FIG. 9 – donde los tamaños de carga útil de

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ} - 1}{2}$$

ACK/NACK varían entre 2 y 11 bits – se ve que la función con pendiente 1/2 es una buena adaptación. No obstante, en la FIG. 10, donde se muestra el aumento de SINR de operación de 2 a 21 bits,

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ} - 1}{2}$$

se puede ver que la misma aproximación ya no puede ser más un buen ajuste. De esta manera, en la FIG. 11, el aumento de SINR de operación se modela con la

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ} - 1}{3}$$

función, que puede proporcionar un mejor ajuste.

En una realización, el aumento de SINR de operación para el Formato 3 de PUCCH con SORTD (diversidad de transmisión) se puede modelar para todos los tamaños de carga útil de ACK/NACK con la misma función lineal, por

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ} - 1}{3}$$

ejemplo. En otra realización, la SINR de operación se puede aproximar con diferentes funciones para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ dependiendo del tamaño de carga útil de ACK/NACK, por ejemplo,

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ} - 1}{2}$$

se puede usar para hasta 11 bits de A/N y para 12 bits y por encima se puede

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ} - 1}{3}$$

usar. De esta manera, el eNB 16 puede dar instrucciones al UE 12 o bien para aplicar una función única o bien una combinación de funciones para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ dependiendo del tamaño de carga útil en la señal de formato 3 de PUCCH (con diversidad de transmisión) a ser transmitida por el UE 12.

En una realización, en lugar de basar la función $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ (que puede ser lineal como se da por la ecuación (3) anterior o puede ser no lineal como la fórmula basada en logaritmo propuesta para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ en la Rel-10) solamente en el tamaño de carga útil de ACK/NACK, uno también puede considerar si un formato de PUCCH dado (por ejemplo, el formato 1a, 2, 2a, 3, etc. de PUCCH) usa o no diversidad de transmisión. De esta manera, $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ (lineal o no lineal) se puede generalizar en $h(n_{CQI}, n_{HARQ}, S_{TXD})$ donde el parámetro S_{TXD} indica si se usa o no diversidad de transmisión. En caso de presencia de diversidad de transmisión, pueden aplicarse consideraciones adicionales como se trata más adelante.

En una realización, el aumento de SINR de operación para un formato de PUCCH dado (con diversidad de transmisión) puede ser relativo a la SINR requerida para el formato 1a de PUCCH sin diversidad de transmisión. Si, no obstante, el formato 1a de PUCCH también usa diversidad de transmisión, puede aumentar la diferencia entre los valores de SINR para el formato 1a (con diversidad de transmisión) y el formato de PUCCH dado (con diversidad de transmisión). La función $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ (lineal o no lineal) puede no depender por lo tanto solamente de si el formato de PUCCH dado (por ejemplo, el formato 2, 2a, 3, etc. de PUCCH) usa diversidad de transmisión, pero también si el formato 1a de PUCCH usa diversidad de transmisión. En esta situación, hasta cuatro funciones diferentes para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ (por ejemplo, cada una puede ser lineal en la forma dada por la ecuación (3) y puede tener una pendiente diferente y/o " β " como se determina según las presentes enseñanzas o cada una puede ser no lineal como en el caso de la función logarítmica propuesta en la Rel-10 o puede haber una combinación de funciones lineales y no lineales dependiendo del formato de PUCCH dado) se pueden proporcionar para los cuatro casos que implican el formato 1a de PUCCH con/sin TxD y fatigar el formato de PUCCH dado (por ejemplo, el formato 2a, 3, etc. de PUCCH) con/sin diversidad de transmisión. Estas cuatro funciones pueden ser específicas de red y se pueden almacenar en una memoria (mostrada en la FIG. 12) en el UE 12 anterior a la operación del UE en la red 14 o, alternativamente, estas funciones se pueden proporcionar por el eNB 16 (según la implementación de la red) y almacenar en la memoria del UE tras la conexión inicial del UE 12 a la red 14. Dependiendo de su configuración (por ejemplo, con agregación de portadora, sin agregación de portadora, con/sin diversidad de transmisión, etc.), por ejemplo, por el eNB 16, en una realización, el UE 12 puede elegir una de entre estas cuatro funciones de su memoria.

En una realización, un nuevo parámetro de desplazamiento (referido en la presente memoria como " $\Delta_{TxD}(F)$ "), que puede ser independiente de y no parte de la función $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ (ya sea lineal o no lineal), se puede señalar (por ejemplo, por el eNB 16) como un parámetro de control de potencia para cada formato de PUCCH que tiene configurada diversidad de transmisión. Si el UE se configura por capas más altas para transmitir el PUCCH en dos puertos de antena (es decir, con diversidad de transmisión), entonces el valor $\Delta_{TxD}(F)$ se puede proporcionar por capas más altas como se trata en la TS 36.213 (Publicación 10) del 3GPP, donde cada formato de PUCCH "F" se define en la TS 36.211 del 3GPP: "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA): Physical channels and modulation". En una realización, para el formato 3 de PUCCH (con diversidad de transmisión), algunos valores ejemplares para $\Delta_{TxD}(F)$ pueden ser 0 dB y -1 dB como se puede observar a partir de una comparación de las FIG. 3 y 7. En otra realización, algunos valores ejemplares para $\Delta_{TxD}(F)$ pueden ser 0 dB y -2 dB. La ecuación (4) de más adelante es una versión modificada de la ecuación (1) que incluye este nuevo parámetro $\Delta_{TxD}(F)$:

$$P_{PUCCH}(i) = \min\{P_{CMAX}, P_0_{PUCCH} + PL + h(n_{CQI}, n_{HARQ}) + \Delta_{F_PUCCH}(F) + g(i) + \Delta_{TxD}(F)\} \quad \dots(4)$$

Se observa aquí que $\Delta_{TxD}(F)$ se muestra como un parámetro separado en la ecuación (4) y puede no afectar el valor de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$. No obstante, en una realización, $\Delta_{TxD}(F)$ puede ser parte de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ en la fórmula de control de potencia general y, por lo tanto, puede afectar al valor de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$.

En una realización, si el formato 1a de PUCCH con/sin diversidad de transmisión solamente influye a este nuevo parámetro $\Delta_{TxD}(F)$, pero no a la pendiente de la aproximación para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ (ya sea lineal o no lineal), entonces se puede usar el mismo valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ para un formato de PUCCH dado (por ejemplo, el formato 2, 2a, 3, etc. de PUCCH) con independencia de si este formato de PUCCH dado es con/sin diversidad de transmisión y este valor de "h" puede ser independiente del formato 1a de PUCCH con/sin diversidad de transmisión. En este caso, el UE 12 se puede configurar (por ejemplo, por el fabricante del UE 12 o un operador de la red 14) para seleccionar un valor para el parámetro de desplazamiento $\Delta_{TxD}(F)$, dependiendo del Formato 1a de PUCCH con/sin diversidad de transmisión. En una realización, diversos valores de $\Delta_{TxD}(F)$ se pueden almacenar en la memoria del UE. Alternativamente, la red 14 (por ejemplo, a través del eNB 16) puede señalar el desplazamiento ($\Delta_{TxD}(F)$) al UE 12 (por ejemplo, a través de un mensaje de DCI en una señal de PUCCH). Se señala aquí que, en caso de diversidad de transmisión, la selección de un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ o, alternativamente, para el parámetro de desplazamiento $\Delta_{TxD}(F)$, puede ser específico del UE dado que la configuración de diversidad de transmisión es específica del UE. De esta manera, en contraste con el parámetro " β " en la ecuación (3) anterior, en caso de diversidad de transmisión, el parámetro de desplazamiento $\Delta_{TxD}(F)$ puede no estar incluido en el parámetro específico de celda $\Delta_{F_PUCCH}(F)$.

Se señala aquí que a pesar de que la discusión precedente (incluyendo las discusiones relacionadas con la determinación basada en linealidad de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$, el uso del parámetro de desplazamiento $\Delta_{TxD}(F)$, etc.) se proporciona en el contexto de SORTD, la misma discusión aplica a cualquier otro esquema de diversidad de transmisión también. De esta manera, en una realización, la función $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ que aproxima la SINR de operación depende de si se usa o no diversidad de transmisión. Además, las discusiones precedentes de determinación del valor del parámetro de control de potencia de PUCCH $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ como una función lineal de

n_{HARQ} y el uso del parámetro de desplazamiento $\Delta_{\text{TxD}}(F)$ independiente de la función “h” tampoco están limitados a la diversidad de transmisión aplicada al Formato 3 de PUCCH; las descripciones se pueden utilizar con cualquier formato de PUCCH adecuado también (si se usa o no en conjunto con agregación de portadora).

La FIG. 12 es un diagrama de bloques de un teléfono móvil o UE 12 ejemplar según una realización de la presente invención. El UE 12 puede incluir un transceptor 90, una antena 91, un procesador 92 y una memoria 94. En realizaciones particulares, algunas o todas de las funcionalidades descritas anteriormente (por ejemplo, recepción de comandos de TPC del eNB 16 a través de la antena 91 y el transceptor 90; almacenamiento de valores adecuados para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$, $\Delta_{\text{F_PUCCH}}(F)$ y $\Delta_{\text{TxD}}(F)$ y selección de valores específicos según las instrucciones del eNB 16; transmisión de una señal de PUCCH al eNB 16 con control de potencia deseado a través del transceptor 90 y la antena 91; etc.) como que se proporcionan por los dispositivos de comunicación móvil u otras formas del UE se pueden proporcionar por el procesador del UE 92 que ejecuta instrucciones almacenadas en un medio legible por ordenador, tal como la memoria 94 mostrada en la FIG. 12. Realizaciones alternativas del UE 12 pueden incluir componentes adicionales más allá de los mostrados en la FIG. 12 que pueden ser responsables de proporcionar ciertos aspectos de la funcionalidad del UE, incluyendo cualquier funcionalidad descrita anteriormente y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar la solución descrita anteriormente.

La FIG. 13 es un diagrama de bloques de un eNodeB ejemplar (o un nodo de comunicación similar) 16 según una realización de la presente invención. El eNodeB 16 puede incluir un procesador en banda base 95 para proporcionar una interfaz radio con los teléfonos móviles (en la red de transporte 14) a través de unidades de transmisor de Radio Frecuencia (RF) 96 y receptor de RF 98 del eNodeB acopladas a la antena del eNodeB 19. El procesador 95 se puede configurar (en hardware y/o software) para realizar determinaciones de $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ y $\Delta_{\text{F_PUCCH}}(F)$ según las presentes enseñanzas y dar instrucciones al UE 12 a través de señales de enlace descendente adecuadas (por ejemplo, la señal de PDCCH) para aplicar los valores determinados como parte del control de potencia del UE de las señales de PUCCH a ser transmitidas por el UE 12. En una realización, el procesador 95 también puede determinar y suministrar valores para el parámetro $\Delta_{\text{TxD}}(F)$ al UE 12 (por ejemplo, a través de la señal de PDCCH). En el contexto de la FIG. 13, las transmisiones desde el UE 12 se pueden recibir en el receptor 98, mientras que las transmisiones del eNB al UE 12 se pueden llevar a cabo a través del transmisor 96. El procesador en banda base 95 puede incluir una unidad de procesamiento 99 en comunicación con una memoria 102 para proporcionar las determinaciones de, por ejemplo, $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ y $\Delta_{\text{F_PUCCH}}(F)$ y al UE 12 según las presentes enseñanzas. Un programador (por ejemplo, el programador 104 en la FIG. 13) en el eNB 16 puede proporcionar la decisión de programación para el UE 12 en base a un número de factores tales como, por ejemplo, parámetros de QoS (Calidad de Servicio), estado de almacenador temporal de UE, informe de calidad de canal de enlace ascendente recibido desde el UE 12, capacidades del UE, etc. El programador 104 puede tener la misma estructura de datos que un programador típico en un eNB en un sistema LTE.

El procesador 95 también puede proporcionar procesamiento de señal en banda base adicional (por ejemplo, registro de dispositivo móvil, transmisión de información de señal de canal, gestión de recursos radio, etc.) según se requiera. La unidad de procesamiento 99 puede incluir, a modo de ejemplo, un procesador de propósito general, un procesador de propósito especial, un procesador convencional, un procesador de señal digital (DSP) 1, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores en asociación con un núcleo de DSP, un controlador, un microcontrolador, Circuitos Integrados de Aplicaciones Específicas (ASIC), circuitos de Disposiciones de Puertas Programables en Campo (FPGA), cualquier otro tipo de circuito integrado (IC) y/o una máquina de estado. Algunas o todas de las funcionalidades descritas anteriormente como que se proporcionan por una estación base móvil, un controlador de estación base, un nodo B, un nodo B mejorado y/o cualquier otro tipo de nodo de comunicaciones móviles se puede proporcionar por la unidad de procesamiento 99 que ejecuta instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento de datos legible por ordenador, tal como la memoria 102 mostrada en la FIG. 13.

El eNodeB 16 puede incluir además una unidad de temporización y control 104 y una unidad de interfaz de red central 105 como se ilustra en la FIG. 13. La unidad de control 104 puede monitorizar operaciones del procesador 95 y la unidad de interfaz de red 106 y puede proporcionar señales de temporización y control adecuadas a estas unidades. La unidad de interfaz 106 puede proporcionar una interfaz bidireccional para el eNodeB 16 para comunicar con la red central 18 para facilitar funciones administrativas y de gestión de llamada para abonados móviles que operan en la red de transporte 14 a través del eNode B 16.

Realizaciones alternativas de la estación base 16 pueden incluir componentes adicionales responsables de proporcionar funcionalidad adicional, incluyendo cualquiera de la funcionalidad identificada anteriormente y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar la solución descrita anteriormente. Aunque los rasgos y elementos se describieron anteriormente en combinaciones particulares, cada rasgo o elemento se puede usar sólo sin los otros rasgos y elementos o en diversas combinaciones con o sin otros rasgos y elementos. La metodología proporcionada en la presente memoria (relacionada con las determinaciones de $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$, $\Delta_{\text{F_PUCCH}}(F)$ y $\Delta_{\text{TxD}}(F)$) se puede implementar en un programa de ordenador, software o microprogramas incorporados en un medio de almacenamiento legible por ordenador (por ejemplo, la memoria 102 en la FIG. 13 y la memoria 94 en la FIG. 12) para ejecución por un ordenador de propósito general o un procesador (por ejemplo, el procesador 92 en la

FIG. 12 y la unidad de procesamiento 99 en la FIG. 13). Ejemplos de medios de almacenamiento legibles por ordenador incluyen una Memoria de Sólo Lectura (ROM), una Memoria de Acceso Aleatorio (RAM), un registro digital, una memoria caché, dispositivos de memoria de semiconductores, medios magnéticos tales como discos duros internos, cintas magnéticas y discos extraíbles, medios magneto-ópticos y medios ópticos tales como discos CD-ROM y Discos Versátiles Digitales (DVD).

Lo precedente describe un sistema y método para determinar el parámetro de control de potencia de PUCCH $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ con más precisión para los dos formatos de PUCCH de CA –formato 3 de PUCCH y selección de canal– en la Rel-10 de LTE. En una realización de la presente invención, $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ en una función lineal de n_{HARQ} para ambos de los formatos de PUCCH de CA en la Rel-10. En base al formato de PUCCH de CA configurado para el UE, el eNB puede dar instrucciones al UE (por ejemplo, a través del campo de bit de TPC en la señal de PDCCH del eNB) para seleccionar o aplicar una función lineal específica de n_{HARQ} como un valor para el parámetro de control de potencia $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$, para permitir al UE establecer con más precisión la potencia de transmisión de su señal de PUCCH. También se han proporcionado los valores ejemplares para el parámetro $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ a ser usados para el formato 3 de PUCCH en la Rel-10. Además, un nuevo parámetro – $\Delta_{TXD}(F)$ – se puede señalar para cada formato de PUCCH que tiene configurada diversidad de transmisión.

La determinación lineal de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ (y los valores resultantes para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ según las presentes enseñanzas pueden proporcionar un control de potencia más preciso para los dos formatos de PUCCH en la Rel-10 comparado con una determinación logarítmica. Un control de potencia más preciso puede conducir a menos interferencia entre celdas y alta capacidad de multiplexación en el PUCCH y por lo tanto también a un rendimiento del sistema más alto en el PDSCH debido a que un rendimiento de ACK NACK más alto en el UL puede provocar mejor rendimiento de datos en el DL para un UE. Se señala aquí que se pueden aplicar las presentes enseñanzas relacionadas con control de potencia de señalización de enlace ascendente, con las modificaciones adecuadas (como puede ser evidente a un experto en la técnica usando las presentes enseñanzas), a otros sistemas inalámbricos también – por ejemplo, sistemas de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA), sistemas de Acceso de Paquetes de Alta Velocidad (HSPA) basados en WCDMA, sistemas CDMA2000, sistemas del Sistema Global para Comunicaciones Móviles/Tasa de Datos Mejorada para Evolución de GSM (GSM/EDGE) y sistemas de Interoperabilidad a Nivel Mundial para Acceso de Microondas (WiMAX).

En un ejemplo no según la invención, se proporciona un método de control de la potencia de transmisión de una señal de Canal de Control de Enlace Ascendente Físico, PUCCH, a ser transmitida por un Equipo de Usuario, UE, en comunicación inalámbrica con un procesador a través de una red inalámbrica asociada con el mismo, la señal de PUCCH que incluye un número de bits de Indicador de Calidad de Canal, CQI y un número de bits de Petición de Repetición Automática Híbrida, HARQ, el método que comprende los pasos de: usar el procesador, determinando si un formato de PUCCH para la señal de PUCCH usa diversidad de transmisión; y cuando se determina el formato de PUCCH para usar diversidad de transmisión, seleccionar un parámetro de desplazamiento para el formato de PUCCH usando el procesador, en donde el parámetro de desplazamiento puede afectar o no al valor de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$, en donde $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es un parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y en donde el parámetro de desplazamiento afecta la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH.

En un ejemplo no según la invención, se proporciona un Equipo de Usuario, UE, operable en una red inalámbrica asociada con el mismo, el UE que comprende: un medio para recibir un formato de Canal de Control de Enlace Ascendente Físico, PUCCH, para una señal de PUCCH a ser transmitida por el UE, en donde el formato de PUCCH usa diversidad de transmisión y en donde la señal de PUCCH incluye un número de bits de Indicador de Calidad de Canal, CQI y un número de bits de Petición de Repetición Automática Híbrida, HARQ; y un medio para seleccionar un parámetro de desplazamiento para el formato de PUCCH, en donde el parámetro de desplazamiento puede afectar o no al valor de $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$, en donde $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es un parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y en donde el parámetro de desplazamiento afecta a la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH.

En un ejemplo no según la invención, se proporciona un método de control de potencia de transmisión de una señal de Canal de Control de Enlace Ascendente Físico, PUCCH a ser transmitida por un Equipo de Usuario, UE, en comunicación inalámbrica con un procesador a través de una red inalámbrica asociada con el mismo, la señal de PUCCH que incluye un número de bits de Petición de Repetición Automática Híbrida, HARQ, el método caracterizado por los pasos de: usar el procesador, enviando una señal de control de potencia al UE para controlar la potencia de transmisión de una señal de Canal de Control de Enlace Ascendente Físico, PUCCH, en donde la señal de PUCCH incluye un número de bits de Petición de Repetición Automática Híbrida, HARQ, en donde la señal de control de potencia proporciona un valor de desplazamiento en una función de control de potencia que afecta la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde el valor de desplazamiento se proporciona cuando el número de bits de HARQ es igual a 3; y usar el procesar, dando instrucciones al UE para disminuir la potencia de transmisión de la señal de PUCCH por el valor de desplazamiento aplicando la función de control de potencia que contiene el valor de desplazamiento a la señal de PUCCH a ser transmitida por el UE.

REIVINDICACIONES

1. Un método de control de potencia de transmisión de una señal de Canal de Control de Enlace Ascendente Físico, PUCCH, a ser transmitida por un Equipo de Usuario, UE, (12) en comunicación inalámbrica con un procesador (16) a través de una red inalámbrica (14) asociada con el mismo, la señal de PUCCH que incluye un número de bits de Indicador de Calidad de Canal, CQI y un número de bits de Petición de Repetición Automática Híbrida, HARQ, el método que comprende los pasos de:
 - usar el procesador, configurando un formato de PUCCH para la señal de PUCCH; y
 - usar el procesador, dando instrucciones al UE para aplicar una función de N_{HARQ} como un valor para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$, en donde $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ es un primer parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y que afecta la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH,
 - caracterizado por que se dan instrucciones al UE para aplicar, como la función de n_{HARQ} , solamente una función lineal de n_{HARQ} como un valor de $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$.
2. El método de la reivindicación 1, en donde el formato de PUCCH es uno de los siguientes:
 - formato 3 de PUCCH;
 - formato 1a de PUCCH;
 - formato 1b de PUCCH; y
 - un formato de PUCCH con diversidad de transmisión.
3. El método de la reivindicación 2, en donde el formato de PUCCH es el formato 3 de PUCCH usado sin Agregación de Portadora, CA y en donde un valor de n_{HARQ} se basa en al menos los siguientes:
 - un primer número de bits de Reconocimiento/Reconocimiento Negativo, ACK/NACK, que corresponde al número máximo de bloques de transporte de Enlace Descendente, DL, programados que corresponden a una configuración de subtrama de Enlace Ascendente/Enlace Descendente, UL/DL, utilizada y los modos de transmisión configurados para el UE;
 - un segundo número de bits de ACK/NACK que corresponde al número máximo de bloques de transporte de DL programados posibles dentro de una ventana de realimentación de una subtrama de UL donde se transmite el formato 3 de PUCCH; y
 - un tercer número de bits de ACK/NACK que corresponde al número de bloques de transporte recibidos en el UE.
4. El método de la reivindicación 2, además caracterizado por el paso de:
 - usar el procesador, asignando o bien el formato 1a de PUCCH o bien el formato 1b de PUCCH al UE para permitir al UE generar la señal de PUCCH con Agregación de Portadora, CA, para implementar un esquema de realimentación de HARQ basado en Selección de Canal, CS, para el formato de PUCCH asignado.
5. El método de la reivindicación 4, además caracterizado por uno de los siguientes pasos cuando el esquema de realimentación de HARQ basado en CS usa 3 bits de HARQ:
 - usar el procesador, dando instrucciones al UE para insertar un valor de desplazamiento de Relación Señal a Ruido, SNR, en el valor para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$; y
 - usar el procesador, suministrando el valor de desplazamiento de SNR al UE a través de un comando de Control de Potencia de Transmisión, TPC.
6. El método de la reivindicación 1, en donde el valor para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ se da por la siguiente función lineal de n_{HARQ} :

$$h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}}) = \frac{n_{\text{HARQ}}}{\alpha} + \beta,$$

en donde " α " es una constante entera y

$$|\beta| < 1.$$

7. El método de la reivindicación 6, en donde $\alpha = 2$, $\beta = (-\frac{1}{2})$ y el formato de PUCCH es el formato 3 de PUCCH, en donde el método se caracteriza además por el paso de:

usar el procesador, dando instrucciones al UE para aplicar un valor para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ a partir de un conjunto de valores que constan esencialmente de 0 dB, 1 dB y 2 dB, en donde $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ es un segundo parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y que afecta la potencia de transmisión de la señal de PUCCH.

8. El método de la reivindicación 1, además caracterizado por el paso de:

usar el procesador, dando instrucciones al UE a través del comando de Control de Potencia de Transmisión, TPC, para aplicar solamente la función lineal de n_{HARQ} como el valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$.

9. Un nodo de comunicación móvil (16) configurado para proporcionar una interfaz radio (17) a un teléfono móvil (12) en una red inalámbrica (14) asociada con el teléfono móvil, en donde el nodo de comunicación móvil (16) comprende:

un medio para configurar (95, 99) un formato de Canal de Control de Enlace Ascendente Físico, PUCCH, para una señal de PUCCH a ser transmitida por el teléfono móvil, la señal de PUCCH que incluye un número de bits de Indicador de Calidad de Canal, CQI y un número de bits de Petición de Repetición Automática Híbrida, HARQ; y

un primer medio para dar instrucciones (95, 99) al teléfono móvil para aplicar una función de n_{CQI} como un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$, en donde $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$ es un primer parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y que afecta a la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH,

caracterizado por que el primer medio para dar instrucciones (95, 99) se dispone para dar instrucciones al teléfono móvil (12) para aplicar, como la función de n_{HARQ} , solamente una función lineal de n_{HARQ} como un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$.

10. El nodo de comunicación móvil de la reivindicación 9, en donde el primer medio para dar instrucciones (95, 99) se dispone para dar instrucciones al teléfono móvil (12) para aplicar la siguiente función lineal de n_{HARQ} como un valor para $h(n_{CQI}, n_{HARQ})$:

$$h(n_{CQI}, n_{HARQ}) = \frac{n_{HARQ}}{\alpha} + \beta,$$

en donde " α " es una constante entera y

$$|\beta| < 1.$$

11. El nodo de comunicación móvil de la reivindicación 10, en donde el primer medio para dar instrucciones se caracteriza por que comprende:

un medio para disminuir (95, 99) la potencia de transmisión de la señal de PUCCH del teléfono móvil usando un comando de Control de Potencia de Transmisión, TPC, cuando el teléfono móvil se configura para transmitir 3 bits de HARQ en la señal de PUCCH y cuando el nodo de comunicación móvil usa $\text{Frec}(\text{PUCCHDTX} \rightarrow \text{ACK bits}) \leq 10^{-2}$.

12. El nodo de comunicación móvil de la reivindicación 10, en donde un valor del n_{HARQ} se basa en al menos uno de los siguientes:

un primer número de bits de Reconocimiento/Reconocimiento Negativo, ACK/NACK, en la señal de PUCCH;

un segundo número de bits de Petición de Programación, SR, en la señal de PUCCH; y

un mensaje de desactivación de Programación Semi Persistente, SPS, en la señal de PUCCH.

13. El nodo de comunicación móvil de la reivindicación 10, además caracterizado por que comprende:

un segundo medio para dar instrucciones (95, 99) al teléfono móvil para aplicar un valor para $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ a partir de un conjunto de valores que constan esencialmente de 0 dB, 1 dB y 2 dB, en donde $\Delta_{F_PUCCH}(F)$ es un segundo parámetro de control de potencia basado en el formato de PUCCH y que afecta a la potencia de transmisión de la señal de PUCCH.

14. Un Equipo de Usuario, UE, (12) operable en una red inalámbrica (14) asociada con el mismo, el UE que comprende:

5 un medio para recibir (90, 91, 92) una señal de control de potencia desde un nodo de comunicación móvil (16) para controlar la potencia de transmisión de una señal de Canal de Control de Enlace Ascendente Físico, PUCCH, a ser transmitida por el UE, la señal de PUCCH que incluye un número de bits de Indicador de Calidad de Canal, CQI y un número de bits de Petición de Repetición Automática Híbrida, HARQ, en donde el nodo de comunicación móvil se configura para proporcionar una interfaz radio (17) al UE en la red inalámbrica; y

10 un medio para aplicar (92), de acuerdo con una instrucción del nodo de comunicación móvil (16), una función de n_{HARQ} como un valor para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ en respuesta a la señal de control de potencia, en donde $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ es un parámetro de control de potencia que afecta a la potencia de transmisión de la señal de PUCCH y en donde n_{CQI} indica el número de bits de CQI y n_{HARQ} indica el número de bits de HARQ en la señal de PUCCH,

10 caracterizado por que el medio de aplicación (92) se dispone para aplicar, como la función de n_{HARQ} , solamente una función lineal de n_{HARQ} como un valor para $h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$ en respuesta a la señal de control de potencia.

15 El UE de la reivindicación 14, además caracterizado por que comprende:

un medio para almacenar (94) la función lineal; y

15 un medio para seleccionar (92) la función lineal almacenada en respuesta a la señal de control de potencia y suministrar la función lineal seleccionada al medio para aplicación.

16. El UE de la reivindicación 14, en donde la función lineal de n_{HARQ} es:

$$h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}}) = \frac{n_{\text{HARQ}}}{\alpha} + \beta ,$$

en donde " α " es una constante entera y

$$|\beta| < 1 .$$

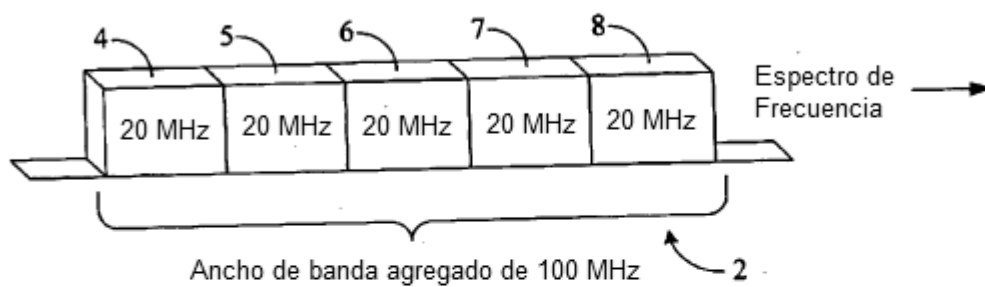


FIG. 1

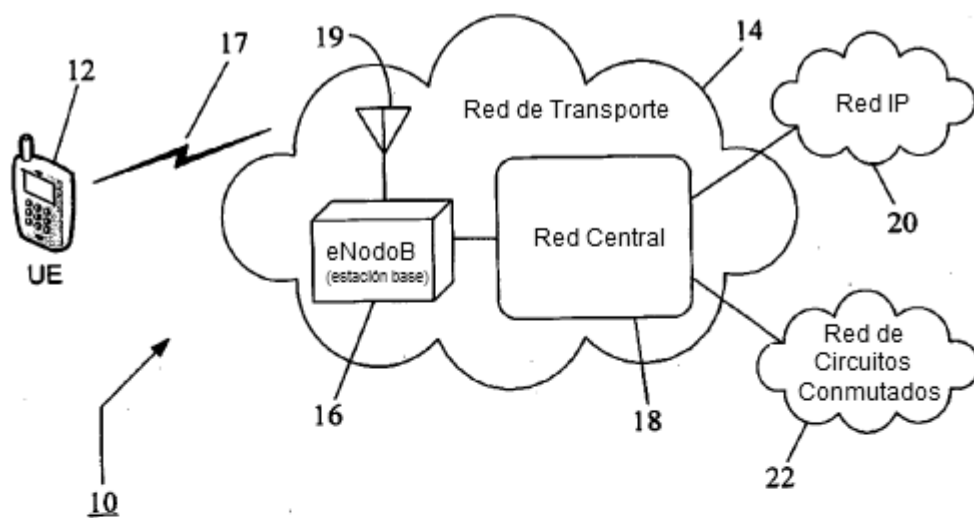


FIG. 2

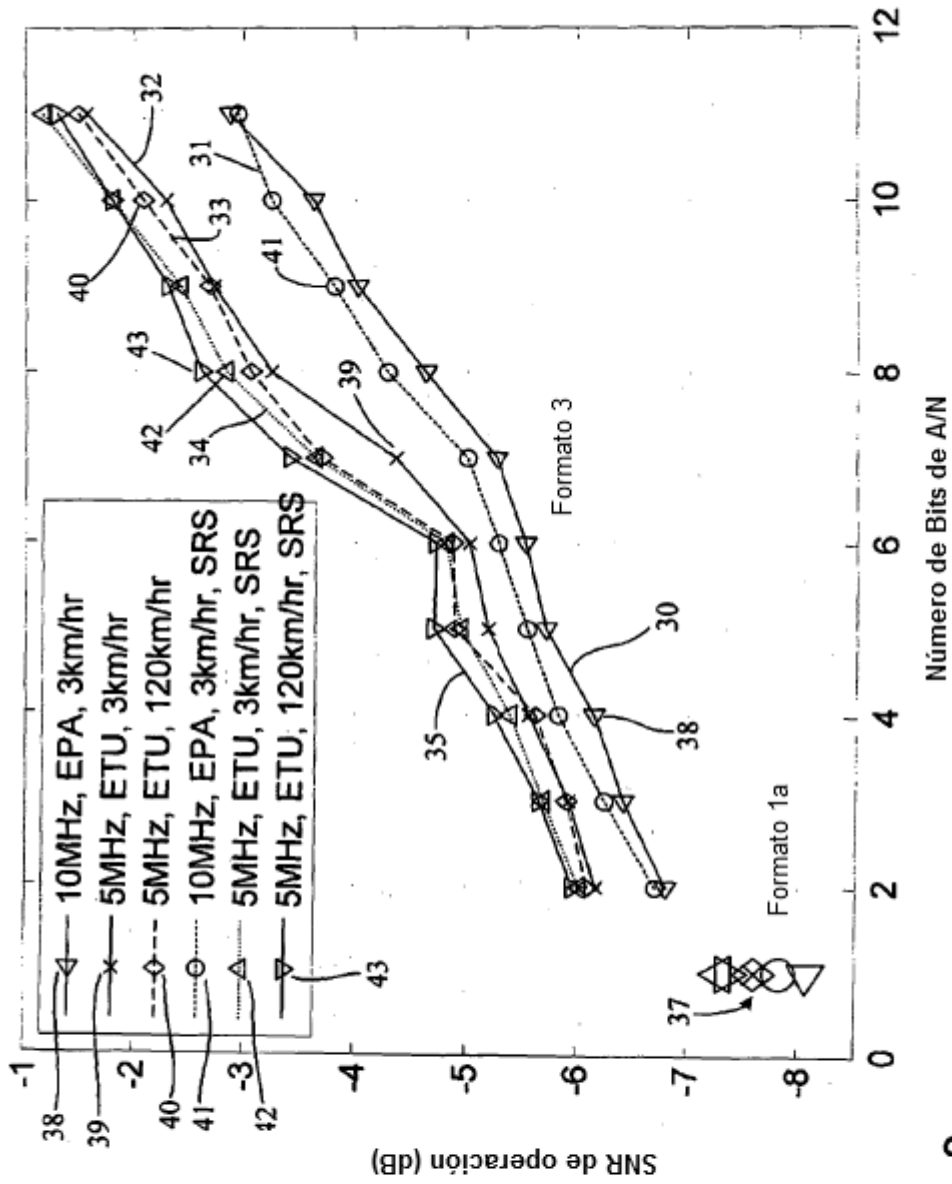


FIG. 3

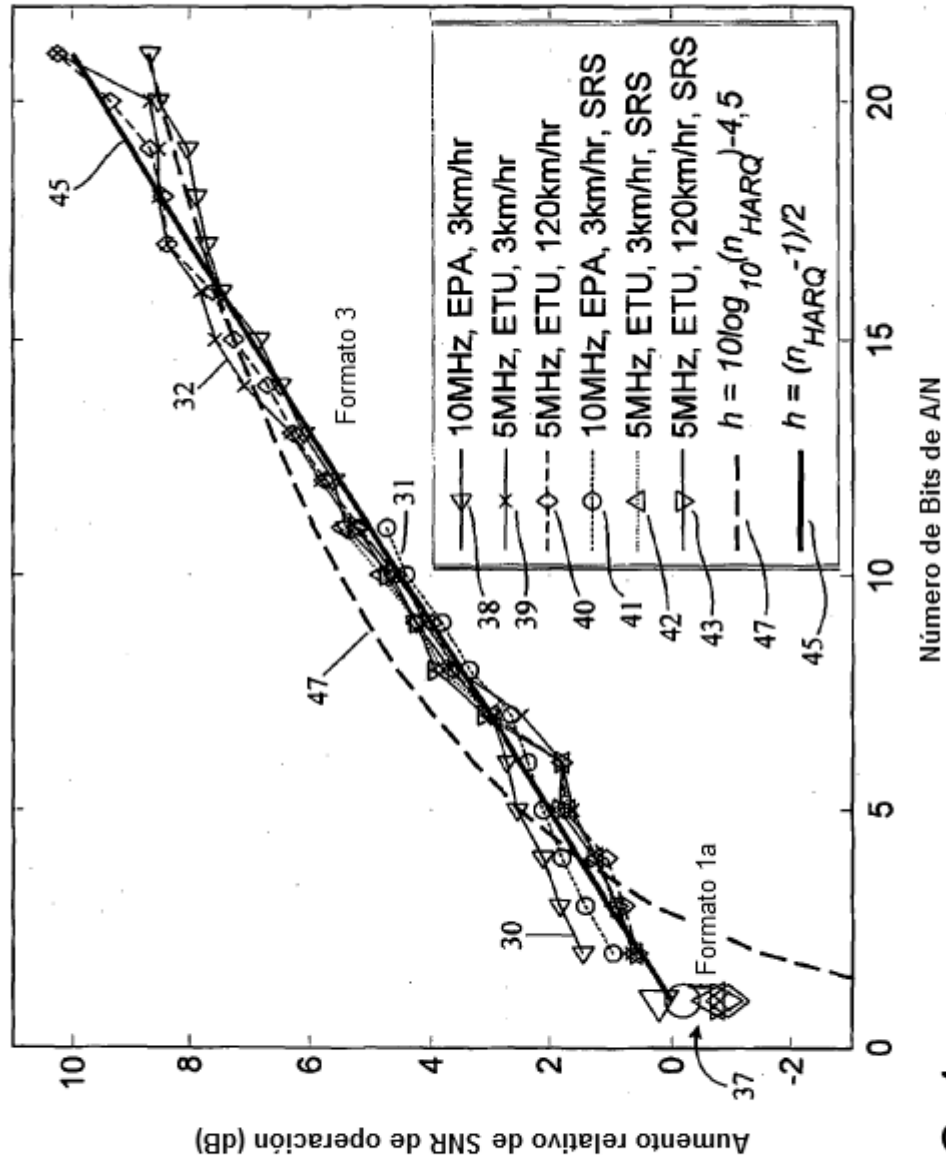


FIG. 4

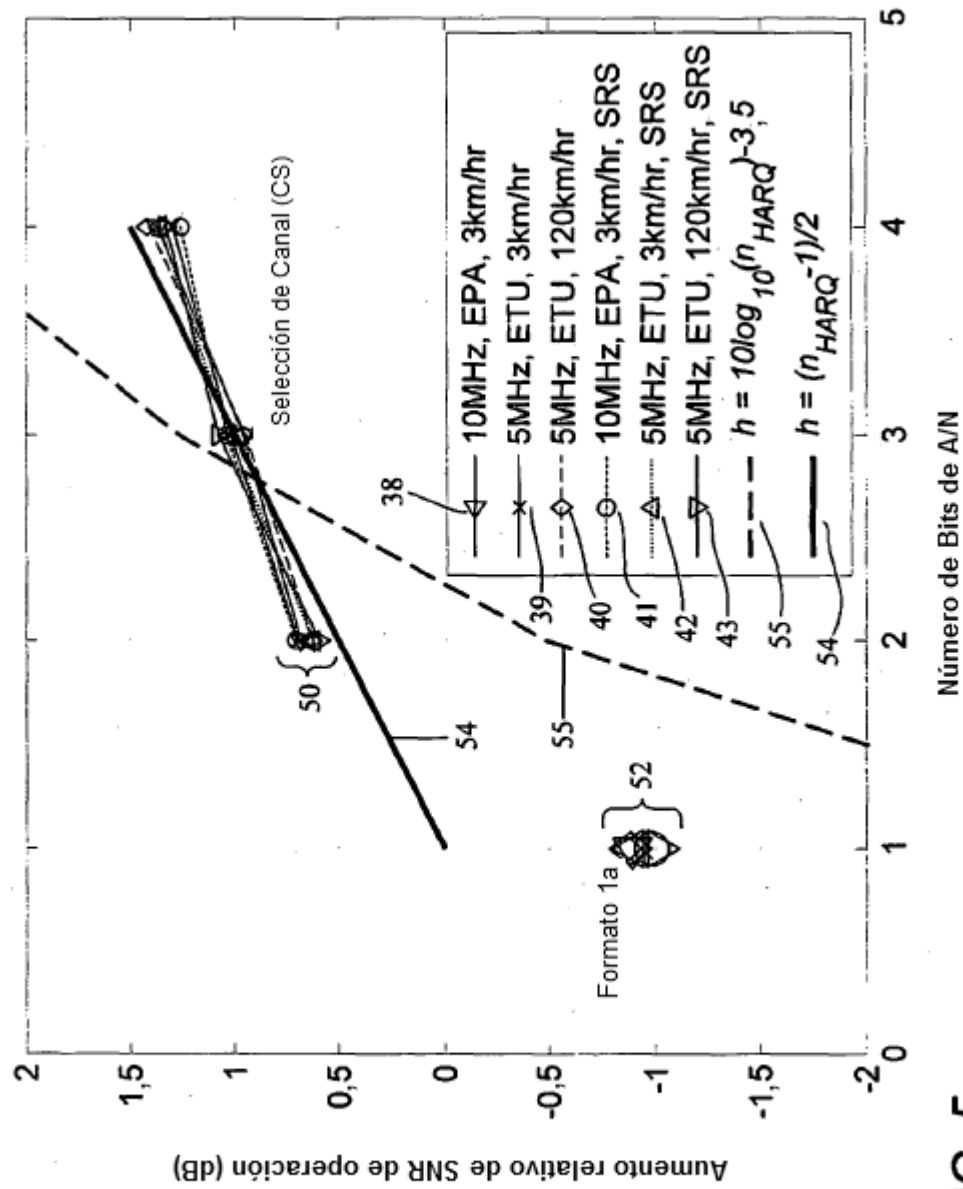


FIG. 5

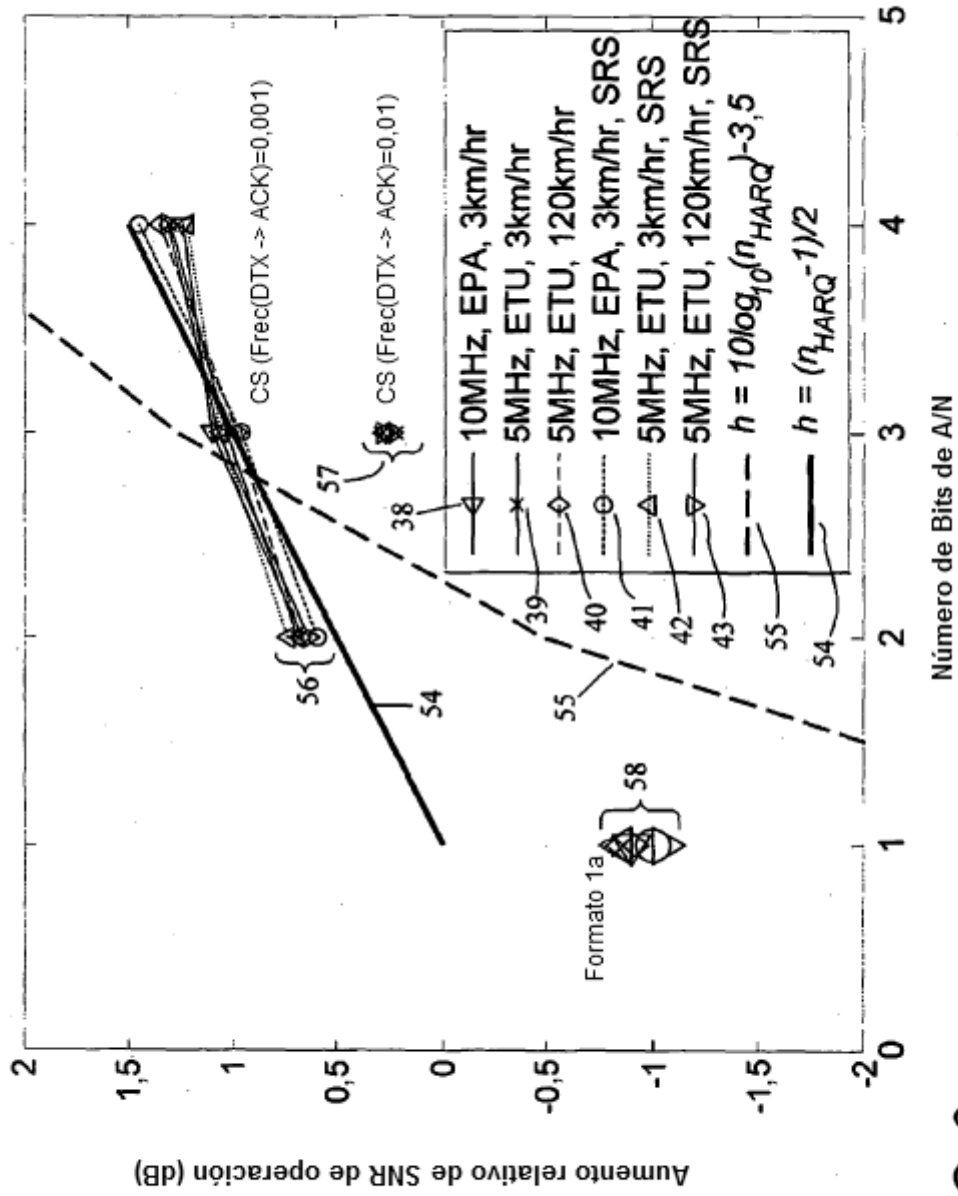


FIG. 6

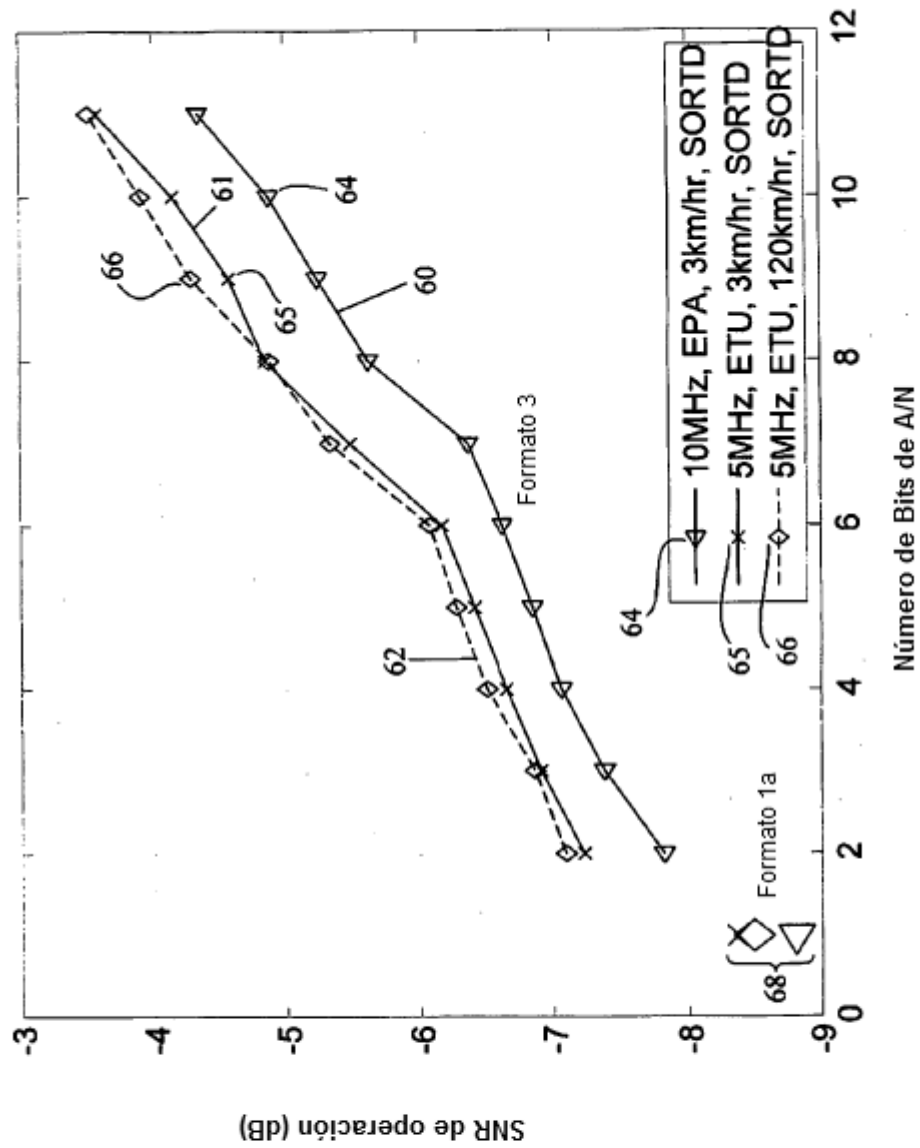


FIG. 7

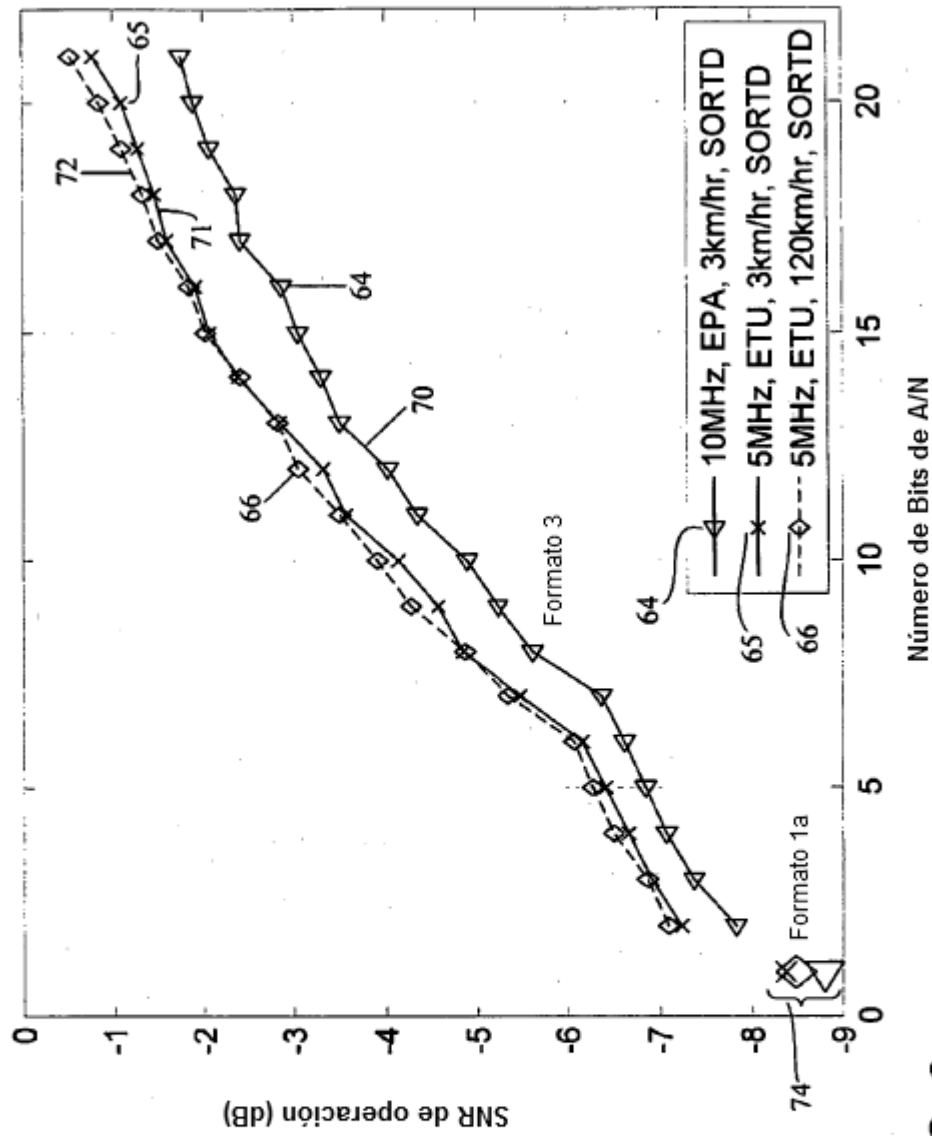


FIG. 8

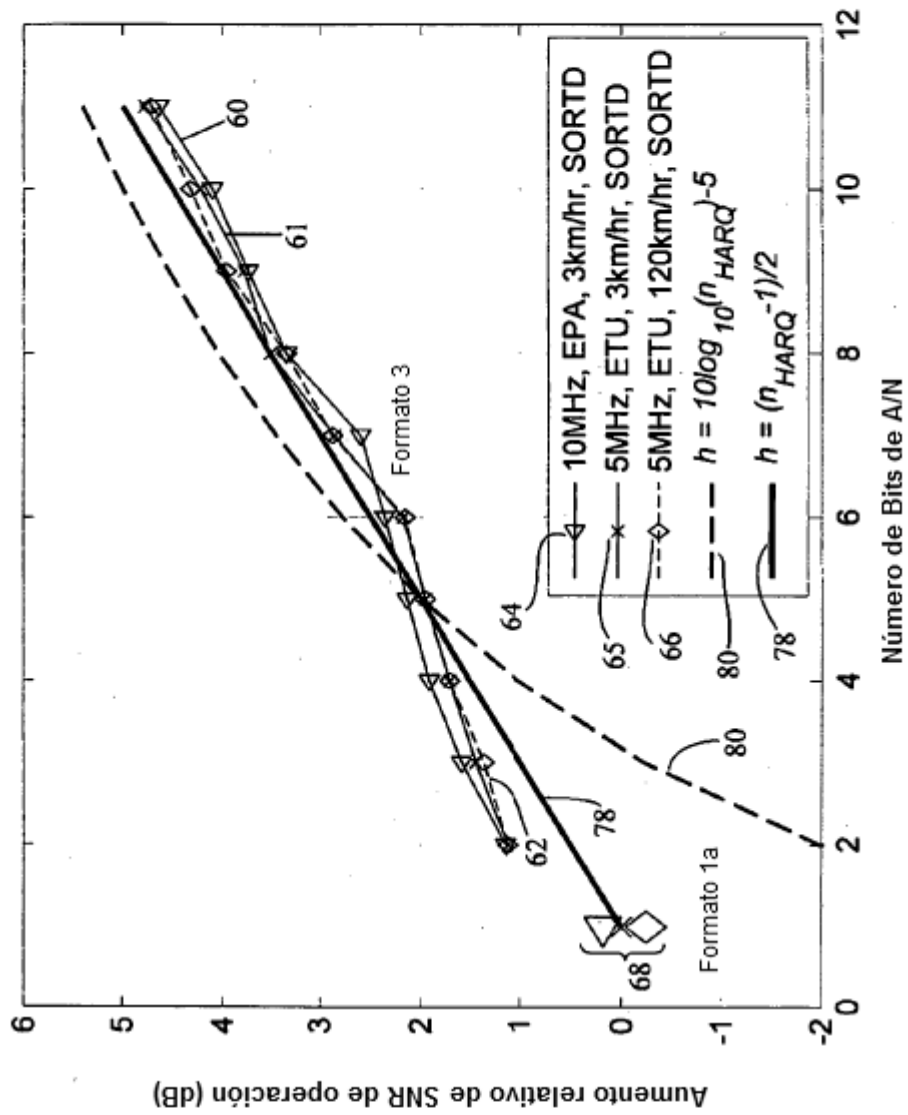


FIG. 9

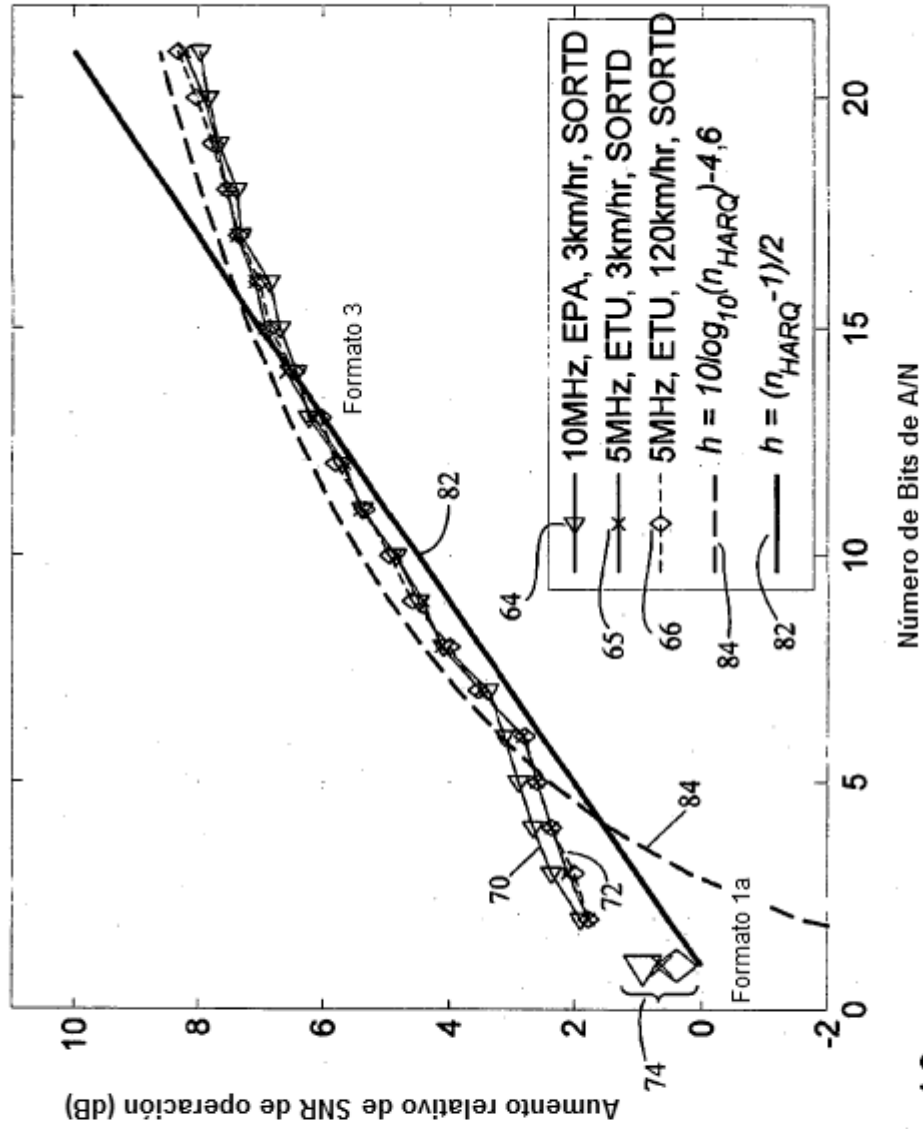


FIG. 10

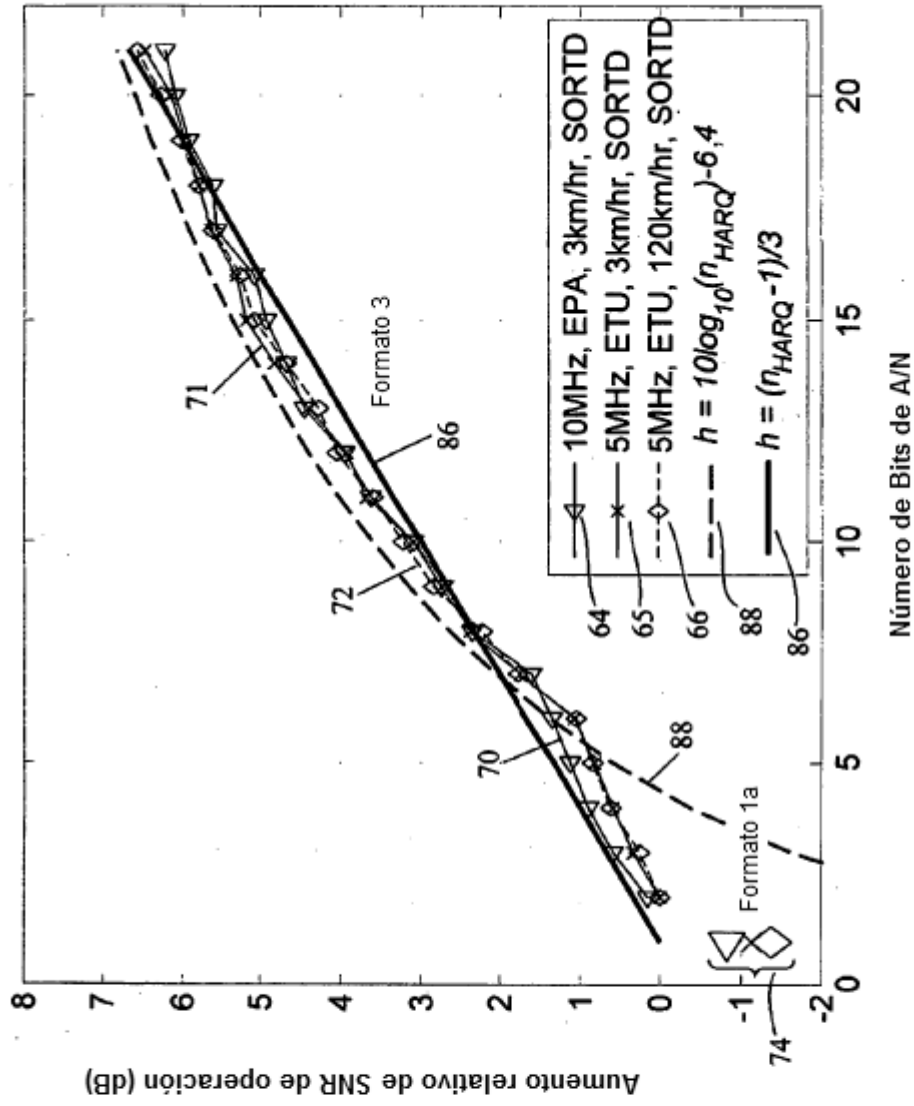


FIG. 11

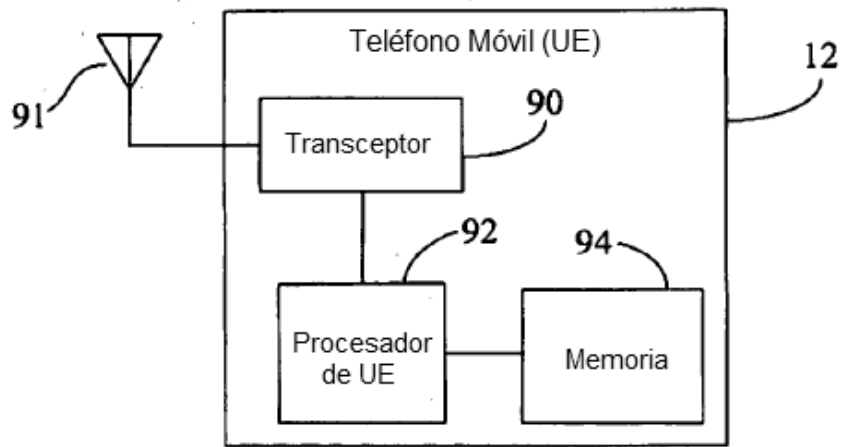


FIG. 12

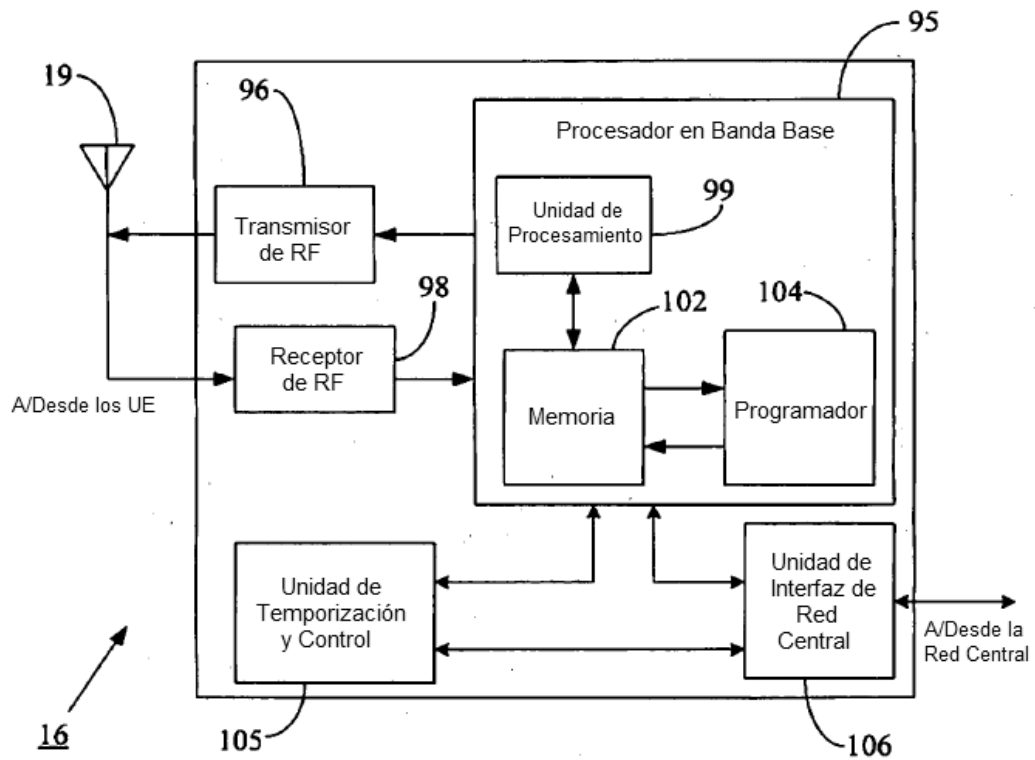


FIG. 13