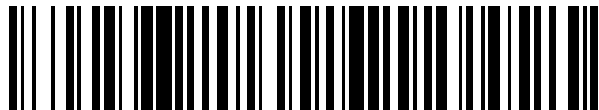


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 673 246**

51 Int. Cl.:

H04L 25/03 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **28.03.2014 PCT/US2014/032266**

87 Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014 WO14160984**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **28.03.2014 E 14776328 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.03.2018 EP 2979413**

54 Título: **Cancelación y supresión de interferencia asistidas por red con respecto a transmisiones de canal de control interferente**

30 Prioridad:

**29.03.2013 US 201361806821 P
26.12.2013 US 201314141220**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.06.2018

73 Titular/es:

**INTEL IP CORPORATION (100.0%)
2200 Mission College Boulevard
Santa Clara, CA 95054, US**

72 Inventor/es:

**DAVYDOV, ALEXEI;
MOROZOV, GREGORY y
HAN, SEUNGHEE**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 673 246 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

Cancelación y supresión de interferencia asistidas por red con respecto a transmisiones de canal de control interferente

Sector técnico

- 5 Las realizaciones de la presente invención se refieren, en general, al sector de la comunicación inalámbrica, y más en particular, a la mitigación de la interferencia.

Antecedentes

- 10 Multipunto coordinado de enlace descendente (DL CoMP) se introdujo en la versión 11 del estándar de evolución a largo plazo (LTE, Long Term Evolution) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP, 3rd Generation Partnership Project) para tratar la cuestión del rendimiento del caudal para usuarios en el límite de una celda. Aunque DL CoMP puede mejorar el comportamiento del caudal para usuarios en el límite de una celda, estos usuarios pueden seguir acusando interferencia desde las celdas vecinas.

- 15 El documento US 2012/0113844 A1 se refiere a un terminal de comunicación inalámbrica. El terminal incluye un transceptor acoplado a un procesador configurado para determinar que un subconjunto de una serie de RE tiene que ser excluido de la desmodulación, siendo dicha serie de elementos de recurso (RE, resource element) recibidos en una señal procedente de la primera estación base, para estimar una hipotética tasa de errores de bloque (BLER, block error rate) en base a la señal recibida desde la primera estación base excluyendo el subconjunto de la serie de RE, y para estimar información de estado del canal en base a la hipotética tasa de errores de bloque (BLER).

Resumen

- 20 La invención se define mediante las reivindicaciones independientes. Las realizaciones ventajosas de la invención son conformes a las reivindicaciones dependientes y se describen en detalle a continuación.

Breve descripción de los dibujos

- 25 La invención se comprenderá fácilmente mediante la siguiente descripción detallada junto con los dibujos adjuntos. Para facilitar esta descripción, los numerales de referencia similares indican elementos estructurales similares. Los elementos de la invención se muestran a modo de ejemplo y no de limitación en las figuras de los dibujos adjuntos.

La figura 1 muestra un ejemplo de red de comunicación inalámbrica de acuerdo con varias realizaciones.

La figura 2 es un diagrama de bloques de un equipo de usuario (UE, user equipment) ilustrativo.

La figura 3 es un diagrama de bloques de un nodo de acceso.

La figura 4 es un diagrama de flujo que describe un procedimiento.

- 30 La figura 5 es un diagrama de flujo que describe un procedimiento.

La figura 6 muestra una constelación por desplazamiento de fase en cuadratura extendida.

La figura 7 muestra una trama radioeléctrica de acuerdo con varias realizaciones.

La figura 8 muestra varias funciones de razón de verosimilitud logarítmica.

- 35 La figura 9 es un diagrama de bloques de un ejemplo de dispositivo informático que se puede utilizar para practicar la invención.

Descripción detallada

- 40 En la siguiente descripción detallada se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, en la totalidad de los cuales los numerales similares indican partes similares y en los que se muestran, a modo de ilustración, realizaciones que se pueden practicar. Se debe entender que se pueden utilizar otras realizaciones y se pueden realizar cambios estructurales o lógicos.

- 45 Varias operaciones se pueden describir como múltiples acciones u operaciones discretas en secuencia, de la manera más útil para la comprensión de la materia reivindicada. Sin embargo, no se deberá considerar que el orden de la descripción implica que estas operaciones dependan necesariamente del orden. En particular, estas operaciones pueden no llevarse a cabo en el orden de presentación. Las operaciones descritas se pueden llevar a cabo en un orden diferente al de la realización descrita. Se pueden llevar a cabo varias operaciones adicionales y/o se pueden omitir operaciones descritas en realizaciones adicionales.

A los efectos de la presente invención, la expresión "A y/o B" significa (A), (B) o (A y B). A los efectos de la presente invención, la expresión "A, B y/o C" significa (A), (B), (C), (A y B), (A y C), (B y C) o (A, B y C). La descripción puede

utilizar las expresiones "en una realización" o "en realizaciones", que se pueden referir a una o varias de la misma realización o de diferentes realizaciones. Además, los términos "comprende", "incluye", "tiene" y similares, cuando se utilizan con respecto a realizaciones de la presente invención, son sinónimos.

5 Tal como se utiliza en la presente memoria, el término "circuitos" se puede referir a, formar parte de, o incluir un circuito integrado de aplicación específica (ASIC, Application Specific Integrated Circuit), un circuito electrónico, un procesador (compartido, dedicado o agrupado) y/o una memoria (compartida, dedicada o agrupada) que ejecuta uno o varios programas de software o de software inalterable, un circuito de lógica combinatoria y/u otros componentes adecuados de hardware que proporcionen la funcionalidad descrita.

10 Las realizaciones de la presente invención describen el suministro, a un equipo de usuario (UE), de información de canal de control relativa a un canal de control interferente. El UE puede utilizar esta información para estimar un perfil de interferencia asociado con el canal de control interferente. Esta estimación del perfil de interferencia puede ser utilizada a continuación por el UE para mitigación de la interferencia.

15 La figura 1 muestra esquemáticamente una red de comunicación inalámbrica 100 acorde con varias realizaciones. La red de comunicación inalámbrica 100 (en lo que sigue, "red 100") puede ser una red de acceso de una red de evolución a largo plazo (LTE) del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP) (o una red LTE avanzada (LTE-A)), tal como una red de acceso radio terrestre universal evolucionada (E-UTRAN, evolved universal terrestrial radio access network). La red 100 puede incluir nodos de acceso, por ejemplo, el nodo de estación base mejorado (eNB) 104 y el eNB 108, configurados para comunicar de manera inalámbrica con un equipo de usuario (UE), tal como el UE 112 y el UE 116. Los eNB 104 y 108 pueden estar conectados con equipo 120 de la red central a través de respectivos enlaces 124 y 128 de una red de retorno. En algunas realizaciones, los enlaces de la red de retorno pueden ser, por ejemplo, interfaces X2 de alta velocidad. Aunque la presente realización describe los nodos de acceso como eNB, otras realizaciones pueden incluir otros tipos de nodos de acceso tales como, de forma no limitativa, cabezales de radio remotos (RRH, remote radio head), estaciones base u otros puntos de transmisión.

25 Los eNB 104 y 108 pueden proporcionar cobertura radioeléctrica para celdas respectivas. El tamaño de la celda se puede basar, por ejemplo, en las capacidades de potencia de transmisión de los eNB 104 y 108. Cada uno de los eNB 104 y 108 puede tener en general las mismas capacidades de potencia de transmisión o, alternativamente, uno de los eNB puede tener capacidades de potencia de transmisión relativamente menores. Por ejemplo, el eNB 104 puede ser un nodo de acceso de potencia relativamente alta tal como un macro-eNB, mientras que el eNB 108 puede ser un nodo de acceso de potencia relativamente baja, por ejemplo, un pico-eNB y/o un femto-eNB.

30 La red 100 puede ser una red heterogénea (por ejemplo, con macro-, pico-, y/o femto-eNB) para conseguir ganancias por división de celdas y/o puede utilizar comunicaciones de múltiple entrada múltiple salida (MIMO, multiple input multiple output) de múltiples usuarios. En ambos supuestos, la interferencia cocanal, ya sea a partir de usuarios entre-celdas o intra-celda conjuntamente planificados, puede ser un factor limitador dominante para conseguir una mayor capacidad de la red. Hasta cierto punto, la interferencia cocanal se pueden mitigar en el lado de la red, por ejemplo, utilizando CoMP para evitar interferencia en el eNB de transmisión. La mitigación de la interferencia se puede utilizar adicional o alternativamente en el lado del UE teniendo en cuenta las propiedades espaciales y de señal de la interferencia, lo que puede proporcionar ganancias prometedoras en la eficiencia espectral. Tal como se utiliza en la presente memoria, mitigación de la interferencia puede incluir cancelación y/o supresión de la interferencia.

40 La presente invención describe además mejoras adicionales para mitigación de la interferencia en el lado del UE, que se pueden conseguir por medio de algoritmos de receptor avanzado. Los algoritmos de receptor se pueden soportar proporcionando al UE 112 información adicional acerca de la estructura de la interferencia. Por ejemplo, tal como se describirá en mayor detalle, los circuitos del receptor de un UE pueden recibir conocimiento lateral de un canal de control que provoca interferencia tal como, de forma no limitativa, información de aumento de la potencia, información de carga y mapeo de RE, información de puertos de antena, etc. Con dicha información, los circuitos del receptor pueden mejorar el rendimiento de varios canales físicos de control, tales como el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH, physical downlink control channel), el canal físico de control de enlace descendente mejorado (EPDCCH, enhanced physical downlink control channel), el canal físico indicador de ARQ híbrida (PHICH, physical hybrid-ARQ indicator channel), el canal físico indicador de formato de control (PCFICH, physical control format indicator channel), etc.

55 El UE 112 puede recibir información de canales de control para facilitar la medición de canales en los que se reciben señales de interferencia, además de medir canales en los que se recibe la señal útil. Esto puede, por ejemplo, facilitar la utilización de receptores avanzados, por ejemplo, receptores MIMO de detección de máxima verosimilitud (ML), utilizados en sistemas de cancelación y supresión de interferencia asistidos por la red (NAICS, network-assisted interference cancellation and suppression).

Se han definido varios modos de transmisión en LTE para permitir la capacidad de ajustar el tipo de técnica de antenas múltiples a utilizar según, por ejemplo, un entorno radioeléctrico particular. Los diferentes modos de transmisión varían en número de capas, puertos de antena utilizados, tipo de señal de referencia y tipo de precodificación

En 3GPP TS 36.213, se define una relación entre energía por elemento de recurso (EPRE, energy per resource element) de canal y EPRE de RS específica por UE solamente para el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH, physical downlink shared channel). "Para el modo de transmisión 9, si hay presentes RS específicas por UE en los [bloques físicos de recursos] PRB sobre los que está mapeado el correspondiente PDSCH, el UE puede asumir que la relación de EPRE de PDSCH frente a EPRE de RS específica por UE dentro de cada símbolo OFDM que contiene una RS específica por UE es de 0 dB para un número de capas de transmisión menor o igual que dos, y de -3 dB en los otros casos." 3GPP TS 36.213, v10.9.0 (2013-20), sección 5.2. Sin embargo, el PDCCH/EPDCCH se puede planificar con diferente EPRE respecto de la EPRE de CRS/RS específica por UE. Además, las zonas de PDCCH/EPDCCH se pueden cargar parcialmente, de tal modo que pueden no crear ninguna interferencia sobre algunos de los RE del PDCCH/EPDCCH de los UE víctima, por ejemplo, un UE cuya comunicación con un nodo de acceso de servicio acuse interferencia procedente del PDCCH/EPDCCH interferente. Dadas las susceptibilidades de un receptor MIMO ML a dichas variaciones, las presentes realizaciones describen estructuras de receptor avanzado y la correspondiente asistencia de señalización para tener en cuenta dichas variaciones y facilitar la efectividad de los sistemas NAICS.

La figura 2 muestra un UE 200 de acuerdo con algunas realizaciones. El UE 200 puede ser similar a los UE 112 o 116 de la figura 1, y sustancialmente intercambiable con los mismos. El UE 200 puede incluir circuitos del transmisor 204, circuitos del receptor 208, circuitos de comunicación 212 y una o varias antenas 216 acopladas entre sí por lo menos tal como se muestra.

En resumen, los circuitos de comunicación 212 pueden estar acoplados con las antenas 216 para facilitar la comunicación inalámbrica de señales hacia/desde el UE 200. Las operaciones de los circuitos de comunicación 212 pueden incluir, de forma no limitativa, filtrado, amplificación, almacenamiento, modulación, desmodulación, transformación, etc.

Los circuitos del transmisor 204 pueden estar acoplados con los circuitos de comunicación 212 y pueden estar configurados para proporcionar señales a los circuitos de comunicación 212 para su transmisión por las antenas 216. En varias realizaciones, los circuitos del transmisor 204 pueden estar configurados para proporcionar varias operaciones de procesamiento de señal, sobre la señal, con el fin de dotar a la señal de los circuitos de comunicación de características apropiadas.

Los circuitos del receptor 208 pueden estar acoplados con los circuitos de comunicación 212 y pueden estar configurados para recibir señales desde los circuitos de comunicación 212 para su transmisión a otros componentes del UE 200 y/o para procesamiento interno por los circuitos del receptor 208. En algunas realizaciones, los circuitos del receptor 208 pueden incluir circuitos de NAICS 220 para determinar un perfil de interferencia asociado con un canal de control interferente y mitigar la interferencia sobre una señal recibida en base al perfil de interferencia.

Parte o la totalidad de los circuitos de comunicación 212, los circuitos del transmisor 204 y/o los circuitos del receptor 208 pueden estar incluidos, por ejemplo, en circuitos de radiofrecuencia (RF) o en circuitos de banda base, tal como se describe más abajo con respecto a la figura 9.

La figura 3 muestra un nodo de acceso 300 a modo de ejemplo. El nodo de acceso 300 es, por ejemplo, similar a los eNB 104 o 108 y sustancialmente intercambiable con los mismos.

El nodo de acceso 300 puede incluir una o varias antenas 304, circuitos de comunicación 308 y circuitos de configuración y control 312 acoplados entre sí por lo menos tal como se muestra.

De manera similar a los circuitos de comunicación 212, los circuitos de comunicación 308 pueden estar acoplados con las antenas 304 para facilitar comunicación inalámbrica de señales hacia/desde el nodo de acceso 300.

Los circuitos de configuración y control 312 pueden transmitir información de configuración y controlar los UE de una celda de servicio. La información de configuración y control puede incluir, por ejemplo, información de canales de enlace descendente, información de control de enlace descendente (DCI, downlink control information), información de configuración y control de recursos radioeléctricos (RRC, radio resource control), etc. Los circuitos de configuración de control 312 pueden transmitir además información de configuración y control a otros nodos de acceso sobre enlaces de la red de retorno. Esto se puede realizar para facilitar el funcionamiento CoMP.

Algunos o todos los circuitos de comunicación 308 y/o los circuitos de configuración y control 312 pueden estar incluidos, por ejemplo, en circuitos de RF o en circuitos de banda base, tal como se describe más abajo con respecto a la figura 9.

La figura 4 muestra un procedimiento 400 de acuerdo con algunas realizaciones. El procedimiento 400 puede ser realizado por un UE, tal como el UE 200. En algunas realizaciones, el UE puede incluir y/o tener acceso a uno o varios medios legibles por ordenador que contienen instrucciones almacenadas en los mismos que, cuando son ejecutadas, hacen que el UE lleve a cabo el procedimiento 400. Adicional o alternativamente, el UE puede tener circuitos configurados para llevar a cabo parte o la totalidad de las operaciones descritas con respecto al procedimiento 400.

- El procedimiento 400 puede incluir, en 404, recibir información de canales de control interferentes (asimismo denominada a continuación en la presente memoria información de aumento de la potencia o ajuste de aumento de la potencia) relacionada con el PDCCH/EPDCCH de una celda interferente. En algunas realizaciones, la recepción en 404 puede ser realizada por los circuitos de comunicación del UE y a continuación proporcionada a los circuitos del receptor y, en particular, a los circuitos de NAICS. En algunas realizaciones, la información de canales interferentes relacionada con un PDCCH/EPDCCH de interferencia puede ser recibida en una operación de configuración semiestática en la que un nodo de acceso de servicio configura un UE transmitiendo información de configuración utilizando señalización de capas superiores, tal como señalización de recursos de radio (RRC, radio resource signaling). La información de canales de control interferentes se puede originar en un nodo de acceso vecino (denominado asimismo un "nodo de acceso interferente"), que transmite la información de canales de control interferentes al nodo de acceso de servicio, que a continuación retransmite la información al UE. En algunas realizaciones, el UE puede recibir asimismo información de canales de control de servicio desde un nodo de acceso de servicio.
- El procedimiento puede incluir, en 408, estimar un perfil de interferencia asociado con el canal de control interferente. La estimación del perfil de interferencia puede ser realizada por los circuitos de NAICS 220 del receptor del UE. En algunas realizaciones, el perfil de interferencia se puede estimar en base a la información de canales de control interferentes recibida en 404.
- El procedimiento puede incluir además, en 412, descodificar una señal recibida en base al perfil de interferencia. En algunas realizaciones, los circuitos del receptor 208 restarán señales de interferencia de una señal recibida con el fin de recuperar una señal deseada, por ejemplo, una señal de canal de control de servicio. La descodificación de la señal recibida se describe en mayor detalle en la presente memoria en relación con varias realizaciones.
- La figura 5 muestra un procedimiento 500 que puede ser llevado a cabo por un nodo de acceso 300, tal como el eNB 104 o 108. El nodo de acceso puede incluir y/o tener acceso a uno o varios medios legibles por ordenador que contienen instrucciones almacenadas en los mismos que, cuando son ejecutadas, hacen que el nodo de acceso lleve a cabo el procedimiento 500. Adicional o alternativamente, el nodo de acceso puede tener circuitos configurados para llevar a cabo algunas o todas las operaciones descritas con respecto al procedimiento 500.
- El procedimiento 500 puede incluir, en 504, recibir información de canales de control interferentes. En algunas realizaciones, la recepción en 504 se puede realizar mediante circuitos de comunicación del nodo de acceso y proporcionar a los circuitos de control y configuración. En algunas realizaciones, la información de canales de control interferentes puede ser recibida por un nodo de acceso de servicio procedente de un nodo de acceso interferente sobre un enlace de la red de retorno. La información de canales de control interferentes puede ser recibida en un funcionamiento de configuración semiestática.
- El procedimiento 500 puede incluir además, en 508, proporcionar la información de canales de control interferentes a los UE de una celda de servicio. El suministro se puede realizar como parte de un funcionamiento de configuración semiestática, por ejemplo, señalizando recursos radioeléctricos entre los nodos de acceso de servicio y el UE. Opcionalmente, el nodo de acceso de servicio puede proporcionar adicionalmente información de canales de control de servicio a los UE de la celda de servicio.
- La naturaleza, el suministro y la utilización de la información de canales de control se explica a continuación en relación con diversas implementaciones de ejemplo.
- En algunas realizaciones, la información de canales de control puede permitir que los circuitos del receptor, por ejemplo, los circuitos del receptor 208, utilicen técnicas de ML para PDCCH/EPDCCH. Los circuitos del receptor que utilizan técnicas de ML, que se pueden denominar un receptor ML, pueden determinar una estimación de una señal transmitida escaneando todas las posibles combinaciones de señal en las celdas de servicio y de interferencia, en un intento de minimizar la distancia cuadrática entre una señal recibida y señales hipotéticamente transmitidas. A continuación, se puede considerar que la combinación de señales que minimiza la distancia cuadrática son las señales transmitidas en las celdas de servicio y de interferencia. Aunque un UE puede estimar canales de servicio y de interferencia, no conoce los valores de aumento utilizados por los nodos de acceso de servicio y de interferencia. Por lo tanto, la operación de ML se puede complicar.
- Para ayudar a utilizar técnicas de ML mediante los circuitos del receptor, algunas realizaciones señalizan, en la información de canales de control, información de aumento de la potencia relativa a canales de control de las celdas de interferencia y/o de servicio. En particular, de acuerdo con la invención, un nodo de acceso de servicio puede suministrar a UE en una celda de servicio un ajuste de aumento de la potencia que incluye uno o varios valores de aumento. Los valores de aumento se proporcionan como relaciones EPRE entre PDCCH/EPDCCH y señales de referencia de PDCCH/EPDCCH (CRS y RS específica por UE) para celdas tanto de servicio como de interferencia. Un ajuste de aumento de la potencia puede incluir uno o varios valores de aumento de la potencia que pueden ser utilizados para PDCCH/EPDCCH. En algunas realizaciones, un ajuste de aumento de la potencia se puede proporcionar para un PDCCH/EPDCCH de una celda de servicio y para un PDCCH/EPDCCH de una celda interferente. Los ajustes de aumento de la potencia pueden ser iguales o diferentes en las celdas de servicio y de interferencia. Los ajustes de aumento de la potencia pueden aplicar adicionalmente a otros canales de control. Por

ejemplo, un ajuste de aumento de la potencia se puede proporcionar asimismo para PHICH y PCFICH de la celda de servicio; y los ajustes de aumento de la potencia se pueden proporcionar asimismo para correspondientes canales de control de una celda interferente, tales como PCFICH y PHICH.

5 Los circuitos de NAICS, por ejemplo, los circuitos de NAICS 220, utilizan estos ajustes de aumento para determinar una constelación de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK, quadrature phase shift keying) extendida para la selección de combinaciones óptimas para las señales de PDCCH/EPDCCH desde los nodos de acceso de servicio y de interferencia. Por ejemplo, la figura 6 muestra una constelación QPSK extendida 600 de acuerdo con algunas realizaciones. La constelación QPSK 600 muestra posibles puntos de señal que pueden ser utilizados en PDCCH/EPDCCH de servicio o de interferencia, dados unos valores de aumento de la potencia señalizados de $\{0,3,6\}$ dB con respecto a señales de referencia de PDCCH/EPDCCH. Además, es posible un punto libre (con potencia cero) para una señal de interferencia. A continuación, los circuitos del receptor pueden descodificar conjuntamente canales de control de servicio y de interferencia en base a la constelación QPSK extendida. Por ejemplo, los circuitos del receptor utilizan un algoritmo de descodificación de ML para llevar a cabo una búsqueda sobre las señales discretas de la constelación QPSK extendida para las señales de servicio y de interferencia.

En algunas realizaciones, la información de aumento de la potencia puede incluir una indicación de que no se utiliza aumento de la potencia en PDCCH/EPDCCH de las celdas de servicio y/o de interferencia. En algunas realizaciones, los valores de aumento de la potencia se pueden seleccionar de una lista que incluye -6, -4,77, -3, -1,77, 0, 1, 2 y 3 dB con respecto a señales de referencia de PDCCH/EPDCCH. Otras realizaciones pueden utilizar otros valores de aumento de la potencia.

Debido a la presencia de CRS y de otros canales de control, por ejemplo, el canal físico indicador de solicitud de repetición automática híbrida (PHICH, hybrid-automatic repeat request indicator channel) y el canal físico indicador de formato de control (PCFICH, physical control format indicator channel), el número de elementos de recurso utilizados puede ser mayor en el primer símbolo OFDM que en otros símbolos OFDM del PDCCH de la celda de servicio. Ver, por ejemplo, la figura 7, que representa una trama radioeléctrica 700 con elementos de recurso para diferentes canales físicos de control de enlace descendente. Tal como se puede ver, un primer símbolo OFDM 704 incluye RE que tienen CRS, PHICH, PCFICH y PDCCH con solamente cuatro RE que no están cargados. Los símbolos OFDM 708 y 712 tienen cada uno ocho RE no cargados. Además, los canales de control diferentes al PDCCH pueden tomar la potencia del PDCCH, con respecto al símbolo OFDM 704, si el préstamo de potencia del PDCCH se puede compensar con los símbolos OFDM 708 y/o 712. Por lo tanto, algunas realizaciones pueden incluir, en la información de aumento de la potencia, dos o más ajustes de aumento de la potencia de PDCCH que pueden ser utilizados en diferentes símbolos OFDM en la zona de control para las celdas de servicio y/o de interferencia. Por ejemplo, la información de aumento de la potencia puede incluir un primer ajuste de aumento que puede ser utilizado en un primer símbolo OFDM de la zona de control y un segundo ajuste de aumento, que es diferente al primer ajuste de aumento, que puede ser utilizado en un segundo símbolo OFDM de la zona de control.

La información de canales de control puede favorecer a los circuitos del receptor en el cálculo de relaciones de verosimilitud logarítmica (LLR, optimized log-likelihood ratios) optimizadas para receptores PDCCH/EPDCCH desajustados. La potencia de interferencia puede ser difícil de estimar en RE utilizados para PDCCH/EPDCCH. Esto se puede deber, en parte, al hecho de que algunos de los RE del canal de control interferente no están cargados; por lo tanto, los impactos de interferencia a partir de celdas interferentes se hacen un tanto aleatorios. Dado que la estimación de la potencia de interferencia es difícil, la ponderación de los bits LLR mediante una relación de señal frente a interferencia más ruido (SINR, interference plus noise ratio) antes de la descodificación, por un descodificador convolucional en el caso de canales de control, se puede tornar imprecisa. Por lo tanto, la presente invención abarca asimismo un rediseño del procedimiento de cálculo LLR para las señales PDCCH/EPDCCH para tener en cuenta el potencial desajuste del receptor.

La figura 8 muestra a modo de ejemplo tres funciones de cálculo LLR. En particular, la figura 8 muestra las funciones 804, 808 y 812. Las funciones 804, 808 y 812, que representan gráficamente valores LLR como una función de valores reales-a-imaginarios de una señal recibida ecualizada r , pueden ser ejecutadas por un primer receptor, un segundo receptor y un tercer receptor, respectivamente. El primer receptor puede ser un receptor convolucional, mientras que el segundo y el tercer receptores pueden ser receptores optimizados para hipótesis de interferencia desajustadas. Para los propósitos de la presente invención, un receptor optimizado a una hipótesis de interferencia desajustada se puede referir a un receptor que no puede llevar a cabo una estimación lo suficientemente precisa de la potencia de interferencia.

Para ayudar al funcionamiento de los circuitos del receptor en varias situaciones, la información de canales de control puede incluir información de carga de zonas de control de la celda interferente. Ésta puede ser, por ejemplo, una indicación del número promedio de RE dentro de una zona de control de una trama radioeléctrica que se utilizan para un canal de control o para señales de referencia de transmisión, o una relación promedio del número de RE utilizados frente al número total de RE en la zona de control. Cuando los circuitos del receptor reciben la información de carga de la zona de control, pueden determinar un perfil de interferencia asociado con el canal de control en base a la información de carga. Los circuitos del receptor pueden a continuación descodificar una señal recibida, mediante seleccionar un receptor que proporcione una función LLR deseada, por ejemplo, el primer, el segundo o el

tercer receptor, con el fin de proporcionar robustez de decodificación en vista de la probabilidad de impactos de interferencia aleatorios dadas las presentes condiciones de carga.

En algunas realizaciones, los circuitos del receptor pueden estimar conjuntamente el aumento de la potencia y las señales de servicio/interferencia de PDCCH/EPDCCH sin depender de la información de canales de control relativa a la celda interferente. Esto se puede realizar de dos maneras.

5

Considérese, por ejemplo, el siguiente modelo de señal recibida y una transmisión de un puerto de antena:

$$\mathbf{y} = \underbrace{\mathbf{h}_1 \cdot b_1 s_1}_{\text{señal}} + \underbrace{\sum_{i=2}^{N_i+1} \mathbf{h}_i \cdot b_i s_i}_{\text{interferencia}} + \underbrace{\mathbf{n}}_{\text{ruido}}$$

Ecuación 1

donde \mathbf{h}_1 es el canal equivalente para el nodo de servicio, \mathbf{h}_i es el canal equivalente para el nodo interferente, b_1 es el aumento de la potencia en un PDCCH/EPDCCH de servicio, b_i es el aumento de la potencia en un PDCCH/EPDCCH de interferencia, s_1 es útil en el PDCCH/EPDCCH de servicio, s_i es interferente en los PDCCH/EPDCCH de interferencia y N_i es el número de celdas interferentes. Un canal compuesto a partir de los nodos de servicio y de interferencia se puede definir como sigue:

10

$$\mathbf{H} = [\mathbf{h}_1, \dots, \mathbf{h}_{N_i+1}]$$

Ecuación 2

El primer modo en el que los circuitos del receptor pueden estimar conjuntamente el aumento de la potencia y las señales de servicio/interferencia de PDCCH/EPDCCH sin depender de la información de canales de control relativa a la celda interferente, se puede describir como sigue. Para una determinada hipótesis de señal $\mathbf{s} = [s_1, \dots, s_{N_i+1}]$ en los nodos de servicio y de interferencia, un aumento de la potencia óptimo condicionado se puede estimar como sigue:

15

$$\begin{bmatrix} b_1(\mathbf{s}) \\ \vdots \\ b_N(\mathbf{s}) \end{bmatrix} = \mathbf{b}(\mathbf{s}) = \max \left\{ 0, \text{Re} \left(\text{diag} \left\{ \left(\mathbf{H}^H \mathbf{H} \right)^{-1} \mathbf{H}^H \mathbf{y} \mathbf{s}^H \right\} \right) \right\}$$

Ecuación 3

Entonces, la mejor combinación de aumento de la potencia estimado e hipótesis de señal se puede seleccionar utilizando criterios de distancia mínima:

20

$$\hat{\mathbf{s}} = \underset{\mathbf{s} \in S_{QPSK}^{N_i+1}}{\text{arg min}} \left\| \mathbf{y} - \mathbf{h}_1 \cdot \hat{b}_1(\mathbf{s}) s_1 - \sum_{i=2}^{N_i+1} \mathbf{h}_i \cdot \hat{b}_i(\mathbf{s}) s_i \right\|^2$$

Ecuación 4

El segundo modo en el que los circuitos del receptor pueden estimar conjuntamente el aumento de la potencia y señales de servicio/interferencia de PDCCH/EPDCCH sin depender de la información de canales de control relativa a la celda interferente, se puede describir como sigue: Para una determinada hipótesis de señal $\mathbf{s} = [s_1, \dots, s_{N_i+1}]$ en nodos de servicio y de interferencia, el aumento de la potencia se puede estimar como sigue:

25

$$\begin{bmatrix} b_1(\mathbf{s}) \\ \vdots \\ b_N(\mathbf{s}) \end{bmatrix} = \mathbf{b}(\mathbf{s}) = \max \left\{ 0, \left(\text{Re} \left(\mathbf{H}_s^H \mathbf{H}_s \right) \right)^{-1} \cdot \text{Re} \left(\mathbf{H}_s^H \mathbf{y} \right) \right\}$$

Ecuación 5

donde $\mathbf{H}_s = \mathbf{H} \cdot \text{diag}(\mathbf{s})$.

Entonces, la mejor combinación de aumento de la potencia estimado e hipótesis de señal se puede seleccionar utilizando criterios de distancia mínima:

30

$$\hat{\mathbf{s}} = \underset{\mathbf{s} \in S_{QPSK}^{N_i+1}}{\text{arg min}} \left\| \mathbf{y} - \mathbf{h}_1 \cdot \hat{b}_1(\mathbf{s}) s_1 - \sum_{i=2}^{N_i+1} \mathbf{h}_i \cdot \hat{b}_i(\mathbf{s}) s_i \right\|^2$$

Ecuación 6

Opcionalmente, se puede utilizar repetición cíclica de los puertos de antena para un EPDCCH distribuido. Para prefijo cíclico (CP, cyclic prefix) normal, el EPDCCH se puede transmitir utilizando alguno del puerto de antena 107 o 109 en función de los RE seleccionados para transmisión de EPDCCH. Por lo tanto, cuando las zonas de EPDCCH

distribuidas de dos celdas vecinas solapen entre sí, los puertos de antena 107 y 109 de celdas diferentes colisionarán. En este caso, la aleatorización de la interferencia solamente se puede conseguir utilizando diferentes códigos de aleatorización para RS específica por UE. Sin embargo, debido a RS específica por UE no ortogonal de celdas diferentes, la estimación de canal para celdas de servicio y/o de interferencia puede ser imprecisa.

5 Para proporcionar multiplexación de RS específica por UE ortogonal en zonas solapadas de EPDCCH distribuidos, la RS específica por UE y el correspondiente EPDCCH se pueden transmitir en un par adicional de puertos de antena, por ejemplo, los puertos de antena 108 y 110, que son ortogonales a los puertos de antena 107 y 109, respectivamente. Por lo tanto, la celda de servicio puede transmitir su EPDCCH específico por UE y correspondiente en un primer par de puertos de antena, por ejemplo, el par AP 107/109, y una celda interferente puede transmitir su EPDCCH específico por UE y correspondiente en un segundo par de puertos de antena, por ejemplo, el par AP 108/110. Ambas celdas pueden utilizar el mismo código de aleatorización. Transmitir estas señales en AP ortogonales, y utilizar el mismo código de aleatorización, puede proporcionar ortogonalidad entre señales de servicio y de interferencia, lo que facilitará la cancelación de interferencia.

15 Un UE puede, por ejemplo, determinar si una RS específica por UE y el correspondiente EPDCCH de las celdas de servicio y/o de interferencia se transmite en un primer par de puertos de antena, por ejemplo, el par de puertos de antena 107/109, o en un segundo par de puertos de antena, por ejemplo, el par de puertos de antena 108/110. La información de canales de control puede incluir una indicación del par de puertos de antena, por ejemplo 107/109 o 108/110, utilizados para transmisión de RS específica por UE y EPDCCH de las celdas de servicio y/o de interferencia. Es posible asimismo que los circuitos del receptor realicen detección ciega del par apropiado de puertos de antena durante la recepción de un EPDCCH.

Tras determinar el par AP utilizado para la RS específica por UE y el EPDCCH de las celdas de servicio y/o de interferencia, el UE puede estimar los canales de servicio y de interferencia, y descodificar conjuntamente un EPDCCH de servicio y de interferencia en base a los canales estimados, tal como se ha descrito anteriormente.

25 En algunas implementaciones a modo de ejemplo, el funcionamiento de los circuitos del receptor se puede simplificar mediante la señalización de elementos de recurso de PHICH de celdas interferentes. Los elementos de recurso (más precisamente, los grupos de elementos de recurso (REG, resource elements groups)) de los primeros L símbolos OFDM de la subtrama de enlace descendente (donde $L = 1, 2, 3$ o 4) son habitualmente compartidos por la CRS y tres canales físicos de control, tales como PDCCH, PHICH y PCFICH. Ver, por ejemplo, la figura 7. El PDCCH se puede utilizar para transportar asignaciones de planificación UL/DL, el PCFICH se puede utilizar para indicar el tamaño de la zona de control (o, equivalentemente, el símbolo de inicio del PDSCH), y el PHICH se puede utilizar para la retroalimentación de acuse de recibo/acuse de recibo negativo para transmisiones de canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH, for physical uplink shared channel).

30 Los elementos de recurso de los L primeros símbolos OFDM que no llevan CRS se pueden asignar a los canales de control en el orden siguiente: PCFICH, PHICH y PDCCH. Las señales utilizadas para modular canales de control se pueden basar en la constelación QPSK (se debe observar que el PHICH puede utilizar dos de cuatro símbolos en QPSK). Dicha estructura de modulación de las señales de canal de control puede ser aprovechada por los circuitos del receptor para una mejor supresión de la interferencia procedente de la celda o celdas vecinas. Sin embargo, para el PHICH, se pueden mapear múltiples mensajes de PHICH sobre los mismos elementos de recurso (o REG). Por lo tanto, la señal PHICH resultante (después de la multiplexación de múltiples PHICH) transmitida por una celda determinada ya no se puede describir mediante la constelación QPSK. Para evitar una potencial degradación del rendimiento debida a un desajuste entre la estructura real de la interferencia y la estructura de interferencia asumida por el receptor del UE (por ejemplo, las señales de interferencia son QPSK), la información de canales de control puede proporcionar una indicación de parámetros de mapeo de un PHICH interferente. Los circuitos del receptor pueden utilizar estos parámetros de mapeo para determinar los elementos de recurso (grupos de elementos de recurso dentro de los L primeros símbolos OFDM de las subtramas de enlace descendente) que pueden ser utilizados para transmisiones de PHICH por una celda interferente. Los circuitos del receptor pueden entonces saber utilizar una constelación no QPSK en la estimación del perfil de interferencia de los RE asociados con el PHICH interferente.

35 Los parámetros de mapeo pueden incluir un parámetro de duración del PHICH, que define el número de símbolos OFDM utilizados para transportar el PHICH. La duración del PHICH puede ser normal o extendida. Una duración normal del PHICH hace que el PHICH esté presente solamente en el primer símbolo OFDM. Una duración extendida del PHICH hace que el PHICH esté presente en los primeros dos o tres símbolos OFDM.

40 En algunas implementaciones, la duración del PHICH puede depender de si una subtrama tiene una configuración de subtrama de red de multidifusión-difusión de frecuencia única (MBSFN, multicast-broadcast single-frequency network) o una configuración de subtrama no-MBSFN. Por lo tanto, en algunas implementaciones, los parámetros de mapeo pueden incluir además un parámetro de configuración de subtrama MBSFN. En algunas implementaciones, la duración del PHICH puede ser configurable mediante señalización de capas superiores, por ejemplo, señalización RRC, de acuerdo con la tabla 1.

Duración de PHICH	Subtramas no MBSFN		Subtramas MBSFN en un una portadora que soporta PDSCH
	Subtramas 1 y 6 en caso de estructura de trama de tipo 2	Todos los demás casos	
Normal	1	1	1
Extendida	2	3	2

Tabla 1

Los parámetros de mapeo pueden incluir, adicional o alternativamente, una serie de grupos de PHICH para el PHICH interferente. El número de grupos de PHICH puede ser configurable mediante parámetros N_g . Para una estructura de trama de tipo 1, el número de grupos de PHICH N_{PHICH}^{grupo} puede ser constante en todas las subtramas y está dado por

$$N_{PHICH}^{grupo} = \begin{cases} \lceil N_g (N_{RB}^{DL} / 8) \rceil & \text{para prefijo cíclico normal} \\ 2 \cdot \lceil N_g (N_{RB}^{DL} / 8) \rceil & \text{para prefijo cíclico extendido} \end{cases}, \text{ Ecuación 7}$$

donde $N_g \in \{1/6, 1/2, 1, 2\}$ es proporcionado por capas superiores. El índice n_{PHICH}^{grupo} puede variar de 0 a $N_{PHICH}^{grupo} - 1$.

Para una estructura de tramas de tipo 2, el número de grupos de PHICH puede variar entre subtramas de enlace descendente y puede estar dado por $m_i \cdot N_{PHICH}^{grupo}$, donde m_i se proporciona en la tabla 2 y N_{PHICH}^{grupo} está dado por la ecuación 7. El índice n_{PHICH}^{grupo} en una subtrama de enlace descendente con recursos PHICH distintos de cero puede variar de 0 a $m_i \cdot N_{PHICH}^{grupo} - 1$.

Configuración de enlace ascendente-enlace descendente	Subtrama número i									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	2	1	-	-	-	2	1	-	-	-
1	0	1	-	-	1	0	1	-	-	1
2	0	0	-	1	0	0	0	-	1	0
3	1	0	-	-	-	0	0	0	1	1
4	0	0	-	-	0	0	0	0	1	1
5	0	0	-	0	0	0	0	0	1	0
6	1	1	-	-	-	1	1	-	-	1

Tabla 2

En algunas implementaciones, los grupos de PHICH se pueden mapear a los elementos de recurso en base a un identificador de celda física (ID) N_{ID}^{celda} . Por consiguiente, los parámetros de mapeo pueden incluir adicional o alternativamente parámetros CRS de una celda interferente, tal como ID de celda física y número de puertos de antena, de tal modo que el UE puede determinar los RE que pueden ser ocupados por el PHICH.

En algunas implementaciones, por lo menos parte de los parámetros de mapeo pueden obtenerse escuchando transmisiones de PBCH procedentes de la celda interferente y detectando el ID de celda física N_{ID}^{celda} y el número de puertos de antena a partir de la CRS transmitida por la celda interferente.

Un UE y/o un nodo de acceso descritos en la presente memoria se pueden implementar en un sistema utilizando cualquier hardware y/o software adecuados para configurar a conveniencia. La figura 9 muestra, para una realización, un ejemplo de sistema 900 que comprende circuitos de radiofrecuencia (RF) 904, circuitos de banda base 908, circuitos de aplicación 912, memoria/almacenamiento 916, una pantalla 920, una cámara 924, un sensor 928 y una interfaz de entrada/salida (E/S) 932, acoplados entre sí por lo menos tal como se muestra.

- 5 Los circuitos de aplicación 912 pueden incluir circuitos tales como, de forma no limitativa, uno o varios procesadores de un solo núcleo o de múltiples núcleos. El procesador o procesadores pueden incluir cualquier combinación de procesadores de propósito general y procesadores dedicados (por ejemplo, procesadores de gráficos, procesadores de aplicaciones, etc.). Los procesadores pueden estar acoplados con memoria/almacenamiento 916 y configurados para ejecutar instrucciones almacenadas en la memoria/almacenamiento 916 para permitir que se ejecuten varias aplicaciones y/o sistemas operativos en el sistema 900.
- 10 Los circuitos de banda base 908 pueden incluir circuitos tales como, de forma no limitativa, uno o varios procesadores de un solo núcleo o de múltiples núcleos. El procesador o procesadores pueden incluir un procesador de banda base. Los circuitos de banda base 908 pueden manejar varias funciones de control radioeléctrico que permiten comunicación con una o varias redes de radio por medio de los circuitos de RF. Las funciones de control radioeléctrico pueden incluir, de forma no limitativa, modulación de señal, codificación, descodificación, desplazamiento de frecuencias de radio, etc. En algunas realizaciones, los circuitos de banda base 908 pueden proporcionar comunicación compatible con una o varias tecnologías de radio. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los circuitos de banda base 908 pueden soportar comunicación con una red universal de acceso radio terrestre evolucionada (EUTRAN, evolved universal terrestrial radio access network) y/o con otras redes inalámbricas de área metropolitana (WMAN, wireless metropolitan area networks), una red inalámbrica de área local (WLAN, wireless local area network), una red inalámbrica de área personal (WPAN, wireless personal area network). Las realizaciones en las que los circuitos de banda base 908 están configurados para soportar comunicaciones de radio de más de un protocolo inalámbrico se pueden denominar circuitos de banda base multimodo
- 15
- 20 En varias realizaciones, los circuitos de banda base 908 pueden incluir circuitos para operar con señales que no se consideran estrictamente dentro de la frecuencia de banda base. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los circuitos de banda base 908 pueden incluir circuitos para operar con señales que tienen una frecuencia intermedia, que está entre una frecuencia de banda base y una radiofrecuencia.
- 25 Los circuitos de RF 904 pueden permitir la comunicación con redes inalámbricas utilizando radiación electromagnética modulada a través de un medio no sólido. En varias realizaciones, los circuitos de RF 904 pueden incluir conmutadores, filtros, amplificadores, etc., para facilitar la comunicación con la red inalámbrica.
- 30 En varias realizaciones, los circuitos de RF 904 pueden incluir circuitos para operar con señales que no se consideran estrictamente una radiofrecuencia. Por ejemplo, en algunas realizaciones, los circuitos de RF 904 pueden incluir circuitos para operar con señales que tienen una frecuencia intermedia, que está entre una frecuencia de banda base y una radiofrecuencia.
- 35 En algunas realizaciones, parte o la totalidad de los componentes constitutivos de los circuitos de banda base 908, los circuitos de aplicación 912 y/o la memoria/almacenamiento 916 se pueden implementar conjuntamente en un sistema en un microcircuito (SOC).
- 40 En una realización en la que el sistema 900 representa un nodo de acceso, por ejemplo, el nodo de acceso 300, los circuitos de comunicación del nodo de acceso se pueden implementar en los circuitos de RF 904 y/o en los circuitos de banda base 908, y los circuitos de configuración y control se pueden implementar en los circuitos de banda base 908 y/o en los circuitos de aplicación 912.
- 45 En una realización en la que el sistema 900 representa un UE, por ejemplo, el UE 200, los componentes del UE, por ejemplo, los circuitos de comunicación, los circuitos de determinación de canal y los circuitos de estimación de interferencia, se pueden implementar en los circuitos de RF 904 y/o en los circuitos de banda base 908.
- 50 La memoria/almacenamiento 916 se puede utilizar para cargar y almacenar datos e/o instrucciones, por ejemplo, para el sistema 900. La memoria/almacenamiento 916 para una realización puede incluir cualquier combinación de memoria volátil adecuada (por ejemplo, memoria dinámica de acceso aleatorio (DRAM, dynamic random access memory) y/o memoria no volátil (por ejemplo, memoria flash).
- 55 En varias realizaciones, la interfaz E/S 932 puede incluir una o varias interfaces de usuario diseñadas para permitir la interacción del usuario con el sistema 900 y/o interfaces de componentes periféricos diseñadas para permitir la interacción de los componentes periféricos con el sistema 900. Las interfaces de usuario pueden incluir, de forma no limitativa, un teclado o un teclado numérico físico, una pantalla táctil, un altavoz, un micrófono etc. Las interfaces de componentes periféricos pueden incluir, de forma no limitativa, un puerto de memoria no volátil, un puerto de bus serie universal (USB, universal serial bus), un conector de audio y una interfaz de fuente de alimentación.
- En diversas realizaciones, el sensor 928 puede incluir uno o varios dispositivos de detección para determinar condiciones ambientales e/o información de localización relacionada con el sistema 900. En algunas realizaciones, los sensores pueden incluir, de forma no limitativa, un sensor giroscópico, un acelerómetro, un sensor de proximidad, un sensor de luz ambiental y una unidad de posicionamiento. La unidad de posicionamiento puede asimismo formar parte de, o interactuar con los circuitos de banda base 908 y/o los circuitos de RF 904 para comunicar con los componentes de una red de posicionamiento, por ejemplo, un satélite del sistema de posicionamiento global (GPS, global positioning system).

En varias realizaciones, la pantalla 920 puede incluir una pantalla (por ejemplo, una pantalla de cristal líquido, una pantalla táctil, etc.).

5 En varias realizaciones, el sistema 900 puede ser un dispositivo informático móvil tal como, de forma no limitativa, un dispositivo informático portátil, un dispositivo informático de tableta, un miniordenador portátil, un miniordenador ultra-portátil, un teléfono inteligente, etc. En varias realizaciones, el sistema 900 puede tener más o menos componentes, y/o diferentes arquitecturas.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato para utilizar en un equipo de usuario (200), comprendiendo el aparato:
- 5 circuitos de comunicación (212) configurados para recibir, desde un nodo de acceso (104, 106, 300), información de aumento de la potencia que incluye uno o varios valores de aumento de la potencia relativos a un canal físico de control de enlace descendente, PDCCH, o a un canal físico de control de enlace descendente mejorado, EPDCCH, de una celda de servicio y una celda interferente, en el que dichos uno o varios valores de aumento de la potencia indican relaciones de energía por elemento de recurso, EPRE, entre un PDCCH o un EPDCCH frente a señales de referencia del PDCCH o el EPDCCH para la celda de servicio y la celda interferente; y
- 10 circuitos del receptor (208, 220) acoplados con los circuitos de comunicación (212), en el que los circuitos del receptor (208) están configurados para:
- determinar una constelación de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura, QPSK, en el que la potencia de los puntos de señal de la QSPK está basada en dichos uno o varios valores de aumento de la potencia; y
- 15 descodificar conjuntamente los PDCCH o EPDCCH de la celda de servicio y la celda interferente utilizando un algoritmo de descodificación de máxima verosimilitud para llevar a cabo una búsqueda sobre señales discretas de la constelación QPSK para señales de la celda de servicio y señales de la celda interferente.
2. El aparato según la reivindicación 1, en el que, para descodificar conjuntamente los PDCCH o EPDCCH de servicio y de interferencia, los circuitos del receptor (208) están configurados para:
- estimar un perfil de interferencia asociado con el canal de control interferente; y
- procesar una señal recibida en base al perfil de interferencia.
- 20 3. El aparato según la reivindicación 1, en el que los circuitos de comunicación (212) están configurados para recibir información de aumento de la potencia desde un nodo de acceso (300) de la celda de servicio.
4. El aparato según la reivindicación 1, en el que los circuitos de comunicación (212) son para recibir información de aumento de la potencia utilizando señales de control de recursos radioeléctricos, RRC.
- 25 5. El aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la información de aumento de la potencia incluye un primer conjunto de aumento de uno o varios valores de aumento de la potencia para un primer símbolo de multiplexación por división de frecuencias ortogonales, OFDM, de una zona de PDCCH o EPDCCH de la celda de servicio y/o la celda interferente, y un segundo conjunto de aumento de uno o varios valores de aumento de la potencia para un segundo símbolo OFDM de la zona de PDCCH o EPDCCH de la celda de servicio y/o la celda interferente.
- 30 6. Un equipo de usuario (200) que comprende un aparato según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Uno o varios medios legibles por ordenador que contienen instrucciones que, cuando son ejecutadas por un aparato para utilizar en un equipo de usuario (200), hacen que el aparato lleve a cabo lo siguiente:
- 35 recibir, desde un nodo de acceso (104, 106, 300), información de aumento de la potencia que incluye uno o varios valores de aumento de la potencia relativos a un PDCCH o un EPDCCH de una celda de servicio y una celda interferente, en el que dichos uno o varios valores de aumento de la potencia indican relaciones EPRE entre el PDCCH o el EPDCCH frente a señales de referencia del PDCCH o el EPDCCH para la celda de servicio y la celda interferente;
- determinar una constelación QPSK, en el que la potencia de los puntos de señal de la QSPK está basada en dichos uno o varios valores de aumento de la potencia; y
- 40 descodificar conjuntamente los PDCCH o EPDCCH de la celda de servicio y la celda interferente utilizando un algoritmo de descodificación de máxima verosimilitud para llevar a cabo una búsqueda sobre señales discretas de la constelación QPSK para señales de la celda de servicio y señales de la celda interferente.

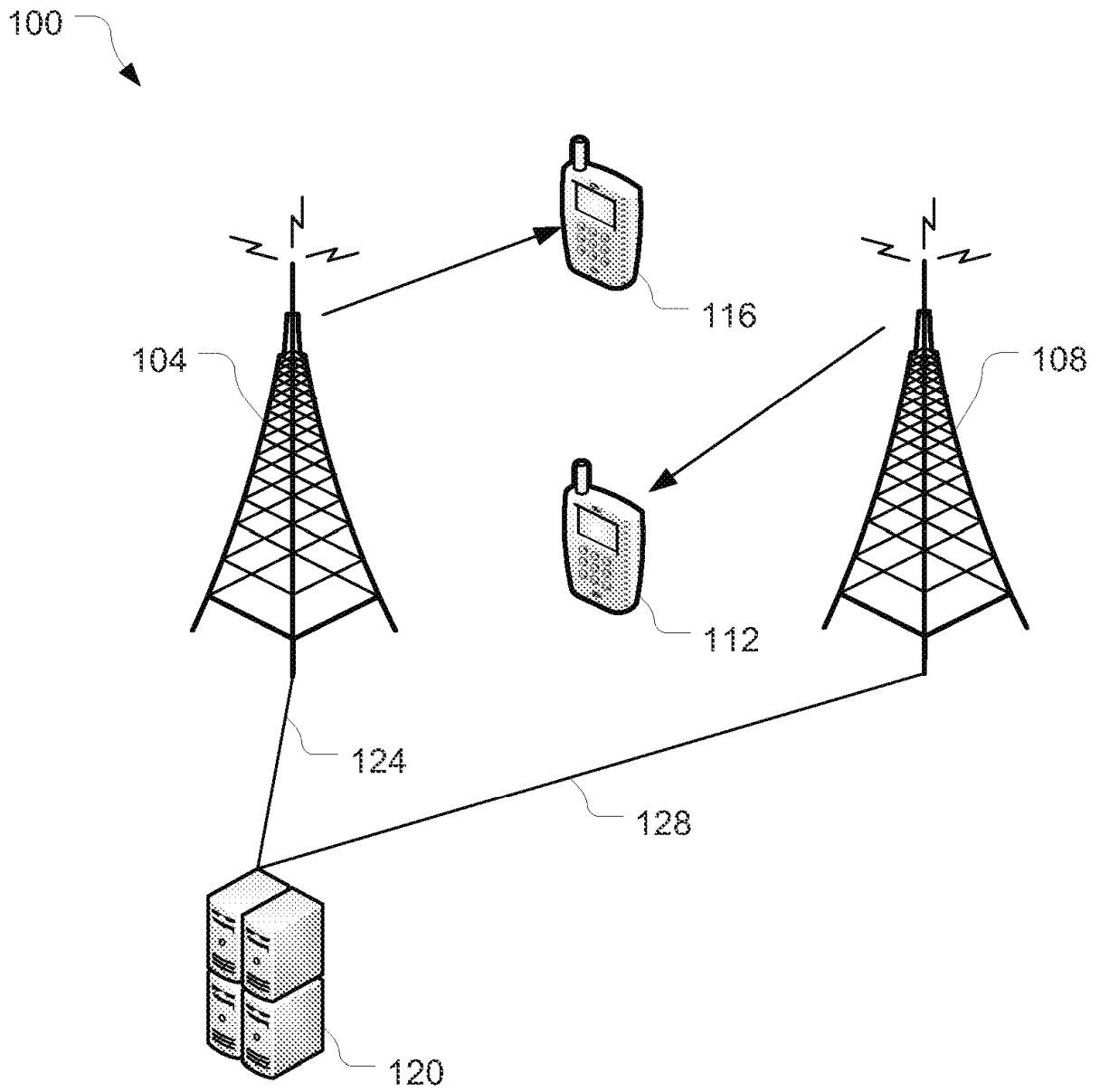


Figura 1

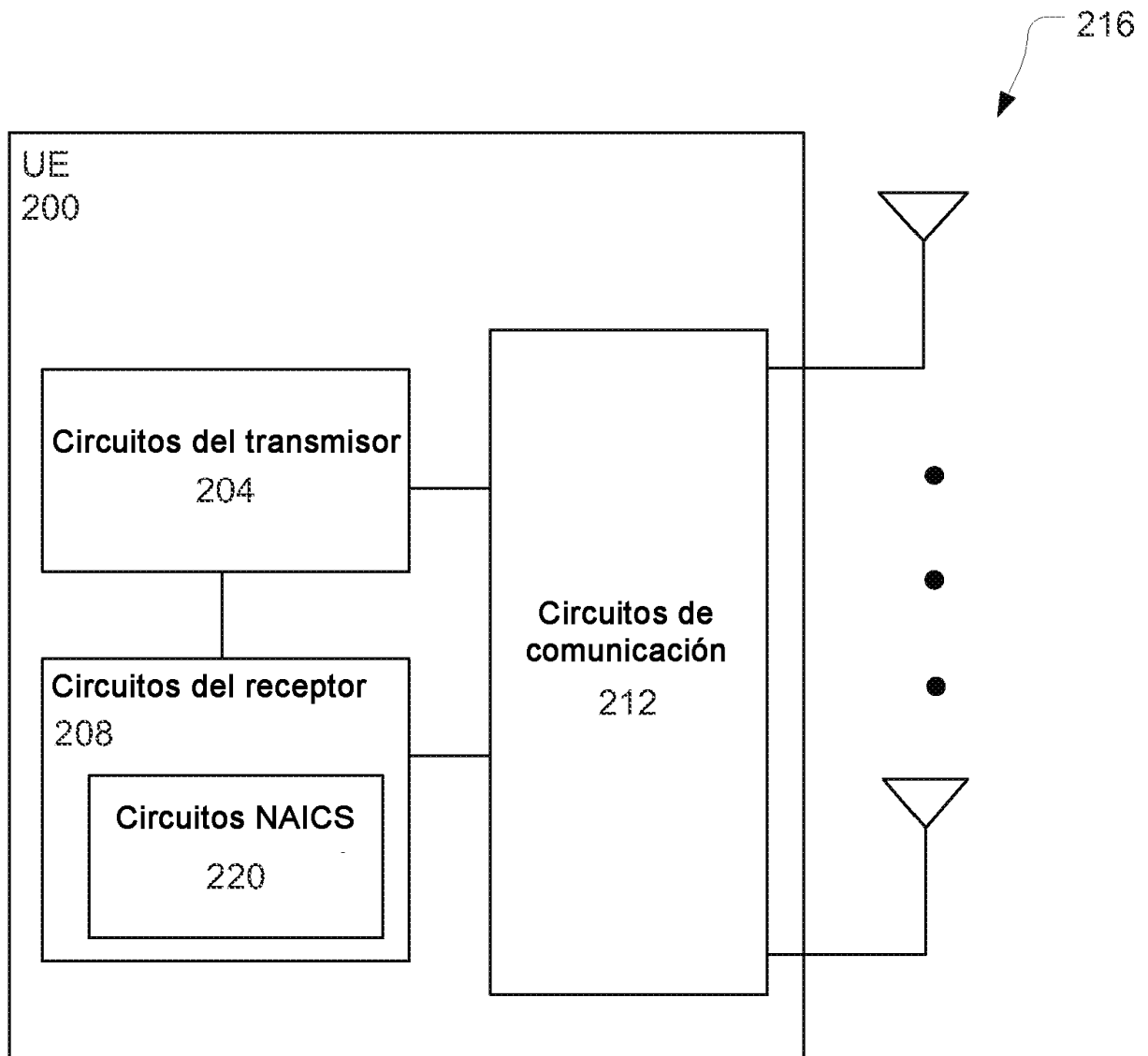


Figura 2

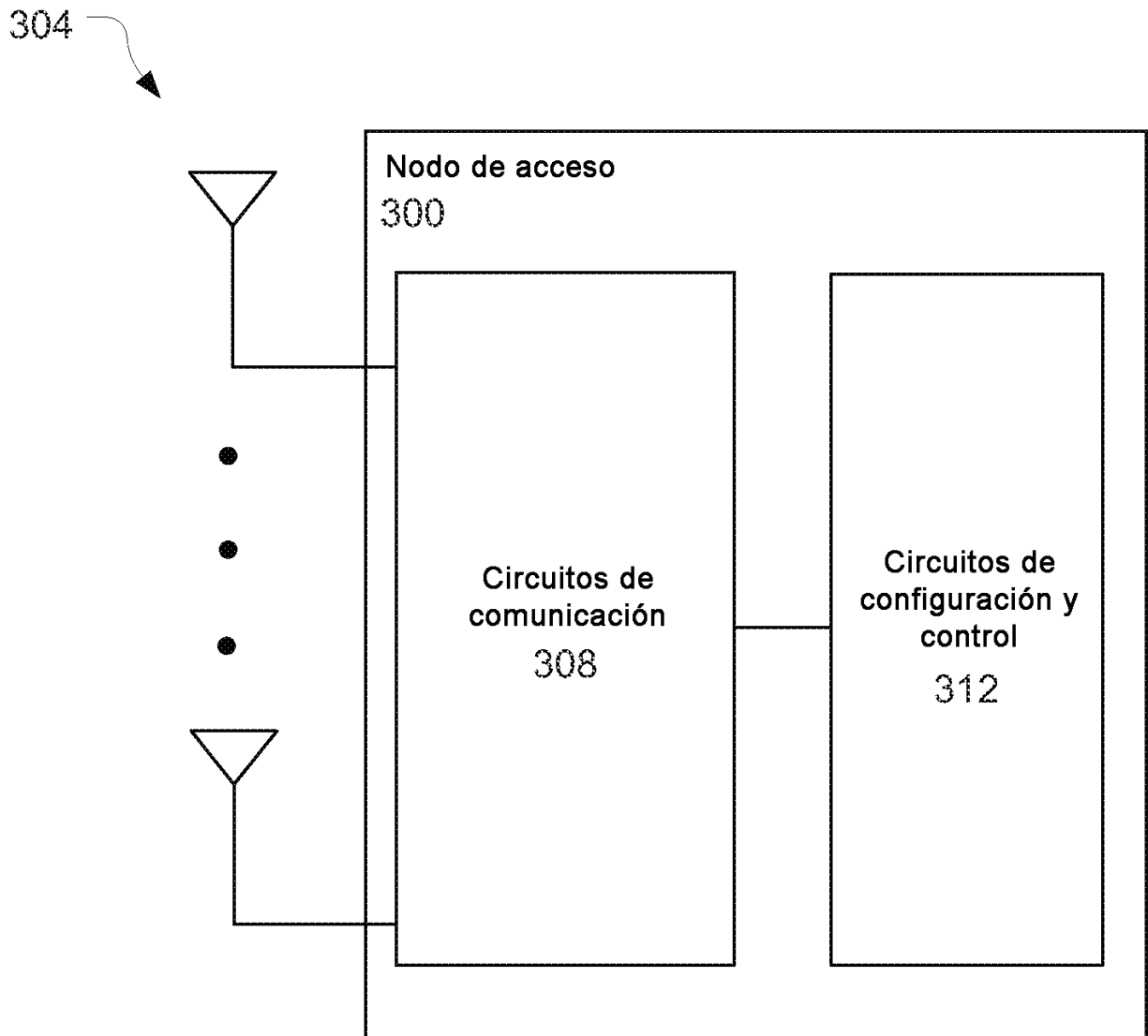


Figura 3

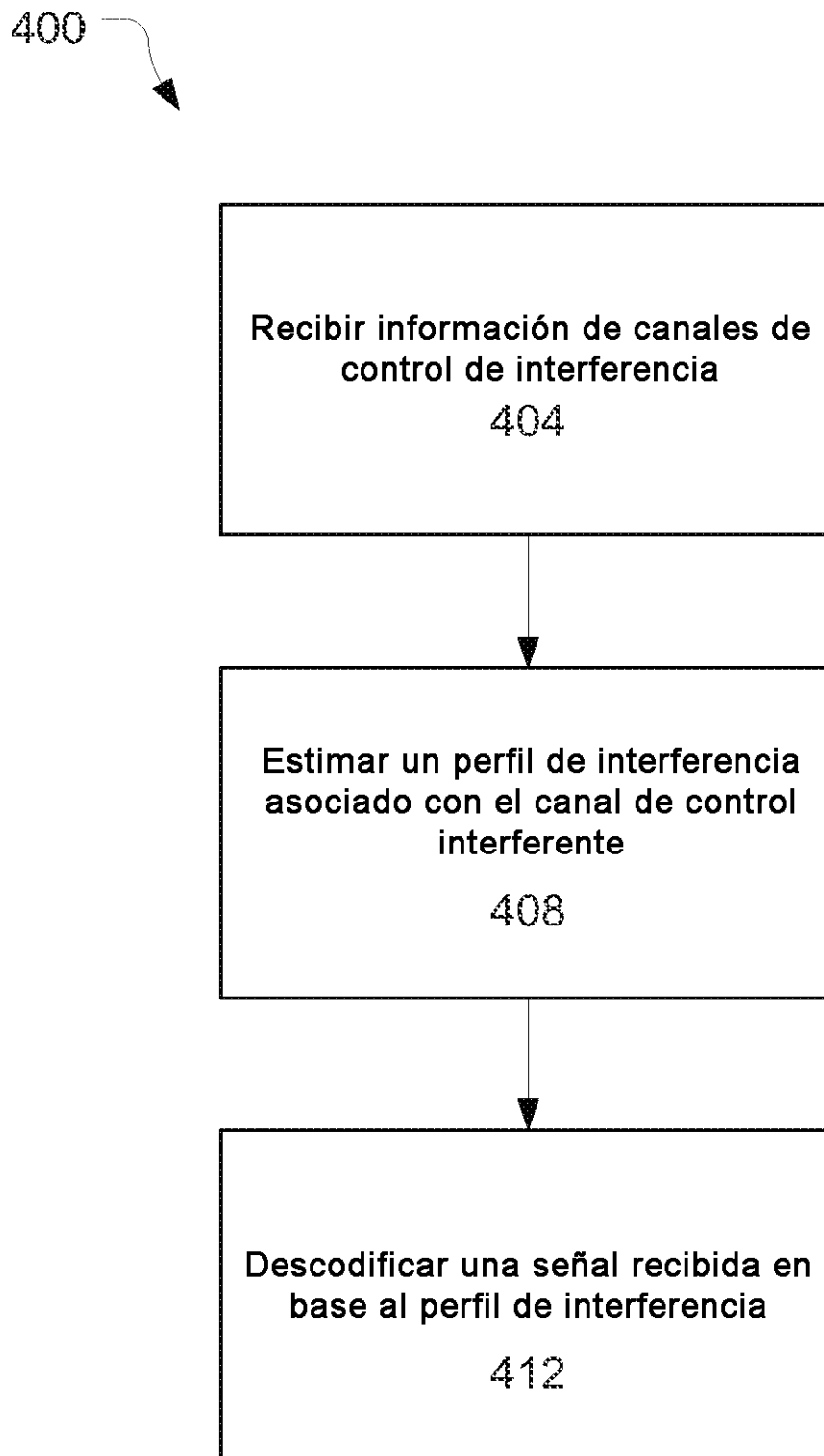



Figura 4

500 

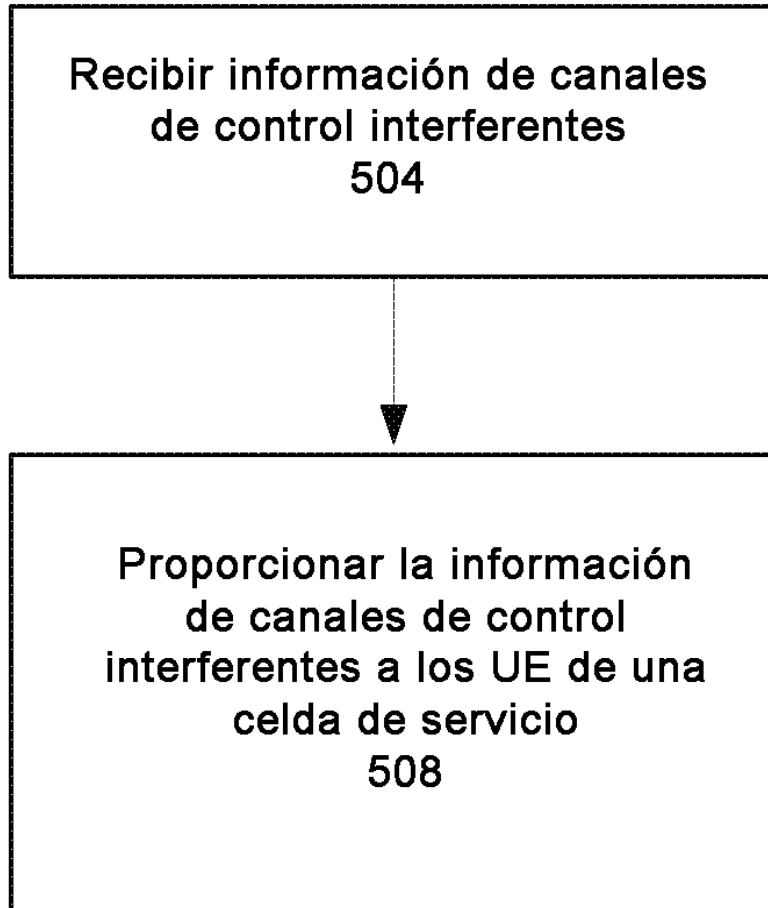
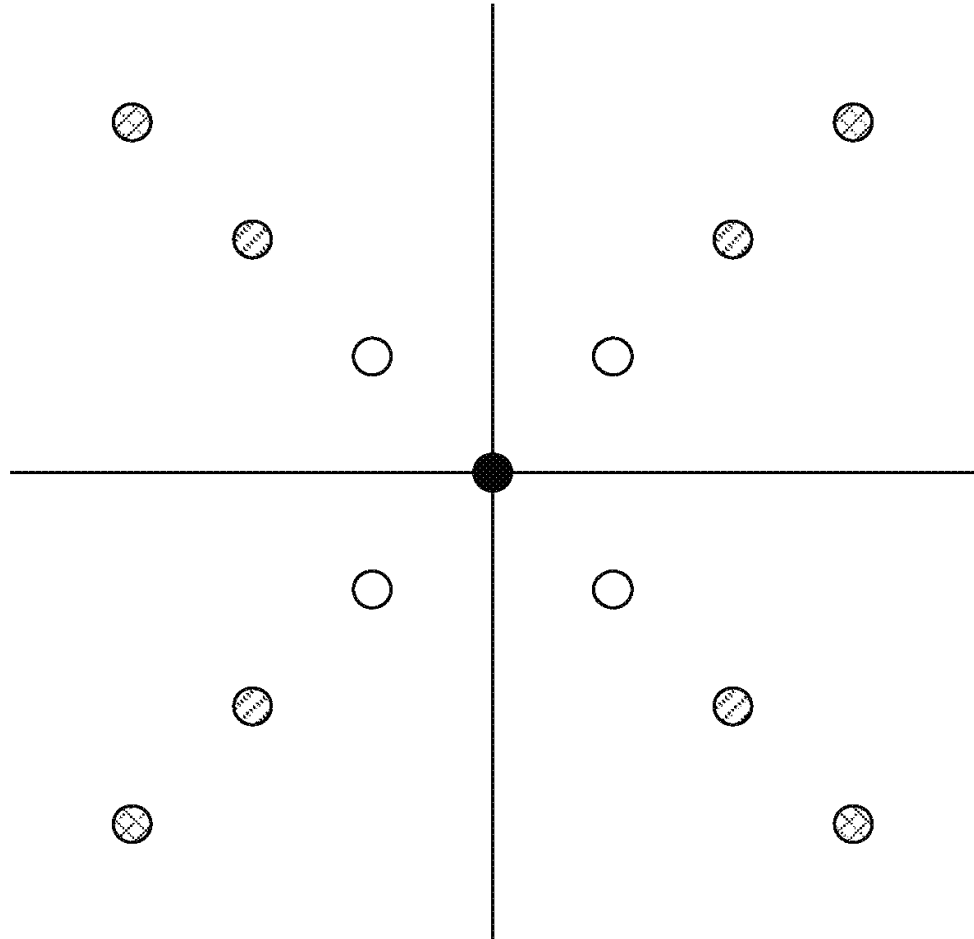


Figura 5

600 ↙



- **Potencia cero**
- **nivel de aumento 0**
- ⊗ **nivel de aumento 3**
- ⊙ **nivel de aumento 6**

Figura 6

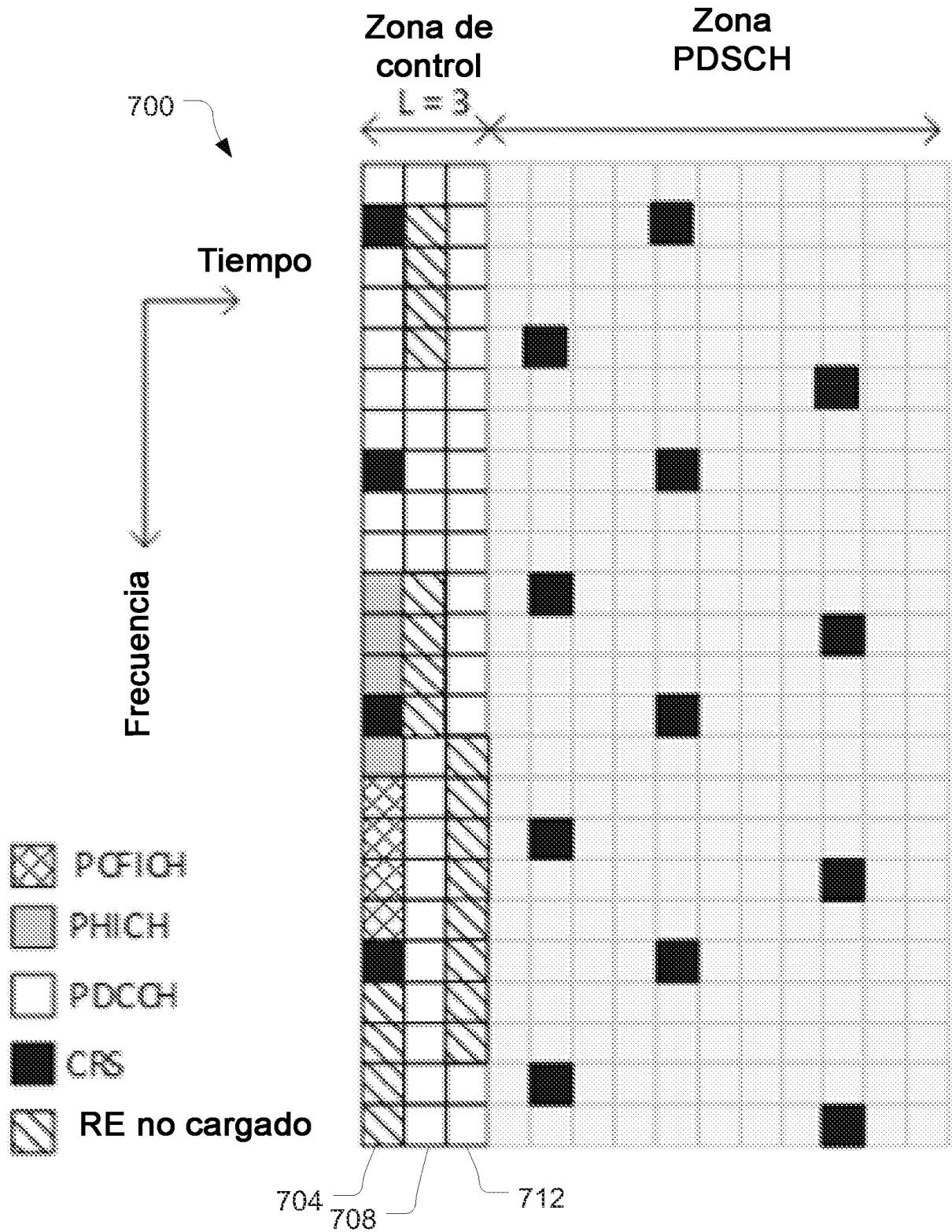


Figura 7

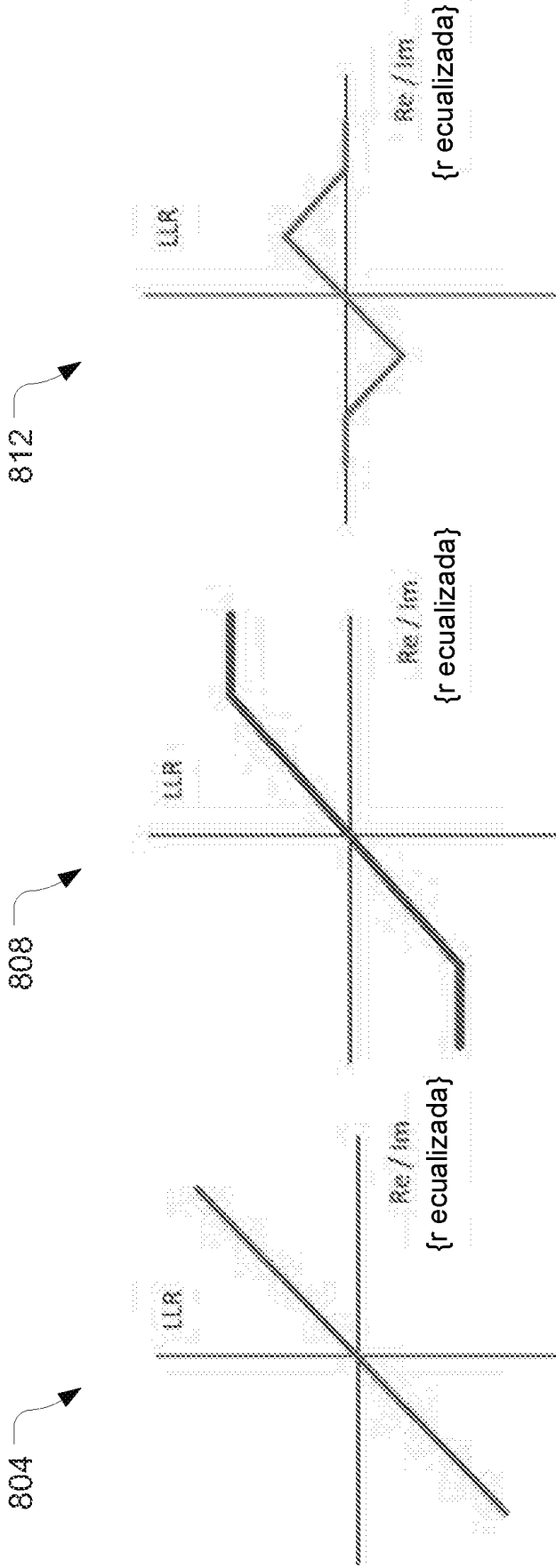


Figura 8

900

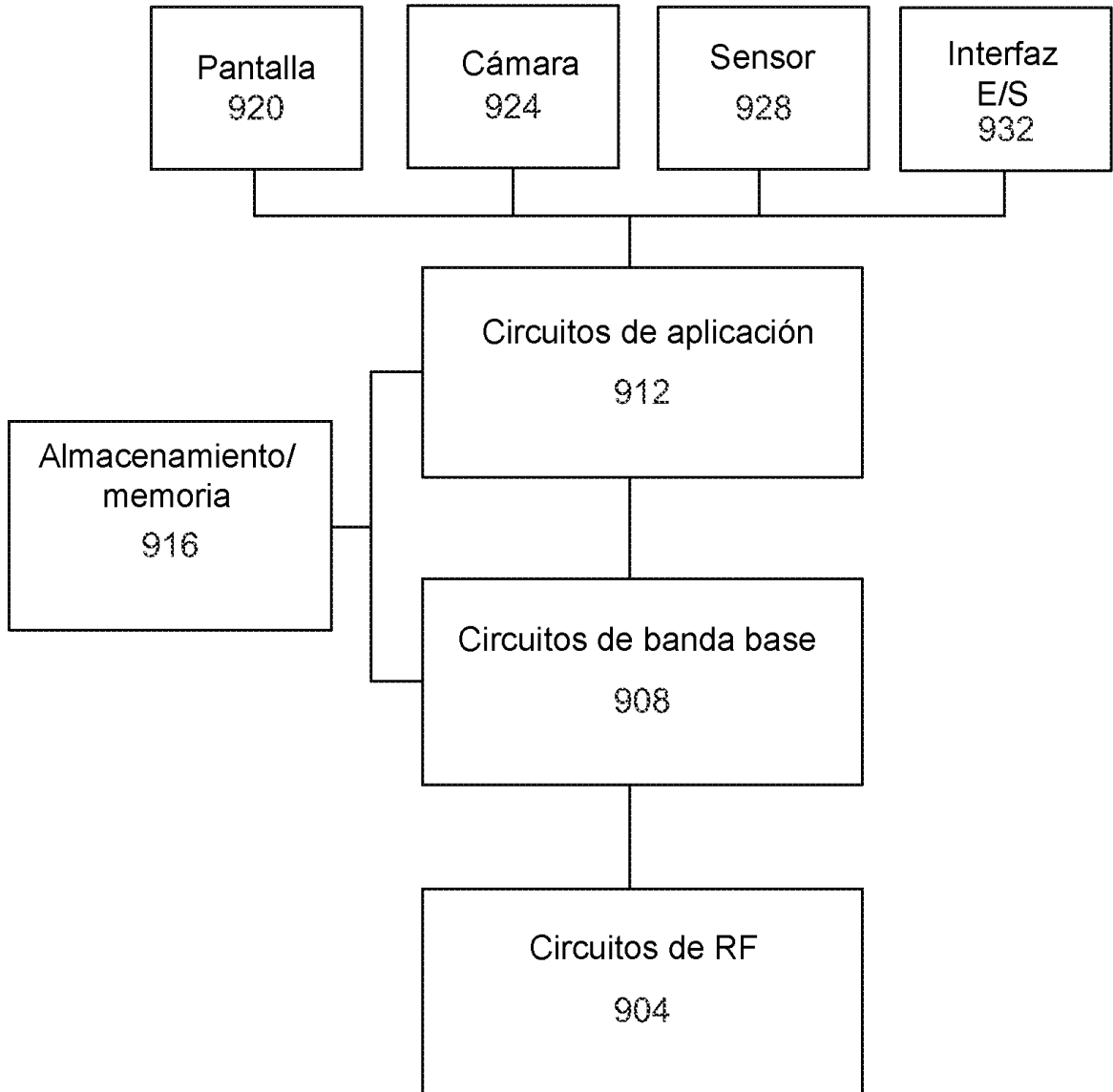


Figura 9