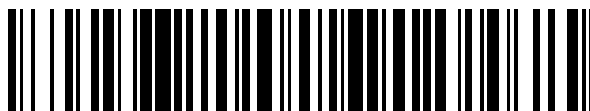


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 587 261**

51 Int. Cl.:

H04L 1/16 (2006.01)

H04W 52/00 (2009.01)

H04L 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.04.2011 PCT/IB2011/051418**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.10.2011 WO11121578**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.04.2011 E 11717766 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.06.2016 EP 2553982**

54 Título: **Sistema y método de señalización de la información de control en una red de comunicaciones móviles**

30 Prioridad:

31.03.2011 US 201113077435

31.03.2011 US 201113077272

08.04.2010 US 322190 P

01.04.2010 US 320167 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
21.10.2016

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 2 587 261 T3

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

DESCRIPCIÓN

Sistema y método de señalización de la información de control en una red de comunicaciones móviles

Reivindicación de la prioridad bajo 35 U.S.C. § 119(e)

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la Solicitud provisional de U.S. Nº 61/320,167, presentada el 1 de abril de 2010, titulada "TPC Command Transmission in Carrier Aggregation", y la Solicitud provisional de U.S. Nº 61/322,190, presentada el 8 de abril de 2010, titulada "Efficient Decoding Methods and Apparatus for Block Coded Messages with Known Subset of Bit Values".

Sector Técnico de la invención

10 Esta descripción se refiere, en general, a la comunicación inalámbrica y, más particularmente, a la gestión de la potencia de transmisión de un terminal móvil.

Antecedentes de la invención

15 Las redes de comunicaciones móviles modernas se enfrentan a una demanda cada vez mayor de servicios de comunicación de ancho de banda grande, bajo una amplia variedad de condiciones de radio. Algunas tecnologías de comunicación han respondido a esta necesidad utilizando un espectro de radiofrecuencia ampliado. Por ejemplo, La versión 8 del estándar Evolución a largo plazo (LTE – Long Term Evolution, en inglés) del 3GPP utilizaba un ancho de banda de 20 MHz para señales portadoras, pero se espera que la versión 10 utilice un espectro de 100 MHz o más.

20 Dado que la compatibilidad con lo anterior es a menudo un requisito para las redes de comunicaciones móviles, con frecuencia se requieren redes que soporten la utilización de espectros ampliados para soportar dispositivos heredados incapaces de reconocer o de utilizar un ancho de banda mayor. La necesidad de dar soporte a terminales que tienen un rango de capacidades diferentes crea dificultades importantes en la gestión de la utilización de los recursos en tales redes. Para facilitar la utilización de espectros ampliados de portadoras aun manteniendo la compatibilidad con lo anterior, ciertas tecnologías de la comunicación, tal como LTE, utilizan un esquema de "agregación de portadoras". Bajo dicho esquema, un terminal heredado que es incapaz de utilizar la totalidad del espectro ampliado de la portadora reconocerá el espectro ampliado como múltiples espectros separados de portadora, denominados "portadoras de componentes" (CC – Component Carriers, en inglés) que tienen cada uno un tamaño adecuado para adaptarse a las capacidades del terminal heredado. Mientras, los terminales de la generación actual tendrán la capacidad de utilizar un espectro de portadora más grande mediante la agregación de múltiples CC.

30 No obstante, la utilización de múltiples espectros de portadoras separados puede complicar de manera significativa la configuración y la gestión de las redes. Por ejemplo, si la red intenta notificar a un dispositivo móvil en un canal de radio no ideal que el dispositivo ha sido planificado para utilizar una portadora de componentes particular, el dispositivo móvil puede no recibir con éxito la notificación. Aunque muchas tecnologías de comunicación modernas proporcionan procedimientos para que un dispositivo solicite la retransmisión de información que no fue recibida correctamente, puede resultar difícil o imposible que un dispositivo determine que no ha recibido información de planificación si el dispositivo no tiene la certeza de qué información de planificación esperar. Además, mientras que el dispositivo podría simplemente informar sobre toda la información de planificación que recibe, y permitir con ello que la red determine mediante deducción qué información de planificación no recibió una cantidad significativa de recursos de transmisión de la red, sería utilizado innecesariamente en dicha señalización cuando el dispositivo móvil recibe correctamente toda la información de planificación. De este modo, encontrar un esquema efectivo para comunicar la información acerca de la planificación de portadoras de componentes -uno que pueda contener y adaptarse a la transmisión- los errores pueden resultar críticos para el rendimiento de las redes que soportan agregación de portadoras.

45 El documento "On PUCCH Resource Allocation for Carrier Aggregation", 3GPP TSG-RAN WG1 R1-100845, describe formatos posibles para la información de retorno de ACK/NACK en el contexto de la agregación de portadoras. Se utiliza un formato de PUCCH nuevo cuando el terminal se planifica en múltiples portadoras de componentes del enlace descendente.

Características de la invención

50 La presente solicitud se refiere a un método para operar un terminal de comunicación inalámbrico y a un aparato de comunicación inalámbrico correspondiente, de acuerdo con las reivindicaciones que se acompañan.

Breve descripción de los dibujos

Para una comprensión más completa de la presente invención y de sus ventajas, se hace ahora referencia a la siguiente descripción, tomada junto con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

la figura 1 muestra el espectro de portadora para un sistema de comunicación de ejemplo que utiliza agregación de portadoras;

la figura 2 muestra una realización particular de un sistema de comunicación para móviles que soporta agregación de portadoras;

- 5 las figuras 3A-3D son tablas que proporcionan parámetros de control a modo de ejemplo que se pueden utilizar en realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles de la figura 2;

la figura 4 es una tabla de vectores de cobertura que se puede utilizar para descodificar información en realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles;

- 10 la figura 5 es una tabla que muestra una comparación de la complejidad operativa de varias técnicas de descodificación que se puede utilizar para descodificar la información de retorno codificada;

la figura 6 es un diagrama de bloques que muestra una realización particular de un terminal inalámbrico que puede estar soportado por el sistema de comunicación para móviles;

la figura 7 es un diagrama de flujo que muestra una operación a modo de ejemplo de una realización particular del terminal inalámbrico en la selección de un formato para mensajes de control del enlace ascendente;

- 15 la figura 8 es un diagrama de flujo que muestra la operación de ejemplo de una realización particular del terminal inalámbrico en la determinación de un nivel de la potencia de transmisión en el cual transmitir los mensajes de control del enlace ascendente;

la figura 9 es un diagrama de bloques que muestra una realización particular de un nodo de red que se puede utilizar en el sistema de comunicación para móviles;

- 20 la figura 10 es un diagrama de flujo que muestra una operación a modo de ejemplo del nodo de red en la gestión del nivel de la potencia de transmisión del terminal inalámbrico; y

las figuras 11-12 son diagramas de flujo que muestran una operación a modo de ejemplo de realizaciones del nodo de red en la descodificación de la información de retorno transmitida por el terminal inalámbrico.

Descripción detallada de la invención

- 25 La figura 1 muestra el espectro de portadora para un sistema de comunicación a modo de ejemplo que utiliza agregación de portadoras. Ciertas tecnologías de comunicación avanzadas se basan en la agregación de portadoras para facilitar la utilización de un espectro ampliado de portadora 110 en las redes que deben soportar también terminales heredados que solo son capaces de utilizar espectros de portadora menores. En un esquema de agregación de portadoras, el espectro ampliado de portadora 110 puede aparecer para un terminal heredado como el espectro agregado para múltiples portadoras 100 (denominadas "portadoras de componentes" (CC)), que tienen cada una un espectro menor que es compatible con las capacidades del terminal heredado. Los terminales de la generación actual, no obstante, pueden utilizar una mayor porción del espectro ampliado 110 transmitiendo o recibiendo sobre múltiples de las portadoras de componentes 100.

- 35 Como ejemplo, la versión 8 del estándar de comunicación Evolución a largo plazo (LTE) soporta un espectro de portadora que tiene anchos de banda de hasta 20 MHz. Como resultado, los terminales configurados para soportar este estándar pueden estar limitados a utilizar portadoras que tienen un ancho de banda no mayor de 20 MHz. No obstante, con el fin de proporcionar un mayor rendimiento global, se espera que la versión 10 de LTE soporte un espectro de portadora que tenga un ancho de banda mayor de 20 MHz. Como resultado, las versiones futuras de LTE utilizarán agregación de portadoras para proporcionar compatibilidad de espectro. Con agregación de portadoras, este espectro global aparecerá para un terminal de versión 8 como el espectro agregado de múltiples portadoras de componentes, que tienen cada una un menor espectro (por ejemplo, 20 MHz) compatible con las capacidades del terminal de versión 8. Mientras tanto, un terminal de versión 10 podrá utilizar la totalidad del espectro de portadoras ampliado 110 utilizando múltiples portadoras de componentes 100 de manera simultánea. Aunque la descripción siguiente se centra, con el propósito de ilustración, en implementar las soluciones descritas en las redes de LTE, las soluciones descritas se pueden implementar, con la modificación apropiada, en cualquier tecnología de comunicación.

- 50 La figura 2 muestra un sistema de comunicación para móviles 10 que proporciona servicio de comunicación a un terminal inalámbrico 20 utilizando un esquema de agregación de portadoras, tal como el mostrado en la figura 1. El sistema de comunicación para móviles 10 incluye una red de acceso 30 que proporciona servicios de comunicación a una célula 60 asociada con el sistema de comunicación para móviles 10, y una red de núcleo 40 que proporciona suministro de red troncal de información en el sistema de comunicación para móviles 10. Mediante la utilización de las técnicas de señalización descritas en esta memoria, realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 pueden proporcionar un esquema fiable para comunicar la información de la planificación y los ajustes de la potencia entre la red de acceso 30 y el terminal inalámbrico 20, independientemente del número de portadoras de

componentes configuradas para el terminal inalámbrico 20. Adicionalmente, utilizando el conocimiento de que las portadoras de componentes en las que ha sido planificado el terminal inalámbrico 20, la red de acceso 30 puede descodificar de manera más eficiente la información de retorno transmitida por el terminal inalámbrico 20, que indica las transmisiones planificadas con éxito recibidas por el terminal inalámbrico 20. En consecuencia, tal como se describe además a continuación, realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 pueden proporcionar técnicas robustas, de bajo coste, para gestionar la utilización de la agregación de portadoras.

En general el sistema de comunicación para móviles 10 proporciona un servicio de comunicaciones móviles a uno o varios terminales inalámbricos 20 que operan dentro de la célula 60, un área geográfica asociada con el sistema de comunicación para móviles 10. El sistema de comunicación para móviles 10 puede soportar la comunicación de cualquier tipo y/o de acuerdo con cualquier estándar de comunicación, que incluye, pero no está limitado, a cualquier estándar de comunicaciones de Interoperatividad mundial de evolución a largo plazo (LTE), para el acceso mediante microondas (WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access, en inglés), y Acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA – Wideband Code Division Multiple Access, en inglés).

El terminal inalámbrico 20 representa a cualquier dispositivo capaz de comunicar información de manera inalámbrica con el sistema de comunicación para móviles 10. Ejemplos del terminal inalámbrico 20 incluyen dispositivos tradicionales de comunicación tales como teléfonos móviles, asistentes digitales personales (“PDA” – Personal Digital Assistant, en inglés), ordenadores portátiles de regazo, y cualquier otro dispositivo de comunicación portátil adecuado para su utilización con el sistema de comunicación para móviles 10. Por ejemplo, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 representa a un caso de equipo de usuario (UE) de LTE. Adicionalmente, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 puede representar asimismo a un equipo o dispositivos automatizados equipados con componentes adecuados para permitir la comunicación con el sistema de comunicación para móviles 10, tal como dispositivos en una red de domótica. Por ejemplo, el terminal inalámbrico 20 puede representar a una lavadora, horno, grabador digital de video (DVR – Digital Video Recorder, en inglés), u otras aplicaciones del hogar capaces de una gestión en remoto en el sistema de comunicación para móviles 10. Aunque la figura 2 muestra, en aras de la sencillez, solamente un único terminal inalámbrico 20 y una única estación de base 32, el sistema de comunicación para móviles 10 puede incluir cualquier número y configuración adecuados de estaciones de base 32, capaces de dar servicio a cualquier número de terminales inalámbricos 20 que incluyen, en realizaciones concretas, los terminales inalámbricos 20 que tienen diferentes capacidades con respecto a los espectros de portadoras a las que dan soporte.

La red de acceso 30 se comunica de manera inalámbrica con los terminales inalámbricos 20, y sirve como interfaz entre los terminales inalámbricos 20 y la red de núcleo 40. La red de acceso 30 puede representar o incluir a una red de acceso por radio y/o a cualquier elemento responsable de proporcionar una interfaz de radio o aérea para la red de núcleo 40. Por ejemplo, en la realización mostrada, la red de acceso 30 incluye una o varias estaciones de base 32. La red de acceso 30 puede incluir asimismo controladores de estación de base, servidores de acceso, puertas del enlace, y/o cualquier componente adicional para la gestión de los canales de radio utilizados por la estación de base 32, la autenticación de usuarios, transferencias de control entre las estaciones de base 32 y otros elementos de acceso por radio, y/o gestionar de otro modo la interoperatividad de las estaciones de base 32 e interrelacionar las estaciones de base 32 con la red de núcleo 40.

La estación de base 32 se comunica de manera inalámbrica con los terminales inalámbricos 20 para facilitar las comunicaciones móviles para los terminales inalámbricos 20. Las estaciones de base 32 pueden incluir cualquier elemento apropiado para comunicarse con los terminales inalámbricos 20 y para interrelacionar los terminales inalámbricos 20 con la red de núcleo 40. Por ejemplo, dependiendo de los estándares de comunicaciones soportados por la red de acceso 30 y la red de núcleo 40, cada estación de base 32 puede representar o incluir a una estación de base, un Nodo B un Nodo B evolucionado (eNodeB, en inglés), una estación de base de radio (RBS – Radio Base Station, en inglés), un punto de acceso, o cualquier otro elemento adecuado capaz de comunicarse de manera inalámbrica con los terminales inalámbricos 20.

La red de núcleo 40 encamina voz y/o datos comunicados por los terminales inalámbricos 20 desde la red de acceso 30 a otros terminales inalámbricos 20, o a otros dispositivos de comunicación acoplados a la red de núcleo 40 mediante conexiones terrestres o a través de otras redes. La red de núcleo 40 puede soportar cualquier estándar o técnica apropiada para el encaminamiento de tales comunicaciones. Por ejemplo, en las realizaciones de los terminales inalámbricos 20 que soportan LTE, la red de núcleo 40 puede representar a una red de núcleo de Evolución de la arquitectura del sistema (SAE – System Architecture Network, en inglés). La red de núcleo 40 puede ser asimismo responsable de agregar comunicación para transmisiones de largo alcance, autenticación de usuarios, control de llamadas, medición de la utilización para facturación, u otra funcionalidad asociada con el suministro de servicios de comunicación. En general, no obstante, la red de núcleo 40 puede incluir cualquier componente adecuado para encaminar o soportar de otro modo voz y/o comunicaciones de datos para los terminales inalámbricos 20.

En operación, el sistema de comunicación para móviles 10 proporciona un servicio de telecomunicación al terminal inalámbrico 20. Como parte de este servicio, la red de acceso 30 se comunica de manera inalámbrica con el terminal inalámbrico 20. Por ejemplo, en la realización mostrada, la estación de base 32 de la red de acceso 30 establece una conexión inalámbrica con el terminal inalámbrico 20 para la comunicación en canales de radiofrecuencia (RF), y

la red de núcleo 40 transporta voz, datos, multimedia y/u otros tipos de información entre varios componentes de la red de acceso 30 y entre otros elementos del sistema de comunicación para móviles 10, tales como los dispositivos de comunicación mediante línea fija.

Para aumentar el espectro disponible de portadoras que se pueden utilizar para la comunicación entre el terminal inalámbrico 20 y la red de acceso 30, el sistema de comunicación para móviles 10 utiliza un esquema de agregación de portadoras en el que una o varias portadoras de componentes están configuradas para su utilización en una célula 60. En realizaciones concretas, esta configuración se lleva a cabo de manera semi-estática. El número de portadoras de componentes configuradas, así como el ancho de banda de las portadoras de componentes individuales puede ser diferente para el enlace ascendente y el enlace descendente. Adicionalmente, el número de portadoras de componentes configuradas en una célula puede ser diferente del número de portadoras de componentes vistas por el terminal inalámbrico 20. Por ejemplo, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 puede soportar más portadoras de componentes del enlace descendente que portadoras de componentes del enlace ascendente, incluso aunque la célula 60 esté configurada con el mismo número de portadoras de componentes del enlace ascendente y del enlace descendente. En realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 puede conectarse inicialmente a la red de acceso 30 a través de la estación de base 32, utilizando solo portadoras de un único componente y, tras la conexión, puede recibir información indicando las portadoras de componentes configuradas actualmente para ser utilizadas en la célula 60.

Para evitar que el terminal inalámbrico 20 tenga que monitorizar constantemente todas las portadoras de componentes configuradas para la célula 60, un elemento de la red de acceso 30 (que se asume que es la estación de base 32 para el objetivo de este ejemplo) puede ser responsable de activar y desactivar las diferentes portadoras de componentes para ser utilizadas por el terminal inalámbrico 20 en la célula 60. El terminal inalámbrico 20 puede a continuación limitar su monitorización solo a las portadoras de componentes configuradas y activadas para el terminal inalámbrico 20. Por ejemplo, en las realizaciones de LTE de versión 10, información de control importante para una portadora de componentes será transmitida en un Canal de control del enlace descendente físico (PDCCH – Physical Downlink Control CHannel, en inglés) y en un Canal compartido del enlace descendente físico (PDSCH – Physical Downlink Shared CHannel, en inglés) asociado con esa portadora de componentes. Con activación, el terminal inalámbrico 20 puede limitar su monitorización del PDCCH y el PDSCH a las portadoras de componentes activadas en ese momento para el terminal inalámbrico 20, en lugar de ser forzado a monitorizar estos canales para todas las portadoras de componentes configuradas para su utilización en la célula 60. En ciertas realizaciones, la activación se puede conseguir utilizando una señalización más rápida (por ejemplo, señalización de la capa de control de acceso al medio (MAC – Medium Access Control, en inglés) que la configuración inicial de las portadoras de componentes, reduciendo con ello la cantidad de tiempo y de coste utilizado para cambiar el número de portadoras de componentes utilizadas por el terminal inalámbrico 20 en un momento dado. Por ejemplo, tras la llegada de grandes cantidades de datos al terminal inalámbrico 20, se pueden activar múltiples portadoras de componentes del enlace descendente para el terminal inalámbrico 20 y, a continuación, utilizarlas para transmitir datos al terminal inalámbrico 20. Estas portadoras de componentes de más pueden, a continuación, ser desactivadas para el terminal inalámbrico 20 si no son necesarias, una vez que estos datos han sido transmitidos al terminal inalámbrico 20.

En realizaciones concretas, todas las portadoras de componentes menos una en cada dirección -denominadas en esta memoria, individualmente, “portadora de componentes primaria del enlace descendente” y “portadora de componentes primaria del enlace ascendente”, o conjuntamente, “portadora de componentes primaria”- pueden ser desactivadas para el terminal inalámbrico 20 cuando no sean necesarias. La activación proporciona, por lo tanto, la posibilidad de configurar múltiples portadoras de componentes para el terminal inalámbrico 20, pero solo activa estas portadoras de componentes adicionales, denominadas aquí “portadoras de componentes secundarias” -según sea necesario. A menudo, el terminal inalámbrico 20 puede tener activadas una o muy pocas portadoras de componentes, permitiendo con ello al terminal inalámbrico 20 utilizar un menor ancho de banda de recepción y reducir así el consumo de la batería.

En muchos sistemas de comunicación avanzados, la planificación de las portadoras de componentes se realiza por medio de asignaciones del enlace descendente, concesiones de planificación del enlace ascendente y/u otra información de planificación que se comunica en mensajes (representados en la figura 2 mediante “mensajes de control del enlace descendente 70”) enviados al terminal inalámbrico 20 en un canal de control del enlace descendente. Por ejemplo, en una realización del sistema de comunicación para móviles 10 que implementa LTE, las asignaciones del enlace descendente serían comunicadas al terminal inalámbrico 20 en mensajes de información de control del enlace descendente (DCI – Downlink Control Information, en inglés) transmitidos en el PDCCH. Esta información de planificación indica que el terminal inalámbrico 20 ha sido planificado para recibir una transmisión de enlace descendente en una portadora de componentes concreta durante una subtrama de radio determinada. Por ejemplo, en las realizaciones del sistema de comunicación para móviles 10 que implementan LTE, la estación de base 32 puede transmitir un mensaje de control del enlace descendente 70, que incluye una o varias asignaciones de planificación del enlace descendente, indicando cuándo en el terminal inalámbrico 20 de la subtrama actual o siguiente es planificado para recibir una transmisión de datos en el canal compartido del enlace descendente físico (PDSCH) en una portadora o portadoras de componentes concreta o concretas.

El terminal inalámbrico 20 determina la portadora de componentes asociada con la información de planificación recibida, bien sea sobre la base de una relación predeterminada entre la portadora de componentes en la que se recibió la información de planificación (por ejemplo, la portadora de componentes pertinente puede ser la misma portadora de componentes en la que se recibió la información de planificación para una asignación del enlace descendente, o una portadora de componentes del enlace ascendente asociada con esa portadora de componentes del enlace descendente para concesiones de planificación del enlace ascendente) o bien sea sobre la base de información adicional incluida en el mensaje de control del enlace descendente 70 que identifica la portadora de componentes pertinente (tal como un campo indicador de portadora (CIF – Carrier Indicator Field, en inglés) en realizaciones de LTE). En realizaciones concretas la subtrama aplicable para la información de planificación es la misma subtrama en la cual se transmite el mensaje de control del enlace descendente 70, u otra subtrama identificada por el terminal inalámbrico 20 sobre la base de alguna relación preestablecida con la subtrama en la que se transmitió el mensaje de control del enlace descendente 70.

Además de la información de planificación, los mensajes de control del enlace descendente 70 pueden contener, en realizaciones concretas, parámetros de modulación y de esquema de codificación, parámetros de multiplexación espacial e información relativa a la información de retorno. Adicionalmente, en realizaciones concretas, los mensajes de control pueden incluir parámetros de control de la potencia (por ejemplo, comandos de control de la potencia de transmisión (TPC – Transmit Power Control, en inglés), tal como se explica además a continuación. Estos parámetros proporcionan información indicativa de cómo debería responder el terminal inalámbrico 20 al mensaje de control del enlace descendente 70, o cómo se debería comportar el terminal inalámbrico 20 cuando utiliza los recursos planificados.

En muchas tecnologías de comunicación avanzadas, se espera que el terminal inalámbrico 20 responda a un mensaje de control del enlace descendente 70, indicando si la transmisión o las transmisiones de datos planificada o planificadas por el mensaje de control del enlace descendente 70 pertinente se recibió o recibieron correctamente (incluyendo tanto la recepción como la descodificación de las transmisiones pertinentes sin errores). Así, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 responde a un mensaje de control del enlace descendente 70 detectado, comunicando un mensaje de control del enlace ascendente 72 que incluye información de retorno (por ejemplo, bits de la información de retorno de acuse de recibo/acuse de recibo negativo (ACK/NACK) de solicitud de repetición automática híbrida (HARQ – Hybrid Automatic Repeat Request, en inglés) que indica la recepción correcta o la recepción/no recepción incorrecta de la transmisión o transmisiones planificada o planificadas por ese mensaje de control del enlace descendente 70. No obstante, cuando se implementa agregación de portadoras en una red, en concreto una que soporta terminales heredados incapaces de utilizar múltiples portadoras de componentes, la configuración y la comunicación de los mensajes de control del enlace ascendente 72, puede resultar mucho más complicada. La comunicación de la información de retorno para un número significativo de portadoras de componentes puede desperdiciar recursos de transmisión de valor. Adicionalmente, el importante incremento en el número de posibles escenarios de configuración y de planificación puede crear problemas si la comunicación de esta información no es robusta. Por lo tanto, realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 implementan ciertas soluciones para una comunicación mejorada de la señalización de control en los sistemas de agregación de portadoras.

En realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 está configurado por la red para realizar solicitudes de planificación (SR – Scheduling Request, en inglés) con una frecuencia predeterminada. Cuando un terminal inalámbrico 20 debe comunicar los bits de la información de retorno en una subtrama que permite la solicitud de planificación, el bit SR (en el que, por ejemplo, “1” puede representar una solicitud de planificación positiva, y “0” puede representar una solicitud de planificación negativa) puede ser adjuntado a las secuencias de bits de la información de retorno. De este modo, el mensaje de control del enlace ascendente 72 puede incluir asimismo un bit SR u otras formas de solicitud de planificación, además de los bits de la información de retorno.

Selección de formato para los mensajes de control del enlace ascendente

Si el terminal inalámbrico 20 tiene múltiples portadoras de componentes activadas en un momento determinado, puede ser necesario que el terminal inalámbrico 20 proporcione una información de retorno en transmisiones planificadas en múltiples portadora de componentes diferentes de una vez. En realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10, el terminal inalámbrico 20 se puede configurar para utilizar un solo mensaje de control del enlace ascendente 72 para dar acuse de recibo de la recepción o la no recepción/recepción fallida de la información planificada en todas las portadoras de componentes planificadas durante una subtrama particular. Consolidando de esta manera los acuses de recibo, el sistema de comunicación para móviles 10 puede reducir el coste requerido para tales acuses de recibo. No obstante, los terminales heredados servidos por el sistema de comunicación para móviles 10 solo pueden ser capaces de utilizar (y por lo tanto de dar acuse de recibo) una sola portadora de componentes. Como resultado, puede ser necesario que el sistema de comunicación para móviles 10 reconozca múltiples formatos de mensaje de control del enlace ascendente 72, que incluyen un primer formato para dispositivos capaces de utilizar solo una única portadora de componentes, un formato que solo proporciona información de retorno para una sola portadora de componentes (denominado aquí formato de “portadora única” o “SC” (Single Carrier, en inglés), y un segundo formato, que se puede utilizar para comunicar información de retorno para múltiples portadoras de componentes (denominado aquí formato de “agregación de portadoras” o “CA” (Carrier Aggregation, en inglés)).

En realizaciones concretas, el segundo formato representa un formato de mensaje que define, dentro de un mensaje de control del enlace ascendente 72, ubicaciones predeterminadas para uno o varios bits de la información de retorno asociados con cada una de las portadoras de componentes actualmente configuradas para su utilización en la célula 60. El número específico de bits transmitidos para cada portadora de componentes puede variar. Por ejemplo, en realizaciones concretas, el sistema de comunicación para móviles 10 soporta múltiple entrada múltiple salida (MIMO – Múltiple input múltiple output, en inglés) y esquemas de transmisión de diversidad espacial, y puede utilizar selectivamente empaquetamiento de información de retorno espacial. En tales realizaciones, el terminal inalámbrico 20 se puede configurar para utilizar un formato CA que proporciona un bit de la información de retorno por cada portadora de componentes configurada, cuando se emplea el empaquetamiento de información de retorno espacial, y proporciona dos bits de la información de retorno por cada portadora de componentes configurada, cuando no se emplea empaquetamiento espacial. Por ejemplo, si la célula 60 está actualmente configurada con tres portadoras de componentes, este formato CA soportaría tres bits cuando se emplea empaquetamiento de información de retorno espacial, y seis bits cuando no se emplea empaquetamiento de información de retorno espacial. Los bits innecesarios de la información de retorno (por ejemplo, los asociados con una portadora de componentes para la cual no se ha recibido correctamente ninguna información de planificación, o los asociados con la transmisión de una sola palabra de código que requiere solo uno de dos bits asignados de la información de retorno) pueden ser ajustados a un valor fijo, por ejemplo “0” (NACK). En general, no obstante, el formato CA puede indicar de cualquier manera apropiada si la información planificada para cada una de una pluralidad de portadoras de componentes ha sido o no recibida correctamente por el terminal inalámbrico 20.

Dado el coste adicional asociado con la utilización del formato CA, puede resultar deseable disponer de terminales que sean capaces, utilizando múltiples portadoras de componentes, de utilizar también el formato SC para los mensajes de control del enlace ascendente 72 si dichos terminales solo han sido planificados en una única portadora de componentes (y, de este modo, solo necesitan proporcionar información de retorno en una única portadora de componentes). Por lo tanto, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 transmite los mensajes de control del enlace ascendente 72 de acuerdo con el formato SC cuando proporciona información de retorno relativa a que un terminal inalámbrico 20 de transmisión está planificado para recibir en una única portadora de componentes (por ejemplo, la portadora de componentes primaria), y de acuerdo con el formato CA cuando proporciona información de retorno en un terminal inalámbrico 20 de transmisiones que está planificado para la recepción en múltiples portadoras de componentes. En consecuencia, realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 pueden reducir el coste asociado con la transmisión de la información de control por los terminales inalámbricos 20 que soportan agregación de portadoras.

No obstante, dado que la red de acceso 30 puede comunicar los mensajes de control del enlace descendente 70 en canales de radiofrecuencia (RF) no ideales, los mensajes de control del enlace descendente 70 que contienen asignaciones y concesiones de planificación pueden no ser recibidos o pueden haberse corrompido durante la transmisión, lo que resulta en errores cuando son descodificados por el terminal inalámbrico 20. Como resultado, el terminal inalámbrico 20 puede no recibir todos los mensajes de control del enlace descendentes 70 transmitidos al mismo para una subtrama determinada. Una preocupación concreta es que el terminal inalámbrico 20 puede recibir un mensaje de control del enlace descendente 70 con información de planificación para una portadora de componentes secundaria, pero no consigue recibir el mensaje de control del enlace descendente 70 con información de planificación para la portadora de componentes primaria durante la misma subtrama. En dichos casos, utilizar el formato SC para proporcionar información de retorno en el mensaje de control del enlace descendente 70 para la portadora de componentes secundaria podría conducir a errores, dado que el mensaje de control del enlace ascendente 72 de formato SC solo proporciona información de retorno en una única portadora de componentes. Dado que, en este caso, se han planificado múltiples componentes para el terminal inalámbrico 20, la red de acceso 30 puede no ser capaz de determinar de manera conclusiva con cuál de las portadoras de componentes planificadas estaba asociada la información de retorno.

En consecuencia, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 está configurado para seleccionar un formato para los mensajes de control del enlace ascendente 72 sobre la base de si el terminal inalámbrico 20 recibe información de planificación para cualquier portadora de componentes asociada con la célula 60. En realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 sabe qué portadora de componentes es la portadora de componentes primaria (por ejemplo, como resultado de la información transmitida por la estación de base 32 durante la configuración de las portadoras de componentes), o es capaz de determinar, a partir del formato de mensajes de control del enlace descendente 70, si la portadora de componentes correspondiente es la portadora de componentes primaria o una secundaria. Si el terminal inalámbrico 20 recibe correctamente la información de planificación para cualquier portadora de componentes secundaria, el terminal inalámbrico 20 responde con un mensaje de control del enlace ascendente 72 de formato CA, incluso si esta portadora de componentes secundaria es la única portadora de componentes para la cual el terminal inalámbrico 20 recibe correctamente la información de planificación para esa subtrama. Haciendo esto, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 es capaz de evitar errores que podrían de otro modo aparecer si el terminal inalámbrico 20 utilizase el formato SC para proporcionar información de retorno en las portadoras de componentes secundarias cuando el terminal inalámbrico 20 no ha recibido correctamente la información de planificación transmitida para la portadora de componentes primaria. En tales realizaciones, el terminal inalámbrico 20 puede utilizar aún el formato SC para transmitir la información de retorno cuando el terminal inalámbrico 20, la única portadora de componentes para la cual el terminal inalámbrico 20 recibe

la información de planificación, es la portadora de componentes primaria, no cuando una portadora de componentes secundaria es la única portadora de componentes para la que se recibió la información de planificación.

En general, esta solución permite que la red de acceso 30 establezca de manera concluyente, cuándo recibir un mensaje de control del enlace ascendente 72 con información de retorno solo para una única portadora de componentes (es decir, un mensaje de formato SC), que la información de retorno se refiere a una transmisión planificada en la portadora de componentes primaria. Además, en realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10, la red de acceso 30 está configurada para planificar siempre el terminal inalámbrico 20 en la portadora de componentes primaria en primer lugar. En tales realizaciones, el terminal inalámbrico 20 puede a menudo ser planificado sólo en la portadora de componentes primaria. Como resultado, el terminal inalámbrico 20 puede ser capaz de utilizar a menudo el formato SC, limitando la frecuencia con la que el formato CA, con su coste adicional, se utiliza. de este modo, realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 permiten que el terminal inalámbrico 20 utilice oportunamente el formato SC para reducir el coste de la señalización de control asociada con la agregación de portadoras, pero al mismo tiempo evite ciertos errores que pueden resultar cuando se transmite sin éxito la información de planificación. La figura 7 que sigue describe con gran detalle la operación a modo de ejemplo de una realización particular del terminal inalámbrico 20, capaz de proporcionar de esta manera la información de retorno.

Comunicar parámetros de control de la potencia

Realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 pueden también o alternativamente proporcionar una técnica más fiable para el control de la potencia de transmisión de los terminales cuando envían mensajes de control del enlace ascendente 72 asociados a la agregación de portadoras. En realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10, cada asignación del enlace descendente o concesión del enlace ascendente se planifica con su propio mensaje de control del enlace descendente 70, y cada mensaje de control del enlace ascendente 72 contiene un parámetro de control de la potencia que indica directa o indirectamente un nivel de la potencia de transmisión para que el terminal inalámbrico 20 utilice en la transmisión del mensaje de control del enlace ascendente 72 de respuesta. Estos parámetros de control de la potencia pueden representar información indicativa de un nivel de la potencia de transmisión máximo para que el terminal inalámbrico 20 utilice, información indicativa de un nivel máximo de potencia de transmisión que el terminal inalámbrico 20 debe cumplir, información relativa a un ajuste para que el terminal inalámbrico 20 aplique a un nivel actual de la potencia de transmisión, o información que indica de cualquier otra manera apropiada un nivel adecuado de la potencia de transmisión para el terminal inalámbrico 20. Como ejemplo, en ciertas realizaciones de LTE, cada mensaje de control del enlace descendente 70 contiene un campo de bits de control de la potencia de transmisión (TCP – Transmit Power Control, en inglés) que contiene un valor de ajuste para que el terminal inalámbrico 20 aplique al nivel actual de potencia en la determinación de un nivel apropiado de la potencia de transmisión en el cual transmitir un mensaje de control del enlace ascendente 72 de respuesta en el PUCCH.

Tal como se ha explicado anteriormente, cuando está planificado para transmisión en la portadora de componentes primaria, así como en una o varias portadoras de componentes secundarias, el terminal inalámbrico 20 recibirá múltiples mensajes de control del enlace descendente 70, uno para cada portadora de componentes en la que se ha planificado el terminal. En tales realizaciones, sería posible transmitir solo el parámetro deseado de control de la potencia en un mensaje de control del enlace descendente 70, y reutilizar los campos pertinentes en otros mensajes de control del enlace descendente 70 para otra información de control no redundante.

No obstante, hacer esto puede crear varios problemas. En primer lugar, si el parámetro de control de la potencia fuese insertado solo en un único mensaje de control del enlace descendente 70 transmitido al terminal inalámbrico 20, y el terminal inalámbrico 20 no recibe correctamente ese mensaje de control del enlace descendente 70, el terminal inalámbrico 20 podría no tener suficiente información mediante la cual determinar la potencia de transmisión correcta para utilizar en la transmisión del mensaje de control del enlace descendente 72 de respuesta. En segundo lugar, incluso si el terminal inalámbrico 20 fuese a recibir el mensaje de control del enlace descendente 70 que contiene el parámetro del control de potencia verdadero, sería poco probable que la red de acceso 30 encontrase un solo parámetro de control de la potencia adecuado para su utilización tanto con el formato SC como con el formato CA, y estos dos formatos pueden resultar en transmisiones del enlace ascendente completamente diferentes.

Además, en realizaciones concretas, el formato CA proporciona información de retorno para todas las portadoras de componentes configuradas. Dado que la reconfiguración es un proceso bastante lento, el número de portadoras de componentes configuradas no puede hacer un seguimiento de las portadoras de componentes utilizadas realmente y, a menudo, para una célula 60 dada está configurado un número bastante elevado de portadoras de componentes. Por lo tanto, es bastante probable que, para una subtrama dada, la célula 60 sea configurada con más portadoras de componentes de las que el terminal inalámbrico 20 estará realmente planificado para utilizar. Esto puede resultar en un tercer problema adicional. El terminal inalámbrico 20 puede transmitir bits de la información de retorno que serían innecesarios si el terminal inalámbrico 20 proporcionase información de retorno solo para las portadoras de componentes activadas o planificadas. Esto, a su vez, resulta en una menor energía por cada bit de información de retorno verdadero, y en un peor rendimiento.

Para abordar el tercer problema (es decir, el menor rendimiento resultante de la transmisión de más bits de los necesarios de la información de retorno), realizaciones concretas de la estación de base 32 implementan un esquema de descodificación dinámico para descodificar los bits de la información de retorno transmitidos por el terminal inalámbrico 20 tras recibir estos mensajes de control del enlace descendente 70. Este esquema de descodificación dinámico utiliza el conocimiento de la planificación para mejorar el rendimiento de la descodificación de la estación de base para un nivel de la potencia de transmisión dado. Como resultado, la descodificación dinámica puede proporcionar el mismo nivel de calidad con una reducción substancial en la relación de señal a ruido, reduciendo con ello el impacto negativo de los necesarios bits de la información de retorno. Este esquema de descodificación dinámico se describe además a continuación.

Para abordar los problemas primero y segundo, se puede configurar un elemento apropiado de la red de acceso 30 (considerado aquí la estación de base 32) para determinar un parámetro del control de la potencia para incluir en cada mensaje de control del enlace descendente 70, basado en si el mensaje de control del enlace descendente 70 pertinente está comunicando información de planificación para la portadora de componentes primaria, un "mensaje de control del PCC" (representado en la figura 2 por el mensaje de control del enlace descendente 70a), o bien comunicar la información de planificación para una de las portadoras de componentes secundarias, un "mensaje de control del SCC" (representado en la figura 2 por los mensajes de control del enlace descendente 70b - d). En realizaciones concretas, si el mensaje de control del enlace descendente 70 pertinente es un mensaje de control del enlace descendente del PCC, la estación de base 32 selecciona un primer parámetro adecuado de control de la potencia para su utilización en la transmisión de un mensaje de control del enlace ascendente 72 de acuerdo con el formato SC. Si, por el contrario, el mensaje de control del enlace descendente 70 es un mensaje de control del SCC, entonces la estación de base 32 determina un segundo parámetro de control de la potencia o múltiples parámetros adecuados de control de la potencia para que el terminal inalámbrico 20 utilice en la transmisión de un mensaje de control del enlace ascendente 72 de respuesta de acuerdo con el formato CA.

La estación de base 32 puede determinar este segundo y/o cualquier parámetro adicional de control de la potencia para su utilización con el formato CA de una manera adecuada. Como ejemplo, en realizaciones concretas, la estación de base 32 determina un segundo parámetro de control de la potencia para transmitir el mensaje de control del enlace ascendente 72 utilizando el formato CA, independientemente de cuántos y qué mensajes de control del enlace descendente 70 recibe el terminal inalámbrico 20. En tales realizaciones, la estación de base 32 puede entonces incluir este segundo parámetro de control de la potencia en cada uno de los mensajes de control del enlace descendente 70b-d del SCC. Esto puede asegurar que el terminal inalámbrico 20 utilizará la misma potencia de transmisión independientemente de cuántos de los múltiples mensajes de control del enlace descendente 70b-d recibirá con éxito el terminal inalámbrico 20.

Como ejemplo adicional, el segundo parámetro de control de la potencia determinado por la estación de base 32 puede representar un parámetro de control de la potencia para su utilización cuando el terminal inalámbrico 20 recibe correctamente todos los mensajes de control del enlace descendente 70 del SCC transmitidos al terminal inalámbrico 20 para esa subtrama. La estación de base 32 puede estar prevista para que el terminal inalámbrico 20 calcule un parámetro real de control de la potencia para utilizar basado en este segundo parámetro de control de la potencia y en el número de mensajes de control del enlace descendente 70 del SCC que el terminal inalámbrico 20 recibe con éxito. Como resultado, la estación de base 32 puede calcular un tercer parámetro de control de la potencia dividiendo el segundo parámetro de control de la potencia por el número de portadoras de componentes secundarias en las cuales el terminal inalámbrico 20 está siendo planificado en esta subtrama. La estación de base 32 puede incluir entonces este tercer parámetro de control de la potencia en cada mensaje de control del enlace descendente 70b-d del SCC. De manera alternativa, la estación de base 32 puede calcular parámetros diferentes de control de la potencia, uno por cada mensaje de control del enlace descendente 70b-d del SCC para ser transmitido, que se añaden al segundo parámetro de control de la potencia. La estación de base 32 incluye entonces uno de estos parámetros adicionales de control de la potencia en cada mensaje de control del enlace descendente 70b-d del SCC. Si el terminal inalámbrico 20, a continuación, recibe con éxito algunos o todos los mensajes de control del enlace descendente 70b-d del SCC, el terminal inalámbrico 20 añadirá los parámetros de control de la potencia en los mensajes de control del enlace descendente 70b-d del SCC recibidos (con ponderaciones específicas para una portadora en ciertas realizaciones) para obtener un parámetro de control de la potencia para su utilización en realizar una transmisión de formato CA en la subtrama.

Como otro ejemplo adicional, la estación de base 32 puede determinar parámetros de control de la potencia segundo y/o adicionales basándose en el conjunto específico de portadoras de componentes secundarias en las cuales está planificado el terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión durante la subtrama. Para mostrarlo, las figuras 3A-3D proporcionan tablas que contienen parámetros de control de la potencia a modo de ejemplo para una realización en la cual la estación de base 32 es capaz de soportar cinco portadoras de componentes diferentes. Específicamente, las tablas de las figuras 3A-3D describen parámetros de control de ejemplo para una realización concreta de la estación de base 32 cuando dos, tres, cuatro o cinco portadoras de componentes, respectivamente, están configuradas para el terminal inalámbrico 20. En particular, las figuras 3A-3D muestran los parámetros de control de la potencia a modo de ejemplo para una realización en la cual el terminal inalámbrico 20 determina un nivel de la potencia de transmisión para transmitir mensajes de control del enlace ascendente 72 de acuerdo con la Ecuación 1:

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

para la cual se utilizan las definiciones siguientes:

$P_{\text{PUCCH}}(i)$	Potencia de transmisión del PUCCH para la subtrama i.
P_{CMAX}	Potencia de transmisión máxima configurada para el PCC del enlace ascendente.
$P_{\text{a_PUCCH}}$	Potencia de recepción deseada del mensaje de control del enlace ascendente señalizada por las capas superiores.
$h(n_{\text{CQI}}, n_{\text{HARQ}})$	Parámetro de desfase que depende del número de bits de CQI o del número n_{CQI} de bits de CQI o del número n_{H} de bits de la información de retorno
$\Delta_{\text{F_PUCCH}}(F)$	Parámetro de desfase que depende del formato del mensaje de control del enlace ascendente
$g(i)$	Valor del ajuste de la potencia acumulada obtenido a partir de los parámetros de control de la potencia. $\delta_{\text{PUCCH}}(i)$. En realizaciones concretas y k_m dependen de si el modo de multiplexación es FDD o TDD.
PL	Pérdida de ruta

La estación de base 32 puede almacenar tablas de búsquedas que contienen la misma o similar información a la mostrada en las figuras 3A-3D. Adicionalmente, la estación de base 32 puede guardar múltiples versiones diferentes de cada tabla de búsqueda para utilizar bajo diferentes condiciones de radio, con diferentes configuraciones de portadora, o en respuesta a cambios en otros aspectos del entorno operativo. En tales realizaciones, la estación de base 32 selecciona un segundo parámetro apropiado de control de la potencia utilizando tales tablas de búsqueda. La estación de base 32 incluye a continuación el segundo parámetro de control de la potencia seleccionado en cada uno de los mensajes de control del enlace descendente 70b - d del SCC transmitidos al terminal inalámbrico 20. de manera alternativa, la estación de base 32 puede, como se ha descrito anteriormente, calcular un tercer parámetro de control de la potencia y/o parámetros adicionales de control de la potencia, para su inclusión en los mensajes de control del enlace descendente 70 sobre la base del segundo parámetro de control de la potencia seleccionado.

Como otro ejemplo adicional, en realizaciones concretas, la estación de base 32 puede determinar el segundo parámetro de control de la potencia (o cualquier parámetro adicional de control de la potencia para ser incluido en los mensajes de control del enlace descendente 70 del SCC) sobre la base de si el terminal inalámbrico 20 empleará el agrupamiento espacial de la información de retorno. Por ejemplo, cualquiera de las técnicas descritas anteriormente para generar parámetros adicionales de control de la potencia puede ser modificada, para considerar, además, si se empleará el agrupamiento espacial de la información de retorno. Esto puede permitir el ajuste de la potencia de transmisión sobre la base del número de bits de la información de retorno que se transmitirán realmente.

La estación de base 32 transmite a continuación cualquier mensaje generado de control del enlace descendente 70 al terminal inalámbrico 20. El terminal inalámbrico 20 recibe correctamente (es decir, recibe y descodifica sin errores) algunos o todos los mensajes de control del enlace descendente 70 transmitidos. Sobre la base de los mensajes de control del enlace descendente 70 recibidos correctamente, el terminal inalámbrico 20 determina un nivel de la potencia de transmisión para utilizar cuando se transmite el mensaje de control del enlace ascendente 72 de respuesta. Si el terminal inalámbrico 20 recibe correctamente solo un mensaje de control del enlace ascendente 70a del PCC, el terminal inalámbrico 20 determinará un nivel de la potencia de transmisión para transmitir un mensaje de control del enlace ascendente 72 de respuesta utilizando el parámetro de control de la potencia en el único mensaje de control del enlace descendente 70 recibido correctamente por el terminal inalámbrico 20 (en este caso, el primer parámetro de control de la potencia). Si el terminal inalámbrico 20 recibe correctamente cualquier mensaje de control del enlace descendente 70b-d del SCC, entonces el terminal inalámbrico 20 determinará por el contrario un nivel de la potencia de transmisión sobre la base de los parámetros de todos de los mensaje de control del enlace descendente 70b-d recibidos correctamente (es decir, los parámetros segundo o adicionales de control de la potencia). Tal como se ha explicado anteriormente, el terminal inalámbrico 20 puede determinar el parámetro de control de la potencia global para utilizar sobre la base de un parámetro común que está incluido en cada uno de los mensaje de control del enlace descendente 70b-d del SCC recibidos correctamente, sobre la base de la suma posiblemente ponderada) de los parámetros de control de la potencia incluidos en los mensaje de control del enlace descendente 70b-d del SCC recibidos correctamente, o sobre la base de cualquier combinación apropiada de los parámetros en uno o varios de los mensajes de control del enlace descendente 70b-d recibidos correctamente.

De este modo, el terminal inalámbrico 20 utiliza el primer parámetro de control de la potencia (es decir, el parámetro de control de la potencia incluido en el mensaje de control del enlace descendente 70 que planifica el terminal inalámbrico para recibir transmisiones en la portadora de componentes primaria) cuando la estación de base 32 ha

planificado solo el terminal inalámbrico 20 para recibir transmisiones en la portadora de componentes primaria, o cuando el terminal inalámbrico 20 no recibe correctamente los mensajes de control del enlace descendente 70 comunicando la planificación de cualquier portadora de componentes secundaria. Si, no obstante, el terminal inalámbrico 20 recibe correctamente algún mensaje de control del enlace descendente 70 planificando el terminal inalámbrico 20 para recibir transmisiones en una portadora de componentes secundaria, entonces el terminal inalámbrico 20 desestimará el primer parámetro de control de la potencia y determinará el nivel adecuado de la potencia de transmisión sobre la base de los parámetros de control de la potencia en uno o varios de los mensajes de control del enlace descendente 70 que planifican tales portadoras secundarias.

Tras la determinación del parámetro o los parámetros de control de la potencia para utilizar, sobre la base de los mensajes de control del enlace descendente 70 recibidos correctamente, el terminal inalámbrico 20 calculará una potencia de transmisión para su mensaje de control del enlace ascendente 72 sobre la base de este parámetro de control de la potencia. El terminal inalámbrico 20 puede determinar la potencia de transmisión de cualquier manera apropiada, sobre la base de los parámetros de control de la potencia comunicados por la estación de base 32 en los mensajes de control del enlace descendente 70. Por ejemplo, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 está configurado para determinar un nivel de la potencia de transmisión para el mensaje de control del enlace descendente 70 basado en la Ecuación (1).

En realizaciones concretas que utilizan la Ecuación (1), $g(i)$ es la acumulación del parámetro de control de la potencia actual (o la suma (ponderada) de los parámetros de control de la potencia recibidos correctamente en los mensajes de control del enlace descendente 70 que planifican las portadoras de componentes secundarias) y los valores anteriores. Dependiendo de si se utilizan los parámetros de control de la potencia pertinentes para mantener un solo valor de $g(i)$ o dos valores de $g(i)$ independientes – uno para el formato SC ($g_{PCC}(i)$) y uno para el formato CA ($g_{SCC}(i)$), tales realizaciones pueden utilizar bucles separados del control de la potencia para los diferentes formatos.

En el primer caso, en el que se mantiene un único valor de $g(i)$, este $g(i)$ solo se actualiza con el parámetro de control de la potencia correspondiente al formato a utilizar para el respectivo mensaje de control del enlace ascendente 72. de este modo, siempre que se utiliza el formato SC, $g(i)$ se actualiza basándose en el parámetro de control de la potencia transmitido en los mensajes de control del enlace descendente 70 del PCC (es decir, el primer parámetro de control de la potencia), asumiendo que el mensaje de control del enlace descendente 70 fue recibido correctamente. Siempre que se utiliza el formato CA, $g(i)$ se actualiza sobre la base de uno o varios de los parámetros de control de la potencia en los mensajes de control del enlace descendente 70 recibidos correctamente que planifican portadoras de componentes secundarias.

En el segundo caso, $g_{PCC}(i)$ para el formato SC se actualiza solamente con el parámetro de control de la potencia del mensaje de control del enlace descendente 70 del PCC. Mientras tanto, $g_{SCC}(i)$ para el formato CA se actualiza solamente sobre la base de los parámetros de control de la potencia en los mensajes de control del enlace descendente 70 que planifican las portadoras de componentes secundarias. En varias realizaciones, tanto $g_{PCC}(i)$ como $g_{SCC}(i)$ se pueden actualizar tan pronto como el parámetro de control de la potencia correspondiente es recibido, o se pueden actualizar solo si se utiliza también el formato correspondiente para los mensajes de control del enlace ascendente 72 (es decir, $g_{PCC}(i)$ solo se actualiza si se utiliza el formato SC, y $G_{SCC}(i)$ solo se actualiza si se utiliza el formato CA).

Tras la determinación del nivel apropiado de la potencia de transmisión, el terminal inalámbrico 20 transmite a continuación un mensaje de control del enlace ascendente 72 para la subtrama de la estación de base 32 de acuerdo con un formato seleccionado, y utilizando el nivel de la potencia de transmisión calculado. Mediante la utilización de las técnicas descritas para comunicar el nivel apropiado de la potencia de transmisión para el mensaje de control del enlace ascendente 72 pertinente, el sistema de comunicación para móviles 10, en realizaciones concretas, facilita la utilización de diferentes niveles de la potencia de transmisión para diferentes formatos del mensaje de control pero, al mismo tiempo, minimiza el impacto que tienen esos errores de transmisión en la comunicación de los mensajes de control del enlace descendente 70 en la selección de los niveles apropiados de la potencia de transmisión.

Descodificación dinámica de los mensajes de control del enlace ascendente

Tal como se ha observado anteriormente, realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 utilizan la descodificación dinámica de los bits de la información de retorno en los mensajes de control del enlace ascendente 72 para mejorar el rendimiento de la descodificación. de manera más específica, realizaciones concretas utilizan el conocimiento de las portadoras de componentes planificadas para que el terminal inalámbrico 20 mejore la fiabilidad del enlace y/o reduzca las necesidades de potencia de transmisión para los mensajes de control del enlace ascendente 72.

Como parte de este esquema de descodificación dinámica, la estación de base 32 recibe mensajes de control del enlace ascendente 72 desde el terminal inalámbrico 20 que han sido codificados para su transmisión en el enlace de radio entre el terminal inalámbrico 20 y la estación de base 32. La siguiente descripción asume, con el propósito de ilustración, que el terminal inalámbrico 20 codifica la información de retorno en los mensajes de control del enlace ascendente 72 utilizando un esquema de codificación de Reed Muller (32, O), en el que O es el número de bits de la

información de retorno. No obstante, el terminal inalámbrico 20 puede utilizar cualquier esquema de codificación adecuado con modificación apropiada de las técnicas de descodificación descritas. Adicionalmente, la siguiente descripción asume, con el propósito de ilustración, que se transmiten dos bits de la información de retorno para cada portadora de componentes en la cual se ha planificado un terminal. En realizaciones alternativas, el número de bits en la información de retorno puede variar dependiendo, por ejemplo, de si se emplea la agrupación espacial o de si ciertas portadoras de componentes están configuradas para ser utilizadas solo para transmisiones de una sola palabra de código.

De este modo, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 codifica los bits de la información de retorno utilizando el código de bloque (32, 0). En realizaciones concretas, las palabras de código de este código de bloques son una combinación lineal de las once (11) secuencias básicas indicadas como $M_{i,n}$ y definidas en la Tabla 5.2.2.6.4-1 del 3GPP TS 36.212, "Multiplexing and channel coding", V9.0.0. El bloque codificado se indica como $b_0, b_1, b_2, b_3, \dots, b_{B-3}$ en el que $B = 32$ y:

$$b_i = \sum_{n=0}^{Q-1} (o_n \cdot M_{i,n}) \bmod 2$$

Ecuación (2)

en la que $i = 0, 1, 2, \dots, B-1$.

El bloque codificado puede ser procesado a continuación según necesidades para la configuración pertinente del sistema de comunicación para móviles 10 antes de ser transmitido por el terminal inalámbrico 20. Por ejemplo, en ciertas realizaciones de LTE, se realiza un acuerdo de tasa en los bits codificados para generar una secuencia codificada de 48 bits para su transmisión como parte de un PUCCH basado en multiplexación por división ortogonal de la frecuencia ampliada mediante transformada de Fourier discontinua (DFTS-OFDM Discrete Fourier Transform Spread Orthogonal Frequency Division Multiplexing, en inglés). La secuencia codificada de bits se aleatoriza entonces con secuencias específicas para una célula y/o que dependen de símbolos. Cada uno de dos grupos de 24 bits es asignado a una ranura separada y convertido en doce símbolos de codificación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK – Quadrature Phase-Shift Keying, en inglés), precodificados mediante DFT, distribuidos en cinco símbolos de DFTS-OFDM, y transmitidos en un bloque de recursos (ancho de banda) y en cinco símbolos de DFTS-OFDM (tiempo).

La estación de base 32 recibe la información de retorno codificada como parte de un mensaje de control del enlace ascendente 72. La estación de base 32 descodifica a continuación la información de retorno codificada utilizando el conocimiento de la información de planificación asociada con el terminal inalámbrico 20 para facilitar la descodificación. Para mostrar esto, considérese un ejemplo en el cual la estación de base 32 ha planificado dos portadoras de componentes (la portadora de componentes 3 y la portadora de componentes 4) de cinco portadoras de componentes configuradas para transmisiones hacia el terminal inalámbrico 20 durante una subtrama particular, y en la que el terminal inalámbrico 20 utiliza dos bits de la información de retorno para informar sobre cada portadora de componentes configurada. Dado que el libro de códigos utilizado en este ejemplo estaría configurado para soportar diez bits de la información de retorno, el terminal inalámbrico 20 utilizará diez bases de Reed Muller con índices {0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9} para codificar las cinco portadoras de componentes configuradas en este caso. Es decir, el terminal inalámbrico 20 utiliza un código de canal nominal (48, 10).

Dado que, en este ejemplo, la estación de base 32 no ha enviado ninguna asignación o concesión de planificación relativa a la portadora de componentes 0, la portadora de componentes 1 o la portadora de componentes 2, la secuencia de diez bits de la información de retorno empezaría con seis ceros. Por lo tanto, la estación de base 32, utilizando su conocimiento de esta información de planificación, puede descodificar un código de canal efectivo (48, 4) utilizando solo las bases de Reed Muller con índices {6, 7, 8, 9}. Para este ejemplo, este conocimiento reduce de manera efectiva el número de palabras de código posibles para buscar de 1024 a solo 16. Como resultado, la relación de señal a ruido (SNR – Signal to-noise ratio, en inglés) se puede reducir, y la potencia de transmisión utilizada por el terminal inalámbrico 20 en la información de información de retorno se puede asimismo reducir. Por ejemplo, en el caso de cinco portadoras de componentes configuradas, la descodificación dinámica puede reducir la potencia de transmisión necesaria en el terminal inalámbrico 20 cuando se transmiten los mensajes de control del enlace ascendente 72 de formato CA de menos de 4 dB hasta ningún incremento en la mayoría de los casos y un pequeño incremento en algunos casos. El pequeño incremento de la potencia de transmisión necesaria para un número reducido de casos se puede añadir a los parámetros de control de la potencia en los mensajes de control del enlace descendente 70 que planifican portadoras de componentes secundarias para informar al terminal inalámbrico 20.

Por lo tanto, en realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10, la estación de base 32 utiliza un esquema de codificación de probabilidad máxima mejorado para descodificar la primera información de retorno codificada de Reed Muller en los mensajes de control del enlace ascendente 72 sobre la base del conocimiento de la información de planificación que solicitó acerca la información de retorno. En realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10, este esquema de descodificación comprende un primer algoritmo de descodificación

utilizado para los mensajes de control del enlace ascendente 72 que incluyen más de seis bits de la información de retorno.

De manera más específica, el primer algoritmo de descodificación proporciona una técnica eficiente para la descodificación dinámica de los mensajes de control del enlace ascendente 72 de formato CA que soportan hasta seis bits de la información de retorno (es decir, $O \leq 6$). Tal como se ha indicado anteriormente, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 utiliza un código de bloque de LTE (32, O) relativo al código de Reed-Muller de primer orden (32, 6) para codificar bits de la información de retorno en los mensajes de control del enlace ascendente 72. Por ejemplo, cuando el terminal inalámbrico 20 codifica un mensaje de control del enlace ascendente 72 para una célula 60 que soporta cinco portadoras de componentes configuradas y emplea agrupación espacial (es decir, un mensaje de control del enlace ascendente 72 que incluye cinco bits de la información de retorno), el código de bloque de LTE (32, 5) se utiliza para transmitir la corrección de error. Una descodificación de máxima probabilidad (ML – Maximum Likelihood, en inglés) de fuerza bruta de este código requeriría $32 \times 32 = 1024$ operaciones. Utilizando el primer algoritmo de descodificación se puede completar una descodificación eficiente en realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 solo en $32 \times \log_2 32 = 160$ operaciones.

En realizaciones concretas, el primer algoritmo de descodificación se implementa mediante:

1. Aplicar el intercalado mostrado en la Ecuación (3) a la secuencia de valores blandos recibida, $r_0, r_1, r_2, r_3, \dots, r_{31}$, correspondiente al código de bloque de LTE (32, O) para convertir la secuencia de valores blandos recibida en un vector recibido, $S_0, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{31}$, correspondiente al código de Reed-Muller de primer orden (32, 6):

$$\begin{array}{ll}
 S_0 = r_{31}, & S_{16} = r_{19} \\
 S_1 = r_0, & S_{17} = r_{25} \\
 S_2 = r_{20}, & S_{18} = r_{10} \\
 S_3 = r_1, & S_{19} = r_{11} \\
 S_4 = r_2, & S_{20} = r_{12} \\
 S_5 = r_{21}, & S_{21} = r_{13} \\
 S_6 = r_3, & S_{22} = r_{26} \\
 S_7 = r_4, & S_{23} = r_{27} \\
 S_8 = r_{22}, & S_{24} = r_{14} \\
 S_9 = r_5, & S_{25} = r_{15} \\
 S_{10} = r_6, & S_{26} = r_{28} \\
 S_{11} = r_{23}, & S_{27} = r_{16} \\
 S_{12} = r_7, & S_{28} = r_{17} \\
 S_{13} = r_8, & S_{29} = r_{18} \\
 S_{14} = r_9, & S_{30} = r_{29} \\
 S_{15} = r_{24}, & S_{31} = r_{30}
 \end{array}$$

Ecuación (3)

2. Realizar una transformada rápida de Hadamard sobre el vector recibido $S_0, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{31}$ para obtener los valores transformados $h_0, h_1, h_2, h_3, \dots, h_{31}$.

3. Encontrar el índice y el signo del valor transformado con el mayor valor absoluto a partir de un subconjunto de los valores transformados. El subconjunto se determina mediante el conjunto de bits de información conocidos.

4. Obtener una estimación de la secuencia de bits de información sobre la base del índice del mejor valor transformado y de su signo.

Para mostrar esta técnica, considérese un primer ejemplo en el que la estación de base 32 ha planificado el terminal inalámbrico 20 para utilizar las cinco portadoras de componentes configuradas actualmente. En este caso, el conjunto de bits de información conocidos sería $[o_5] = [0]$, dado que la portadora de componentes 5 no está configurada y por ello no está planificada. Supóngase que la secuencia de bits de la información de retorno real generada por el terminal inalámbrico 20 es $[1, 1, 0, 0, 1]$ para las portadoras de componentes configuradas, indicando que el terminal inalámbrico 20 recibió correctamente las transmisiones planificadas en la portadora de componentes 0, la portadora de componentes 1 y la portadora de componentes 4. En una realización que utiliza el

esquema de codificación de ejemplo descrito anteriormente, el terminal inalámbrico 20 produciría entonces una palabra de código de Reed-Muller de primer orden de [1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1], y transmite a la estación de base 32 la palabra de código como parte de un mensaje de control del enlace ascendente 72.

- 5 La estación de base 32 recibe el mensaje de control del enlace ascendente 72 y, a continuación, puede realizar el intercalado descrito por la Ecuación (3) en la secuencia de valores blandos correspondiente a los bits de la información de retorno para generar un vector recibido $S_0, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{31}$. Supóngase que debido a la interferencia y al ruido en el canal de comunicación inalámbrica, el vector recibido $S_0, S_1, S_2, S_3, \dots, S_{31}$. para este ejemplo viene dado por [-0.8, 0.5, -0.9, 0.7, -0.8, 1.4, -1.1, 0.1, 1.2, -0.3, 1.4, -1.8, 0.9, -1.4, 0.5, -1.5, -0.9, 0.7, -1.0, 0.9, -1.3, 1.1, -0.6, 2.0, 0.4, -1.6, 1.5, -1.2, 0.3, -0.7, 1.7, -0.8]. Los valores resultantes transformados mediante el Hadamard para este ejemplo se muestran en el lado izquierdo de la ecuación siguiente (4):
- 10

		Positivo	Negativo
h_0	$= -1.3 \rightarrow$	000000	o 100000
h_1	$= 2.3 \rightarrow$	010000	o 110000
h_2	$= -1.3 \rightarrow$	001000	o 101000
h_3	$= -3.8 \rightarrow$	011000	o 111000
h_4	$= -1.1 \rightarrow$	000100	o 100100
h_5	$= 3.6 \rightarrow$	010100	o 110100
h_6	$= 0.7 \rightarrow$	001100	o 101100
h_7	$= -0.0 \rightarrow$	011100	o 111100
h_8	$= 1.3 \rightarrow$	000010	o 100010
h_9	$= -32.0 \rightarrow$	010010	o 110010
h_{10}	$= 0.7 \rightarrow$	001010	o 101010
h_{11}	$= 3.6 \rightarrow$	011010	o 111010
h_{12}	$= -2.0 \rightarrow$	000110	o 100110
h_{13}	$= 0.7 \rightarrow$	010110	o 110110
h_{14}	$= -0.8 \rightarrow$	001110	o 101110
h_{15}	$= 2.7 \rightarrow$	011110	o 111110
h_{16}	$= -2.2 \rightarrow$	000001	o 100001
h_{17}	$= 3.1 \rightarrow$	010001	o 110001
h_{18}	$= 7.7 \rightarrow$	001001	o 101001
h_{19}	$= -0.3 \rightarrow$	011001	o 111001
h_{20}	$= 4.8 \rightarrow$	000101	o 100101
h_{21}	$= -1.9 \rightarrow$	010101	o 110101
h_{22}	$= -2.1 \rightarrow$	001101	o 101101
h_{23}	$= -1.3 \rightarrow$	011101	o 111101
h_{24}	$= -1.1 \rightarrow$	000011	o 100011
h_{25}	$= 1.5 \rightarrow$	010011	o 110011
h_{26}	$= -1.4 \rightarrow$	001011	o 101011
h_{27}	$= -2.2 \rightarrow$	011011	o 111011
h_{28}	$= -2.0 \rightarrow$	000111	o 100111
h_{29}	$= -0.1 \rightarrow$	010111	o 110111
h_{30}	$= -4.2 \rightarrow$	001111	o 101111
h_{31}	$= 4.2 \rightarrow$	011111	o 111111

Ecuación (4)

En la etapa 3, se encuentra el índice y el signo del valor transformado con el mayor valor absoluto a partir de un subconjunto de los valores transformados. Dado que el conjunto de bits de información conocido es $[o_5] = [0]$, la búsqueda debería limitarse a h , siendo $b \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15\}$, correspondiendo los índices para los candidatos a $[o_5] = [0]$ -es decir, los índices para todos los candidatos que tienen un "0" para el bit final. Para este ejemplo, h_9 tiene el mayor valor absoluto en ese subconjunto y su signo es negativo. Tal como se indica mediante el miembro derecho de la ecuación (4), cada uno de los valores con transformación de Hadamard (h_b) está asociado con una secuencia de bits. En la realización a modo de ejemplo, cada uno de los valores transformados está asociado con una secuencia de seis bits que comprende una representación binaria de cinco bits del índice del valor transformado pertinente (en los bits del segundo al sexto, siendo el bit sexto el más significativo de la representación de cinco bits) y un bit adicional (el primer bit) que corresponde al signo del valor transformado (con un valor transformado negativo que mapea a un primer bit de "1" y un valor transformado positivo que mapea a un primer bit de "0"). De este modo, para esta realización a modo de ejemplo, el h_9 que tiene la mayor magnitud y un valor positivo corresponde a una estimación de la secuencia de bits de $[1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0]$ para la información de retorno no codificada, original. Dado que la estación de base 32 sabe que $[o_5] = [0]$ en este ejemplo la estación de base 32 puede determinar que la secuencia de bits de la información de retorno estimada $[1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0]$ corresponde a una secuencia de bits de la información de retorno transmitida de $[1\ 1\ 0\ 0\ 1]$. de este modo, la estación de base 32 es capaz de recuperar la información de retorno original enviada por el terminal inalámbrico 20.

Considérese un segundo ejemplo en el que la estación de base 32 planifica la portadora de componentes 0, la portadora de componentes 1, la portadora de componentes 2 y la portadora de componentes 4. En este caso, el subconjunto de los bits de información es $[0_3, 0_5] = [0, 0]$, sobre la base del hecho de que la portadora de componentes 3 no ha sido planificada para el terminal inalámbrico 20, y la portadora de componentes 5 no está configurada. Por lo tanto, el subconjunto de búsqueda para la etapa 3 está limitado a h_b , siendo $b \in \{0, 1, 2, 3, 8, 9, 10, 11\}$, los índices para las secuencias de bits candidatos para las cuales $[0_3, 0_5] = [0, 0]$.

Considérese un tercer ejemplo en el que la estación de base 32 planifica la portadora de componentes 0, la portadora de componentes 1 y la portadora de componentes 4. En este caso, el subconjunto de los bits de información conocidos es $[0_2, 0_3, 0_5] = [0, 0]$, sobre la base del hecho de que la portadora de componentes 2, la portadora de componentes 3 y la portadora de componentes 5 no han sido planificadas. Por lo tanto, el subconjunto de búsqueda para la etapa 3 está limitado a h_b , siendo $b \in \{0, 1, 8, 9, 11\}$, los índices para las secuencias de bits candidatos para las cuales $[0_2, 0_3, 0_5] = [0, 0, 0]$.

Como se ha observado anteriormente, realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 pueden utilizar un segundo algoritmo de descodificación de los bits de la información de retorno en los mensajes de control del enlace ascendente 72 que contienen más de seis bits de la información de retorno. En realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 utiliza un código de bloques (32, 0) de LTE relativo al código de Reed-Muller (32, 16) de segundo orden para codificar esta información de retorno. Por ejemplo, en tales realizaciones, un mensaje de control del enlace ascendente 72 de formato CA que proporciona información de retorno en cinco portadoras de componentes configuradas (sin emplear un agrupamiento espacial) contiene diez bits de la información de retorno, y el terminal inalámbrico 20 utiliza el código de bloque (32, 10) de LTE para enviar codificación de corrección del error. El terminal inalámbrico 20 transmite entonces el mensaje de control del enlace ascendente 72 a la estación de base 32.

Utilizando el segundo algoritmo, realizaciones concretas de la estación de base 32 pueden realizar la descodificación de la información de retorno en dicho mensaje de control del enlace ascendente 72 con una complejidad substancialmente menor.

De acuerdo con este segundo algoritmo, la estación de base 32 descodifica los bits de la información de retorno mediante:

1. Aplicar el intercalado mostrado en la ecuación (3) en la secuencia de valores blandos recibida $r_0, r_1, r_2, r_3, \dots, r_{31}$ correspondiente al código de bloque (32, 0) de LTE en un vector recibido $s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s_{31}$ correspondiente al código de Reed-Muller (32, 10) de segundo orden.

2. Formar un conjunto de secuencias hipotetizadas para $[o_6, o_7, o_8, o_9]$. Las secuencias hipotetizadas pueden representar todas las combinaciones posibles de $[o_6, o_7, o_8, o_9]$. En realizaciones concretas, no obstante, la estación de base 32 puede utilizar información de planificación conocida para eliminar candidatas que no son posibles.

3. Para cada una de las secuencias hipotetizadas para $[o_6, o_7, o_8, o_9]$:

- a. Multiplicar el vector recibido $s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s_{31}$ con el vector de cobertura $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{31}$ correspondiente a la secuencia hipotetizada para $[o_6, o_7, o_8, o_9]$ en la tabla de la figura 4, para obtener un vector recibido modificado $s'_0, s'_1, s'_2, s'_3, \dots, s'_{31}$;

- b. Ejecutar una transformada de Hadamard sobre el vector recibido modificado $s'_0, s'_1, s'_2, s'_3, \dots, s'_{31}$ para obtener los valores transformados $h_0, h_1, h_2, h_3, \dots, h_{31}$;

c. Encontrar el índice y el signo del valor transformado con el mayor valor absoluto de un subconjunto de los valores transformados. El subconjunto se determina mediante el conjunto de bits de información conocidos; y

d. Obtener una estimación de la secuencia intermedia de bits de información para el código de Reed-Muller de segundo orden basado en el índice del mejor valor transformado y en su signo. El valor absoluto del valor transformado asociado con la secuencia intermedia de bits de información se mantiene asimismo como medición intermedia y

4. Obtener la estimación de la secuencia final de bits de información a partir de la estimación de la secuencia intermedia de bits de información para el código de Reed-Muller de segundo orden con la mejor medición intermedia.

Los vectores de cobertura referenciados por la etapa 3(a) anterior comprenden una representación de la secuencia de hipótesis asociada que ha sido codificada utilizando el mismo esquema de codificación implementado en el lado de transmisión, posiblemente con un procesamiento adicional para facilitar la detección de los bits restantes. Por ejemplo, en la realización descrita mediante la tabla de la figura 4, cada secuencia hipotetizada está asociada con un vector de cobertura $c_0, c_1, c_2, c_3, \dots, c_{31}$ que representa una versión de la secuencia hipotetizada que ha sido codificada utilizando la ecuación (2) y las secuencias básicas asociadas con los bits dirigidos por la secuencia hipotetizada. de este modo, para el ejemplo mostrado, un ejemplo en el que las secuencias hipotetizadas tratan los bits o_6, o_7, o_8 y o_9 , los vectores de cobertura representan versiones de las secuencias hipotetizadas que han sido codificadas utilizando la ecuación 1, y solo las secuencias básicas M_{16}, M_{17}, M_{18} y M_{19} . En otras palabras, cada vector de cobertura de ejemplo se basa en una codificación de la correspondiente secuencia hipotetizada utilizando la ecuación (2) para $i = 6, 7, 8, 9$. En la realización de ejemplo descrita por la figura 4, los bits codificados resultantes (b_1), a continuación, son procesados adicionalmente intercalando los bits de acuerdo con la ecuación (3) y aplicando un mapeo de binario a bipolar, bajo el que los valores "0" son mapeados a "1", y los valores "1" son mapeados a "-1" para producir los vectores de cobertura de ejemplo mostrados en la tabla de la figura 4.

Para mostrar cómo se puede implementar el segundo algoritmo por la estación de base 32 en realizaciones concretas, considérese un ejemplo en el que la estación de base 32 ha planificado la portadora de componentes 0, la portadora de componentes 1 y la portadora de componentes 3. En este caso, el conjunto de bits de información conocido sería $[o_4, o_5, o_8, o_9] = [0, 0, 0, 0]$. Supóngase que la secuencia de bits de la información de retorno real generada por el terminal inalámbrico 20 es $[1, 1, 0, 1, 0, 1]$ para las tres portadoras de componentes planificadas, indicando que el terminal inalámbrico 20 recibió correctamente asignaciones o concesiones de planificación, y las correspondientes transmisiones planificadas para las dos antenas en CC0 y para una antena en cada una de CC1 y CC3. La secuencia de bits de la información de retorno nominal codificada por el terminal inalámbrico 20 sería entonces $[1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0]$. En una realización que utiliza el esquema de codificación de ejemplo descrito anteriormente, el terminal inalámbrico 20 produciría entonces una palabra de código codificada de Reed-Muller de segundo orden correspondiente de $[1, 0, 1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 1, 0, 0, 0, 1, 0]$ y transmitiría la palabra de código a la estación de base 32 como parte de un mensaje de control del enlace ascendente 72.

La estación de base 32 recibe el mensaje de control del enlace ascendente 72 y puede entonces realizar el intercalado descrito en la ecuación 2 sobre la secuencia de valores blandos correspondiente a los bits de la información de retorno para generar un vector recibido, $s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s_{B-1}$. Supóngase que el vector recibido viene dado por $s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s_{B-1} = [-1.2, 0.2, -0.9, 1.1, 0.4, -0.4, 1.6, 1.0, 1.2, -0.9, -1.1, 1.4, -1.3, 2.1, 0.9, 1.1, -0.5, -1.0, 1.0, 0.6, -0.9, 0.3, 1.4, 1.8, 0.7, -0.6, -0.4, 0.2, 0.3, 1.3, -1.2, 1.3]$, debido a la interferencia y al ruido en el canal de comunicación inalámbrica. En este ejemplo, se sabe que $[o_8, o_9]$ son $[0, 0]$ dado que la quinta portadora de componentes configurada no fue planificada. De este modo, en la etapa 2 solo es necesario formar cuatro hipótesis para $[o_6, o_7, o_8, o_9]$. Además, dado que se sabe que $[o_1-o_6]$ es $[0, 0]$, el subconjunto de búsqueda para la etapa 3 está limitado a h_b , siendo $b \in \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$.

Para la hipótesis $[o_6, o_7, o_8, o_9] = [0, 0, 0, 0]$, los valores del vector de cobertura son todos "1" (tal como se indica en la tabla de la figura 4). Por ello, el vector recibido modificado $s'_0, s'_1, s'_2, s'_3, \dots, s'_{31}$ es idéntico al vector recibido $s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s_8$. Los valores transformados de Hadamard pertinentes y sus secuencias de bits asociadas son:

	Positivo		Negativo
$h_0 = 9.4 \rightarrow$	000000	o	100000
$h_1 = -9.6 \rightarrow$	010000	o	110000
$h_2 = -10.0 \rightarrow$	001000	o	101000
$h_3 = 4.9 \rightarrow$	011000	o	111000
$h_4 = -10.1 \rightarrow$	000100	o	100100
$h_5 = 4.9 \rightarrow$	010100	o	110100
$h_6 = 2.0 \rightarrow$	001100	o	101100
$h_7 = 9.4 \rightarrow$	011100	o	111100

(4)

La estimación de la secuencia de bits de información intermedia para el código de Reed-Muller de segundo orden es por lo tanto $[1, 0, 0, 1, 0, 0, 0, 0, 0, 0]$ y la medición intermedia es 10.1.

- 5 Para la hipótesis $[o_6, o_7, o_8, o_9] = [0, 1, 0, 0]$ el vector recibido modificado $s'_0, s'_1, s'_2, s'_3, \dots, s'_{31}$ se obtiene a partir del vector recibido $s_0, s_1, s_2, s_3, \dots, s_{B-1}$ mediante cambio de orden de los signos de los valores 3, 4, 5, 10, 11, 13, 14, 15, 18, 20, 21, 22, 23, 25, 27, 31. Los valores transformados Hadamard pertinentes y sus secuencias de bits asociadas son:

	Positivo		Negativo
$h_0 = -2.3 \rightarrow$	000000	o	100000
$h_1 = 4.5 \rightarrow$	010000	o	110000
$h_2 = -2.0 \rightarrow$	001000	o	101000
$h_3 = -2.8 \rightarrow$	011000	o	111000
$h_4 = 0.4 \rightarrow$	000100	o	100100
$h_5 = -30.0 \rightarrow$	010100	o	110100
$h_6 = 0.3 \rightarrow$	001100	o	101100
$h_7 = 3.8 \rightarrow$	011100	o	111100

La estimación de la secuencia de bits de información intermedia para el código de Reed-Muller de segundo orden es por ello $[1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0]$, y la medición intermedia es 30.0.

- 10 Para la hipótesis $[o_6, o_7, o_8, o_9] = [1, 0, 0, 0]$, los valores transformados de Hadamard pertinentes y las secuencias de bits asociadas son:

	Positivo		Negativo
$h_0 = 8.9 \rightarrow$	000000	o	100000
$h_1 = -2.0 \rightarrow$	010000	o	110000
$h_2 = -4.7 \rightarrow$	001000	o	101000
$h_3 = -7.1 \rightarrow$	011000	o	111000
$h_4 = 4.8 \rightarrow$	000100	o	100100
$h_5 = -1.6 \rightarrow$	010100	o	110100
$h_6 = 5.7 \rightarrow$	001100	o	101100
$h_7 = 4.6 \rightarrow$	011100	o	111100

La estimación de la secuencia intermedia de bits de información para el código de Reed-Muller de segundo orden es por ello [0, 0, 0, 0, 0, 0, 1, 0, 0, 0] y la medición intermedia es 8.9.

5 Para la hipótesis $[o_6, o_7, o_8, o_9] = [1, 1, 0, 0]$, los valores transformados de Hadamard pertinentes y las secuencias de bits asociadas son:

	Positivo		Negativo
$h_0 = 1.1 \rightarrow$	000000	o	100000
$h_1 = 6.1 \rightarrow$	010000	o	110000
$h_2 = -9.9 \rightarrow$	001000	o	101000
$h_3 = 0.4 \rightarrow$	011000	o	111000
$h_4 = -0.7 \rightarrow$	000100	o	100100
$h_5 = -3.4 \rightarrow$	010100	o	110100
$h_6 = -10.0 \rightarrow$	001100	o	101100
$h_7 = -4.2 \rightarrow$	011100	o	111100

La estimación de la secuencia intermedia de bits de información para el código de Reed-Muller de segundo orden es por ello [1, 0, 1, 1, 0, 0, 1, 1, 0, 0], y la medición intermedia es 10.0.

10 Tras pasar cíclicamente a través de las cuatro secuencias hipotetizadas para $[o_6, o_7, o_8, o_9]$ en este ejemplo, la estación de base 32 determina que la mejor medición es 30.0, y la mejor estimación de la secuencia de bits de información para el código de Reed-Muller de segundo orden es [1, 1, 0, 1, 0, 0, 0, 1, 0, 0]. Descartando de las estimaciones de la secuencia de bits los bits de la información de retorno correspondientes a las portadoras de componentes no planificadas (es decir, los bits conocidos $[o_4, o_5, o_8, o_9] = [0, 0, 0, 0]$), la estación de base 32 produce una estimación para la secuencia final de bits de la información de retorno de [1, 1, 0, 1, 0, 1], que es congruente con la secuencia original de bits de la información de retorno transmitida por el terminal inalámbrico 20.

15 Para este ejemplo, un decodificador de ML de fuerza bruta necesita $32 \times 2^6 = 2048$ operaciones. Utilizando este segundo algoritmo, realizaciones concretas de la estación de base 32 son capaces de decodificar los bits de la información de retorno recibidos con cuatro cambios de signo y cuatro transformadas de Hadamard, para una complejidad total de 768 operaciones. de este modo, realizaciones concretas de la estación de base 32 pueden decodificar los bits de la información de retorno en los mensajes de control del enlace ascendente 72 de formato

20 CA utilizando técnicas de decodificación con una complejidad substancialmente reducida. La figura 5 muestra una comparación de la complejidad operativa de la decodificación utilizando una técnica de decodificación de ML de fuerza bruta con la conseguida cuando se implementan las técnicas de decodificación descritas anteriormente en ciertas realizaciones del sistema de comunicación para móviles 10.

25 De este modo, realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 pueden emplear técnicas de señalización de control con mayor fiabilidad y/o menor coste. Adicionalmente, realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 pueden reducir la complejidad operativa de la decodificación de ciertos tipos de señalización de control. Como resultado, ciertas realizaciones del sistema de comunicación para móviles 10 pueden proporcionar numerosos beneficios operativos. No obstante, realizaciones concretas del sistema de comunicación para móviles 10 pueden proporcionar alguno, ninguno o todos estos beneficios.

La figura 6 es un diagrama de bloques que muestra con mayor detalle los contenidos de una realización particular de un terminal inalámbrico 20. Como se muestra en la figura 6, la realización mostrada del terminal inalámbrico 20 incluye un procesador 602, una memoria 604, un transmisor 606, un receptor 608 y una antena 610.

El procesador 602 puede representar o incluir cualquier forma de componente de procesamiento, incluidos microprocesadores exclusivos, ordenadores de utilización general u otros dispositivos capaces de procesar información electrónica. Ejemplos del procesador 602 incluyen matrices de puertas programables en campo (FPGA – Field-Programmable Gate Arrays, en inglés), microprocesadores programables, procesadores de señal digital (DSP – Digital Signal Processors, en inglés), circuitos integrados específicos para una aplicación (ASIC – Application-Specific Integrated Circuits, en inglés) y cualquier otro procesador adecuado, específico o de propósito general. Aunque la figura 6 muestra, en aras de la sencillez, una realización del terminal inalámbrico 20 que incluye un solo procesador 602, el terminal inalámbrico 20 puede incluir cualquier número de procesadores 602 configurados para operar entre ellos de cualquier manera apropiada.

La memoria 604 almacena instrucciones de procesador, información de configuración, parámetros de control de la potencia, definiciones de formato y/o cualquier otro dato utilizado por el terminal inalámbrico 20 durante la operación. La memoria 604 puede comprender cualquier colección y disposición de dispositivos volátiles o no volátiles, locales o remotos, adecuados para almacenar datos, tal como la memoria de acceso aleatorio (RAM – Random Access Memory, en inglés), la memoria de solo lectura (ROM – Read Only Memory, en inglés), almacén magnético, almacén óptico o cualquier otro tipo adecuado de componentes de almacenamiento de datos. Aunque se muestra como un solo elemento en la figura 6, la memoria 604 puede incluir uno o varios componentes físicos locales o remotos del terminal inalámbrico 20.

La antena 610 representa cualquier conductor adecuado capaz de recibir y transmitir señales inalámbricas. El transmisor 606 transmite señales de radiofrecuencia (RF) sobre la antena 610, y el receptor 608 recibe de la antena 610 ciertas señales de RF transmitidas por la red de acceso 30. Aunque la realización de ejemplo de la figura 6 incluye ciertos números y configuraciones de antenas, receptores y transmisores, realizaciones alternativas del terminal inalámbrico 20 pueden incluir cualquier número adecuado de estos componentes. Adicionalmente, el transmisor 606, el receptor 608 y/o la antena 610 pueden representar, en todo o en parte, los mismos componentes físicos. Por ejemplo, realizaciones concretas del terminal inalámbrico 20 incluyen un transmisor receptor que representa tanto al transmisor 606 como al receptor 608.

La figura 7 es un diagrama de flujo que muestra la operación de ejemplo de una realización particular del terminal inalámbrico 20 en la selección de un formato para que un mensaje de control del enlace ascendente 72 utilice en responder a transmisiones planificadas transmitidas por la red de acceso 30. Las etapas mostradas en la figura 7 pueden ser combinadas, modificadas o borradas según necesidades. Es posible, asimismo, añadir etapas a la operación de ejemplo. Además, las etapas descritas pueden ser llevadas a cabo en cualquier orden adecuado.

En realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 puede ser informado de las portadoras de componentes configuradas para dentro del alcance de la célula 60 servida por la estación de base 32. de este modo, en la figura 7, la operación se inicia con la recepción por parte del terminal inalámbrico 20, en la etapa 700, de la información de configuración. Esta información de configuración identifica la portadora primaria configurada para la célula 60 y cualquier portadora de componentes secundaria configurada para la célula 60. En la etapa 702, el terminal inalámbrico 20 almacena esta información de configuración para su uso posterior.

En este ejemplo, la estación de base 32 transmite al terminal inalámbrico 20 uno o varios mensajes de control del enlace descendente 70 que planifican portadoras de componentes para su utilización por el terminal inalámbrico 20. Tal como se ha explicado anteriormente con respecto a la figura 2, esta utilización planificada puede implicar la recepción de señales desde la estación de base 32 en la portadora de componentes pertinente, o transmitir señales a la estación de base 32 en la portadora de componentes pertinente. La estación de base 32 transmite al menos el mensaje de control del enlace descendente del PCC 70a que planifica al terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión de enlace descendente en la portadora de componentes primaria. La estación de base 32 puede asimismo transmitir uno o varios mensajes de control del enlace descendente del SCC 70b-d que planifican al terminal inalámbrico para la recepción de una transmisión de enlace descendente sobre portadoras de componentes secundarias.

En la etapa 704, el terminal inalámbrico 20 empieza recibiendo mensajes de control del enlace descendente 70 desde la estación de base 32. En la etapa 706, el terminal inalámbrico 20 determina si cualquiera de los mensajes de control del enlace descendente 70 recibidos incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión sobre una portadora de componentes secundaria. En realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 puede utilizar información de configuración almacenada para determinar si la información de planificación de cada uno de los diferentes mensajes de control del enlace descendente 70 recibidos está planificando al terminal inalámbrico 20 en la portadora de componentes primaria o en una portadora de componentes secundaria. Sobre la base de esta determinación, el terminal inalámbrico 20 selecciona a continuación un formato para un mensaje de control del enlace ascendente 72. En realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 selecciona de entre un primer formato (por ejemplo, el formato CA descrito anteriormente) que contiene información de retorno separada para cada una de las portadoras de componentes configuradas y un segundo

formato (por ejemplo, el formato SC descrito anteriormente) que contiene información de retorno para la portadora de componentes primaria en la célula 60, pero no incluye bits de la información de retorno separados para cualquiera de las portadoras de componentes secundarias.

Por ejemplo, en realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 selecciona el segundo formato (como se muestra en la etapa 708) si el terminal inalámbrico 20 solo ha recibido un mensaje de control del enlace descendente 70 que planifica al terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión en la portadora de componentes primaria. El segundo formato solo incluye bits de la información de retorno para una sola portadora de componentes (específicamente, la portadora de componentes primaria). No obstante, si el terminal inalámbrico 20 ha recibido algún mensaje de control del enlace descendente 70 que planifica al terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión en una portadora secundaria durante la subtrama correspondiente, el terminal inalámbrico 20 selecciona, por el contrario, el primer formato (como se muestra en la etapa 710). Este primer formato permite al terminal inalámbrico proporcionar bits de la información de retorno para más de una portadora de componentes.

Tras enviar los uno o varios mensajes de control del enlace descendente 70 que contienen la información de planificación, la estación de base 32 transmite las transmisiones planificadas en las portadoras de componentes designadas. En un momento apropiado del tiempo después de que el terminal inalámbrico 20 ha sido planificado para recibir estas transmisiones, el terminal inalámbrico 20 proporciona a la estación de base 32 información de retorno indicativa de si las transmisiones planificadas se han recibido correctamente. de este modo, en la etapa 712, el terminal inalámbrico 20 genera un mensaje de control del enlace ascendente 72 sobre la base del formato seleccionado. Este mensaje de control del enlace ascendente 72 incluye información de retorno (por ejemplo, uno o varios bits de la información de retorno de HARQ) asociada, al menos, a una portadora de componentes. Tal como se ha observado anteriormente, esta información de retorno indica si el terminal inalámbrico 20 recibió correctamente las transmisiones en la portadora de componentes pertinente o las portadoras de componentes pertinentes que fueron planificadas por los mensajes de control del enlace descendente 70 recibidos correctamente por el terminal inalámbrico 20. Si el terminal inalámbrico 20 seleccionó el primer formato, el mensaje de control del enlace ascendente 72 generado puede incluir información de retorno separada para cada portadora de componentes configurada para la célula 60.

En la etapa 714, el terminal inalámbrico 20 transmite el mensaje de control del enlace ascendente 72 generado a la estación de base 32. En realizaciones concretas, cuando la estación de base 32 planifica el terminal inalámbrico 20 para recibir transmisiones en portadoras de componentes secundarias además de la portadora de componentes primaria, pero solo recibe un mensaje de control del enlace ascendente 72 con información de retorno para una única portadora de componentes, la estación de base 32 está configurada para reconocer que la portadora de componentes asociada a la información de retorno es la portadora de componentes primaria, y que el terminal inalámbrico 20 no debe haber recibido ningún mensaje de control del enlace descendente 70 que planifica portadoras secundarias que la estación de base 32 transmitió durante la subtrama. de este modo, en realizaciones concretas, la estación de base 32 puede interpretar correctamente la información de retorno en el mensaje de control del enlace ascendente 72 a pesar del hecho de que el mensaje de control del enlace descendente 70 recibido puede no incluir información de retorno explícita para cada portadora de componentes en la cual la estación de base 32 planifica el terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión. La operación del terminal inalámbrico 20 puede entonces continuar de manera indefinida o finalizar, tal como se muestra en la figura 7.

La figura 8 es un diagrama de flujo que muestra una operación de ejemplo de una realización particular del terminal inalámbrico 20 en la determinación de un nivel de la potencia de transmisión para su utilización en la transmisión de un mensaje de control del enlace ascendente 72 en respuesta a la información de planificación transmitida por la red de acceso 30. Las etapas mostradas en la figura 8 pueden ser combinadas, modificadas o borradas según necesidades. Es posible asimismo añadir etapas adicionales a la operación de ejemplo. Además, las etapas descritas se pueden ejecutar en cualquier orden adecuado.

Tal como se ha explicado anteriormente con respecto a la figura 2, el terminal inalámbrico 20 puede, en realizaciones concretas, ser informado acerca de las portadoras de componentes configuradas para su utilización dentro de la célula 60. de acuerdo con ello, en la figura 8, la operación se inicia con el terminal inalámbrico 20 recibiendo, en la etapa 800, la información de configuración que identifica a la portadora primaria configurada para la célula 60, y cualquier portadora de componentes secundaria configurada para la célula 60. En la etapa 802, el terminal inalámbrico 20 puede almacenar esta información de configuración para una utilización posterior.

En este ejemplo, la estación de base 32 transmite al terminal inalámbrico 20 uno o varios mensajes de control del enlace descendente 70 que planifican el terminal inalámbrico 20 para recibir transmisiones del enlace descendente en portadoras de componentes. La estación de base 32 transmite al menos un mensaje de control del enlace descendente del PCC 70a que planifica el terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión en la portadora de componentes primaria que contiene un primer parámetro de control de la potencia. La estación de base 32 puede asimismo transmitir uno o varios mensajes de control del enlace descendente del SCC 70b-d que planifican el terminal inalámbrico 20 para recibir transmisiones sobre portadoras de componentes secundarias. Estos mensajes de control del enlace descendente del SCC 70b-d contienen asimismo cada uno parámetros de control de la potencia, bien un parámetro de control de la potencia segundo o uno de los múltiples parámetros de control de la potencia adicionales.

En la etapa 804, el terminal inalámbrico 20 empieza recibiendo mensajes de control del enlace descendente 70 desde la estación de base 32. En la etapa 806, el terminal inalámbrico 20 determina si alguno de los mensajes de control del enlace descendente 70 recibidos correctamente incluye información de planificación que planifica el terminal inalámbrico para recibir una información sobre una portadora de componentes secundaria. Si el terminal inalámbrico 20 determina en la etapa 806 que alguno de los mensajes de control del enlace descendente 70 recibidos correctamente incluye información de planificación que planifica el terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión sobre una portadora de componentes secundaria, entonces la operación avanzará a la etapa 810. de lo contrario, en la etapa 808, el terminal inalámbrico 20 determina un nivel de la potencia de transmisión basado en el primer parámetro de control de la potencia incluido en el mensaje de control del enlace descendente del PCC 70a (asumiendo que el terminal inalámbrico 20 recibe correctamente el mensaje de control del enlace descendente del PCC 70a).

No obstante, si el terminal inalámbrico 20 determina en la etapa 806 que el terminal inalámbrico 20 ha recibido correctamente el menos un mensaje de control del enlace descendente 70 que planifica el terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión sobre una portadora de componentes secundaria (es decir, uno de los mensajes de control del enlace descendente del SCC 70b-d), el terminal inalámbrico 20 determina un nivel de la potencia de transmisión sobre la base de los uno o varios parámetros de control de la potencia incluidos en los mensajes de control del enlace descendente del PCC 70b-d recibidos correctamente. En realizaciones concretas, el terminal inalámbrico 20 puede ignorar el parámetro de control de la potencia incluido en el mensaje de control del enlace descendente del PCC 70a, tal como se muestra en la etapa 810. Por el contrario, el terminal inalámbrico 20 determina, en la etapa 812, el nivel de la potencia de transmisión sobre la base de los parámetros de control de la potencia segundos/adicionales en los mensajes de control del enlace descendente del SCC 70b- d recibidos correctamente. Tal como se ha explicado anteriormente, el terminal inalámbrico 20 puede determinar el nivel de la potencia de transmisión mediante la extracción de un parámetro de control de la potencia común incluido en todos los mensajes de control del enlace descendente del SCC 70b-d, sumando una pluralidad de parámetros de control de la potencia diferentes incluidos en los mensajes de control del enlace descendente del SCC 70b-d recibidos, o combinando parámetros de control de la potencia de múltiples mensajes de control del enlace descendente del SCC 70b-d recibidos, de cualquier manera apropiada.

En la etapa 814, el terminal inalámbrico 20 genera un mensaje de control del enlace ascendente 72 que responde a los mensajes de control del enlace descendente 70. El mensaje de control del enlace ascendente 72 generado incluye información de retorno (por ejemplo, bits de la información de retorno de HARQ) asociada con al menos una portadora de componentes. Esta información de retorno indica si el terminal inalámbrico 20 ha recibido una transmisión planificada en la portadora de componentes asociada. Tal como se ha explicado con respecto a la figura 7, realizaciones concretas del terminal inalámbrico 20 pueden elegir un formato para este mensaje de control del enlace ascendente 72 sobre la base de si el terminal inalámbrico 20 ha recibido correctamente o no algún mensaje de control del enlace ascendente de SCC 70b-d. En la etapa 816, el terminal inalámbrico 20 transmite el mensaje de control del enlace ascendente 72 generado a la estación de base 32 en el nivel de la potencia de transmisión determinado. La operación del terminal inalámbrico 20 puede entonces continuar indefinidamente o finalizar tal como se muestra en la figura 8.

La figura 9 es un diagrama de bloques que muestra con mayor detalle los contenidos de una realización particular de un nodo de red 900 que gestiona la potencia de transmisión del terminal inalámbrico 20 en la transmisión de mensajes de control del enlace ascendente 72 y/o la decodificación de mensajes de control del enlace ascendente 72 transmitidos por el terminal inalámbrico 20. El nodo de red 900 puede representar cualquier elemento adecuado de la red de acceso 30 capaz de proporcionar la funcionalidad descrita, tal como la estación de base 32 en la realización mostrada por la figura 1. Tal como se muestra en la figura 9, la realización de ejemplo del nodo de red 900 incluye un procesador de nodo 902, una memoria de nodo 904 y una interfaz de comunicación 906.

El procesador de nodo 902 puede representar o incluir cualquier forma de componente de procesamiento, incluidos microprocesadores dedicados, ordenadores de propósito general u otras formas de circuitos electrónicos capaces de procesar información electrónica. Ejemplos del procesador de nodo 902 incluyen matrices de puertas programables en campo (FPGA – Field-Programmable Gate Arrays, en inglés), microprocesadores programables, procesadores de señal digital (DSP – Digital Signal Processors, en inglés), circuitos integrados específicos para una aplicación (ASIC – Application-Specific Integrated Circuits, en inglés) y cualquier otro procesador adecuado, específico o de propósito general. Aunque la figura 9 muestra, en aras de la sencillez, una realización del nodo de red 900 que incluye un único procesador de nodo 902, el nodo de red 900 puede incluir cualquier número de procesadores de nodo 902 configurados para operar entre sí de cualquier manera apropiada.

La memoria del nodo 904 almacena instrucciones de procesador, configuraciones de portadora, parámetros de potencia y/o cualquier dato utilizado por el nodo de red 900 durante la operación. La memoria del nodo 904 puede comprender cualquier colección y disposición de dispositivos volátiles o no volátiles, locales o remotos, adecuados para almacenar datos, tal como la memoria de acceso aleatorio (RAM – Random Access Memory, en inglés), la memoria de solo lectura (ROM – Read Only Memory, en inglés), almacén magnético, almacén óptico o cualquier otro tipo adecuado de componentes de almacenamiento de datos. Aunque se muestra como un solo elemento en la figura 6, la memoria del nodo 904 puede incluir uno o varios componentes físicos locales o remotos del nodo de red 900.

La interfaz de comunicación 906 comprende circuitos electrónicos y otros componentes adecuados para permitir que el nodo de red 900 se comunique con el terminal inalámbrico 20. Por ejemplo, en las realizaciones en las que el nodo de red 900 representa un nodo separado de los elementos de radio de la red de acceso 30 (por ejemplo, un controlador de red de radio) la interfaz de comunicación 906 puede representar circuitos capaces de comunicarse sobre una conexión por cable entre el nodo de red 900 y los elementos de radio de la red de acceso 30. En tales realizaciones, el nodo de red 400 puede utilizar la interfaz de comunicación 906 para transmitir información a los elementos de radio (tales como las estaciones de base 32) que son capaces de comunicarse de manera inalámbrica con el terminal inalámbrico 20. Como ejemplo alternativo, en las realizaciones en las que el propio nodo de red 900 representa un elemento de radio (tal como un Nodo B mejorado (eNodoB) en un sistema de Evolución a largo plazo (LTE), la interfaz de comunicación 906 puede, por el contrario, incluir circuitos y componentes capaces de comunicarse con el terminal inalámbrico 20 en un enlace de radio, tal como una antena y un transmisor y un receptor de radiofrecuencia.

La figura 10 es un diagrama de flujo que muestra la operación de ejemplo de una realización particular del nodo de red 900 en la gestión de la potencia de transmisión del terminal inalámbrico 20 en transmitir mensajes de control del enlace ascendente 72. Las etapas mostradas en la figura 10 pueden ser combinadas, modificadas o borradas según necesidades. Es posible asimismo añadir etapas adicionales a la operación de ejemplo. Además, las etapas descritas pueden ser ejecutadas en cualquier orden adecuado.

La operación se inicia en este ejemplo con el nodo de red 900 planificando un terminal inalámbrico para recibir transmisiones del enlace descendente sobre portadoras de componentes en la célula 60 durante una subtrama particular en la etapa 1000. Para los objetivos de este ejemplo, se asume que, durante la subtrama pertinente, el nodo de red 900 planifica el terminal inalámbrico 20 para recibir transmisiones en la portadora de componentes primaria y al menos en una de las portadoras secundarias configuradas para la célula 60.

Para gestionar la cantidad de potencia que el terminal inalámbrico 20 utilizará en la confirmación de la recepción de los mensajes de control del enlace descendente 70, el nodo de red 900 puede determinar, en la etapa 1002, un primer parámetro de control de la potencia para que el terminal inalámbrico 20 utilice en la transmisión de mensajes de control del enlace ascendente de acuerdo con un primer formato que permite que el terminal inalámbrico 20 comunique información de retorno relativa solo a una única portadora de componentes (en este caso, la portadora de componentes primaria para la célula 60). Una vez que se ha generado el primer parámetro de control de la potencia, el nodo de red 900 puede generar, en la etapa 1004, el mensaje de control del enlace descendente del PCC 70a que incluye el primer parámetro de control de la potencia, e información de planificación que planifica el terminal inalámbrico 20 una transmisión en la portadora de componentes primaria durante la subtrama.

Dado que en este ejemplo el nodo de red 900 ha planificado el terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión en al menos una portadora de componentes secundaria además de la portadora de componentes primaria, el nodo de red 900 determina asimismo uno o varios parámetros de control de la potencia adicionales para que el terminal inalámbrico utilice en la transmisión de un mensaje de control del enlace ascendente 72 de acuerdo con un segundo formato en la etapa 1006. Este segundo formato del mensaje de control del enlace ascendente permite que el terminal inalámbrico 20 comunique información de retorno relativa a múltiples portadoras de componentes.

Tal como se ha observado anteriormente, la estación de base 32 puede determinar los uno o varios parámetros de control de la potencia adicionales de cualquier manera apropiada dependiendo de la configuración y de las capacidades de la estación de base 32. Por ejemplo, en realizaciones concretas, la estación de base 32 puede determinar un único parámetro de control de la potencia para su utilización por el terminal inalámbrico 20 en responder a mensajes de control del SCC 70b-d que planifican transmisiones sobre portadoras de componentes secundarias y pueden incluir este mismo parámetro de control de la potencia en todos los mensajes de control del enlace descendente del SCC 70b-d. La estación de base 32 puede determinar este único parámetro de control de la potencia sobre la base del número de portadoras de componentes configuradas para la célula 60, sobre la base del número de portadoras de componentes planificadas para el terminal inalámbrico en esta subtrama, sobre la base de las portadoras de componentes específicas planificadas o configuradas (por ejemplo, utilizando una tabla de búsqueda similar a las de las figuras 3A-3D, y/o sobre la base de cualquier otro factor o consideración apropiados. En realizaciones alternativas, la estación de base 32 puede determinar múltiples parámetros de control de la potencia diferentes, uno para cada portadora de componentes secundaria sobre la cual el terminal inalámbrico 20 está planificado para recibir una transmisión durante la subtrama. En general, la estación de base 32 puede utilizar cualquier técnica adecuada para determinar los uno o varios parámetros de control de la potencia.

Tras determinar el parámetro o los parámetros adicionales del control de la potencia, la estación de base 32 genera uno o varios mensajes de control del SCC (por ejemplo, los mensaje de control del enlace descendente del SCC 70b-d) en la etapa 1008, uno para cada una de las portadoras de componentes secundarias en las cuales la estación de base 32 ha planificado el terminal inalámbrico 20 para transmisiones recibidas durante la subtrama pertinente. El mensaje o los mensajes de control del SCC incluyen cada uno el parámetro de control de la potencia adicional o, si se generan múltiplos, uno de los parámetros de control de la potencia adicionales. La estación de base 32, a continuación, transmite el mensaje de control del enlace descendente del PCC 70a y los mensaje de control del enlace descendente del SCC 70b-d al terminal inalámbrico 20 en la etapa 1010. La operación de la

estación de base 32 con respecto a la transmisión de mensajes de control del enlace descendente del SCC 70b-d puede, a continuación, terminar tal como se muestra en la figura 10.

Las figuras 11 y 12 son diagramas de flujo que muestran el funcionamiento de ejemplo de una realización particular del nodo de red 900 en la información de descodificación transmitida por el terminal inalámbrico 20. En particular, la figura 11 muestra un ejemplo en el cual el nodo de red 900 implementa el primer algoritmo descrito anteriormente en un mensaje de control del enlace ascendente 72 que contiene seis o menos bits de la información de retorno y, la figura 12 muestra un ejemplo en el cual el nodo de red 900 implementa el segundo algoritmo descrito anteriormente en un mensaje de control del enlace ascendente 72 que contiene más de seis bits de la información de retorno. Ciertas realizaciones del nodo de red 900 pueden ser capaces de implementar solo uno de los algoritmos, mientras que otras realizaciones pueden ser capaces de implementar los dos. En realizaciones concretas, el nodo de red 900 puede estar configurado para seleccionar un algoritmo apropiado para utilizar, sobre la base del número de portadoras de componentes configuradas actualmente para su utilización en la célula 60. Las etapas mostradas en las figuras 11 y 12 pueden ser combinadas, modificadas o borradas según las necesidades. Es posible asimismo añadir etapas adicionales a la operación de ejemplo. Además, las etapas adicionales pueden ser ejecutadas en cualquier orden adecuado.

En la figura 11, la operación empieza con el nodo de red 900 transmitiendo uno o varios mensajes de control del enlace descendente 70 al terminal inalámbrico 20 en la etapa 1100. Los mensajes de control del enlace descendente 70 incluyen información de planificación que planifica al terminal inalámbrico 20 para recibir transmisiones en una pluralidad de portadoras de componentes configuradas para la célula 60. El terminal inalámbrico 20 recibe los mensajes de control del enlace descendente 70 e intenta descodificarlos. Dado que el nodo de red 900 y el terminal inalámbrico 20 se comunican en un canal imperfecto, el nodo de red 900 puede no recibir algunos de los mensajes de control del enlace descendente 70 en absoluto, o puede ser incapaz de descodificar algunos de estos mensajes de control del enlace descendente 70, debido a la corrupción que se produce durante la transmisión. Como resultado, el terminal inalámbrico 20 responderá a los mensajes de control del enlace descendente 70 generando información de retorno (por ejemplo, bits de la información de retorno de HARQ en las realizaciones que implementan LTE) indicando las portadoras de componentes para las cuales el terminal inalámbrico 20 ha recibido correctamente las transmisiones planificadas.

El terminal inalámbrico 20, a continuación, codifica la información de retorno no codificada. Para el ejemplo de la figura 11, se asume que la información de retorno incluye seis o menos bits y que el terminal inalámbrico 20 codifica la información de retorno utilizando un primer código de Reed Muller. Tras la codificación de la información de retorno, el terminal inalámbrico 20 transmite la información de retorno codificada al nodo de red 900 como parte de un mensaje de control del enlace ascendente 72 (por ejemplo, como parte de un mensaje de UCI en el PUCCH en realizaciones que implementan LTE).

El nodo de red 900 recibe el mensaje de control del enlace ascendente 72, que incluye un vector de bits de información codificados, tal como se muestra en la etapa 1102. Este vector de bits de información codificados comprende una representación de los bits de la información de retorno generados por el terminal inalámbrico 20, pero la potencia de la señal de los bits codificados puede, potencialmente, haberse deteriorado como resultado de la transmisión en el canal de radio entre el terminal inalámbrico 20 y el nodo de red 900. Como resultado, el nodo de red 900 intenta descodificar la información de retorno codificada y determinar la información de retorno original, no codificada. Como parte de este proceso, el nodo de red 900 genera un vector de valores transformados ejecutando una Transformada de Hadamard sobre el vector recibido en la etapa 1104.

Dado que el nodo de red 900 aprovecha el conocimiento de en qué portadoras de componentes planificó el nodo de red 900 al terminal inalámbrico 20 para la subtrama actual, el nodo de red 900 puede utilizar esta información para eliminar ciertas posibilidades para las combinaciones de bits transmitidas para el terminal inalámbrico 20. de este modo, en la etapa 1106, el nodo de red 900 identifica un subconjunto de los valores transformados sobre la base de la información de planificación asociada con el terminal inalámbrico 20. Cada valor transformado refleja la probabilidad de que una secuencia de bits de la información de retorno asociada con ese valor transformado fuese la secuencia de bits de información original, no codificada generada por el terminal inalámbrico 20. Limitando el análisis de los valores transformados únicamente a los valores transformados asociados a candidatos realistas, realizaciones concretas del nodo de red 900 pueden reducir significativamente los recursos de procesamiento utilizados para determinar la mejor estimación de la información de retorno original.

Por ejemplo, en realizaciones concretas, el nodo de red 900 puede almacenar la información de planificación incluida en los diferentes mensajes de control del enlace descendente 70 transmitidos al terminal inalámbrico 20. Esta información de planificación puede incluir una indicación de las portadoras de componentes en las cuales el terminal inalámbrico 20 está planificado para recibir transmisiones, indicando la información si el terminal inalámbrico está autorizado a transmitir solicitudes de planificación durante esta subtrama y/o cualquier otra información apropiada perteneciente a los recursos de transmisión que el terminal inalámbrico 20 está autorizado a utilizar durante la subtrama, o la manera en la que el terminal inalámbrico 20 está autorizado a utilizar dichos recursos. Tras la recepción de la información de retorno codificada, el nodo de red 900 utiliza la información de planificación almacenada para determinar sobre qué portadoras de componentes el nodo de red 900 no ha planificado un terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión durante la subtrama pertinente. Dado que el nodo de red 900 no

transmite ninguna información de planificación al terminal inalámbrico 20 para portadoras de componentes en las cuales el nodo de red 900 no planificó un terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión, el nodo de red 900 puede asumir de manera segura en realizaciones concretas que la información de retorno original generada por el terminal inalámbrico 20 no indicó la recepción de información de planificación para ninguna de dichas portadoras de componentes. Sobre la base de esta asunción, el nodo de red 900 puede formar el subconjunto eliminando posibles candidatos para la información de retorno original, no codificada, que podría indicar que el terminal inalámbrico 20, efectivamente, recibió la información de planificación para las portadoras de componentes no planificadas.

En la etapa 1108, el nodo de red 900 selecciona, del subconjunto de valores transformados, uno de los valores transformados sobre la base de una magnitud del valor transformado seleccionado. de acuerdo con ello, el nodo de red 900 puede, a continuación, determinar una estimación de la información de retorno original, no codificada, sobre la base de una secuencia de bits asociada al valor transformado seleccionado en la etapa 1110. Por ejemplo, en realizaciones concretas, cada valor transformado en el vector de valores transformados está asociado con dos candidatos potenciales para la información de retorno original, no codificada, y el nodo de red 900 selecciona uno de esos candidatos sobre la base del un signo (es decir, positivo o negativo) de los valores transformados.

Tras la decodificación de los bits de información originales, el nodo de red 900 puede realizar acciones apropiadas sobre la base de la información decodificada. Por ejemplo, si la información decodificada indica que el terminal inalámbrico 20 no recibió correctamente una transmisión planificada para ciertas portadoras de componentes que el nodo de red 900 planificó para el terminal inalámbrico 20, el nodo de red 900 puede, dependiendo de las circunstancias, decidir planificar de nuevo algunas o todas las transmisiones del enlace descendente. Las transmisiones del enlace descendente pertinentes pueden ser seleccionadas sobre la base, de alguna manera, de los bits de la información de retorno decodificados. Una vez que el nodo de red 900 ha completado la decodificación de los bits de información originales, la operación del nodo de red 900 puede finalizar, según se indica en la figura 11.

La figura 12 muestra la operación de ejemplo de una realización del nodo de red 900, en la cual el nodo de red 900 aplica un segundo algoritmo para decodificar la información de retorno recibida. Cuando la información de retorno original, no codificada, incluye más de seis bits, puede resultar más eficiente para el nodo de red 900 aplicar una técnica similar a la descrita anteriormente para seis bits de la información de retorno codificada, pero probar la hipótesis para los bits restantes. Como resultado, la figura 12 muestra una operación de ejemplo para una realización del nodo de red 900 configurado para hacer esto.

La operación en este ejemplo empieza en la etapa 1200 con el nodo de red 900 transmitiendo uno o más mensajes de control del enlace descendente 70 al terminal inalámbrico 20. La operación continúa de una manera similar a la descrita anteriormente con el nodo de red 900 recibiendo un mensaje de control del enlace ascendente 72 transmitido por el terminal inalámbrico 20, que contiene un vector de bits de información codificados en la etapa 1202.

En la etapa 1204, el nodo de red 900 determina una pluralidad de secuencias hipotetizadas correspondientes a un primer grupo de bits de la información de retorno no codificados. En realizaciones concretas, el número de bits de la información de retorno no codificados en este primer grupo es igual a la cantidad mediante la cual la secuencia de bits de información originales supera los seis bits. Por ejemplo, si la información de retorno original, no codificada incluyese diez bits, el nodo de red 900 determinaría cada posible combinación para los bits restantes, que es cada posible secuencia de 4 bits. No obstante, si el nodo de red 900 sabe que ciertas combinaciones no son posibles basándose en la información de planificación transmitida originalmente al terminal inalámbrico 20, el nodo de red 900 puede ser capaz de eliminar ciertas secuencias. Por ejemplo, si el nodo de red 900 no planificó las portadoras de componentes asociadas con los dos bits finales de los diez bits de la información de retorno, el nodo de red 900 puede ser capaz de eliminar las secuencias de 4 bits que no tienen ceros (o el valor predeterminado que indica no recepción) para los bits pertinentes como posibles candidatos.

Tras determinar las posibles secuencias hipotetizadas para los bits del primer grupo, el nodo de red 900 multiplica el vector recibido por un vector de cobertura asociado con cada posible secuencia hipotetizada, para generar un vector recibido modificado para cada secuencia hipotetizada (de bits del primer grupo) en la etapa 1206. En la etapa 1208, el nodo de red 900 ejecuta una Transformada de Hadamard sobre cada uno de los vectores recibidos modificados para obtener un vector transformado asociado con cada secuencia hipotetizada posible (de bits del primer grupo). Adicionalmente, cada uno de los valores transformados está asociado con una o más estimaciones de secuencias de bits para el segundo grupo de bits en la información de retorno no codificada. Este segundo grupo incluye los bits de la información de retorno no codificada que no están incluidos en el primer grupo (para los objetivos de este ejemplo, el segundo grupo incluye los primeros seis bits de la información de retorno no codificada).

El nodo de red 900 identifica a continuación un subconjunto de valores transformados en todos los vectores transformados sobre la base de la información de planificación conocida para el terminal inalámbrico 20 en la etapa 1210. En realizaciones concretas, el nodo de red 900 puede formar un subgrupo de valores transformados eliminando los valores transformados asociados con las estimaciones (del segundo grupo de bits de información originales) que podrían indicar que el terminal inalámbrico recibió información de planificación para las portadoras de componentes en las que el nodo de red 900 no planificó el terminal inalámbrico 20 para recibir una transmisión. Por

ejemplo, si el segundo grupo de bits incluyese información acerca de la portadora de componentes 0, la portadora de componentes 1 y la portadora de componentes 2, y el nodo de red 900 no planificó el terminal inalámbrico 20 para recibir ninguna transmisión en la portadora de componentes 1 en esta subtrama, el nodo de red 900 identificaría el subgrupo no considerando todos los valores transformados asociados con las estimaciones para el segundo grupo de bits, lo que indicaría que el terminal inalámbrico 20 recibió la información de planificación para la portadora de componentes 1.

El nodo de red 900 selecciona a continuación del subconjunto identificado de valores transformados, un valor transformado sobre la base de una magnitud del valor transformado seleccionada en la etapa 1212. Por ejemplo, en realizaciones concretas, cada valor transformado refleja la probabilidad de que una de las estimaciones de secuencias de bits asociadas identifique correctamente al segundo grupo de bits en la información de retorno original. En dichas realizaciones, el nodo de red 900 selecciona, del subconjunto identificado de valores transformados, el valor transformado con la mayor magnitud. El nodo de red 900 puede hacer esto directamente identificando el valor transformado con la mayor magnitud total, de manera alternativa, el nodo de red 900 puede hacer esto de manera iterativa, identificando los “mejores” valores intermedios que representan el valor transformado con la mayor magnitud para cada vector transformado, y seleccionando a continuación el mayor de entre los valores intermedios para cada vector transformado.

En la etapa 1214, el nodo de red 900 determina una estimación de la información de retorno no codificada. En realizaciones concretas, esta estimación está formada a partir de una estimación del primer grupo de bits no codificados de la información de retorno y una estimación del segundo grupo de bits no codificados de la información de retorno. La estimación del primer grupo de bits de la información de retornos no codificados se determina sobre la base de la secuencia hipotetizada asociada con el vector modificado que se utilizó para generar el valor transformado seleccionado. La estimación del segundo grupo de información de retorno no codificada es una seleccionada de las estimaciones de secuencia de bits asociadas con el valor transformado seleccionado. Por ejemplo, en realizaciones concretas, cada valor transformado está asociado con dos estimaciones de secuencia de bits para el segundo grupo, y el nodo de red 900 selecciona una de las dos estimaciones de secuencias de bits sobre la base del signo del valor transformado seleccionado.

Tras completar la descodificación, el nodo de red 900 puede realizar acciones apropiadas basadas en la información de descodificación. Por ejemplo, dependiendo de las circunstancias, el nodo de red 900 puede decidir retransmitir ciertos mensajes de control del enlace descendente 70 seleccionados de alguna manera sobre la base de la información descodificada. La operación del nodo de red 900 puede finalizar con respecto a la descodificación de la información recibida, como se indica en la figura 12.

Aunque la presente invención ha sido descrita con varias realizaciones, un experto puede sugerir miles de cambios, variaciones, alteraciones, transformaciones y modificaciones, y se pretende que la presente invención abarque dichos cambios, variaciones, alteraciones, transformaciones y modificaciones que se encuentren dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método de operación de un terminal inalámbrico (20) que es capaz de comunicarse con una estación de base (32) en una portadora primaria y al menos una portadora secundaria, comprendiendo el método:

5 recibir (704), en el citado terminal inalámbrico (20), uno o varios mensaje de control del enlace descendente (70) transmitidos por la citada estación de base (32), en el que cada mensaje de control del enlace descendente (70) contiene información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente bien sea en una portadora primaria o en una portadora secundaria durante una primera subtrama;

10 determinar (706), para cada uno de los uno o varios mensajes de control del enlace descendente (70), si ese mensaje de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en la portadora primaria, o una transmisión de enlace descendente en una portadora secundaria;

15 seleccionar (708, 710) el terminal inalámbrico (20) un formato para un único mensaje de control del enlace ascendente (72) sobre la base de si alguno de los uno o varios mensaje de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en una portadora secundaria, en el que el formato se selecciona de:

un formato de agregación de portadoras que incluye uno o más bits de la información de retorno para cada una de las portadoras configuradas; y

un formato de portadora única que incluye información de retorno para la portadora primaria pero, no incluye bits de la información de retorno separados para la al menos una portadora secundaria;

20 generar (712) el terminal inalámbrico (20) el citado mensaje de control del enlace ascendente (72) sobre la base del formato seleccionado, en el que el citado mensaje de control del enlace ascendente (72) incluye información de retorno asociada con al menos una portadora,

indicando la información de retorno si el terminal inalámbrico (20) ha recibido una transmisión de enlace descendente planificada para la portadora asociada; **caracterizado por que:** si (a) el formato de agregación de portadoras se ha seleccionado y (b) no existe información de planificación en los uno o varios mensajes de control del enlace descendente (70) para las una o varias portadoras configuradas, el terminal inalámbrico se configura para ajustar los bits de la información de retorno asociados con las portadoras configuradas para las cuales no se recibió información de planificación a un valor fijo; y

25 transmitir (714) el mensaje de control del enlace ascendente (72) a la estación de base (32).
- 30 2. El método de la reivindicación 1, en el que generar un mensaje de control del enlace ascendente (72) comprende generar un mensaje de control del enlace ascendente (72) que incluye una solicitud de planificación, solicitando que el terminal inalámbrico (20) sea planificado para transmitir datos a la estación de base (32).
3. El método de la reivindicación 1, en el que la estación de base (32) está configurada para permitir la comunicación con el terminal inalámbrico (20) utilizando la portadora primaria y una pluralidad de portadoras secundarias, y en el
35 que, el que el terminal inalámbrico (20) seleccione el formato para el mensaje de control del enlace ascendente (72) comprende que:

el terminal inalámbrico (20) determina que al menos un mensaje de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en una portadora secundaria; y

40 en respuesta a determinar que al menos uno de los mensajes de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación para que el terminal inalámbrico (20) reciba una transmisión de enlace descendente en una portadora secundaria, seleccionar el formato de agregación de portadoras para el mensaje de control del enlace ascendente (72).
4. El método de la reivindicación 1, en el que:

45 la estación de base (32) está configurada para permitir la comunicación con el terminal inalámbrico (20) utilizando la portadora primaria y una pluralidad de portadoras secundarias;

recibir uno o más mensajes de control del enlace descendente (70) comprende recibir solo un único mensaje de control del enlace descendente (70) para la primera subtrama; y

que el terminal inalámbrico (20) seleccione un formato para un mensaje de control del enlace ascendente (72)
50 comprende:

que el terminal inalámbrico (20) determina que el único mensaje de control del enlace descendente (70) recibido incluye información de planificación que planifica el terminal inalámbrico (20) para

recibir una transmisión de enlace descendente en la portadora primaria; y

5 en respuesta a la determinación de que el único mensaje de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica el terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en la portadora primaria, seleccionar el formato de portadora única para el mensaje de control del enlace ascendente (72).

5. El método de la reivindicación 1, que comprende además:

10 recibir información de configuración para la estación de base (32), en la que la información de configuración identifica una portadora primaria asociada con la estación de base (32) e identifica una pluralidad de portadoras secundarias asociadas con la estación de base (32); y

15 almacenar la información de configuración en el terminal inalámbrico (20), y en el que determinar si un mensaje de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en la portadora primaria o una transmisión de enlace descendente en una portadora secundaria comprende determinar, sobre la base de la información de configuración almacenada, si la información de planificación incluida en el mensaje de control del enlace descendente (70) está asociada con la portadora primaria o con una de las portadoras secundarias.

20 6. El método de la reivindicación 1, en el que recibir uno o más mensajes de control del enlace descendente (70) transmitidos por una estación de base (32) comprende recibir uno o más mensajes de información de control del enlace descendente, DCI, transmitidos por la estación de base (32) en un canal de control del enlace descendente físico, PDCCH; y

transmitir el mensaje de control del enlace ascendente (72) comprende transmitir un mensaje de información de control del enlace ascendente, UCI, en un canal de control del enlace ascendente físico, PUCCH.

25 7. El método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la estación de base (32) está configurada para planificar, siempre, el terminal inalámbrico (20) en la portadora primaria antes de planificar al terminal inalámbrico en una portadora secundaria.

8. el método de cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además:

que la estación de base (32) recibe el mensaje de control del enlace ascendente (72); y

30 que la estación de base descodifica la información de retorno incluida en el mensaje de control del enlace ascendente utilizando el conocimiento de la información de planificación transmitida al terminal inalámbrico (20) por la estación de base.

35 9. El método de la reivindicación 8, en el que descodificar la información de retorno incluida en el mensaje de control del enlace ascendente utilizando el conocimiento de la información de planificación transmitida al terminal inalámbrico (20) por la estación de base (32) comprende eliminar posibles secuencias de bits que no tienen el valor fijo para los bits correspondientes a portadoras configuradas, para las que la estación de base no transmitió información de planificación.

10. Aparato de comunicación inalámbrica (20), que comprende:

40 un receptor (608) operable para recibir uno o más mensajes de control del enlace descendente (70) transmitidos por una estación de base (32), en el que cada mensaje de control del enlace descendente (70) contiene información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en una portadora primaria o una portadora secundaria durante una primera subtrama;

un procesador (602) operable para:

45 determinar, para cada uno de los uno o varios mensajes de control del enlace descendente (70), si ese mensaje de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en la portadora primaria o una transmisión de enlace descendente en una portadora secundaria;

seleccionar un formato para un mensaje de control del enlace ascendente (72) sobre la base de si alguno de los uno o varios mensajes de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en una portadora secundaria durante la primera subtrama, en el que el formato se selecciona de:

50 un formato de agregación de portadoras que incluye información de planificación separada para cada una de las portadoras configuradas; y

un formato de portadora única que incluye información de retorno para la portadora primaria, pero no incluye bits de información separados para la al menos una portadora secundaria; y

generar un mensaje de control del enlace ascendente (72) sobre la base del formato seleccionado,

5 en el que el mensaje de control del enlace ascendente (72) incluye información de retorno asociada al menos a una portadora, indicando la información de retorno si el terminal inalámbrico (20) ha recibido una transmisión de enlace descendente planificada para

la portadora asociada; **caracterizado por que:** si (a) el formato de agregación de portadoras se ha seleccionado y (b) no existe información de planificación en los uno o varios mensajes de control del enlace descendente (70) para las una o varias portadoras configuradas, el terminal inalámbrico se configura para ajustar los bits de la información de retorno asociados con las portadoras configuradas para las cuales no se recibió información de planificación, a un valor fijo; y

un transmisor (606) operable para transmitir el mensaje de control del enlace ascendente (72) a la estación de base (32).

15 11. El aparato de la reivindicación 10, en el que el procesador (602) es operable para generar un mensaje de control del enlace ascendente (72) generando un mensaje de control del enlace ascendente (72) que incluye una solicitud de planificación que solicita que el terminal inalámbrico (20) sea planificado para transmitir datos a la estación de base (32).

12. El aparato de la reivindicación 10, en el que el procesador (602) es operable para seleccionar el formato para el mensaje de control del enlace ascendente (72) mediante:

20 la determinación de que al menos uno de los mensajes de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en una portadora secundaria; y

25 en respuesta a la determinación de que al menos uno de los mensajes de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente sobre una portadora secundaria, seleccionar el formato de agregación de portadoras para el mensaje de control del enlace ascendente (72).

13. El aparato de la reivindicación 10, en el que:

el receptor (608) es operable para recibir uno o más mensajes de control del enlace descendente (70) recibiendo solo un único mensaje de control del enlace descendente (70) para la primera subtrama; y

30 el procesador (602) es operable para seleccionar un formato para un mensaje de control del enlace ascendente (72) mediante:

determinar que el único mensaje de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en la portadora primaria; y

35 en respuesta a la determinación de que el único mensaje de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en la portadora primaria, seleccionar el formato de portadora única para el mensaje de control del enlace ascendente (72).

14. El aparato de la reivindicación 10, en el que:

40 el receptor (608) es además operable para recibir información de configuración que identifica a una portadora primaria asociada con la estación de base (32) y una pluralidad de portadoras secundarias asociadas con la estación de base (32);

el aparato comprende asimismo una memoria operable para almacenar la información de configuración; y

45 el procesador (602) es operable para determinar si un mensaje de control del enlace descendente (70) incluye información de planificación que planifica al terminal inalámbrico (20) para recibir una transmisión de enlace descendente en la portadora primaria, o una transmisión de enlace descendente en una portadora secundaria determinando, sobre la base de la información de configuración almacenada, si planificar la información incluida en el mensaje de control del enlace descendente (70) está asociado con la portadora primaria o con una de las portadoras secundarias.

15. El aparato de la reivindicación 10, en el que:

el receptor (608) es operable para recibir uno o varios mensajes de control del enlace descendente (70) transmitidos por una estación de base (32) recibiendo uno o más mensajes de información de control del enlace descendente, DCI, transmitidos por la estación de base (32) en un canal de control del enlace descendente físico, PSCCH; y

- 5 el transmisor (606) es operable para transmitir el mensaje de control del enlace ascendente (72) transmitiendo un mensaje de información de control del enlace ascendente, UCI, en un canal de control del enlace ascendente físico, PUCCH.

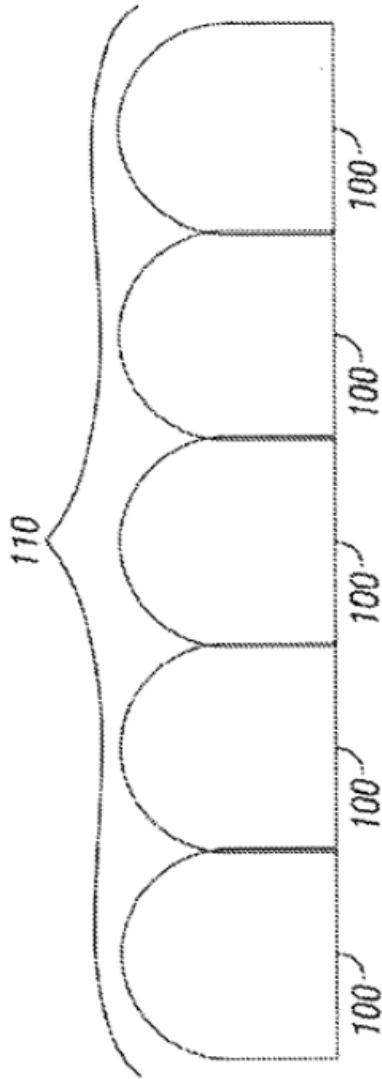


FIG. 1

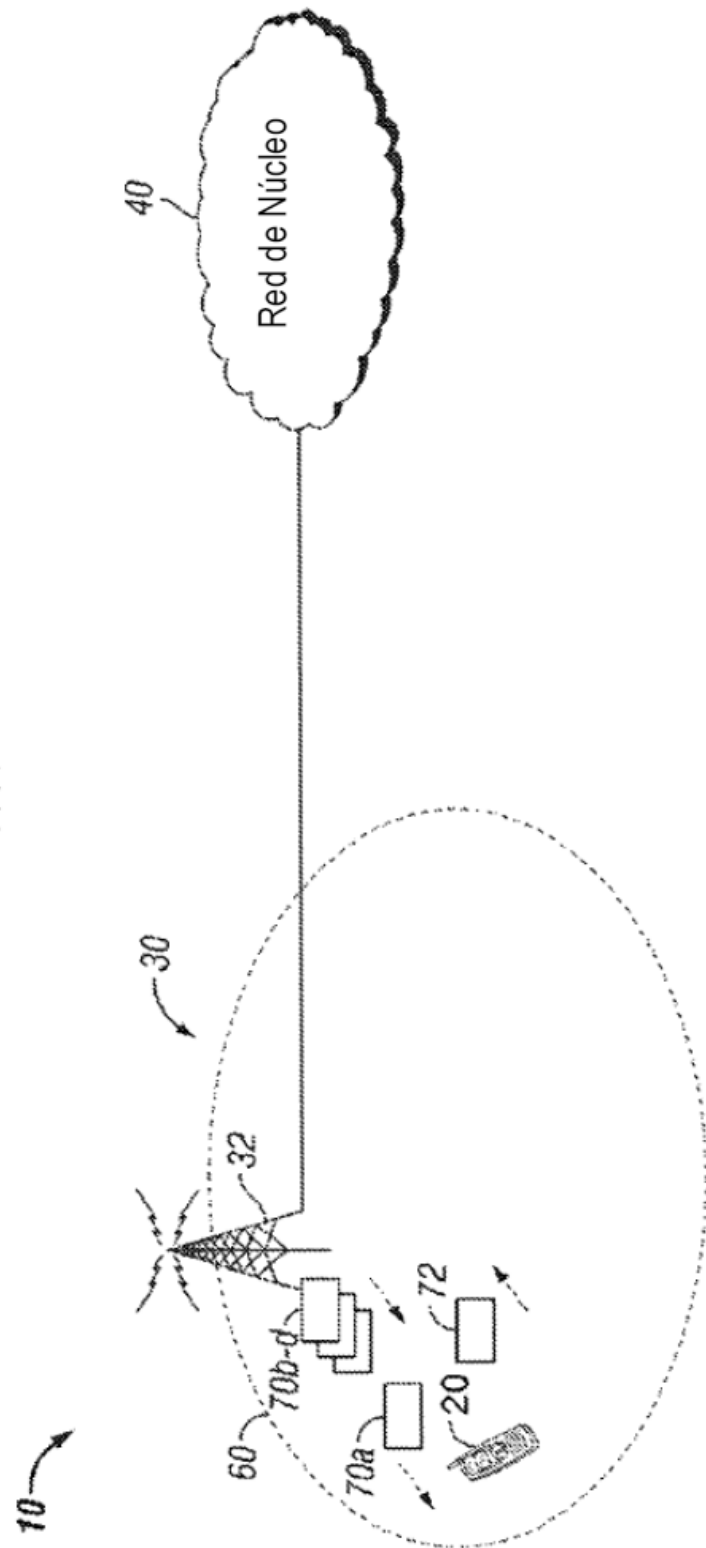


FIG. 2

Parámetros de ejemplo de control de la potencia
(2 CC configurados, ningún agrupamiento de la información de
retorno espacial)

ÍNDICES DE CC PLANIFICADOS	AJUSTE DEL INCREMENTO DE POTENCIA PARA LA PLANIFICACION DE UN SCC
0,1	+0 dB
1	+0 dB

FIG. 3A

Parámetros de ejemplo de control de la potencia
(3 CC configurados, ningún agrupamiento de la información de
retorno espacial)

ÍNDICES DE CC PLANIFICADOS	AJUSTE DEL INCREMENTO DE POTENCIA PARA LA PLANIFICACION DE UN SCC
0,1,2	+0 dB
0,1	+0 dB
0,2	+0 dB
1,2	+0 dB
1	+0 dB
2	+0 dB

FIG. 3B

Parámetros de ejemplo de control de la potencia
(3 CC configurados, ningún agrupamiento de la información de
retorno espacial)

ÍNDICES DE CC PLANIFICADOS	AJUSTE DEL INCREMENTO DE TPC EN UN DCI PARA LA PLANIFICACION DE UN SCC
0,1,2,3	+0 dB
0,1,2	+0 dB
0,1,3	+1 dB
0,2,3	+0 dB
1,2,3	+1 dB
0,1	+0 dB
0,2	+0 dB
1,2	+0 dB
0,3	+0 dB
1,3	+0 dB
2,3	+1 dB
1	+0 dB
2	+0 dB
3	+0 dB

FIG. 3C

Parámetros de ejemplo de control de la potencia
(3 CC configurados, ningún agrupamiento de la información de
retorno espacial)

ÍNDICES DE CC PLANIFICADOS	AJUSTE DEL INCREMENTO DE POTENCIA PARA LA PLANIFICACION DE UN SCC
0,1,2,3,4	+0 DB
0,1,2,3	+0 DB
0,1,2,4	+0 DB
0,1,3,4	+0 DB
0,2,3,4	+0 DB
1,2,3,4	+0 DB
0,1,2	+0 DB
0,1,3	+1 DB
0,2,3	+0 DB
1,2,3	+1 DB
0,1,4	+1 DB
0,2,4	+0 DB
1,2,4	+1 DB
0,3,4	+0 DB
1,3,4	+1 DB
2,3,4	+1 DB
0,1	+0 DB
0,2	+0 DB
1,2	+0 DB
0,3	+0 DB
1,3	+0 DB
2,3	+1 DB
0,4	+0 DB
1,4	+1 DB
2,4	+0 DB
3,4	+0 DB
1	+0 DB
2	+0 DB
3	+0 DB
4	+0 DB

FIG. 3D

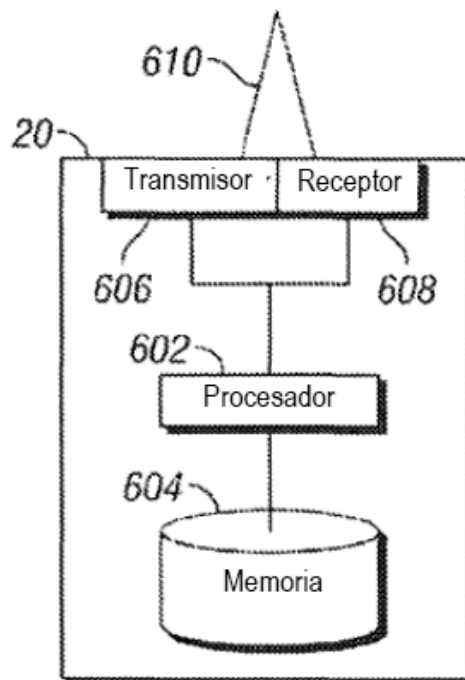
Hipótesis de ejemplo / Combinaciones de cobertura del vector
 (para (32, 10) Código de Reed-Muller)

HIPÓTESIS	O_6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
	O_7	0	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	1	1
	O_8	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1	0	0	1	1
	O_9	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1
VECTOR DE COBERTURA	C_0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	C_1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	C_2	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	C_3	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
	C_4	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1
	C_5	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1
	C_6	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
	C_7	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
	C_8	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
	C_9	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1
	C_{10}	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1
	C_{11}	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
	C_{12}	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1
	C_{13}	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
	C_{14}	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
	C_{15}	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1
	C_{16}	1	1	1	1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1
	C_{17}	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
	C_{18}	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1
	C_{19}	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1
	C_{20}	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1
	C_{21}	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1
	C_{22}	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1
	C_{23}	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1
	C_{24}	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1
	C_{25}	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1	1	-1	1	-1
	C_{26}	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1
	C_{27}	1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	-1	1	-1	1	-1	1	-1	1
	C_{28}	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	-1
	C_{29}	1	1	1	1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	-1	1	1	1	1
	C_{30}	1	1	-1	-1	-1	-1	1	1	-1	-1	1	1	1	1	-1	-1
	C_{31}	1	-1	-1	1	-1	1	1	-1	-1	1	1	-1	1	-1	-1	1

FIG. 4

Comparación de complejidades de descodificación de ejemplo
(para 5 CC configuradas, sin agrupamiento de información de
retorno)

ÍNDICES DE CC PLANIFICADOS	COMPLEJIDAD DE DESCODIFICACIÓN DE ML DE FUERZA-BRUTA	COMPLEJIDAD DE DESCODIFICACIÓN DE ML EFICIENTE
0,1,2,3,4	32768	3072
0,1,2,3	8192	768
0,1,2,4	8192	768
0,1,3,4	8192	3072
0,2,3,4	8192	3072
1,2,3,4	8192	3072
0,1,2	2048	160
0,1,3	2048	768
0,2,3	2048	768
1,2,3	2048	768
0,1,4	2048	768
1,2,4	2048	768
0,1	2048	768
0,2,4	512	160
0,2	512	160
1,2	512	160

FIG. 5**FIG. 6**

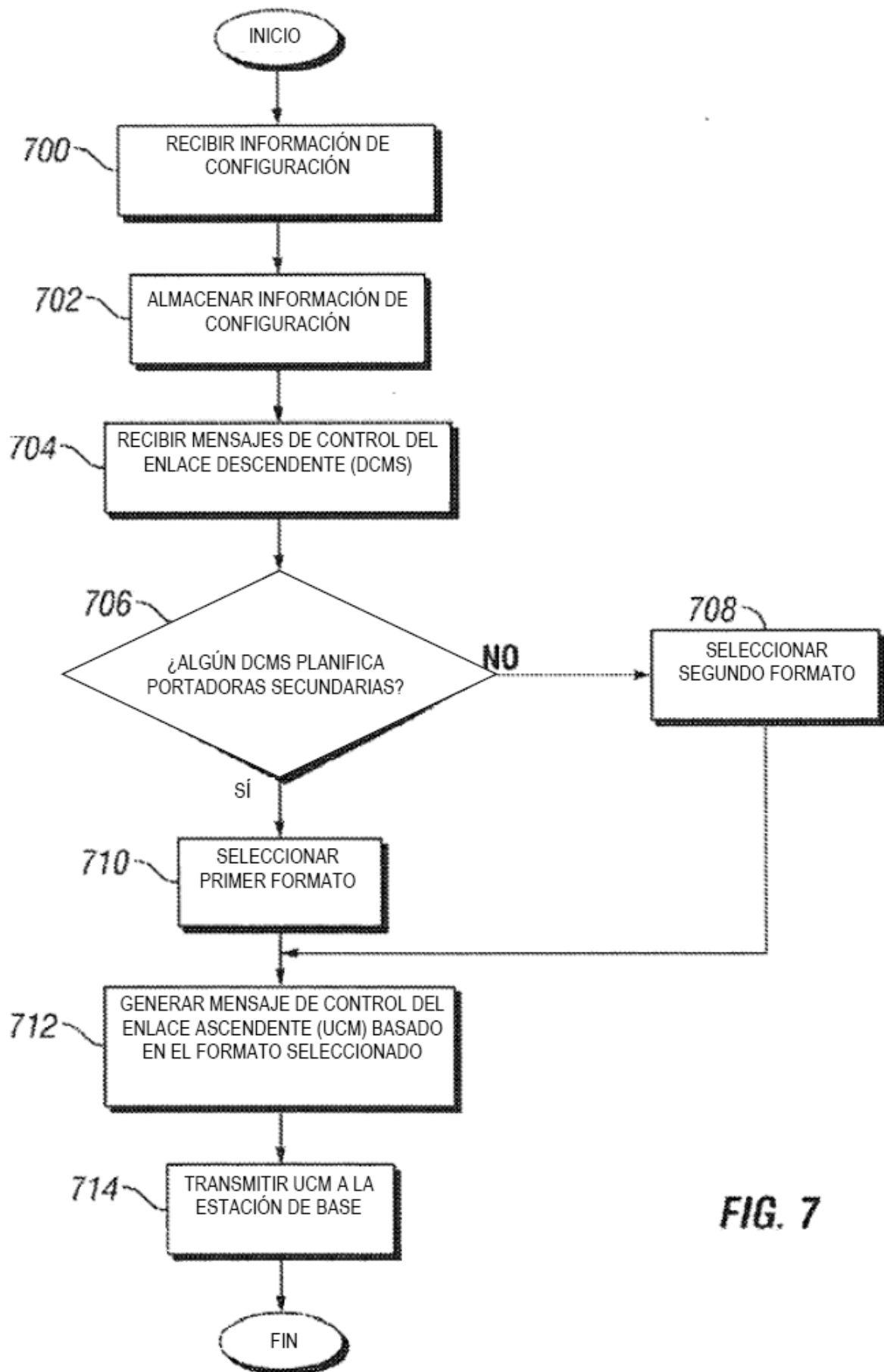


FIG. 7

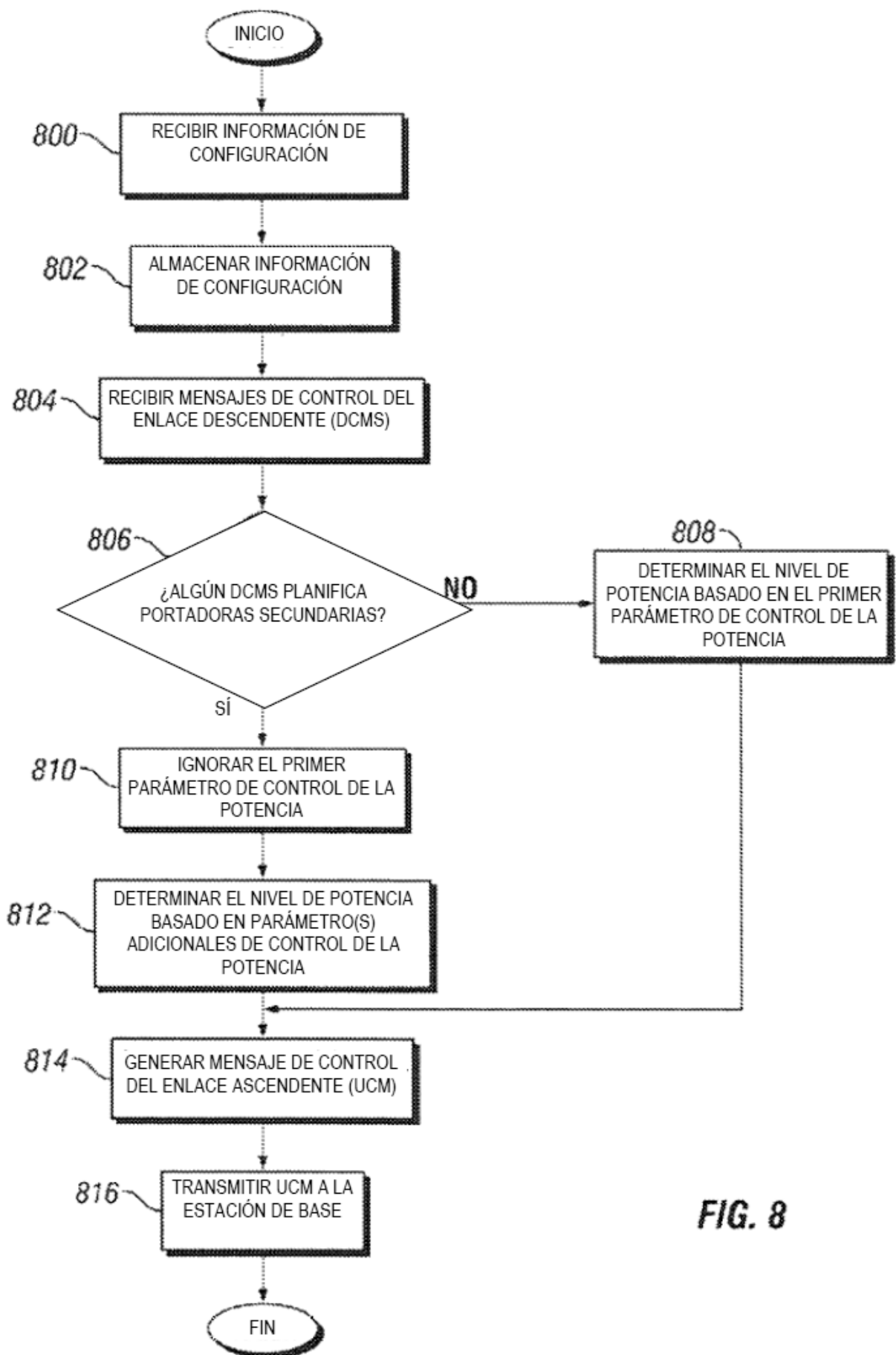


FIG. 8

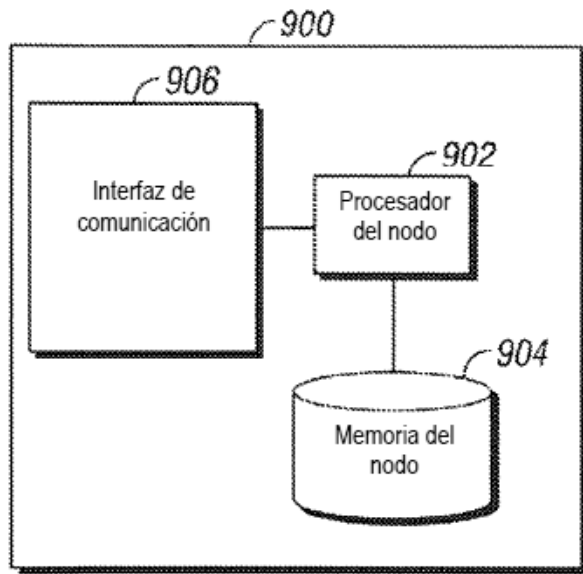


FIG. 9

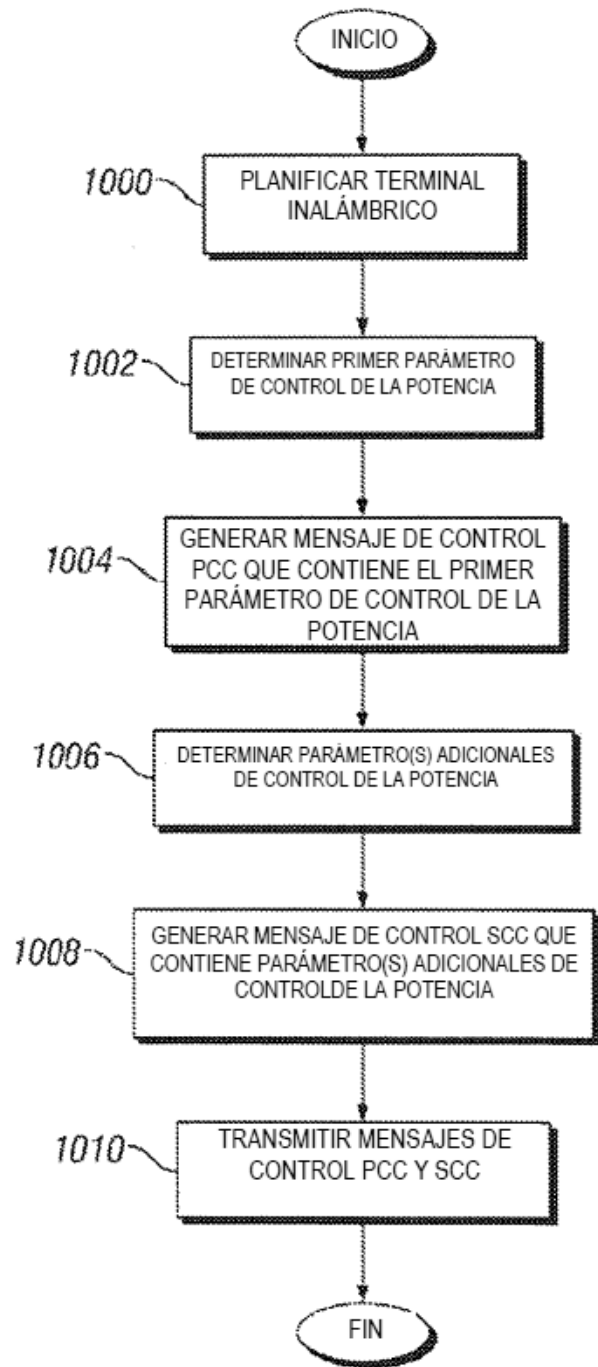


FIG. 10

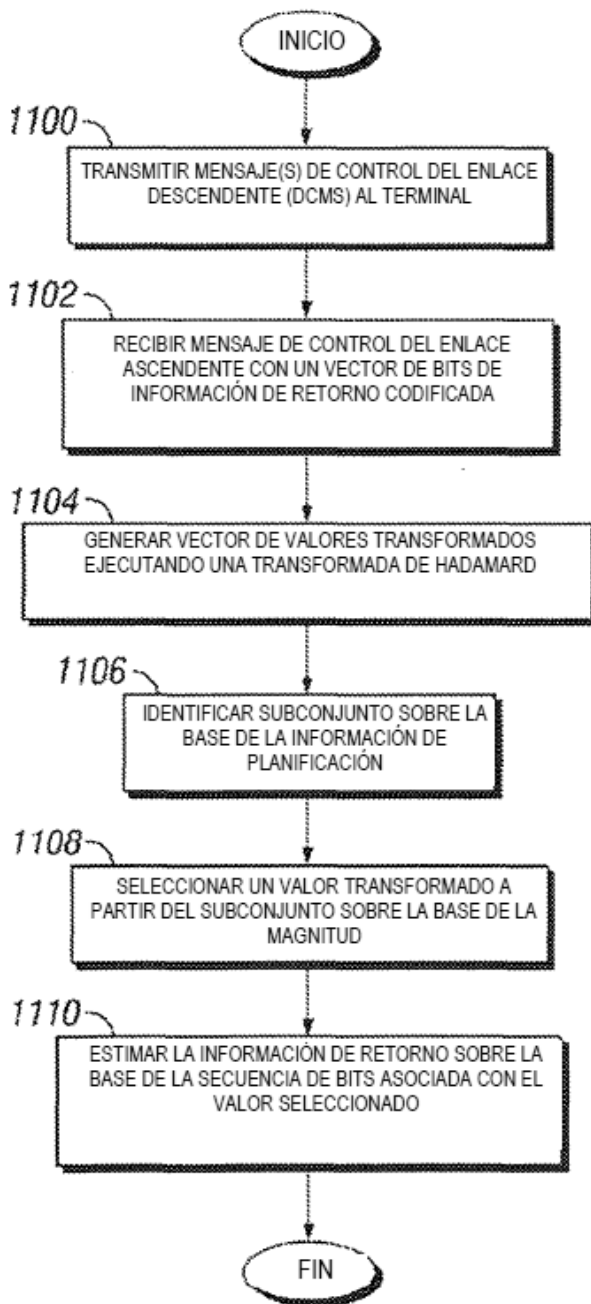


FIG. 11

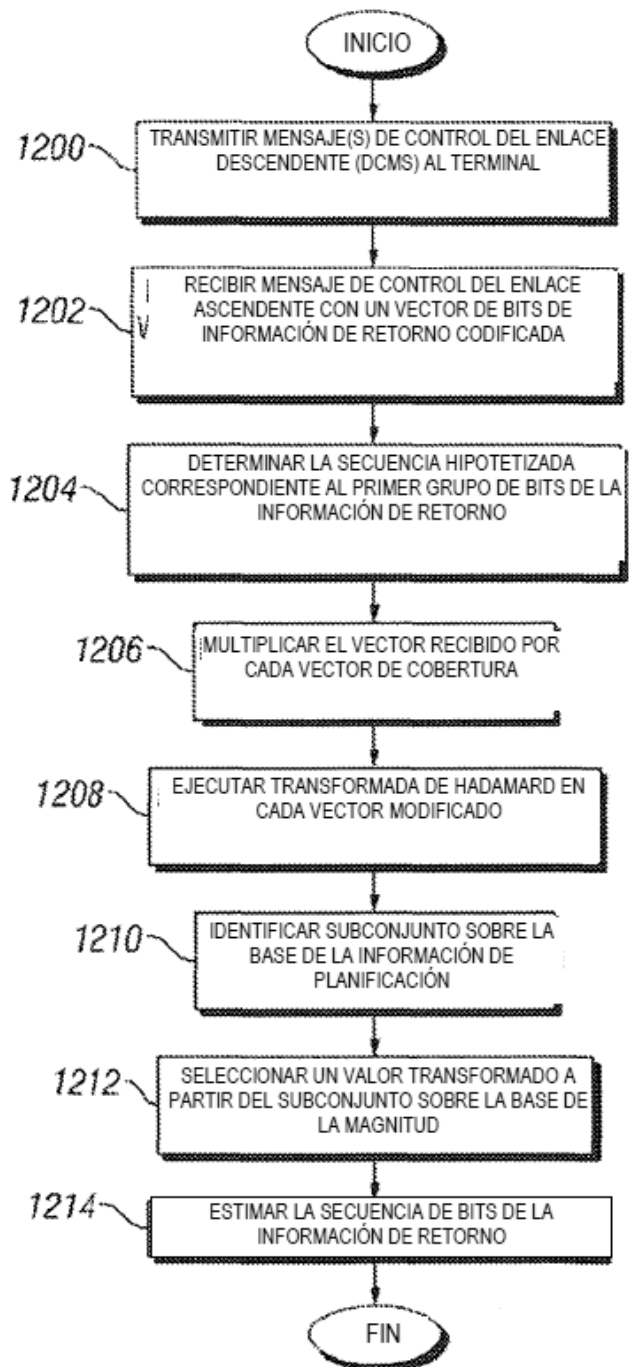


FIG. 12