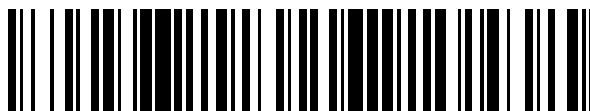


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 473 318**

51 Int. Cl.:

H04W 52/32 (2009.01)
H04W 52/34 (2009.01)
H04W 52/24 (2009.01)
H04L 27/26 (2006.01)
H04L 5/00 (2006.01)
H04L 1/00 (2006.01)
H04L 1/18 (2006.01)
H04L 25/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.01.2009 E 12175674 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.03.2014 EP 2512193**

54 Título: **Procedimiento y aparato para mitigar la contaminación de pilotos en una red inalámbrica**

30 Prioridad:

30.01.2008 US 24891 P
26.01.2009 US 359992

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.07.2014

73 Titular/es:

QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)
5775 Morehouse Drive
San Diego, CA 92121-1714, US

72 Inventor/es:

AGRAWAL, AVNEESH;
GOROKHOV, ALEXEI Y. y
JI, TINGFANG

74 Agente/Representante:

FÀBREGA SABATÉ, Xavier

ES 2 473 318 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

Procedimiento y aparato para mitigar la contaminación de pilotos en una red inalámbrica

- 5 La presente solicitud reivindica prioridad de la solicitud provisional estadounidense número 61/024.891, titulada "METHOD AND APPARATUS FOR MITIGATING PILOT POLLUTION", presentada el 30 de enero de 2008, asignada al cesionario de la misma.

ANTECEDENTES

- 10 I. Campo

La presente descripción se refiere en general a la comunicación, y más específicamente, a técnicas para mitigar el impacto adverso debido a los pilotos en una red de comunicación inalámbrica.

- 15 II. Antecedentes

Las redes de comunicaciones inalámbricas son ampliamente utilizadas para proporcionar diversos contenidos de comunicación como voz, video, datos por paquetes, mensajería, difusión, etc. Estas redes inalámbricas pueden ser redes de acceso múltiple capaces de dar soporte a múltiples usuarios que comparten los recursos de red disponibles. Ejemplos de este tipo de redes de acceso múltiple incluyen las redes de Acceso Múltiple por División de Código (CDMA), las redes de Acceso Múltiple por División de Tiempo (TDMA), las redes de Acceso Múltiple por División de Frecuencia (FDMA), las redes FDMA ortogonal (OFDMA) y las redes FDMA de portadora única (SC-FDMA).

25 Una red de comunicación inalámbrica puede incluir un número de estaciones base que pueden dar soporte comunicación para un número de terminales. Cada estación base puede dar soporte a una o más celdas y puede transmitir periódicamente uno o más pilotos comunes para cada celda. Un piloto común es una transmisión que es conocida a priori por los terminales y no está asociada con una transmisión a un terminal específico. Los pilotos comunes de las celdas pueden ser utilizados por los terminales para diversos fines, tales como estimación de canal, medición de calidad de canal, medición de potencia de señal, seguimiento de tiempo/frecuencia, etc. La información obtenida de los pilotos comunes (por ejemplo, una estimación de canal, una medición de intensidad de la señal, etc.) puede ser utilizada para diversas tareas, tales como demodulación y decodificación, selección de celda servidora, etc. Es deseable para enviar y recibir los pilotos comunes de manera que se logre un buen rendimiento.

35 El documento EP 1 542 488 A1 divulga un conjunto de diferentes estructuras experimentales para su uso en diferentes entornos y/o diferentes comportamientos de los usuarios que se espera que se produzcan en una celda. Se estiman las condiciones de radio para un usuario. A cada usuario se le asigna entonces un área en el espacio de recursos para su comunicación, que tiene una configuración de pilotos adecuada. En una forma de realización, la totalidad del espacio de recursos está provisto de antemano de diferentes estructuras de pilotos en diferentes partes y entonces la asignación de recursos a los usuarios se lleva a cabo con el fin de que coincida con las condiciones de radio estimadas a la estructura de pilotos proporcionada. En otra forma de realización, primero se lleva a cabo la asignación y luego la estructura piloto real se adapta dentro de la zona de espacio de recursos asignados para adaptarse a las condiciones del entorno.

45 El documento WO 2007/042898 A1 divulga un procedimiento para hacer funcionar un sistema de comunicación inalámbrica en una celda que incluye la asignación de una primera pluralidad de recursos de piloto a una primera sub-banda de frecuencia que comprende una pluralidad sub-portadoras de alta potencia, la asignación de una segunda pluralidad de recursos de piloto a una segunda sub-banda de frecuencia que comprende una pluralidad de sub-portadoras de baja potencia, la señalización de un desplazamiento entre la pluralidad de recursos de piloto en la pluralidad de sub-portadoras de alta potencia y la pluralidad de recursos de piloto en la pluralidad de sub-portadoras de baja potencia, y la transmisión de la primera y la segunda pluralidad de recursos de piloto por la primera y la segunda sub-bandas de frecuencia.

55 El documento WO 2007/036787 A2 divulga un procedimiento para disponer secuencias piloto en una estructura de tramas que tiene sub-tramas de sub-portadoras y posiciones de símbolos. Las ubicaciones de secuencias piloto comunes son predeterminadas, e incluyen (1) en cada sub-trama, una secuencia piloto dispuesta en una primera posición de símbolo para cada uno de al menos dos sub-portadoras escalonadas, y (2) en al menos una sub-trama, al menos una secuencia piloto dispuesta en una distinta de la primera posición de símbolo y en una sub-portadora distinta de cualquiera de las al menos dos sub-portadoras escalonadas. Secuencias piloto específicas, cuyas ubicaciones en la trama no están predeterminadas, se disponen en respuesta a una indicación de la calidad del canal recibida por un enlace inalámbrico. Secuencias piloto común podrá referirse a una o dos antenas de transmisión, y las secuencias de piloto dedicadas pueden permitir la adición de las antenas de transmisión tercera y cuarta.

RESUMEN

Las técnicas para mitigar la contaminación de pilotos en una red de comunicación inalámbrica se describen en el presente documento. Contaminación de pilotos se refiere a la degradación en el rendimiento debido a la interferencia de los pilotos comunes enviados por las celdas vecinas. Un piloto común puede ser una señal específica de la celda de referencia utilizada para demodulación y decodificación, una señal de sincronización utilizada para la adquisición de celdas, etc.

En un aspecto, la contaminación de pilotos puede ser mitigada mediante la reducción de la densidad y/o la potencia de transmisión de pilotos comunes siempre que sea posible. La densidad se refiere a la frecuencia con que se envía un piloto común y puede ser cuantificada por el tiempo, la frecuencia, el espacio, etc. En un diseño, una celda puede enviar un piloto común con una primera densidad y un primer nivel de potencia de transmisión durante un primer periodo de tiempo y puede enviar el piloto común con una segunda densidad y un segundo nivel de potencia de transmisión durante un segundo período de tiempo. La segunda densidad puede ser menor que la primera densidad y/o el segundo nivel de potencia de transmisión puede ser más bajo que el primer nivel de potencia de transmisión. Puede lograrse una baja densidad mediante el envío de la piloto común con menor frecuencia, en un menor número de subportadoras, de un menor número de antenas o una combinación de los mismos. La celda puede determinar si reducir la densidad y/o la potencia de transmisión del piloto común basado en la carga de red, carga ofrecida en la celda, la contaminación de piloto medida por los terminales, relaciones señal a ruido e interferencia (SINR) de los terminales, requisitos de los pilotos de los terminales y/u otras métricas.

En otro aspecto, la contaminación de pilotos puede ser mitigada llevando a cabo cancelación de pilotos en un terminal. En un diseño, el terminal puede determinar si se debe llevar a cabo cancelación de pilotos para una celda vecina. Por ejemplo, el terminal puede decidir llevar a cabo cancelación de pilotos si la celda vecina es una de las M celdas vecinas más fuertes, si la intensidad de señal recibida para la celda vecina excede un umbral, si la celda vecina es identificada por una celda servidora, si la carga de la red es la ligera, si un SINR requerida del terminal es alto, etc. El terminal puede cancelar un piloto común de la celda vecina, si se toma una determinación para llevar a cabo la cancelación de pilotos. Para la cancelación de pilotos, el terminal puede obtener una primera estimación de canal para la celda vecina en base a una señal recibida en el terminal. El terminal puede entonces estimar la interferencia debida al piloto común desde la celda vecina en base a un piloto común generado localmente y la estimación de canal. El terminal puede restar la interferencia estimada a partir de la señal recibida para obtener una señal de interferencia cancelada. El terminal puede llevar a cabo la cancelación de pilotos para otros pilotos comunes de la misma celda vecina y/o de otras celdas vecinas.

Varios aspectos y características de la divulgación se describen en mayor detalle a continuación.

Breve descripción de los dibujos

La Figura 1 muestra una red de comunicación inalámbrica.

La Figura 2 muestra un ejemplo de transmisión de pilotos comunes para una celda.

Las Figuras 3 A y 3B muestran la transmisión de una señal de referencia específica de la celda a partir de dos antenas y cuatro antenas, respectivamente.

La Figura 4 muestra un proceso para el envío de pilotos comunes.

La Figura 5 muestra un aparato para el envío de pilotos comunes.

La Figura 6 muestra un proceso para recibir pilotos comunes.

La Figura 7 muestra un aparato para recibir pilotos comunes.

La Figura 8 muestra un proceso para llevar a cabo cancelación de pilotos.

La Figura 9 muestra un aparato para llevar a cabo cancelación de pilotos.

La Figura 10 muestra un diagrama de bloques de una estación base y un terminal.

Descripción detallada

Las técnicas descritas en este documento pueden ser utilizadas para diversas redes de comunicación inalámbricas tales como CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otras redes. Los términos "red" y "sistema" se usan indistintamente. Una red CDMA puede implementar una tecnología a radio como Acceso Radio Terrestre Universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA) y otras variantes del CDMA. cdma2000 cubre los estándares IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red TDMA puede implementar una tecnología radio tal como el

Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM). Una red OFDMA puede implementar una tecnología radio tal como UTRA Evolucionado (E-UTRA), Banda Ancha Ultra Móvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM (R), etc. UTRA y E-UTRA son parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). 3GPP Evolución a Largo plazo (LTE) es un próximo lanzamiento de UMTS que utiliza E-UTRA, que emplea OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE y GSM se describen en los documentos de una organización llamada "3rd Generation Partnership Project" (3GPP). cdma2000 y UMB se describen en los documentos de una organización llamada "3rd Generation Partnership Project 2" (3GPP2). Las técnicas descritas en este documento pueden ser utilizadas para las redes inalámbricas y tecnologías radio mencionadas anteriormente, así como para otras redes inalámbricas y tecnologías radio. Para una mayor claridad, se describen a continuación ciertos aspectos de las técnicas para LTE.

La Figura 1 muestra una red de comunicación inalámbrica 100, que puede incluir un número de estaciones base 110 y otras entidades de red. Una estación base puede ser una estación que se comunica con los terminales y también puede ser denominada punto de acceso, Nodo B, Nodo B evolucionado (eNB), etc. Una estación base puede proporcionar cobertura de comunicación a un área geográfica en particular. El área total de cobertura de una estación base puede ser dividida en áreas más pequeñas y cada área más pequeña puede ser servida por un respectivo subsistema de estación base. El término "celda" puede referirse a un área de cobertura de una estación base y/o a un subsistema de estación base que da servicio a esta área de cobertura.

Una estación base puede proporcionar cobertura de comunicación para una macro celda, una pico celda, una femto celda o algún otro tipo de celda. Una macro celda puede cubrir un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, varios kilómetros de radio) y puede dar soporte a la comunicación de los terminales con suscripción al servicio en la red inalámbrica. Una pico celda puede cubrir un área geográfica relativamente pequeña y puede dar soporte a la comunicación de todos los terminales con suscripción al servicio. Una femto celda puede cubrir un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, una casa) y puede dar soporte a la comunicación de los terminales que tienen asociación con la femto celda (por ejemplo, terminales que pertenecen a los residentes de la casa).

Los terminales 120 pueden dispersarse a lo largo de la red inalámbrica 100, y cada terminal puede ser fijo o móvil. Un terminal también puede denominarse terminal de acceso (AT), estación móvil (MS), equipo de usuario (UE), unidad de abonado, una estación, etc. Un terminal puede ser un teléfono celular, un asistente personal digital (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo portátil, un ordenador portátil, un teléfono inalámbrico, un bucle de estación local de radio (WLL), etc. Un terminal puede comunicarse con una estación base a través del enlace descendente y de enlace ascendente. El enlace descendente (o enlace directo) se refiere al enlace de comunicación desde la estación base al terminal y el enlace ascendente (o enlace inverso) se refiere al enlace de comunicación desde el terminal a la estación base.

En la Figura 1, una línea continua con una única flecha indica una transmisión deseada desde una celda servidora a un terminal. Una línea discontinua con una sola flecha indica una transmisión de interferencia de una celda vecina a un terminal. Una celda servidora es una celda designada para servir a un terminal en el enlace descendente y/o enlace ascendente. Las transmisiones de enlace ascendente no se muestran en la Figura 1 por simplicidad.

En la red inalámbrica 100, cada estación base 110 puede transmitir periódicamente uno o más pilotos comunes para cada celda en esa estación base. Un piloto común también puede denominarse señal de referencia, señal de referencia común, etc. Se pueden utilizar diferentes tipos de piloto común para diferentes propósitos y puede denominarse con diferentes nombres. Por ejemplo, un piloto común utilizado para la estimación de canal, la medición de calidad de canal, la medición de intensidad de la señal y el seguimiento de tiempo/frecuencia puede denominarse señal específica de la celda de referencia, señal de sondeo, señal de entrenamiento, etc. Un piloto común utilizado para la adquisición de celdas puede denominarse señal de sincronización.

La Figura 2 muestra un ejemplo de transmisión de pilotos comunes para una celda LTE. La línea de tiempo de transmisión para el enlace descendente puede ser dividida en unidades de tramas de radio. Cada trama de radio puede tener una duración predeterminada (por ejemplo, 10 milisegundos (ms)) y puede ser dividida en 10 subtramas con índices 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras. Así pues, cada trama de radio puede incluir 20 ranuras con índices de 0 a 19. Cada ranura puede cubrir un número fijo o configurable de periodos de símbolo, por ejemplo, seis periodos de símbolo para un prefijo cíclico extendido (no mostrado en la Figura 2) o siete periodos de símbolo para un prefijo cíclico normal (como se muestra en la Figura 2).

Para el prefijo cíclico normal, cada ranura incluye siete periodos de símbolo con índices 0 a 6. Una señal de referencia específica de celda (denotada REF) puede enviarse en periodos de símbolos 0 y 4 de cada ranura en cada trama de radio. Una señal de sincronización primaria (denotada PSC) y una señal de sincronización secundaria (denotada SSC) pueden ser enviadas en los periodos de símbolos 6 y 5, respectivamente, de cada una de las ranuras 0 y 10 en cada trama de radio. La señal de referencia específica de la celda y las señales de sincronización para LTE pueden generarse y enviarse tal y como se describe en 3GPP TS 36.211, titulado "Acceso Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA), Canales Físicos y Modulación", que está disponible al público.

En general, cualquier número de pilotos comunes puede ser enviado a cada celda, y cada piloto común puede ser

enviado con cualquier periodicidad. Los pilotos comunes pueden comprender las señales de sincronización primaria y secundaria de la señal de referencia específica de la celda y en LTE. Los pilotos comunes también pueden comprender un piloto común de enlace directo, pilotos de multiplexación por división de tiempo (TDM) y un piloto baliza en UMB. Los pilotos comunes también pueden comprender otras señales en otras redes inalámbricas y otras tecnologías radio.

La red inalámbrica 100 puede utilizar multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) y/o multiplexación por división de frecuencia de portadora única (SC-FDM). OFDM y SC-FDM dividen el ancho de banda del sistema en múltiples (K) subportadoras ortogonales, que también se denominan comúnmente tonos, bins, etc. Cada subportadora puede ser modulada con datos. En general, los símbolos de modulación se envían en el dominio de la frecuencia con OFDM y en el dominio de tiempo con SC-FDM. La separación entre subportadoras adyacentes puede ser fija y el número total de subportadoras (K) puede ser dependiente del ancho de banda del sistema. Por ejemplo, K puede ser igual a 128, 256, 512, 1024 ó 2048 para un ancho de banda del sistema de 1,25, 2,5, 5, 10 ó 20 MHz, respectivamente. El ancho de banda de sistema también puede ser dividido en subbandas y cada subbanda puede cubrir un número predeterminado de subportadoras, por ejemplo, 72 subportadoras en LTE.

La Figura 3A muestra un ejemplo de transmisión de señal de referencia específica de la celda a partir de dos antenas para una celda con el prefijo cíclico normal. Los recursos de tiempo-frecuencia para la transmisión pueden dividirse en bloques de recursos, cubriendo cada bloque de recursos 12 subportadoras en una ranura. Cada bloque de recursos puede incluir 84 elementos de recursos para el prefijo cíclico normal y cada elemento de recurso puede corresponder a una subportadora en un periodo de símbolo. Para simplificar, sólo se muestran dos bloques de recursos en dos ranuras de una subtrama en la Figura 3A. Un primer conjunto de subportadoras puede incluir la primera y séptima subportadoras en cada bloque de recursos (contando desde abajo en la Figura 3A) y un segundo conjunto de subportadoras puede incluir las subportadoras cuarta y décima en cada bloque de recursos.

Para la antena 0, la señal de referencia específica de la celda pueden ser enviada en la primera subportadora establecida en el periodo de símbolo 0 de cada ranura y en la segunda subportadora establecida en el periodo de símbolo 4 de cada ranura. Para la antena 1, la señal de referencia específica de la celda puede ser enviada en la segunda subportadora establecida en el periodo de símbolo 0 de cada ranura y en la primera subportadora establecida en el periodo de símbolo 4 de cada ranura. Para cada antena, ninguna transmisión podrá ser enviada en elementos de recursos utilizados para enviar la señal de referencia específica de la celda desde la otra antena.

La Figura 3B muestra un ejemplo de transmisión de la señal de referencia específica de la celda desde cuatro antenas para una celda con prefijo cíclico normal. La señal de referencia específica de la celda puede ser enviada desde las antenas 0 y 1, tal y como se describe anteriormente para la Figura 3A. Para la antena 2, la señal de referencia específica de la celda puede ser enviada en la primera subportadora establecida en el periodo de símbolo 1 de cada ranura de número par y en la segunda subportadora establecida en el periodo de símbolo 1 de cada ranura impar. Para la antena 3, la señal de referencia específica de la celda puede ser enviada en la segunda subportadora establecida en el periodo de símbolo 1 de cada ranura de número par y en la primera subportadora establecida en el periodo de símbolo 1 de cada ranura impar. Para cada antena, no se podrá enviar ninguna transmisión en elementos de los recursos utilizados para enviar la señal de referencia específica de las celdas de otras antenas.

Tal y como se muestra en las Figuras 2, 3A y 3B, pueden enviarse diferentes tipos de piloto común para cada celda. Los pilotos comunes pueden tener costes relativamente bajos (en términos de ancho de banda y potencia) y pueden ser utilizados por todos los terminales para diversos fines. Sin embargo, los pilotos comunes pueden causar contaminación de pilotos, que puede ocurrir debido a que los pilotos comunes se envían más de lo necesario para un escenario de funcionamiento dado. La contaminación de pilotos puede degradar el rendimiento de diferentes maneras dependiendo de cómo se envían los pilotos comunes. Por ejemplo, la contaminación de pilotos puede resultar en lo siguiente:

- Bajo rendimiento de estimación de canal y estimación de interferencia inexacta debido a los pilotos comunes de las celdas vecinas en colisión con los pilotos comunes de una celda servidora, y

- Baja calidad de la señal recibida para la transmisión de datos debido a los pilotos comunes de las celdas vecinas que chocan con los datos de la celda servidora.

La calidad de la señal recibida puede medirse mediante SINR, relación señal-ruido (SNR), relación portadora a interferencia (C/I), etc. Para una mayor claridad, la SINR se utiliza para denotar la calidad de señal recibida en gran parte de la descripción en el presente documento.

En un aspecto, la contaminación de pilotos puede ser mitigada mediante la reducción de la densidad y/o la potencia de transmisión de pilotos comunes siempre que sea posible. El envío de pilotos comunes con mayor densidad y/o superior de potencia de transmisión puede mejorar el rendimiento de estimación de canal, demodulación y decodificación, la medición de calidad de canal, la medición de intensidad de la señal, la predicción de tasa, el informes de indicador de calidad de canal (CQI), etc. Sin embargo, el envío de los pilotos comunes con una mayor

densidad y/o mayor potencia de transmisión también puede aumentar la probabilidad y/o severidad de la contaminación de pilotos. La densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes pueden reducirse siempre que sea posible en base a un compromiso entre el rendimiento y la contaminación de pilotos.

En un diseño, la densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes pueden ser reducidas selectivamente en base a la carga de red. Para una carga de la red moderada y fuerte, los pilotos comunes se pueden enviar de forma normal, por ejemplo, a una densidad nominal y un nivel de potencia de transmisión nominal. Para carga de red ligera/baja, los pilotos comunes se pueden enviar de forma reducida, por ejemplo, a una densidad más baja y/o un nivel de potencia de transmisión más bajo. La carga de red puede cuantificarse por el número de terminales a los que se sirve, la cantidad total de datos para todos los terminales a los que se sirve, la cantidad total de recursos (por ejemplo, el ancho de banda) que se utiliza para los terminales a los que se sirve, el porcentaje de los recursos utilizados por los terminales que están siendo servidos, etc. Uno o más umbrales pueden ser utilizados para determinar si la carga de la red es ligera, moderada, fuerte, etc. La transmisión de los pilotos comunes puede entonces ser controlada en base a la carga de la red detectada. Por ejemplo, puede usarse un solo umbral para determinar si la carga de la red es ligera, por ejemplo, debido a que sólo se enviaron mensajes de señalización pequeños y/o tramas VoIP. Los pilotos comunes pueden ser (i) enviados de manera normal, si la carga de la red no es ligera, o (ii) enviados con menor densidad y/o potencia de transmisión menor si la carga de la red es ligera.

En otro diseño, la densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes pueden ser reducidas selectivamente en base a la contaminación de pilotos observada por los terminales. Un terminal puede observar SINR alta debido a una carga de red ligera, bajo ciclo de trabajo de los datos y, posiblemente, las transmisiones de control en celdas vecinas, etc. Para terminales que sufren o requieren una alta SINR, incluso una pequeña cantidad de interferencia debida a los pilotos comunes de celdas vecinas puede causar una pérdida sustancial de SINR. Esto puede ser especialmente cierto en un despliegue de interferencia limitada en la que las transmisiones procedentes de celdas vecinas dominan sobre el nivel de ruido térmico observado por los terminales. La degradación en la SINR debida a la contaminación de pilotos puede convertirse en una limitación principal de la experiencia del usuario en una red parcialmente cargada. La degradación de la SINR puede depender de una relación de interferencia y ruido-piloto-interferencia-total ($I_{\text{piloto}}/I_{\text{total}}$). La interferencia total y el ruido (I_{total}) pueden incluir el ruido térmico, la interferencia de la transmisión de datos y la interferencia de los pilotos comunes (I_{piloto}). $I_{\text{piloto}}/I_{\text{total}}$ puede ser utilizada como una métrica para la contaminación de pilotos observada por un terminal. Una alta SINR puede ser un caso especial cuando la interferencia total y el ruido son bajos. En cualquier caso, los pilotos comunes pueden reducirse cuando los terminales a los que se está sirviendo observan una alta contaminación de pilotos de alta (por ejemplo, alta $I_{\text{piloto}}/I_{\text{total}}$). Un umbral (por ejemplo, un umbral de $I_{\text{piloto}}/I_{\text{total}}$) se puede usar para determinar si un terminal observa una alta contaminación de pilotos o no. En un diseño, a las celdas vecinas se les puede solicitar reducir la densidad y/o la potencia de transmisión de sus pilotos comunes cuando los terminales a los que se sirve observan una alta contaminación de pilotos. En otro diseño, la celda servidora puede reducir la densidad y/o la potencia de transmisión de sus pilotos comunes cuando los terminales a los que se sirve observan una contaminación de pilotos alta.

La densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes pueden ser reducidas selectivamente en base a otros criterios además de la carga de red y la contaminación de pilotos observada. Por ejemplo, la densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes pueden ser reducida selectivamente en base a la carga ofrecida a una celda servidora, SINR de terminales, requisitos de los pilotos de terminales, relación de interferencia de usuario en las celdas vecinas, etc. La carga ofrecida en la celda servidora puede venir dada por una tasa máxima de datos soportada por la celda, la cantidad de recursos de radio disponibles en la celda, etc.

La densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes pueden reducirse de diversas maneras. En un diseño, la potencia de transmisión de los pilotos comunes se puede reducir mediante el envío de los pilotos comunes a un nivel de potencia de transmisión más bajo. Por ejemplo, la señal de referencia específica de la celda puede ser enviada a un nivel de potencia de transmisión nominal en escenarios normales de funcionamiento y en un nivel de potencia de transmisión más bajo para una carga de red ligera y/o escenarios de alta SINR. El nivel de potencia de transmisión puede venir dado por una densidad espectral de potencia (PSD), una potencia de transmisión relativa a mili-vatios (dBm), etc. Por ejemplo, la PSD de la señal de referencia específica de la celda puede ser reducida cuando no se sirve ningún tráfico de enlace descendente y/o los terminales servidos observan buenas condiciones de SINR.

En otro diseño, la densidad de los pilotos comunes se puede reducir mediante el envío de los pilotos comunes con menos frecuencia en el tiempo. Por ejemplo, la señal de referencia específica de la celda puede ser enviada en cada N-ésima ranura en lugar de en cada ranura, donde N puede ser cualquier valor mayor que uno. La señal de referencia específica de la celda también puede ser enviada en un menor número de periodos de símbolos (por ejemplo, un periodo de símbolo) en cada ranura en la que se envió. La señal de referencia específica de la celda también puede ser enviada con los datos y/o las transmisiones de control y puede ser silenciada o deshabilitada.

En otro diseño, la densidad de los pilotos comunes se puede reducir mediante el envío de los pilotos comunes en un menor número de subportadoras a lo largo de la frecuencia. Por ejemplo, la señal de referencia específica de la celda puede ser enviada en cada subportadora l-ésima, donde L puede ser cualquier valor mayor que 6. La señal de referencia específica de la celda también puede ser enviada en una parte del ancho de banda del sistema en lugar

de a lo largo de todo el ancho de banda del sistema.

En otro diseño, la densidad de los pilotos comunes se puede reducir mediante el envío de los pilotos comunes de un menor número de antenas y/o la reducción de la densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes en cada antena. Los pilotos comunes pueden ser enviados desde todas las antenas en escenarios normales de funcionamiento y desde un menor número de antenas para una carga de red ligera y/o escenarios de alta SINR. Por ejemplo, los pilotos comunes pueden reducirse de cuatro antenas a dos antenas o a una antena, o reducidos desde dos antenas a una sola antena. Los pilotos comunes en cada antena también se pueden reducir mediante el envío de los pilotos comunes con menor frecuencia, en un menor número de subportadoras, y/o en un nivel de potencia de transmisión más bajo. La densidad y/o potencia de transmisión de los pilotos comunes se pueden reducir por la misma cantidad para todas las antenas o en cantidades diferentes para diferentes antenas. Por ejemplo, los pilotos comunes de la antena 1 se pueden reducir más que los pilotos comunes de la antena 0.

En un diseño, los pilotos comunes se pueden dividir en dos partes, por ejemplo, una parte configurable y una parte no configurable. La parte configurable puede reducirse en función de alguno de los criterios descritos anteriormente, por ejemplo, la carga de la red, la contaminación de pilotos observada, etc. La parte no configurable se puede mantener fija. Por ejemplo, los pilotos comunes pueden dividirse en una parte no basada en la carga y una parte basada en la carga. La parte basada en la carga puede reducirse en base a bajo o ningún tráfico, los terminales a los que se sirve no requieren alta densidad de pilotos, etc.

En un diseño, los pilotos comunes se pueden enviar continuamente en una o más antenas, que pueden ser un subconjunto de las antenas disponibles. Los pilotos comunes siempre disponibles (y no configurables) pueden ser utilizados para diversas tareas, tales como mediciones piloto, demodulación para la transmisión de datos enviados a baja a los tipos de medio, etc. Los pilotos comunes suplementarios (y configurables) pueden ser enviados en una o más antenas cuando no están programadas transmisiones de enlace descendente que hagan uso de la(s) antena(s) adicional(es).

En general, los pilotos comunes pueden ser enviados a una densidad más baja y/o un nivel de potencia de transmisión más bajo con el fin de mitigar la contaminación de pilotos. La reducción de los pilotos comunes es enviar pilotos comunes con una menor densidad y/o una potencia de transmisión más baja. Puede lograrse una baja densidad mediante el envío de los pilotos comunes con menor frecuencia, en un menor número de subportadoras, y/o de menos antenas. La reducción de pilotos puede ser aplicable a cualquier piloto común tal como la señal de referencia específica de la celda, las señales de sincronización, etc. En un diseño, una celda puede reducir la densidad y/o la potencia de transmisión de sus pilotos comunes sin informar a los terminales. En otro diseño, la celda puede transmitir el formato de los pilotos comunes reducidos en un canal de control a los terminales.

En un diseño, las celdas adyacentes pueden enviar pilotos comunes reducidos utilizando multiplexación por división de tiempo (TDM), multiplexación por división de frecuencia (FDM) o algún otro esquema de multiplexación. Los pilotos comunes de cada celda pueden evitar así que los pilotos comunes y los datos de las celdas vecinas. En un diseño de TDM, la línea de tiempo de transmisión puede ser dividida en intervalos y cada celda puede enviar sus pilotos comunes y los datos en intervalos reservados para esa celda. En un diseño de FDM, el ancho de banda del sistema puede ser dividido en conjuntos de subportadoras que no se solapan, incluyendo cada juego subportadoras contiguas o no contiguas no comprendidas en otras series. Cada celda puede enviar sus pilotos comunes y los datos en un conjunto de subportadoras reservado para esa celda. La multiplexación puede depender de la forma en que se reduzca la densidad de los pilotos comunes. Por ejemplo, TDM puede ser usado si los pilotos comunes se envían con menor frecuencia y FDM pueden ser utilizados si los pilotos comunes se envían en menos subportadoras. La multiplexación de los pilotos comunes de las celdas adyacentes puede reducir aún más la contaminación de pilotos.

Los pilotos comunes se pueden utilizar para diversos fines y tareas, tal y como se describió anteriormente. La reducción de la densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes puede afectar negativamente al rendimiento. La degradación del rendimiento puede mitigarse de varias maneras, tal y como se describe a continuación.

Los pilotos comunes se pueden utilizar como una señal de referencia que sirve para la selección de celdas. La reducción de la densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes puede afectar a las mediciones de intensidad de la señal y/o la calidad del canal, lo que puede resultar en la selección de una celda de transmisión de los pilotos comunes a mayor densidad y/o superior de potencia de transmisión. En un diseño, un piloto común utilizado para selección de celda servidora (por ejemplo, la señal de sincronización primaria y/o secundaria) puede ser enviado a un nivel de potencia de transmisión constante. Los pilotos comunes que no se utilizan para la selección de celda servidora (por ejemplo, la señal de referencia específica de la celda) pueden ser enviados a un nivel de potencia de transmisión más baja. En otro diseño, puede enviarse un piloto con poca sobrecarga a un nivel de potencia de transmisión constante y que se utiliza para la selección de celda servidora. El piloto de baja sobrecarga puede ser enviado con menos frecuencia (por ejemplo, una vez cada trama de radio o cada N tramas de radio) que otros pilotos comunes y/o en menos subportadoras con el fin de reducir la sobrecarga.

Los pilotos comunes pueden utilizarse para estimación de canal y una estimación de canal puede utilizarse para la

demodulación y/o decodificación de datos y/o transmisiones de control. La reducción de la densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes pueden degradar la estimación de canal, lo que a su vez puede degradar el rendimiento de decodificación. En un diseño, se puede seleccionar un esquema de modulación y codificación (MCS) teniendo en cuenta la degradación en la estimación de canal debido a la reducción de pilotos comunes. El MCS seleccionado puede tener una velocidad de código menor y/o un esquema de modulación de orden inferior debido a una estimación de canal degradado. En otro diseño, los datos y la información de control para un terminal puede ser enviada tan cerca de los pilotos comunes como sea posible a fin de reducir la degradación del rendimiento.

La decodificación correcta de la información de control puede ser importante, por ejemplo, con el fin de recibir y procesar los datos correctamente. Los pilotos comunes utilizados para la información de demodulación y decodificación de control se pueden mantener a un nivel suficiente a fin de asegurar un buen rendimiento de decodificación para la información de control. En un diseño, la información de control y los datos pueden ser enviados en diferentes regiones de tiempo con TDM. En este diseño, los pilotos comunes en una región de control se pueden mantener o reducir ligeramente mientras que los pilotos comunes en una región de datos pueden apagarse o reducirse significativamente.

Los pilotos comunes pueden ser utilizados para la medición y presentación de informes de MCC. Dado que un informe de CQI puede enviarse con poca frecuencia, la densidad y/o la potencia de transmisión de los pilotos comunes pueden reducirse mientras impacta mínimamente los informes de CQI. En un diseño, un cierto nivel mínimo de pilotos comunes puede ser enviado para dar soporte a pilotos de medición y presentación de informes CQI.

La Figura 4 muestra un diseño de un proceso 400 para el envío de los pilotos comunes en una red inalámbrica. El proceso 400 puede ser llevado a cabo por una celda (tal como se describe a continuación) o alguna otra entidad. La celda puede enviar un piloto común a una primera densidad y un primer nivel de potencia de transmisión durante un primer período de tiempo a los terminales dentro del rango de detección de la celda (bloque 412). La celda puede enviar el piloto común a una segunda densidad y un segundo nivel de potencia de transmisión durante un segundo período de tiempo (bloque 414). La segunda densidad puede ser menor que la primera densidad y/o el segundo nivel de potencia de transmisión puede ser más bajo que el primer nivel de potencia de transmisión. El piloto común puede comprender una señal de referencia específico de la celda utilizada para la estimación de canal y otros fines de los terminales, una señal de sincronización utilizada para la adquisición de celdas y su selección por los terminales y/u otras señales utilizadas para otros fines.

La celda puede determinar si reducir la densidad y/o la potencia de transmisión del piloto común en base a la carga de red, la carga ofrecida en una celda, contaminación de pilotos medida por los terminales, SINR de terminales, requisitos de los pilotos de terminales, etc. (bloque 416). Por ejemplo, la carga de la red puede ser ligera durante el segundo período de tiempo y no ligera durante el primer período de tiempo. Como otro ejemplo, la SINRs de los terminales puede ser alta durante el segundo período de tiempo y menor durante el primer período de tiempo. En otro diseño, el primer período de tiempo puede ser para la información de control y el segundo período puede ser de datos. La celda puede enviar información de control durante el primer período de tiempo y puede enviar los datos durante el segundo período de tiempo. En cualquier caso, la celda puede enviar información que indica un formato de piloto común.

En un diseño, la celda puede enviar el piloto común a una densidad más baja, pero al mismo nivel de potencia de transmisión durante el segundo período de tiempo en comparación con el primer período de tiempo. Para lograr una densidad más baja, la celda puede enviar el piloto común con menos frecuencia o en un número menor subportadoras o desde un menor número de antenas o una combinación de los mismos. En otro diseño, la celda puede enviar el piloto común a la misma densidad pero a un nivel de potencia de transmisión más bajo durante el segundo período de tiempo en comparación con el primer período de tiempo.

En un diseño, la celda puede seleccionar un primer MCS para un terminal durante el primer período de tiempo y puede seleccionar un segundo MCS para el terminal durante el segundo período de tiempo. El piloto común se puede utilizar para la estimación de canal por el terminal. El segundo MCS puede ser más bajo que el primer MCS para dar cuenta de la degradación en la estimación de canal durante el segundo período de tiempo. La celda puede enviar los datos cerca del piloto común durante el segundo período de tiempo con el fin de mejorar el rendimiento de decodificación para los datos.

En un diseño, la celda puede enviar un segundo piloto común a un nivel de potencia de transmisión constante y menor densidad (por ejemplo, menos frecuentemente) que el piloto común mencionado anteriormente. El segundo piloto común puede ser utilizado por los terminales para la selección de celda servidora y/u otros fines.

En un diseño, las celdas adyacentes pueden enviar a sus pilotos comunes en diferentes intervalos durante el segundo período de tiempo con TDM. En otro diseño, las celdas adyacentes pueden enviar sus pilotos comunes en diferentes conjuntos de subportadoras durante el segundo período de tiempo con FDM. Las celdas adyacentes también pueden enviar sus pilotos comunes en base a otros esquemas de multiplexación.

La Figura 5 muestra un diseño de un aparato 500 para el envío de los pilotos comunes en una red inalámbrica. El aparato 500 incluye un módulo 512 para enviar un piloto común a una primera densidad y un primer nivel de potencia de transmisión durante un primer periodo de tiempo a los terminales dentro del rango de detección de una celda, un módulo 514 para enviar el piloto común a una segunda densidad y un segundo nivel de potencia de transmisión durante un segundo período de tiempo, siendo la segunda densidad menor que la primera densidad y/o siendo el segundo nivel de potencia de transmisión más bajo que el primer nivel de potencia de transmisión y un módulo 516 para determinar si se debe reducir la densidad y/o la potencia de transmisión del piloto común en base a la carga de red, SINRs de terminales, etc.

La Figura 6 muestra un diseño de un proceso 600 para la recepción de pilotos comunes en una red inalámbrica. El proceso 600 puede ser llevado a cabo por un terminal (tal como se describe a continuación) o alguna otra entidad. El terminal puede recibir un piloto común enviado por una celda en una primera densidad y un primer nivel de potencia de transmisión durante un primer periodo de tiempo (bloque 612). El terminal puede recibir el piloto común enviado por la celda en una segunda densidad y un segundo nivel de potencia de transmisión durante un segundo período de tiempo (bloque 614). La segunda densidad puede ser menor que la primera densidad y/o el segundo nivel de potencia de transmisión puede ser más bajo que el primer nivel de potencia de transmisión. El terminal puede recibir información que indica el formato del piloto común de la celda y puede recibir el piloto común de conformidad con el formato.

En un diseño, el terminal puede llevar a cabo la estimación de canal en base al piloto común. El terminal puede recibir los datos enviados por la celda de acuerdo con una primera MCS durante el primer periodo de tiempo y puede recibir los datos enviados por la celda de acuerdo con un segundo MCS durante el segundo período de tiempo. El segundo MCS puede ser más bajo que el primer MCS para dar cuenta de la degradación en la estimación de canal durante el segundo período de tiempo.

En un diseño, el terminal puede recibir un segundo piloto común enviado por la celda a un nivel de potencia de transmisión constante y menor densidad (por ejemplo, menos frecuentemente) que el piloto común. El terminal puede utilizar el primer y/o segundo piloto común para seleccionar una celda servidora.

La Figura 7 muestra un diseño de un aparato 700 para la recepción de pilotos comunes en una red inalámbrica. El aparato 700 incluye un módulo 712 para recibir un piloto común enviado por una celda con una primera densidad y un primer nivel de potencia de transmisión durante un primer periodo de tiempo y un módulo 714 para recibir el piloto común enviado por la celda en una segunda densidad y un transmitir segundo nivel de potencia durante un segundo período de tiempo, siendo la segunda densidad menor que la primera densidad y/o siendo el segundo nivel de potencia de transmisión más bajo que el primer nivel de potencia de transmisión.

En otro aspecto, la contaminación de pilotos puede ser mitigada llevando a cabo cancelación de pilotos en un terminal. Un piloto común desde una celda vecina puede interferir con un piloto común y/o datos desde una celda servidora. El terminal puede estimar la interferencia debida al piloto común de la celda vecina y puede cancelar la interferencia estimada de una señal recibida en el terminal. En general, el terminal puede estimar y cancelar la interferencia debido a cualquier conjunto de pilotos comunes enviados por cualquier número de celdas vecinas. El terminal puede procesar una señal de interferencia cancelada para recuperar los datos y/o cualquier otra información de la celda servidora. La cancelación de pilotos puede llevarse a cabo para los pilotos comunes enviados en la forma normal, así como para la reducción de los pilotos comunes enviados a una densidad más baja y/o potencia de transmisión inferior.

La cancelación de pilotos puede llevarse a cabo de varias maneras. En un diseño, un terminal puede llevar a cabo la cancelación de pilotos para las M celdas vecinas más fuertes, donde M puede ser un valor uno o mayor. El terminal puede medir la intensidad de la señal recibida de todas las celdas vecinas, clasificar las celdas cercanas en función de su intensidad de señal recibida y seleccionar las celdas vecinas más fuertes M para llevar a cabo la cancelación de pilotos.

En otro diseño, el terminal puede llevar a cabo la cancelación de pilotos para cada celda vecina que tiene intensidad la señal recibida en el terminal suficientemente fuerte y se considera como una fuente de interferencia al terminal dominante. Una celda vecina puede ser considerada una fuente de interferencia dominante si su intensidad de señal recibida excede un umbral, el cual puede ser un valor fijo o un valor configurable. Un umbral configurable puede determinarse en base a la interferencia total y el ruido en el terminal. El terminal puede llevar a cabo cancelación de pilotos para un número variable de celdas vecinas en este diseño.

En otro diseño, el terminal puede llevar a cabo cancelación de pilotos en base a la SINR y/o carga de la red. Por ejemplo, el terminal puede llevar a cabo cancelación de pilotos para escenarios de alta SINR (por ejemplo, si un SINR requerida para el terminal supera un umbral) y puede no llevar a cabo la cancelación de pilotos para escenarios de baja SINR. El terminal también puede llevar a cabo la cancelación de pilotos sólo si la carga de la red es ligera y la interferencia en el terminal es dominante por parte de los pilotos comunes de las celdas vecinas.

En otro diseño, el terminal puede llevar a cabo cancelación de pilotos tal y como indique la celda servidora. Por

ejemplo, la celda servidora puede informar al terminal de las celdas vecinas a buscar, los pilotos comunes a detectar, el formato de cada piloto común, etc. El terminal puede entonces llevar a cabo la cancelación de pilotos para las celdas vecinas y/o los pilotos comunes indicados por la celda servidora.

- 5 El terminal puede llevar a cabo la cancelación de pilotos en base a una cualquiera o cualquier combinación de los diseños descritos anteriormente. Estos diseños pueden reducir el coste del dispositivo y/o el consumo de energía asociado con la cancelación de pilotos.

10 El terminal puede llevar a cabo cancelación de pilotos para un piloto común desde una celda vecina de la siguiente manera. El terminal puede generar a nivel local el piloto común de la celda vecina y puede correlacionar la señal recibida con el piloto común generado localmente. Este procesamiento puede ser denominado demodulación de piloto común. El terminal puede entonces procesar los resultados de la demodulación del piloto común para obtener una estimación de canal para la celda vecina. El terminal puede aplicar la estimación de canal para el piloto común generado localmente para estimar la interferencia debida al piloto común. El terminal puede entonces restar la interferencia estimada a partir de la señal recibida para obtener una señal de interferencia cancelada. El terminal puede repetir el proceso para cada piloto común de cada celda vecina a cancelar. La cancelación de pilotos también se puede llevar a cabo de otras maneras.

20 El terminal puede llevar a cabo demodulación de piloto común para una celda vecina para diversas tareas, tales como la demodulación del canal de control, la medición de intensidad de la señal, etc. En este caso, la cancelación de pilotos puede ser un paso adicional que hace uso de los resultados de la demodulación de piloto común. Alternativamente, el terminal puede llevar a cabo demodulación de piloto común sólo para cancelación de pilotos.

25 En un diseño, las celdas adyacentes pueden enviar a sus pilotos comunes en los mismos recursos y los pilotos comunes de estas celdas pueden solaparse entre sí en tiempo y frecuencia. En este diseño, el terminal puede llevar a cabo la estimación conjunta de canal para la celda servidora, así como una o más celdas vecinas, por ejemplo, el uso de técnicas de error cuadrático medio mínimo (MMSE). El terminal puede obtener estimaciones de canal de mayor calidad utilizando estimación conjunta. El terminal puede observar una SINR de piloto inferior en comparación con la SINR de datos, especialmente cuando la carga de la red es ligera y en la ausencia de cancelación de pilotos. El rendimiento puede estar entonces dominado por la mala estimación de canal para los terminales situados en borde de la celda y de observación de alta interferencia piloto a partir de una o más celdas de interferencia fuertes. Los terminales de borde pueden llevar a cabo la cancelación de pilotos con el fin de mejorar el rendimiento.

35 En otro diseño, las celdas adyacentes pueden enviar sus pilotos comunes en diferentes recursos, que pueden ser asignados al azar a lo largo de las diferentes celdas. En este diseño, los pilotos y los datos comunes de cada celda pueden observar una SINR promedio similar. La contaminación de pilotos puede degradar la SINRs tanto de piloto como de datos y puede definir un techo de SINR cuando la carga de red es ligera, por ejemplo, cuando la carga de la red es igual o inferior a la sobrecarga de los pilotos comunes. La cancelación de pilotos puede ser utilizada para mejorar tanto la SINR de piloto como la de datos.

45 La Figura 8 muestra un diseño de un proceso 800 para llevar a cabo la cancelación de pilotos. El proceso 800 puede ser llevado a cabo por un terminal (tal como se describe a continuación) o alguna otra entidad. El terminal puede determinar si se debe llevar a cabo cancelación de pilotos para una celda vecina (bloque 812). El terminal puede cancelar un piloto común de la celda vecina, si se toma una determinación para llevar a cabo la cancelación de pilotos (bloque 814). El piloto común se puede enviar en elementos de recursos dispersos a lo largo del tiempo y la frecuencia, por ejemplo, como se muestra en las Figuras 3A y 3B. El terminal puede determinar la calidad de la señal recibida para una celda servidora después de cancelar el piloto común (bloque 816). El terminal puede determinar la información de CQI en base a la calidad de la señal recibida (bloque 818). La información de CQI puede comprender una o más estimaciones SINR, uno o más esquemas de modulación y de codificación, etc. El terminal puede enviar la información de CQI a la celda servidora, que puede utilizar la información de CQI para la transmisión de datos al terminal (bloque 820).

55 En un diseño del bloque 812, el terminal puede decidir llevar a cabo la cancelación de pilotos si la celda vecina es una de las M celdas vecinas más fuertes o si la potencia de la señal recibida por la celda vecina supera un umbral. En otro diseño, el terminal puede determinar si se debe llevar a cabo la cancelación de pilotos en base a la carga de red, una SINR requerida del terminal y/u otros criterios. En otro diseño, el terminal puede determinar si se debe llevar a cabo cancelación de pilotos en base a la información recibida de la celda servidora. La información puede identificar al menos una celda vecina para llevar a cabo cancelación de pilotos y/o al menos un piloto común para llevar a cabo la cancelación de pilotos.

65 En un diseño del bloque 814, el terminal puede obtener una estimación de canal para la celda vecina en base a una señal recibida en el terminal. El terminal puede entonces estimar la interferencia debida al piloto común desde la celda vecina en base a un piloto común generado localmente para la celda vecina y la estimación de canal. El terminal puede entonces restar la interferencia estimada a partir de la señal recibida para obtener una señal de interferencia cancelada. El terminal puede llevar a cabo la cancelación de pilotos para otros pilotos comunes de la

celda vecina y/o de otras celdas vecinas.

La Figura 9 muestra un diseño de un aparato 900 para llevar a cabo cancelación de pilotos. El aparato 900 incluye un módulo 912 para determinar si se debe llevar a cabo cancelación de pilotos para una celda vecina, un módulo 914 para cancelar un piloto común desde la celda vecina en un terminal si se realiza una determinación de llevar a cabo cancelación de pilotos, un módulo 916 para determinar la calidad de señal recibida para una celda servidora en el terminal después de cancelar el piloto común, un módulo 918 para determinar la información de CQI en base a la calidad de la señal recibida y un módulo 920 para enviar la información de CQI a la celda servidora.

Los módulos de las Figuras 5, 7 y 9 pueden comprender procesadores, dispositivos electrónicos, dispositivos de hardware, componentes electrónicos, circuitos lógicos, memorias, etc., o cualquier combinación de los mismos.

En otro diseño, el terminal puede llevar a cabo cancelación de pilotos, pero puede computar SINR sin tener en cuenta la cancelación de pilotos, es decir, con la interferencia no-cancelada. La SINR computada puede ser peor que la SINR real con cancelación de pilotos. El terminal puede determinar la información de CQI en base a la SINR computada sin cancelación de pilotos y puede enviar la información de CQI para la celda servidora. La celda servidora puede tener conocimiento de que el terminal lleva a cabo la cancelación de pilotos y puede enviar los datos al terminal teniendo en cuenta la diferencia entre las SINR reales e informadas. Por ejemplo, la celda servidora puede enviar un número de transmisiones HARQ para un paquete al terminal y se pueden orientar a una terminación de H-ARQ más tarde. En particular, la celda servidora puede seleccionar un esquema de modulación y de codificación en base a la SINR informada de tal manera que el terminal puede recuperar el paquete con un número de destino de las transmisiones HARQ. Ya que la SINR real en el terminal puede ser mejor que la SINR informada, el terminal puede ser capaz de recuperar el paquete con un menor número de transmisiones HARQ y puede terminar antes del objetivo de terminación de HARQ, tal y como lo esperaba la celda servidora.

Las técnicas de reducción de pilotos y cancelación de pilotos aquí descritas pueden mejorar el rendimiento de las redes inalámbricas que operan a carga parcial la mayor parte del tiempo. Este tipo de despliegue de red puede permitir a los operadores de red garantizar una capacidad de carga máxima suficientemente alta (lo que puede ocurrir poco frecuentemente) mientras que proporciona una experiencia de usuario superior debido a tasas de datos más altas y latencias más bajas la mayoría de las veces cuando la carga de red se mantiene relativamente ligera. Las técnicas también pueden mejorar el rendimiento de ciertos escenarios de funcionamiento, por ejemplo, los escenarios de alta SINR.

La Figura 10 muestra un diagrama de bloques de un diseño de estación base 110 y el terminal 120, que puede ser una de las estaciones de base y uno de los terminales en la Figura 1. En este diseño, la estación base 110 está equipada con T antenas 1034a hasta 1034t y el terminal 120 está equipado con R antenas 1052a hasta 1052r, donde en general $T \geq 1$ y $R \geq 1$.

En la estación base 110, un procesador de transmisión 1020 puede recibir datos para uno o más terminales desde una fuente de datos 1012, procesar (por ejemplo, codificar, intercalar y modular) los datos para cada terminal en base a uno o más esquemas de modulación y codificación seleccionados para ese terminal y proporcionar símbolos de datos a todos los terminales. El procesador de transmisión 1020 también puede procesar la información de control y proporcionar símbolos de control. El procesador de transmisión 1020 también puede generar los pilotos comunes para cada celda y proporcionar símbolos piloto para todas las celdas en la estación base. Un procesador de transmisión (TX) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) 1030 puede llevar a cabo el procesamiento espacial (por ejemplo, precodificación) de los símbolos de datos, los símbolos de control y/o los símbolos piloto, en su caso, y puede proporcionar T flujos de símbolo de salida a T moduladores (MOD) 1032a hasta 1032t. Cada modulador 1032 puede procesar un respectivo flujo de símbolos de salida (por ejemplo, para OFDM) para obtener un flujo de muestras de salida. Cada modulador 1032 puede procesar (por ejemplo, convertir a analógico, amplificar, filtrar y convertir de forma ascendente) el flujo de muestras de salida para obtener una señal de enlace descendente. Las señales de enlace descendente de T moduladores 1032a hasta 1032t se pueden transmitir a través de las T antenas 1034a hasta 1034t, respectivamente.

En el terminal 120, las antenas 1052a hasta 1052r reciben señales de enlace descendente desde la estación base 110 y proporcionan señales recibidas a los demoduladores (DEMOM) 1054a hasta 1054r, respectivamente. Cada demodulador 1054 puede acondicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar, convertir de forma descendente y digitalizar) una señal recibida respectiva para obtener muestras de entrada y puede procesar las muestras de entrada (por ejemplo, para OFDM) para obtener símbolos recibidos. Un detector MIMO 1056 puede obtener símbolos recibidos desde todos los R demoduladores 1054a hasta 1054r, llevar a cabo la detección MIMO en los símbolos recibidos y proporcionar símbolos detectados. Un procesador de recepción 1058 puede procesar (por ejemplo, demodular, desintercalar y decodificar) los símbolos detectados, proporcionar datos decodificados a un sumidero de datos 1060 y proporcionar información de control decodificada a un controlador/procesador 1080. Un procesador de piloto común 1070 puede procesar los pilotos comunes de las celdas servidora y vecinas, por ejemplo, para la estimación de canal, la medición de calidad de canal, la medición potencia de señal, seguimiento del tiempo/frecuencia, etc.

En el enlace ascendente, en el terminal 120, los datos de un origen de datos 1062 y la información de control desde

el controlador/procesador 1080 pueden ser procesados por un procesador de transmisión 1064, procesados por un procesador TX MIMO 1066 si es aplicable, ser acondicionados por los moduladores 1054a hasta 1054r y ser transmitidos a la estación base 110. En la base 110, las señales de enlace ascendente desde el terminal 120 pueden ser recibidos por las antenas 1034, acondicionados por los demoduladores 1032, procesados por un detector MIMO 1036 si es aplicable, y además procesados por un procesador de recepción 1038 para obtener los datos y la información de control enviada por el terminal 120.

Los controladores/procesadores 1040 y 1080 pueden dirigir el funcionamiento en la estación de base 110 y en el terminal 120, respectivamente. El procesador 1040 y/u otros procesadores y módulos en la estación base 110 pueden llevar a cabo o dirigir el proceso 400 en la Figura 4 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento. El procesador 1080 y/u otros procesadores y módulos en el terminal 120 pueden llevar a cabo o dirigir el proceso 600 en la Figura 6, el proceso 800 en la Figura 8 y/u otros procesos para las técnicas descritas en el presente documento. Las memorias 1042 y 1082 pueden almacenar datos y códigos de programa para la estación base 110 y el terminal 120, respectivamente. Un programador puede programar los terminales 1044 para transmisiones de enlace descendente y/o de enlace ascendente y puede proporcionar las asignaciones de recursos para los terminales programados.

Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales pueden representarse utilizando cualquiera de una variedad de diferentes tecnologías y técnicas.

Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos, y chips a los que puede hacerse referencia a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante voltajes, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticas, campos o partículas ópticas, o cualquier combinación de los mismos.

Los expertos apreciarán además que los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo descritos en conexión con la descripción de este documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático, o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, los diversos componentes ilustrativos, bloques, módulos, circuitos y etapas han sido descritos anteriormente generalmente en términos de su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y las restricciones de diseño impuestas sobre el sistema global. Los expertos pueden implementar la funcionalidad descrita de diversas maneras para cada aplicación particular, pero tales decisiones de implementación no deberían interpretarse como causantes de un alejamiento del alcance de la presente descripción.

Los diversos bloques lógicos ilustrativos, módulos y circuitos descritos en conexión con la descripción de este documento pueden implementarse o llevarse a cabo con un procesador de propósito general, un procesador de señal digital (DSP), un circuito integrado de aplicación específica (ASIC), una campo de matriz de puertas programables (FPGA) u otro dispositivo lógico programable, puerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para llevar a cabo las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero de forma alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, microcontrolador o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo DSP o cualquier otra configuración.

Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en conexión con la descripción de este documento pueden llevarse a cabo directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Un módulo de software puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, registros, disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM, o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocido en la técnica. Un medio de almacenamiento de ejemplo se acopla al procesador de manera que el procesador puede leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. De forma alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. De forma alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

En una o más diseños a título de ejemplo, las funciones descritas pueden implementarse en hardware, software, firmware, o cualquier combinación de los mismos. Si se implementan en software, las funciones pueden almacenarse en o transmitirse a través de una o más instrucciones o código en un medio legible por ordenador. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento de ordenador como medios de comunicación incluyendo cualquier medio que facilite la transferencia de un programa informático de un lugar a otro. Un medio de almacenamiento puede ser cualquier medio disponible al que se puede acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial. A modo de ejemplo, y no de limitación, tales medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD-ROM u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético o cualquier otro medio que se pueda utilizar para llevar o almacenar código de programa deseado en forma de instrucciones o estructuras de

datos y al que se pueda acceder mediante un ordenador de propósito general o de propósito especial o un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión se denomina correctamente medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software se transmite de un sitio web, servidor u otra fuente remota con un cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas como infrarrojos, radio y microondas, entonces las tecnologías de cable coaxial, cable de fibra óptica, par trenzado, DSL o inalámbricas, infrarrojos, radio y microondas están incluidas en la definición de soporte. Los discos, tal y como se utilizan en este documento, incluyen discos compactos (CD), discos de láser, discos ópticos, discos versátiles digitales (DVD), discos flexibles y discos blue-ray, donde los discos (del inglés "disk") normalmente reproducen datos de manera magnética y los discos (del inglés "disc") de manera óptica con láser. Las combinaciones de lo anterior también deben incluirse dentro del alcance de medio legible por ordenador.

Se proporciona la descripción anterior de la divulgación para permitir a cualquier persona experta en la técnica llevar a cabo o usar la divulgación. Diversas modificaciones a la divulgación serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica y los principios genéricos aquí definidos pueden aplicarse a otras variaciones sin apartarse del espíritu o alcance de la descripción. Por lo tanto, la divulgación no está destinada a limitarse a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento sino que debe concedérsele el alcance más amplio consistente con los principios y características novedosas descritas en el presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (400) para la comunicación inalámbrica, que comprende:
 - 5 enviar (412) un piloto común con una primera densidad y un primer nivel de potencia de transmisión durante un primer periodo de tiempo;

enviar (414) el piloto común con una segunda densidad y un segundo nivel de potencia de transmisión durante un
segundo período de tiempo, siendo la segunda densidad menor que la primera densidad, o siendo el segundo nivel
10 de potencia de transmisión más bajo que el primer nivel de potencia de transmisión, o ambos

determinar (416) si se debe reducir la densidad o la potencia de transmisión del piloto común en base a la
contaminación de pilotos medida por los terminales; y
 - 15 2. El procedimiento según la reivindicación 1, en el que la determinación de si se desea reducir la densidad o
la potencia de transmisión del piloto común se basa además en al menos uno de carga de la red, carga provista en
una celda, relaciones señal a ruido e interferencia, SINR, de los terminales, y requisitos de pilotos de los terminales.
 3. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
20 determinar el primer y segundo períodos de tiempo en base a la carga de red, siendo la carga de la red ligera
durante el segundo período de tiempo y no ligera durante el primer periodo de tiempo, en el que se puede utilizar un
único umbral para determinar si la carga de la red es ligera o no ligera.
 4. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
25 determinar el primer y segundo períodos de tiempo en base a las relaciones señal a ruido e interferencia, SINRs, de
los terminales, siendo los SINRs altos durante el segundo periodo de tiempo y no altos durante el primer periodo de
tiempo, en donde un terminal puede observar alta SINR debido a que la carga de la red es ligera y además se puede
utilizar un único umbral para determinar si la carga de la red es ligera o no ligera.
 - 30 5. El procedimiento según la reivindicación 1, que comprende además:
recibir un piloto común enviado por una celda en una primera densidad y un primer nivel de potencia de transmisión
durante un primer periodo de tiempo; y

recibir el piloto común enviado por la celda en una segunda densidad y un segundo nivel de potencia de transmisión
35 durante un segundo período de tiempo, siendo la segunda densidad menor que la primera densidad, o siendo el
segundo nivel de potencia de transmisión más bajo que el primer nivel de potencia de transmisión, o ambos.
 6. El procedimiento según la reivindicación 5, que comprende además:
recibir un segundo piloto común enviado por la celda a un nivel de potencia de transmisión constante y con menor
40 densidad que el piloto común; y

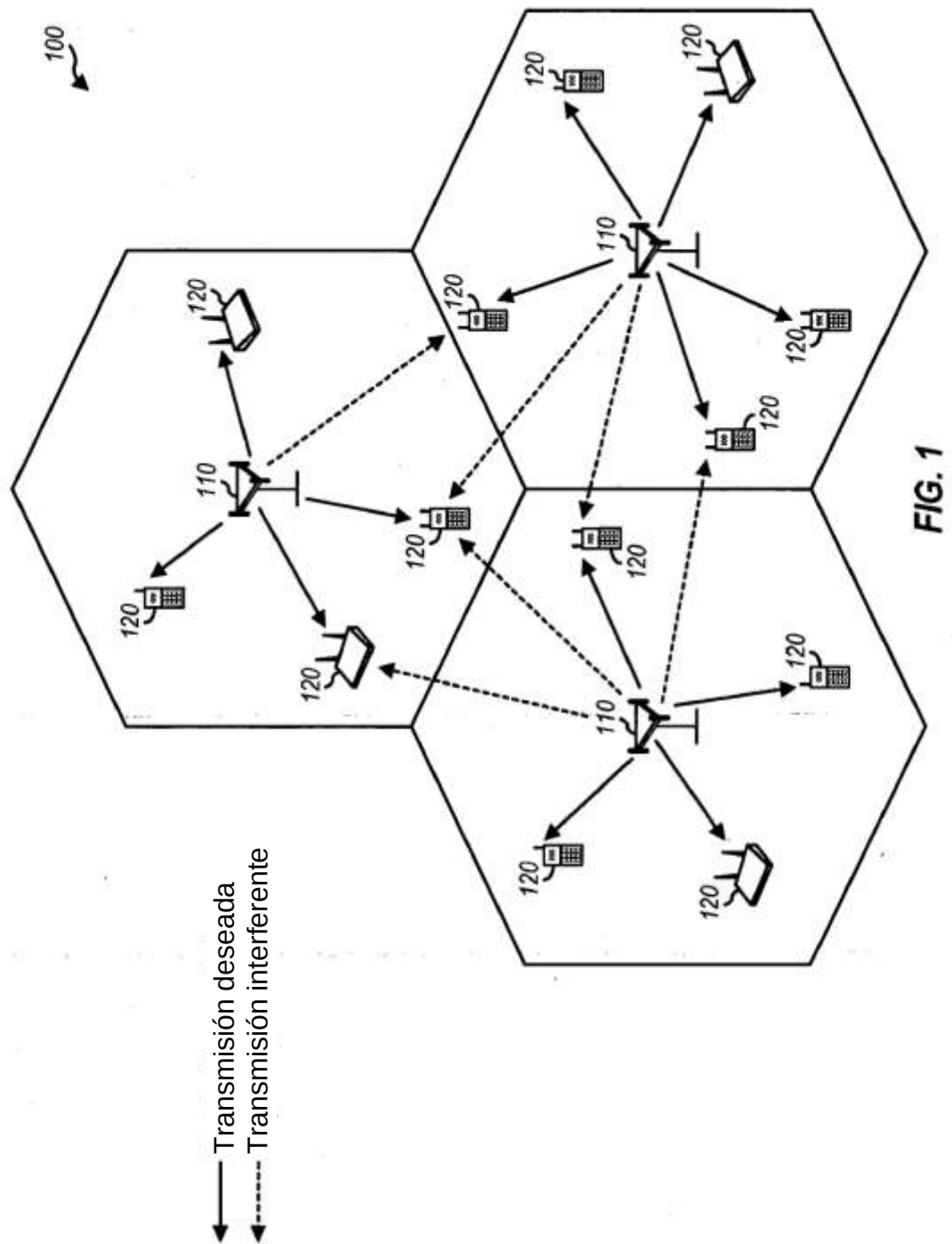
usar al menos uno del piloto común y el segundo piloto común para seleccionar una celda de servicio.
 7. El procedimiento según la reivindicación 5, que comprende además:
45 llevar a cabo la estimación de canal en base al piloto común;

recibir los datos enviados por la celda de acuerdo con un primer esquema de modulación y de codificación, MCS,
durante el primer periodo de tiempo; y
 - 50 recibir los datos enviados por la celda de acuerdo con un segundo MCS durante el segundo período de tiempo,
siendo el segundo MCS más bajo que el primer MCS para tener en cuenta la degradación en la estimación de canal
durante el segundo período de tiempo.
 8. Un aparato (500) para la comunicación inalámbrica, que comprende:
55 medios (512) para enviar un piloto común a una primera densidad y un primer nivel de potencia de transmisión
durante un primer periodo de tiempo;

medios (514) para enviar el piloto común a una segunda densidad y un segundo nivel de potencia de transmisión
60 durante un segundo período de tiempo, siendo la segunda densidad menor que la primera densidad, o siendo el
segundo nivel de potencia de transmisión más bajo que el primer nivel de potencia de transmisión, o ambos.

medios (516) para determinar si se debe reducir la densidad o la potencia de transmisión del piloto común en base a
la contaminación de piloto medida por los terminales; y
65

- 5 9. El aparato según la reivindicación 8, en el que los medios para determinar si se debe reducir la densidad o la potencia de transmisión del piloto común son operables además en base a al menos uno de carga de la red, carga ofrecida en una celda, relaciones señal a ruido e interferencia, SINR, de los terminales, y los requisitos de pilotos de los terminales.
10. El aparato según la reivindicación 8, que comprende además:
medios para enviar un segundo piloto común a un nivel de potencia de transmisión constante y con menor densidad que el piloto común.
- 10 11. El aparato según la reivindicación 8, que comprende además:
medios para seleccionar un primer esquema de modulación y codificación, MCS, para un terminal durante el primer periodo de tiempo; y
- 15 medios para seleccionar un segundo MCS para el terminal durante el segundo período de tiempo, en el que el piloto común se utiliza para la estimación de canal por el terminal, y en el que el segundo MCS es más bajo que el primer MCS para tener en cuenta la degradación en la estimación de canal durante el segundo período de tiempo.
12. Un sistema para la comunicación inalámbrica que comprende el aparato según la reivindicación 8 y:
- 20 al menos un procesador configurado para recibir un piloto común enviado por una celda con una primera densidad y un primer nivel de potencia de transmisión durante un primer periodo de tiempo, y para recibir el piloto común enviado por la celda con una segunda densidad y un segundo nivel de potencia de transmisión durante un segundo período de tiempo, siendo la segunda densidad menor que la primera densidad, o siendo el segundo nivel de potencia de transmisión más bajo que el primer nivel de potencia de transmisión, o ambos.
- 25 13. El sistema según la reivindicación 12, en el que el al menos un procesador está configurado para recibir un segundo piloto común enviado por la celda a un nivel de potencia de transmisión constante y con menor densidad que el piloto común, y para utilizar por lo menos uno de el piloto común y el segundo piloto común para seleccionar una celda de servicio.
- 30 14. El sistema según la reivindicación 12, en el que el al menos un procesador está configurado para realizar la estimación de canal en base al piloto común, para recibir los datos enviados por la celda de acuerdo con un primer esquema de modulación y de codificación, MCS, durante el primer periodo de tiempo, y recibir los datos enviados por la celda de acuerdo con un segundo MCS durante el segundo período de tiempo, siendo el segundo MCS más
- 35 bajo que el primer MCS para tener en cuenta la degradación en la estimación de canal durante el segundo período de tiempo.
15. Un producto de programa informático, que comprende:
- 40 un medio legible por ordenador que comprende:
instrucciones que cuando son ejecutadas por un procesador para poner en práctica el procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.



PSC = Señal de Sincronización Primaria
 SSC = Señal de Sincronización Secundaria
 REF = Señal de referencia específica de celda

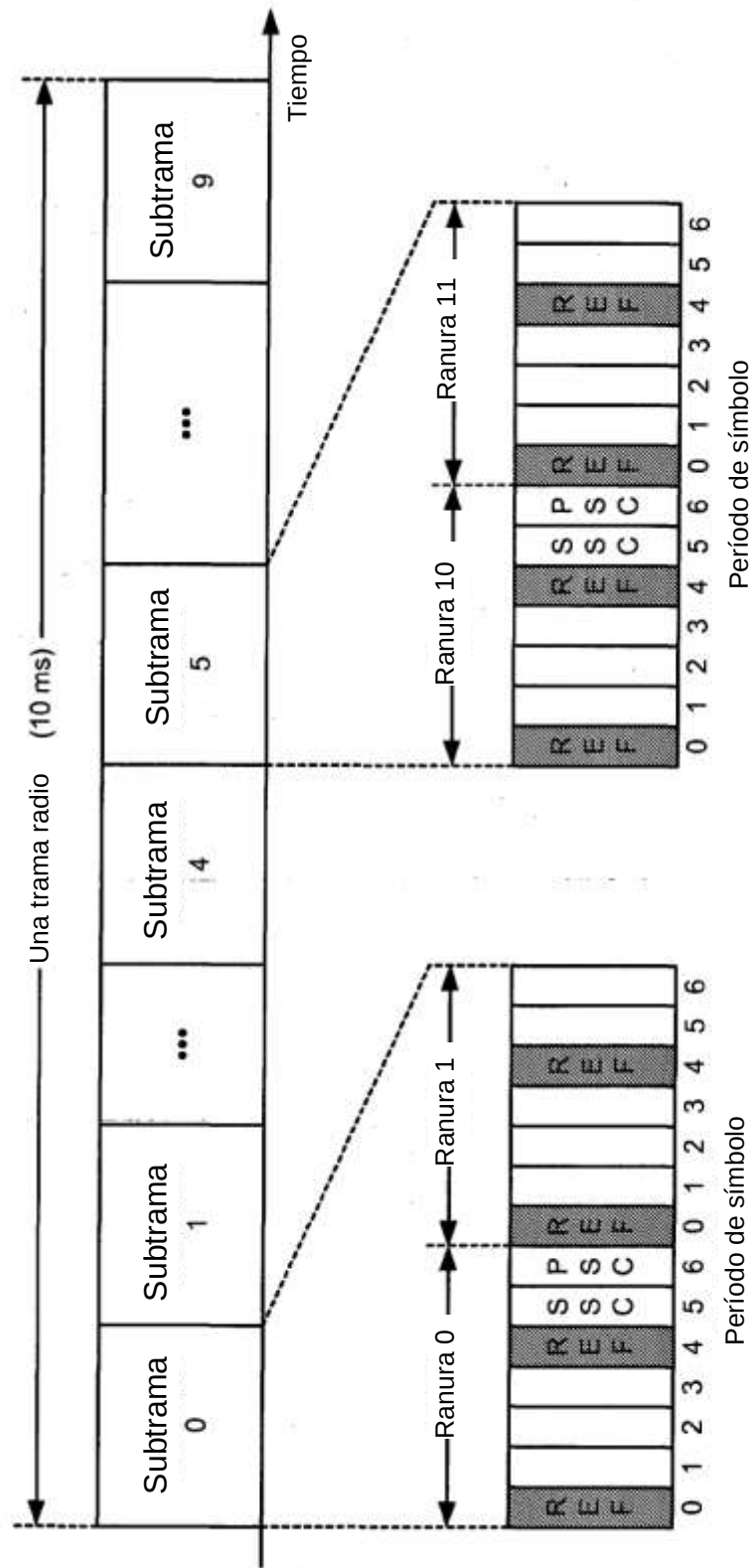
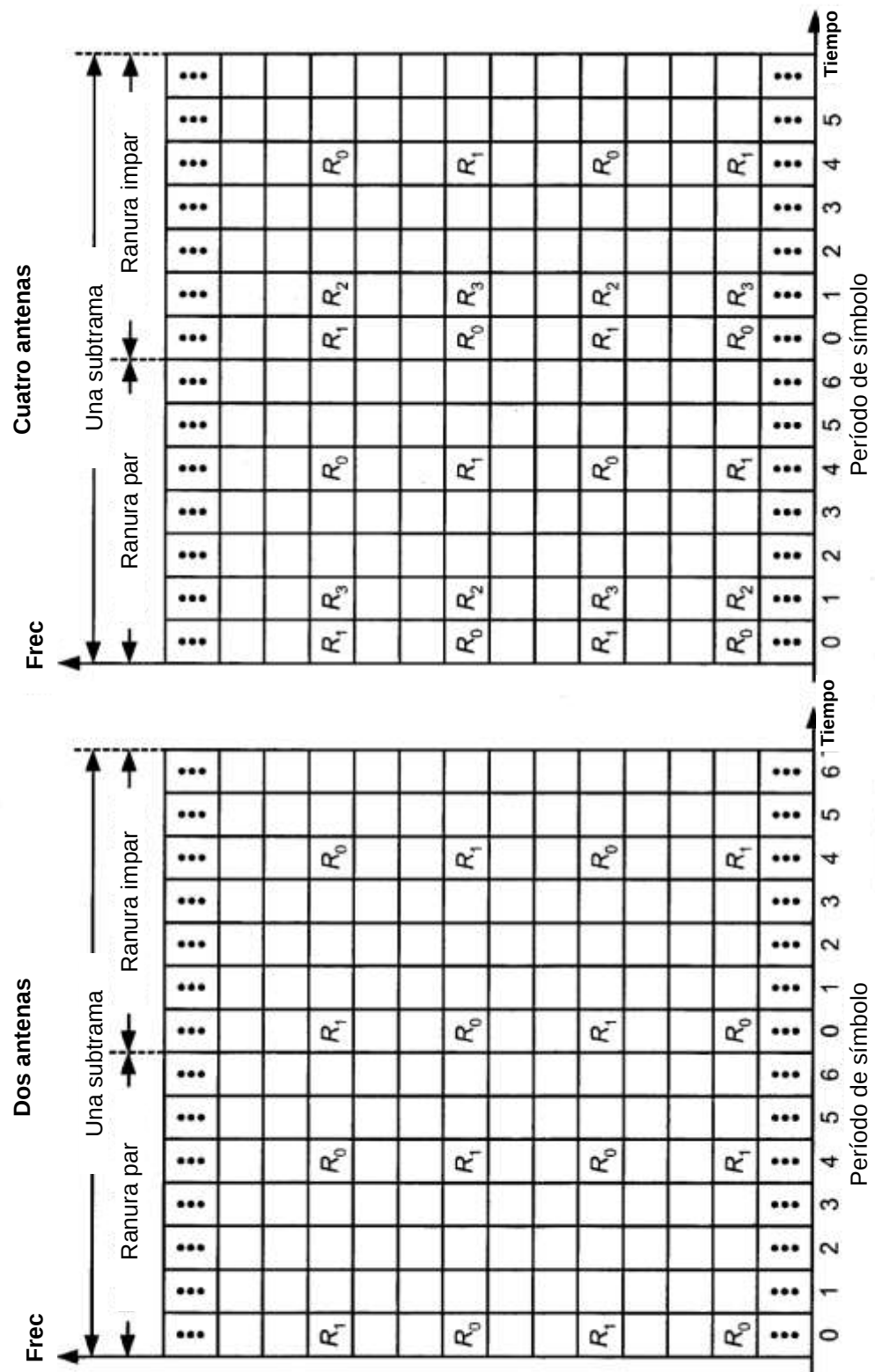


FIG. 2



Símbolo de señal de referencia para la antena i

R_i

FIG. 3A

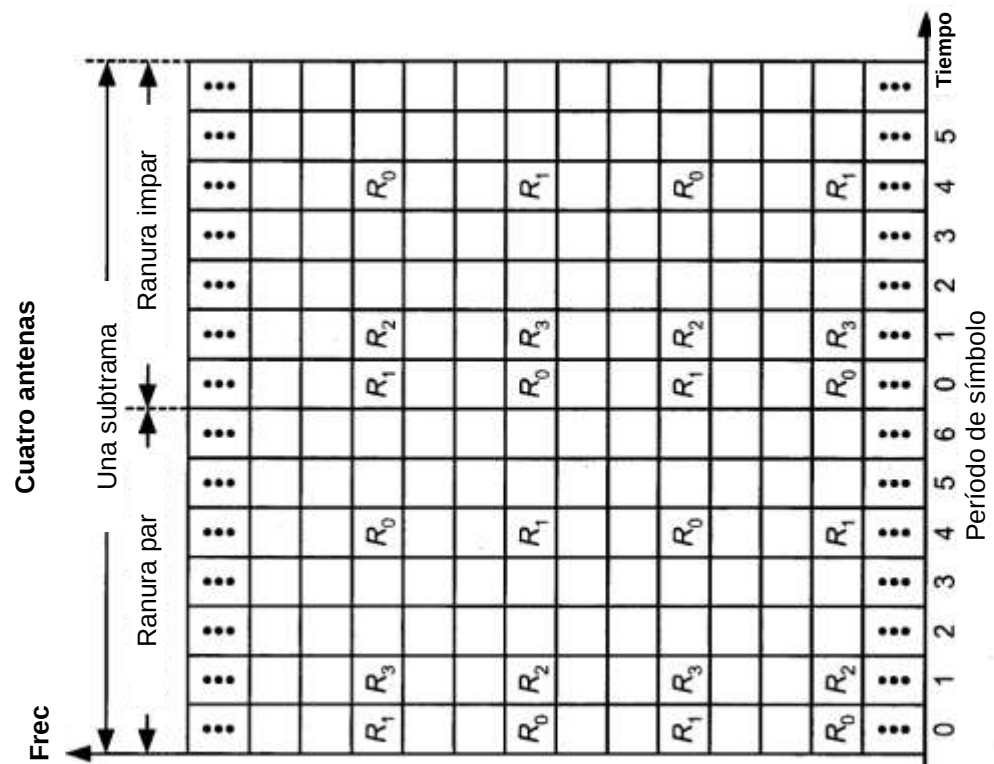


FIG. 3B

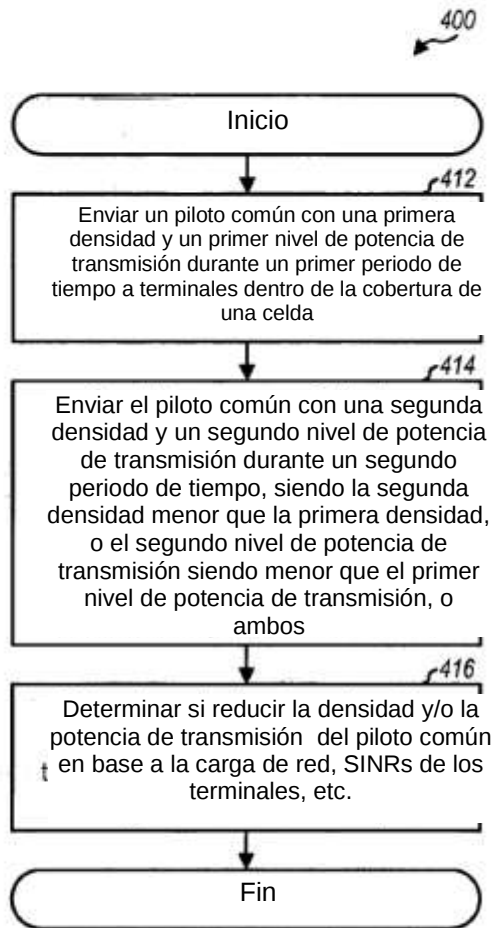


FIG. 4

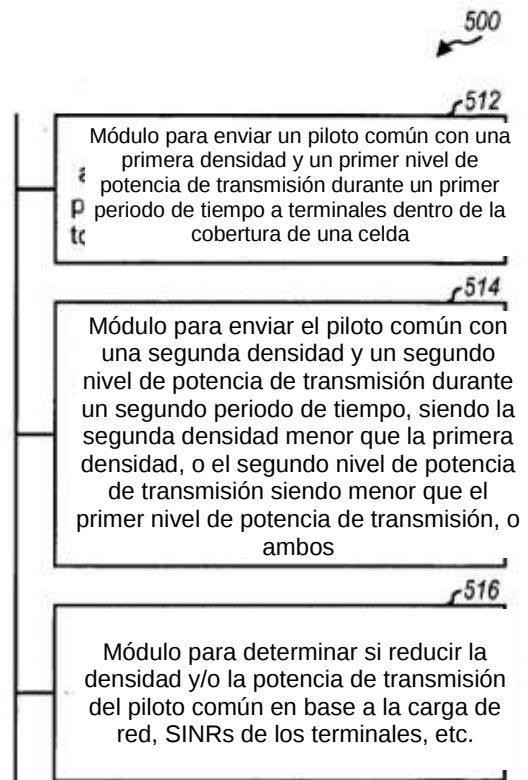
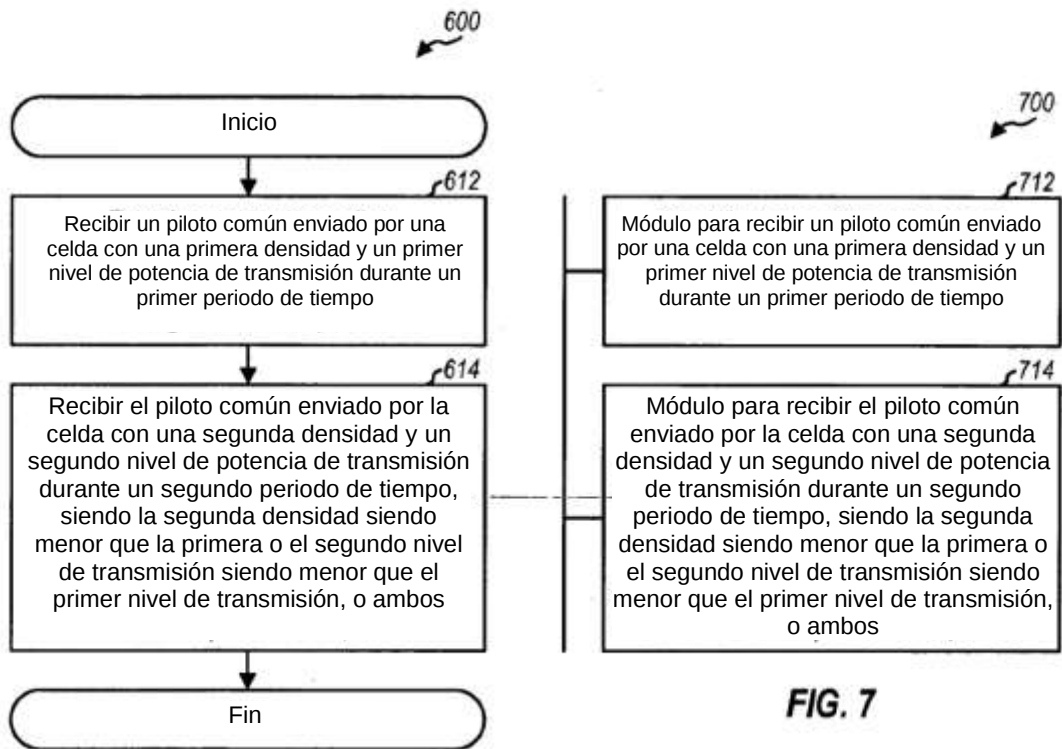


FIG. 5



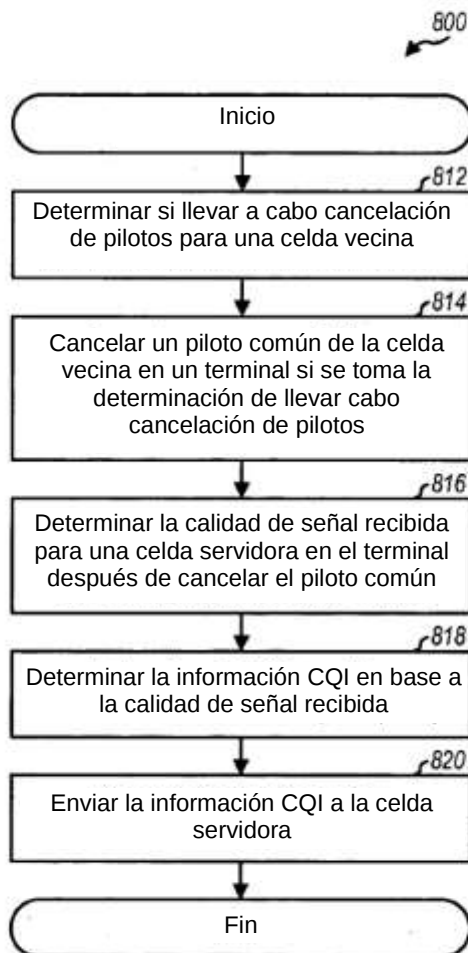


FIG. 8

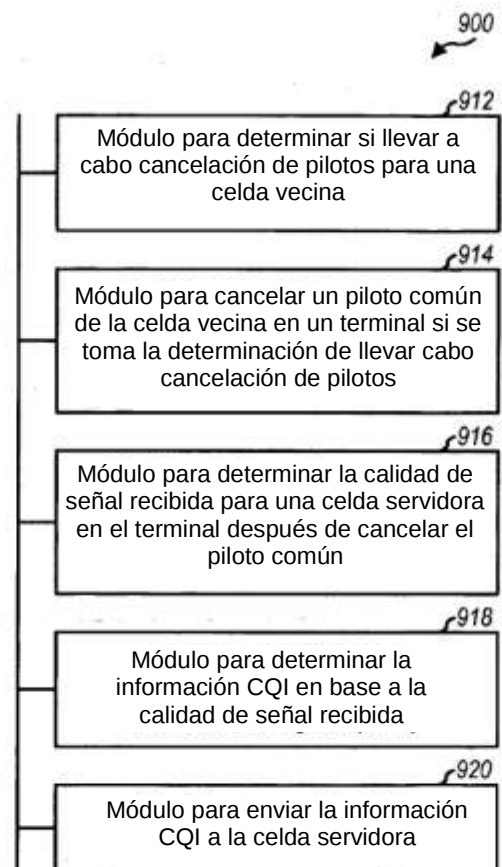


FIG. 9

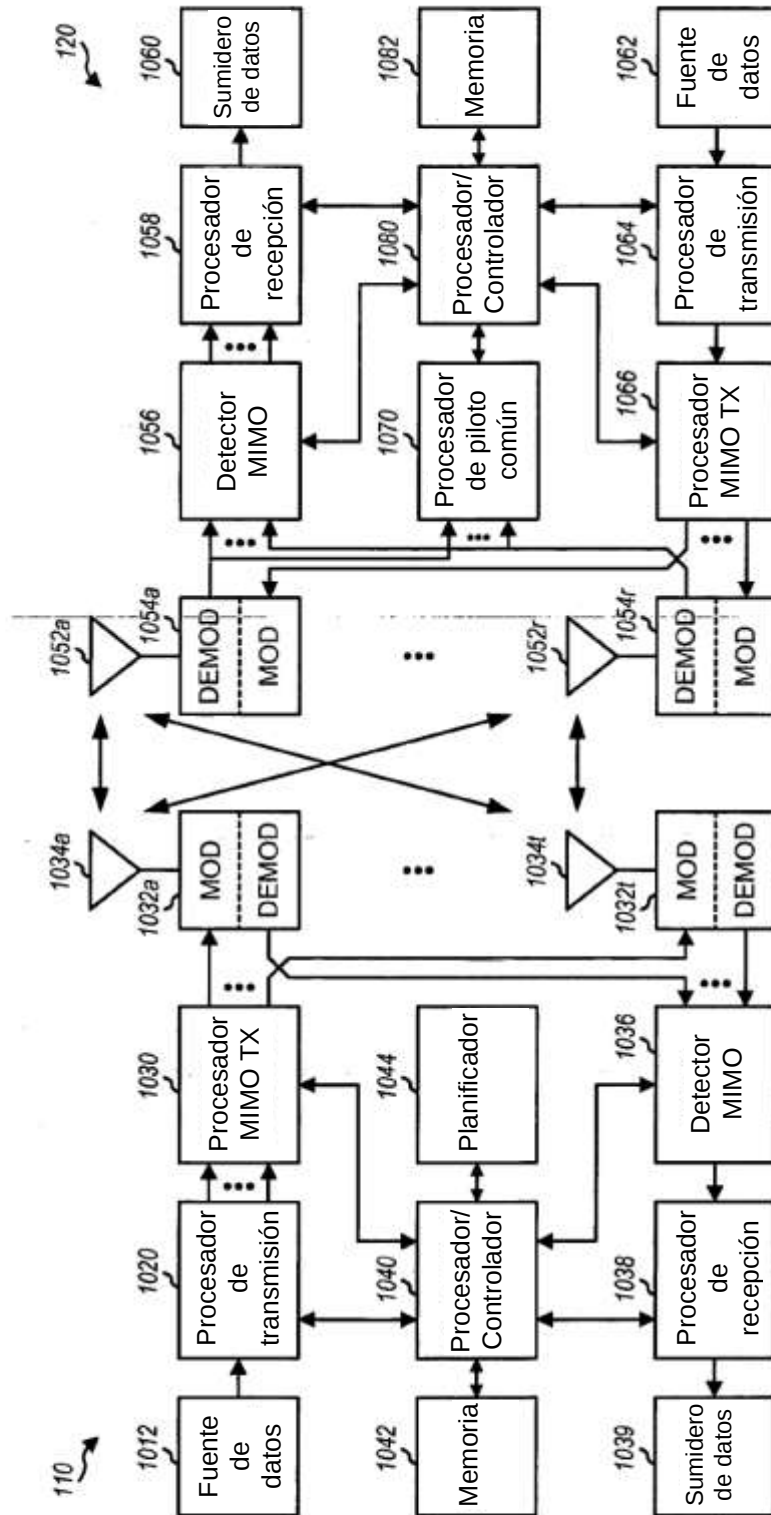


FIG. 10