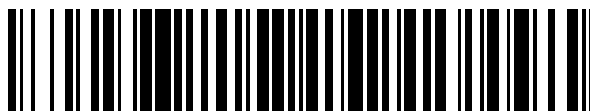


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 848 153**

51 Int. Cl.:

**H04L 1/00** (2006.01)

**H04L 1/20** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.02.2017 PCT/US2017/016417**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.08.2017 WO17136666**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.02.2017 E 17706609 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.11.2020 EP 3411974**

54 Título: **Monitorización de enlace de radio adaptativa**

30 Prioridad:

**05.02.2016 US 201662292140 P**  
**02.02.2017 US 201715423524**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.08.2021**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**CHINCHOLI, AMITH VIKRAM;**  
**SUBRAHMANYA, PARVATHANATHAN y**  
**GHEORGHIU, VALENTIN ALEXANDRU**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

ES 2 848 153 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

Monitorización de enlace de radio adaptativa

## 5 Referencias cruzadas a solicitudes relacionadas y reivindicación de prioridad

[0001] La presente solicitud reivindica prioridad a la solicitud de EE. UU. con n.º 15/423.524, presentada el 2 de febrero de 2017, que reivindica el beneficio y la prioridad de la solicitud de patente provisional de EE. UU. con n.º de serie 62/292.140, presentada el 5 de febrero de 2016.

## 10 ANTECEDENTES

### Campo de la divulgación

[0002] Determinados aspectos de la presente divulgación se refieren, en general, a las comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, a la monitorización de enlace de radio (RLM) adaptativa para comunicación(es) de tipo máquina (MTC), MTC mejorada (eMTC) y/o Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT).

### 20 Descripción de la técnica relacionada

[0003] Los sistemas de comunicación inalámbrica están ampliamente implantados para proporcionar diversos tipos de contenido de comunicación, tales como voz, datos, y así sucesivamente. Estos sistemas pueden ser sistemas de acceso múltiple que pueden admitir la comunicación con múltiples usuarios compartiendo los recursos disponibles del sistema (por ejemplo, ancho de banda y potencia de transmisión). Los ejemplos de dichos sistemas de acceso múltiple incluyen sistemas de acceso múltiple por división de código (CDMA), sistemas de acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), sistemas de acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA), sistemas de evolución a largo plazo (LTE)/LTE avanzada del Proyecto de Colaboración de Tercera Generación (3GPP) y sistemas de acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA).

[0004] En general, un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede admitir simultáneamente la comunicación para múltiples terminales inalámbricos. Cada terminal se comunica con una o más estaciones base por medio de transmisiones en los enlaces directo e inverso. El enlace directo (o enlace descendente) se refiere al enlace de comunicación desde las estaciones base hasta los terminales, y el enlace inverso (o enlace ascendente) se refiere al enlace de comunicación desde los terminales hasta las estaciones base. Este enlace de comunicación se puede establecer por medio de un sistema de una única entrada y única salida, de múltiples entradas y única salida o de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

[0005] Una red de comunicación inalámbrica puede incluir varias estaciones base que pueden admitir la comunicación para varios dispositivos inalámbricos. Los dispositivos inalámbricos pueden incluir equipos de usuario (UE). Las comunicaciones de tipo máquina (MTC) se pueden referir a una comunicación que implica a al menos un dispositivo remoto en al menos un extremo de la comunicación y pueden incluir formas de comunicación de datos que implican a una o más entidades que no tienen por qué necesitar interacción humana. Los MTC UE pueden incluir UE con capacidad de comunicaciones MTC con servidores MTC y/u otros dispositivos MTC a través de redes móviles terrestres públicas (PLMN), por ejemplo. Los dispositivos inalámbricos pueden incluir dispositivos de Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT). IoT se puede referir a una red de objetos físicos, dispositivos o "cosas". Los dispositivos de IoT pueden estar integrados, por ejemplo, con dispositivos electrónicos, software o sensores, y pueden tener conectividad de red, lo que permite que estos dispositivos recopilen e intercambien datos.

[0006] Algunas redes de próxima generación, NR o 5G pueden incluir varias estaciones base, cada una de las cuales admite simultáneamente la comunicación para múltiples dispositivos de comunicación, tales como UE. En una red de LTE o LTE-A, un conjunto de una o más estaciones base puede definir un eNodeB (eNB). En otros ejemplos (por ejemplo, en una red de próxima generación o 5G), un sistema de comunicación inalámbrica de acceso múltiple puede incluir varias unidades distribuidas (por ejemplo, unidades de borde (EU), nodos de borde (EN), cabezas de radio (RH), cabezas de radio inteligentes (SRH), puntos de transmisión-recepción (TRP), etc.) en comunicación con varias unidades centrales (por ejemplo, nodos centrales (CN), controladores de nodos de acceso (ANC), etc.), donde un conjunto de una o más unidades distribuidas, en comunicación con una unidad central, puede definir un nodo de acceso (por ejemplo, una nueva estación base de radio (NR BS), un nuevo nodo B de radio (NR NB), un nodo de red, gNB, etc.). Una estación base o una DU se puede comunicar con un conjunto de UE en canales de enlace descendente (por ejemplo, para transmisiones desde una estación base o a un UE) y en canales de enlace ascendente (por ejemplo, para transmisiones desde un UE a una estación base o unidad distribuida).

[0007] Algunas redes de próxima generación, NR o 5G pueden admitir una capa de control de acceso al medio (MAC) basada en el enlace ascendente. En estas redes, un UE puede transmitir una señal piloto (por ejemplo, una señal de referencia) para que los dispositivos de acceso a la red (por ejemplo, unidades distribuidas) las reciban y

midan. En base a las mediciones de la señal piloto por uno o más dispositivos de acceso a la red, la red puede identificar una célula de servicio (o unidad distribuida de servicio) para el UE. A medida que el UE se mueve dentro de la red, la red puede tomar al menos algunas decisiones de movilidad para el UE (por ejemplo, decisiones para iniciar un traspaso del UE desde una célula de servicio a otra célula de servicio) de forma transparente al UE (por ejemplo, sin notificar al UE la decisión de movilidad, o sin implicar al UE en la decisión de movilidad).

**[0008]** Estas tecnologías de acceso múltiple se han adoptado en diversos estándares de telecomunicación para proporcionar un protocolo común que posibilite que diferentes dispositivos inalámbricos se comuniquen a nivel municipal, nacional, regional e incluso global. Un ejemplo de un estándar de telecomunicación emergente es la Nueva Radio (NR), por ejemplo, el acceso por radio 5G. La NR es un conjunto de mejoras del estándar móvil de LTE promulgado por el 3GPP. Está diseñada para admitir mejor el acceso a Internet de banda ancha móvil mejorando la eficacia espectral, reduciendo los costes, mejorando los servicios, aprovechando el nuevo espectro e integrándose mejor con otros estándares abiertos usando OFDMA con un prefijo cíclico (CP) en el enlace descendente (DL) y en el enlace ascendente (UL), así como para admitir la conformación de haces, la tecnología de antenas de MIMO y la agregación de portadoras.

**[0009]** Sin embargo, puesto que la demanda de acceso a banda ancha móvil continúa incrementándose, existe una necesidad de otras mejoras en la tecnología de LTE, MTC, IoT y NR. Preferentemente, estas mejoras deberían ser aplicables a otras tecnologías de acceso múltiple y a los estándares de telecomunicación que emplean estas tecnologías.

## BREVE EXPLICACIÓN

**[0010]** La invención se define por un procedimiento para la comunicación inalámbrica por un equipo de usuario, un procedimiento para la comunicación inalámbrica por una estación base, y un aparato y programa informático correspondiente a los procedimientos de acuerdo con las reivindicaciones independientes 1 y 11-14. Las reivindicaciones dependientes definen modos de realización adicionales. Los modos de realización descritos en el presente documento que no están cubiertos por las reivindicaciones sirven como ejemplos útiles para entender la invención. Después de considerar este análisis y, en particular, después de leer la sección titulada "DESCRIPCIÓN DETALLADA", se entenderá cómo los rasgos característicos de la presente divulgación proporcionan ventajas que incluyen comunicaciones mejoradas entre puntos de acceso y estaciones en una red inalámbrica.

**[0011]** Determinados aspectos de la presente divulgación se refieren, en general, a la monitorización de enlace de radio (RLM) adaptativa para comunicación(es) de tipo máquina (MTC), MTC mejorada, y/o Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT).

**[0012]** El documento WO 2015/116870 A1 divulga un procedimiento y aparato para reconfigurar el modo y/o el nivel de mejora de cobertura (CE) en modo conectado. Un procedimiento en una unidad de transmisión/recepción inalámbrica (WTRU) incluye transmitir una indicación a un Nodo B evolucionado (eNB), en el que la indicación incluye una solicitud de reconfiguración de un modo y un nivel de CE, recibir una configuración de un nuevo modo y/o nivel de CE del eNB, y reconfigurar el modo y/o el nivel de CE en base a la configuración recibida.

**[0013]** El documento US 2015/271763 A1 divulga sistemas y procedimientos para ajustar la monitorización de enlace de radio (RLM), la detección de fallos de enlace de radio (RLF), la recuperación de RLF y/o la detección de fallos de establecimiento de conexión para dispositivos inalámbricos en una red de comunicaciones celular dependiendo del modo de funcionamiento. En un modo de realización, un nodo en la red de comunicaciones celular determina si un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, un dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC)) debe funcionar en un modo de funcionamiento de extensión de largo alcance o en un modo de funcionamiento normal. El nodo aplica entonces diferentes valores para al menos un parámetro dependiendo de si el dispositivo inalámbrico debe funcionar en el modo de extensión de largo alcance o en el modo normal. El al menos un parámetro incluye uno o más parámetros de RLM, uno o más parámetros de detección de RLF y/o uno o más parámetros de recuperación de RLF. Al hacerlo, se reduce sustancialmente la sobrecarga de señalización y el consumo de energía cuando funciona en el modo de extensión de largo alcance.

**[0014]** El documento US 2014/098761 A1 describe un procedimiento y un aparato para una unidad de transmisión/recepción inalámbrica (WTRU) de comunicación de tipo máquina de bajo coste (LC-MTC) para mejorar la cobertura. Un procedimiento de ejemplo para la mejora del canal físico de difusión (PBCH) incluye recibir información del sistema en un PBCH mejorado (ePBCH). El ePBCH se localiza en un conjunto de tramas de radio que es un subconjunto de las tramas de radio disponibles, donde el subconjunto incluye menos que todas las tramas de radio disponibles. El ePBCH se recibe en al menos una trama de radio del conjunto de tramas de radio. Un procedimiento de ejemplo para la mejora del canal físico de acceso aleatorio (PRACH) incluye recibir la configuración de recursos de PRACH heredado y recursos de PRACH mejorado (ePRACH). La WTRU selecciona uno de los recursos de PRACH heredado o los recursos de ePRACH en base a una capacidad de cobertura. Otro procedimiento de ejemplo para la mejora del PRACH incluye recibir la configuración de recursos de ePRACH. Los recursos de ePRACH incluyen múltiples tipos de recursos de ePRACH, estando asociado cada tipo de recurso de ePRACH con una capacidad de cobertura.

**[0015]** El documento de LG Electronics: Measurements and coverage enhancement level configuration for MTC UEs. R1-150205. Conferencia 3GPP TSG RAN WG1 n.º 80. Atenas, Grecia, 9-13 de febrero de 2015 analiza cuestiones sobre la medición de RRM/RLM y las configuraciones del nivel de mejora de la cobertura para el funcionamiento de MTC UE.

**[0016]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento, realizado por un equipo de usuario (UE). El procedimiento incluye, en general, recibir una primera configuración de parámetros para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura; medir al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal; determinar uno o más valores umbrales de RLM dinámica para el al menos un parámetro en base, al menos en parte, a la primera configuración de parámetros; y realizar funciones de RLM en base al uno o más valores de umbral de RLM dinámica.

**[0017]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un procedimiento, realizado por una estación base (BS). El procedimiento incluye, en general, enviar una primera configuración de parámetros a un UE para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura; recibir una indicación, desde el UE, de un cambio en una zona de cobertura; y enviar, en respuesta a recibir la indicación, una segunda configuración de parámetros al UE para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la segunda configuración de parámetros con un segundo nivel de cobertura.

**[0018]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato (por ejemplo, un UE). El aparato incluye, en general, medios para recibir una primera configuración de parámetros para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura; medios para medir al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal; medios para determinar uno o más valores de umbral de RLM dinámica para el al menos un parámetro en base, al menos en parte, a la primera configuración de parámetros; y medios para realizar funciones de RLM en base al uno o más valores de umbral de RLM dinámica.

**[0019]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato (por ejemplo, un BS). El aparato incluye, en general, medios para enviar una primera configuración de parámetros a un UE para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura; medios para recibir una indicación, desde el UE, de un cambio en una zona de cobertura; y medios para enviar, en respuesta a recibir la indicación, una segunda configuración de parámetros al UE para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la segunda configuración de parámetros con un segundo nivel de cobertura.

**[0020]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato. El aparato incluye, en general, al menos un procesador configurado para: recibir una primera configuración de parámetros para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura; medir al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal; determinar uno o más valores de umbral de RLM dinámica para el al menos un parámetro en base, al menos en parte, a la primera configuración de parámetros; y realizar funciones de RLM en base al uno o más valores de umbral de RLM dinámica; y una memoria acoplada con el al menos un procesador.

**[0021]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un aparato. El aparato incluye, en general, al menos un procesador configurado para: enviar una primera configuración de parámetros a un UE para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura; recibir una indicación, desde el UE, de un cambio en una zona de cobertura; y enviar, en respuesta a recibir la indicación, una segunda configuración de parámetros al UE para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la segunda configuración de parámetros con un segundo nivel de cobertura.

**[0022]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un medio legible por ordenador que tiene un código ejecutable por ordenador almacenado en el mismo. El código ejecutable por ordenador incluye, en general, código para recibir una primera configuración de parámetros para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura; código para medir al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal; código para determinar uno o más valores de umbral de RLM dinámica para el al menos un parámetro en base, al menos en parte, a la primera configuración de parámetros; y código para realizar funciones de RLM en base al uno o más valores de umbral de RLM dinámica.

**[0023]** Determinados aspectos de la presente divulgación proporcionan un medio legible por ordenador que tiene un código ejecutable por ordenador almacenado en el mismo. El código ejecutable por ordenador incluye, en general, código para enviar una primera configuración de parámetros a un UE para recibir señalización del canal

de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura; código para recibir una indicación, desde el UE, de un cambio en una zona de cobertura; y código para enviar, en respuesta a recibir la indicación, una segunda configuración de parámetros al UE para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la segunda configuración de parámetros con un segundo nivel de cobertura.

**[0024]** Se proporcionan otros numerosos aspectos que incluyen procedimientos, aparatos, sistemas, productos de programa informático, medios legibles por ordenador y sistemas de procesamiento. Para la consecución de los fines anteriores y otros relacionados, los uno o más aspectos comprenden los rasgos característicos descritos completamente más adelante en el presente documento y señalados en particular en las reivindicaciones. La siguiente descripción y los dibujos adjuntos exponen en detalle determinados rasgos característicos ilustrativos de los uno o más aspectos. Sin embargo, estos rasgos característicos son indicativos de solo unos pocos de las diversas formas en que se pueden emplear los principios de diversos aspectos, y esta descripción pretende incluir la totalidad de dichos aspectos y sus equivalentes.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

**[0025]** Para que los rasgos característicos de la presente divulgación mencionados anteriormente se puedan entender en detalle, se puede ofrecer una descripción más particular, resumida antes brevemente, haciendo referencia a los aspectos, algunos de los cuales se ilustran en los dibujos adjuntos. Sin embargo, cabe destacar que los dibujos adjuntos ilustran solo determinados aspectos típicos de la presente divulgación y, por lo tanto, no se han de considerar limitantes de su alcance, ya que la descripción puede admitir otros aspectos igualmente eficaces.

La FIG. 1 es un diagrama de bloques que ilustra de forma conceptual un ejemplo de una red de comunicación inalámbrica, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 2 muestra un diagrama de bloques que ilustra de forma conceptual un ejemplo de una estación base (BS) en comunicación con un equipo de usuario (UE) en una red de comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 3 es un diagrama de bloques que ilustra de forma conceptual un ejemplo de una estructura de trama en una red de comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 4 es un diagrama de bloques que ilustra de forma conceptual dos formatos de subtrama ejemplares con el prefijo cíclico normal, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 5 ilustra una configuración de subtrama ejemplar para comunicaciones de tipo máquina mejoradas (eMTC), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 6 ilustra una implementación de ejemplo de Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 7 ilustra una arquitectura lógica de ejemplo de una red de acceso por radio (RAN) distribuida, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 8 ilustra una arquitectura física de ejemplo de una RAN distribuida, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 9 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una subtrama centrada en enlace descendente (DL), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 10 es un diagrama que ilustra un ejemplo de una subtrama centrada en enlace ascendente (UL), de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 11 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones de ejemplo para comunicaciones inalámbricas por un UE para la monitorización de enlace de radio (RLM) dinámica, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 12 es un gráfico discreto que ilustra umbrales de eventos de ejemplo e histéresis para activadores de eventos de salida temprana, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 13 es un diagrama de flujo de llamada de ejemplo que ilustra operaciones de ejemplo para RLM dinámica, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 14 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones de ejemplo para comunicaciones inalámbricas por una estación base (BS) para RLM dinámica, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

5 La FIG. 15 es una línea de tiempo de ejemplo de un período de evaluación de relación de señal a ruido (SNR) sin cambio en el coeficiente de filtrado, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

La FIG. 16 es una línea de tiempo de ejemplo de un período de evaluación de SNR con cambios en el coeficiente de filtrado, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

10 La FIG. 17 es una línea de tiempo de ejemplo de un período de evaluación de SNR con hueco de enlace descendente dentro del período de evaluación de SNR, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

15 La FIG. 18 es una línea de tiempo de ejemplo de un período de evaluación de SNR con un hueco de enlace descendente que se extiende más allá del período de evaluación de SNR, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación.

20 **[0026]** Para facilitar la comprensión, se han usado, en la medida de lo posible, números de referencia idénticos para designar elementos idénticos que son comunes en las figuras. Se contempla que los elementos divulgados en un aspecto se puedan usar de forma ventajosa en otros aspectos sin mención específica.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

25 **[0027]** La monitorización de enlace de radio (RLM) se puede realizar por un equipo de usuario (UE) para detectar la calidad de radio de enlace descendente. El UE supervisa las señales de referencia (por ejemplo, la RS específica de celda) y compara las mediciones con los umbrales de fiabilidad para determinar si el UE está fuera de servicio (OOS) o sincronizado. Determinados sistemas, tales como las comunicaciones de tipo máquina mejoradas (eMTC) y/o los sistemas de Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT) transmiten información de control de enlace descendente (DCI) dentro de un canal de control de banda estrecha. Estos sistemas pueden admitir la movilidad. A medida que cambia la geometría, se pueden usar diferentes configuraciones del canal de control. Si los umbrales de fiabilidad permanecen fijos para las diferentes configuraciones, el UE podría pasar a OOS a medida que se mueve hacia regiones de menor cobertura y/o la sincronización podría retrasarse a medida que el UE regresa a regiones de mayor cobertura.

35 **[0028]** Los aspectos de la presente divulgación proporcionan monitorización de enlace de radio adaptativa (por ejemplo, dinámica) para MTC, eMTC y/o NB-IoT. De acuerdo con determinados aspectos, un UE puede recibir una primera configuración de parámetros para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura; medir al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal; determinar uno o más valores de umbral de RLM dinámica en base, al menos en parte, a la primera configuración de parámetros; y realizar funciones de RLM en base al uno o más valores de umbral de RLM dinámica. Los valores de umbral se pueden determinar en base a conjuntos de tablas de búsqueda (LUT) almacenadas en el UE correspondientes a diferentes configuraciones de los parámetros. Además, se pueden definir activadores de eventos para que el UE solicite una nueva configuración de forma temprana, antes de que se hayan satisfecho los umbrales.

50 **[0029]** Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para diversas redes de comunicación inalámbrica, tales como redes de CDMA, TDMA, FDMA, OFDMA, SC-FDMA y otras. Los términos "red" y "sistema" se usan a menudo de manera intercambiable. Una red de CDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el acceso por radio terrestre universal (UTRA), cdma2000, etc. UTRA incluye CDMA de banda ancha (WCDMA), CDMA síncrona por división de tiempo (TD-SCDMA) y otras variantes de CDMA. cdma2000 abarca las normas IS-2000, IS-95 e IS-856. Una red de TDMA puede implementar una tecnología de radio tal como el sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Una red de OFDMA puede implementar una tecnología de radio tal como UTRA evolucionado (E-UTRA), Banda ultra-ancha móvil (UMB), IEEE 802.11 (Wi-Fi), IEEE 802.16 (WiMAX), IEEE 802.20, Flash-OFDM®, etc. UTRA y E-UTRA forman parte del Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS). La Evolución a Largo Plazo (LTE) y la LTE avanzada (LTE-A) del 3GPP, tanto en el duplexado por división de frecuencia (FDD) como en el duplexado por división de tiempo (TDD), son nuevas versiones de UMTS que usan E-UTRA, que emplea OFDMA en el enlace descendente y SC-FDMA en el enlace ascendente. UTRA, E-UTRA, UMTS, LTE, LTE-A y GSM se describen en documentos de una organización denominada "Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP). cdma2000 y UMB se describen en documentos de una organización denominada "Segundo Proyecto de Colaboración de Tercera Generación" (3GPP2). Las técnicas descritas en el presente documento se pueden usar para las redes inalámbricas y las tecnologías de radio mencionadas anteriormente, así como para otras redes inalámbricas y tecnologías de radio. Por claridad, determinados aspectos de las técnicas se describen a continuación para LTE/LTE avanzada, y se usa la terminología de LTE/LTE avanzada en gran parte de la descripción a continuación. LTE y LTE-A se denominan, en general, LTE. Para una mayor claridad, sin bien los aspectos se pueden describir en el presente documento

usando la terminología asociada comúnmente con las tecnologías inalámbricas 3G y/o 4G, los aspectos de la presente divulgación se pueden aplicar en sistemas de comunicación basados en otra generación, tales como 5G o posteriores, incluyendo las tecnologías NR.

## 5 RED DE COMUNICACIONES INALÁMBRICAS DE EJEMPLO

**[0030]** La FIG. 1 ilustra una red de comunicación inalámbrica de ejemplo 100, en la cual se pueden poner en práctica aspectos de la presente divulgación. Por ejemplo, las técnicas presentadas en el presente documento se pueden usar para determinar dinámicamente los valores de umbral de monitorización de enlace de radio (RLM) para comunicación(es) de tipo máquina (MTC), MTC mejorada (eMTC) y/o Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT). En aspectos, un equipo de usuario (UE) 120 puede recibir (por ejemplo, desde la BS 110) una primera configuración de parámetros para recibir señalización del canal de control de enlace descendente (por ejemplo, un canal físico de control de enlace descendente de MTC (MPDCCH)), estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura. El UE 120 puede medir al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal, determinar uno o más valores de umbral de RLM dinámica (por ejemplo, valores de umbral de  $Q_{in}/Q_{out}$ ) para el al menos un parámetro en base, al menos en parte, a la primera configuración de parámetros, y realizar funciones de RLM en base al uno o más valores de umbral de RLM dinámica.

**[0031]** La red 100 puede ser una red de LTE o alguna otra red inalámbrica. La red de comunicación inalámbrica 100 puede incluir varias BS 110 y otras entidades de red. Una BS es una entidad que se comunica con equipos de usuario (UE) y también se puede denominar eNodo B (eNB), Nodo B, punto de acceso (AP), 5G NB, gNB, punto de transmisión/recepción (TRP), BS de Nueva radio (NR), etc. Cada BS puede proporcionar cobertura de comunicación para un área geográfica particular. En 3GPP, el término "célula" se puede referir a un área de cobertura de una BS y/o a un subsistema de BS que preste servicio a este área de cobertura, según el contexto en el cual se usa el término.

**[0032]** Una BS puede proporcionar cobertura de comunicación para una macrocélula, una picocélula, una femtocélula y/u otros tipos de células. Una macrocélula puede abarcar un área geográfica relativamente grande (por ejemplo, de varios kilómetros de radio), y puede permitir acceso sin restricciones por UE con abono al servicio. Una picocélula puede abarcar un área geográfica relativamente pequeña y puede permitir acceso sin restricciones por UE con abono al servicio. Una femtocélula puede abarcar un área geográfica relativamente pequeña (por ejemplo, una vivienda) y puede permitir un acceso restringido por los UE que estén asociados con la femtocélula (por ejemplo, los UE de un grupo cerrado de abonados (CSG)). Una BS para una macrocélula se puede denominar macro BS. Una BS para una picocélula se puede denominar pico BS. Una BS para una femtocélula se puede denominar femto BS o BS doméstica. En el ejemplo mostrado en la FIG. 1, una BS 110a puede ser una macro BS para una macrocélula 102a, una BS 110b puede ser una pico BS para una picocélula 102b, y una BS 110c puede ser una femto BS para una femtocélula 102c. Una BS puede admitir una o múltiples células (por ejemplo, tres). Los términos "eNB", "estación base" y "célula" se pueden usar de manera intercambiable en el presente documento.

**[0033]** La red de comunicación inalámbrica 100 puede incluir también estaciones de retransmisión. Una estación de retransmisión es una entidad que puede recibir una transmisión de datos desde una estación anterior (por ejemplo, una BS o un UE) y enviar una transmisión de los datos a una estación posterior (por ejemplo, un UE o una BS). Una estación de retransmisión también puede ser un UE que pueda retransmitir transmisiones para otros UE. En el ejemplo mostrado en la FIG. 1, una estación de retransmisión 110d se puede comunicar con la macro BS 110a y con un UE 120d para facilitar la comunicación entre la BS 110a y el UE 120d. Una estación de retransmisión también se puede denominar BS de retransmisión, estación base de retransmisión, retransmisor, etc.

**[0034]** La red de comunicación inalámbrica 100 puede ser una red heterogénea que incluya BS de tipos diferentes, por ejemplo, macro BS, pico BS, femto BS, BS de retransmisión, etc. Estos tipos diferentes de BS pueden tener niveles diferentes de potencia de transmisión, áreas de cobertura diferentes e impacto diferente en la interferencia en la red de comunicación inalámbrica 100. Por ejemplo, las macro BS pueden tener un alto nivel de potencia de transmisión (por ejemplo, de 5 a 40 vatios), mientras que las pico BS, las femto BS y las BS de retransmisión pueden tener niveles de potencia de transmisión inferiores (por ejemplo, de 0,1 a 2 vatios).

**[0035]** Un controlador de red 130 se puede acoplar a un conjunto de BS y puede proporcionar coordinación y control para estas BS. El controlador de red 130 se puede comunicar con las BS por medio de una *backhaul*. Las BS también se pueden comunicar entre sí, por ejemplo, directa o indirectamente, por medio de una *backhaul* inalámbrica o alámbrica.

**[0036]** Los UE 120 (por ejemplo, 120a, 120b, 120c) pueden estar dispersos por toda la red de comunicación inalámbrica 100 y cada UE puede ser fijo o móvil. Un UE también se puede denominar terminal de acceso, terminal, estación móvil, unidad de abonado, estación, etc. Un UE puede ser un teléfono celular (por ejemplo, un teléfono inteligente), un asistente digital personal (PDA), un módem inalámbrico, un dispositivo de comunicación inalámbrica, un dispositivo manual, un ordenador portátil, un teléfono sin cable, una estación de bucle local

inalámbrico (WLL), una tableta, una cámara, un dispositivo de juegos, un netbook, un smartbook, un ultrabook, etc. En la FIG. 1, una línea continua con flechas dobles indica transmisiones deseadas entre un UE y una BS de servicio, que es un eNB designado para prestar servicio al UE en el enlace descendente y/o el enlace ascendente. Una línea discontinua con flechas dobles indica transmisiones potencialmente interferentes entre un UE y una BS.

**[0037]** La FIG. 2 muestra un diagrama de bloques de un diseño de una BS 110 y un UE 120, que pueden ser una de las estaciones base/eNB y uno de los UE de la FIG. 1. La BS 110 puede estar equipada con T antenas 234a a 234t, y el UE 120 puede estar equipado con R antenas 252a a 252r, donde, en general,  $T \geq 1$  y  $R \geq 1$ .

**[0038]** En la estación base 110, un procesador de transmisión 220 puede recibir datos desde una fuente de datos 212 para uno o más UE, seleccionar uno o más esquemas de modulación y codificación (MCS) para cada UE, en base a los CQI recibidos desde el UE, procesar (por ejemplo, codificar y modular) los datos para cada UE en base al/a los MCS seleccionado(s) para el UE y proporcionar símbolos de datos para todos los UE. El procesador de transmisión 220 también puede procesar información del sistema (por ejemplo, para SRPI, etc.) e información de control (por ejemplo, solicitudes de CQI, concesiones, señalización de capas superiores, etc.) y proporcionar símbolos de sobrecarga y símbolos de control. El procesador 220 también puede generar símbolos de referencia para señales de referencia (por ejemplo, la CRS) y señales de sincronización (por ejemplo, la PSS y la SSS). Un procesador de transmisión (TX) de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) 230 puede realizar un procesamiento espacial (por ejemplo, una precodificación) en los símbolos de datos, en los símbolos de control, en los símbolos de sobrecarga y/o en los símbolos de referencia, si procede, y puede proporcionar T flujos de símbolos de salida a T moduladores (MOD) 232a a 232t. Cada modulador 232 puede procesar un flujo de símbolos de salida respectivo (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener un flujo de muestras de salida. Cada modulador 232 puede procesar además (por ejemplo, convertir en analógico, amplificar, filtrar y aumentar en frecuencia) el flujo de muestras de salida para obtener una señal de enlace descendente. Se pueden transmitir T señales de enlace descendente desde los moduladores 232a a 232t por medio de T antenas 234a a 234t, respectivamente.

**[0039]** En el UE 120, las antenas 252a a 252r pueden recibir las señales de enlace descendente desde la estación base 110 y/u otras estaciones base, y pueden proporcionar las señales recibidas a los demoduladores (DEMOD) 254a a 254r, respectivamente. Cada demodulador 254 puede acondicionar (por ejemplo, filtrar, amplificar, disminuir en frecuencia y digitalizar) su señal recibida para obtener muestras de entrada. Cada demodulador 254 puede procesar además las muestras de entrada (por ejemplo, para OFDM, etc.) para obtener símbolos recibidos. Un detector de MIMO 256 puede obtener símbolos recibidos desde los R demoduladores 254a a 254r, realizar una detección de MIMO en los símbolos recibidos, si procede, y proporcionar símbolos detectados. Un procesador de recepción 258 puede procesar (por ejemplo, demodular y descodificar) los símbolos detectados, proporcionar los datos descodificados para el UE 120 a un colector de datos 260 y proporcionar información de control e información de sistema descodificadas a un controlador/procesador 280. Un procesador de canal puede determinar la RSRP, el RSSI, la RSRQ, el CQI, etc.

**[0040]** En el enlace ascendente, en el UE 120, un procesador de transmisión 264 puede recibir y procesar datos de una fuente de datos 262 e información de control (por ejemplo, para informes que comprenden RSRP, RSSI, RSRQ, CQI, etc.) del controlador/procesador 280. El procesador 264 también puede generar símbolos de referencia para una o más señales de referencia. Los símbolos del procesador de transmisión 264 se pueden precodificar por un procesador de MIMO de TX 266, cuando proceda, procesar todavía más por los moduladores 254a a 254r (por ejemplo, para SC-FDM, OFDM, etc.) y transmitir a una estación base 110. En la estación base 110, las señales de enlace ascendente del UE 120 y otros UE pueden recibirse por las antenas 234, procesarse por los demoduladores 232, detectarse por un detector de MIMO 236 cuando sea aplicable y procesarse además por un procesador de recepción 238 para obtener datos descodificados e información de control enviada por el UE 120. El procesador 238 puede proporcionar los datos descodificados a un colector de datos 239 y la información de control descodificada a un controlador/procesador 240. La BS 110 puede incluir una unidad de comunicación 244 y comunicarse con el controlador de red 130 por medio de la unidad de comunicación 244. El controlador de red 130 puede incluir la unidad de comunicación 294, el controlador/procesador 290 y la memoria 292.

**[0041]** Los controladores/procesadores 240 y 280 pueden dirigir el funcionamiento en la estación base 110 y el UE 120, respectivamente, para realizar las técnicas presentadas en el presente documento para la sincronización de HARQ para la determinación de ID de HARQ para eMTC para su uso en las comunicaciones entre un UE (por ejemplo, un eMTC UE o un dispositivo NB-IoT) y una estación base (por ejemplo, un eNodeB, TRP, AP, NB, 5G NB, NR BS, gNB, etc.). Por ejemplo, el procesador 240 y/u otros procesadores y módulos en la estación base 110, y el procesador 280 y/u otros procesadores y módulos en el UE 120, pueden realizar o dirigir operaciones de la estación base 110 y el UE 120, respectivamente. Por ejemplo, el controlador/procesador 280 y/u otros controladores/procesadores y módulos en el UE 120, y/o el controlador/procesador 240 y/u otros controladores/procesadores y módulos en la BS 110 pueden realizar o dirigir las operaciones 1100 y 1400 mostradas en las FIGS. 11 y 14, respectivamente. Las memorias 242 y 282 pueden almacenar datos y códigos de programa para la estación base 110 y el UE 120, respectivamente. Un programador 246 puede programar los UE para la transmisión de datos en el enlace descendente y/o el enlace ascendente.

**[0042]** En algunos ejemplos, se puede programar el acceso a la interfaz aérea, en el que una entidad de



programación (por ejemplo, una estación base) asigna recursos para la comunicación entre algunos o todos los dispositivos y equipos dentro de su área de servicio o célula. En la presente divulgación, como se analiza más detalladamente a continuación, la entidad de programación puede estar encargada de programar, asignar, reconfigurar y liberar recursos para una o más entidades subordinadas. Es decir, para la comunicación programada, las entidades subordinadas usan los recursos asignados por la entidad de programación.

**[0043]** Las estaciones base no son las únicas entidades que pueden funcionar como una entidad de programación. Es decir, en algunos ejemplos, un UE puede funcionar como una entidad de programación, programando recursos para una o más entidades subordinadas (por ejemplo, uno o más UE). En este ejemplo, el UE está funcionando como una entidad de programación, y otros UE usan recursos programados por el UE para la comunicación inalámbrica. Un UE puede funcionar como una entidad de programación en una red entre pares (P2P), y/o en una red en malla. En un ejemplo de red en malla, los UE se pueden comunicar opcionalmente directamente entre sí además de comunicarse con la entidad de programación.

**[0044]** Por tanto, en una red de comunicación inalámbrica con un acceso programado a los recursos de tiempo-frecuencia y que tiene una configuración celular, una configuración P2P y una configuración en malla, una entidad de programación y una o más entidades subordinadas se pueden comunicar usando los recursos programados.

**[0045]** La FIG. 3 muestra una estructura de trama 300 ejemplar para FDD en un sistema de comunicación inalámbrica (por ejemplo, LTE). La línea de tiempo de transmisión para cada uno del enlace descendente y del enlace ascendente se puede dividir en unidades de tramas de radio. Cada trama de radio puede tener una duración predeterminada (por ejemplo, 10 milisegundos (ms)) y se puede dividir en 10 subtramas con índices de 0 a 9. Cada subtrama puede incluir dos ranuras. Por tanto, cada trama de radio puede incluir 20 ranuras con índices de 0 a 19. Cada ranura puede incluir L períodos de símbolo, por ejemplo, siete períodos de símbolo para un prefijo cíclico normal (como se muestra en la FIG. 3) o seis períodos de símbolo para un prefijo cíclico ampliado. A los 2L períodos de símbolo de cada subtrama se les pueden asignar índices de 0 a 2L-1.

**[0046]** En determinados sistemas de comunicación inalámbrica (por ejemplo, LTE), una BS puede transmitir una señal de sincronización primaria (PSS) y una señal de sincronización secundaria (SSS) en el enlace descendente, en el centro del ancho de banda del sistema para cada célula que admite la BS. La PSS y la SSS se pueden transmitir en los períodos de símbolo 6 y 5, respectivamente, en las subtramas 0 y 5 de cada trama de radio con el prefijo cíclico normal, como se muestra en la FIG. 3. Los UE pueden usar la PSS y la SSS para la búsqueda y adquisición de células. La BS puede transmitir una señal de referencia específica de célula (CRS) en todo el ancho de banda del sistema para cada célula que admite el eNB. La CRS se puede transmitir en determinados períodos de símbolo de cada subtrama, y los UE pueden usarla para realizar una estimación de canal, una medición de calidad de canal y/u otras funciones. La BS también puede transmitir un canal físico de radiodifusión (PBCH) en los períodos de símbolo 0 a 3 de la ranura 1 de determinadas tramas de radio. El PBCH puede transportar algún tipo de información del sistema. La BS puede transmitir otra información del sistema, tal como bloques de información del sistema (SIB) en un canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH) en determinadas subtramas. La BS puede transmitir datos/información de control en un canal físico de control de enlace descendente (PDCCH) en los primeros B períodos de símbolo de una subtrama, donde B puede ser configurable para cada subtrama. La BS puede transmitir datos de tráfico y/u otros datos en el PDSCH en los períodos de símbolo restantes de cada subtrama.

**[0047]** En determinados sistemas (por ejemplo, tales como los sistemas de NR o 5G), una BS puede transmitir estas u otras señales en estas localizaciones o en diferentes localizaciones de la subtrama.

**[0048]** La FIG. 4 muestra dos formatos de subtrama 410 y 420 ejemplares con el prefijo cíclico normal. Los recursos de tiempo-frecuencia disponibles se pueden dividir en bloques de recursos. Cada bloque de recursos puede cubrir 12 subportadoras en una ranura y puede incluir varios elementos de recurso. Cada elemento de recurso puede abarcar una subportadora en un período de símbolo y se puede usar para enviar un símbolo de modulación, que puede ser un valor real o complejo.

**[0049]** El formato de subtrama 410 se puede usar para dos antenas. Una CRS se puede transmitir desde las antenas 0 y 1 en los períodos de símbolo 0, 4, 7 y 11. Una señal de referencia es una señal que es conocida *a priori* por un transmisor y un receptor, y también se puede denominar piloto. Una CRS es una señal de referencia que es específica para una célula, por ejemplo, generada en base a una identidad (ID) de célula. En la FIG. 4, para un elemento de recurso dado con la etiqueta Ra, se puede transmitir un símbolo de modulación en ese elemento de recurso desde la antena a, y no se puede transmitir ningún símbolo de modulación en ese elemento de recurso desde otras antenas. El formato de subtrama 420 se puede usar con cuatro antenas. Una CRS se puede transmitir desde las antenas 0 y 1 en los períodos de símbolo 0, 4, 7 y 11 y desde las antenas 2 y 3 en los períodos de símbolo 1 y 8. Para ambos formatos de subtrama 410 y 420, se puede transmitir una CRS en subportadoras separadas uniformemente, que se pueden determinar en base a la ID de célula. Las CRS se pueden transmitir en la misma o diferentes subportadoras, dependiendo de sus ID de célula. Para ambos formatos de subtrama 410 y 420, los elementos de recurso no usados para la CRS se pueden usar para transmitir datos (por ejemplo, datos de tráfico, datos de control y/u otros datos).

**[0050]** La PSS, la SSS, la CRS y el PBCH en LTE se describen en el documento 3GPP TS 36.211, titulado "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channels and Modulation", que está a disposición del público.

**[0051]** Se puede usar una estructura de intercalado para cada uno del enlace descendente y el enlace ascendente para FDD en LTE. Por ejemplo, se pueden definir  $Q$  intercalados con índices de 0 a  $Q-1$ , donde  $Q$  puede ser igual a 4, 6, 8, 10 o a algún otro valor. Cada intercalado puede incluir subtramas que están separadas por  $Q$  tramas. En particular, el intercalado  $q$  puede incluir las subtramas  $q, q+Q, q+2Q$ , etc., donde  $q \in \{0, \dots, Q-1\}$ .

**[0052]** La red inalámbrica puede admitir una solicitud híbrida de retransmisión automática (HARQ) para la transmisión de datos en el enlace descendente y en el enlace ascendente. Para HARQ, un transmisor (por ejemplo, un eNB) puede enviar una o más transmisiones de un paquete hasta que un receptor (por ejemplo, un UE) descodifica correctamente el paquete o cuando se produce alguna otra condición de terminación. Para la HARQ síncrona, todas las transmisiones del paquete se pueden enviar en subtramas de un único intercalado. Para la HARQ asíncrona, cada transmisión del paquete se puede enviar en cualquier subtrama.

**[0053]** Un UE se puede localizar dentro de la cobertura de múltiples BS. Se puede seleccionar una de estas BS para prestar servicio al UE. La BS de servicio se puede seleccionar en base a diversos criterios, tales como la intensidad de la señal recibida, la calidad de la señal recibida, las pérdidas de trayecto, etc. La calidad de la señal recibida se puede cuantificar por una relación de señal a ruido más interferencia (SINR) o por la calidad recibida de señal de referencia (RSRQ) o alguna otra métrica. El UE puede funcionar en un escenario de interferencia dominante en el cual el UE puede percibir una interferencia elevada de una o más BS interferentes.

#### eMTC de ejemplo

**[0054]** El foco del diseño de LTE tradicional (por ejemplo, para dispositivos heredados "no MTC") está en la mejora de la eficacia espectral, la cobertura ubicua y el soporte a la calidad de servicio (QoS) mejorada. Los balances de enlace actuales de enlace descendente (DL) y enlace ascendente (UL) del sistema de LTE están diseñados para la cobertura de dispositivos de gama alta, tales como teléfonos inteligentes y tabletas de última generación, que pueden admitir un balance de enlace de DL y UL relativamente grande.

**[0055]** Sin embargo, también es necesario admitir dispositivos de baja velocidad y bajo coste. Por ejemplo, determinados estándares (por ejemplo, la versión 12 de LTE) han introducido un nuevo tipo de UE (denominado UE de categoría 0) que se orienta en general a diseños de bajo coste o comunicaciones de tipo máquina. Para las comunicaciones de tipo máquina (MTC), se pueden relajar diversos requisitos, ya que puede ser necesario intercambiar solo una cantidad limitada de información. Por ejemplo, se puede reducir el ancho de banda máximo (con respecto a los UE heredados), se puede usar una sola cadena de frecuencia de radio (RF) de recepción, se puede reducir la velocidad máxima (por ejemplo, un máximo de 1000 bits para un tamaño de bloque de transporte), se puede reducir la potencia de transmisión, se puede usar una transmisión de rango 1 y se puede realizar un funcionamiento semidúplex.

**[0056]** En algunos casos, si se realiza el funcionamiento semidúplex, los MTC UE pueden tener un tiempo de conmutación relajado para efectuar la transición de la transmisión a la recepción (o de la recepción a la transmisión). Por ejemplo, el tiempo de conmutación se puede relajar desde 20  $\mu$ s para los UE regulares a 1 ms para los MTC UE. Los MTC UE de la versión 12 pueden seguir monitorizando los canales de control de enlace descendente (DL) de la misma forma que los UE regulares, por ejemplo, monitorizando los canales de control de banda ancha en los primeros símbolos (por ejemplo, un PDCCH), así como los canales de control de banda estrecha que ocupan una banda relativamente estrecha, pero que abarcan una longitud de una subtrama (por ejemplo, un PDCCH mejorado o ePDCCH).

**[0057]** Determinadas normas (por ejemplo, la versión 13 de la LTE) pueden presentar soporte para diversas mejoras adicionales de la MTC, a las que se hace referencia en el presente documento como MTC mejorada (o eMTC). Por ejemplo, la eMTC puede proporcionar a los MTC UE mejoras de cobertura de hasta 15 dB.

**[0058]** Como se ilustra en la estructura de subtrama 500 de la FIG. 5, los eMTC UE pueden admitir el funcionamiento de banda estrecha mientras funcionan en un ancho de banda de sistema más amplio (por ejemplo, 1,4/5/3/10/15/20 MHz). En el ejemplo ilustrado en la FIG. 5, una región de control heredada convencional 510 puede abarcar un ancho de banda del sistema de unos pocos primeros símbolos, mientras que una región de banda estrecha 530 del ancho de banda del sistema (que abarca una parte estrecha de una región de datos 520) se puede reservar para un canal físico de control de enlace descendente de MTC (denominado en el presente documento M-PDCCH) y para un canal físico compartido de enlace descendente de MTC (denominado en el presente documento M-PDSCH). En algunos casos, un MTC UE que realiza un seguimiento de la región de banda estrecha puede funcionar con 1,4 MHz o 6 bloques de recursos (RB).

**[0059]** Sin embargo, como se indica anteriormente, los eMTC UE pueden ser capaces de funcionar en una célula

con un ancho de banda mayor que 6 RB. Dentro de este ancho de banda mayor, cada eMTC UE todavía puede funcionar (por ejemplo, monitorizar/recibir/transmitir) mientras se rige por una restricción de 6 bloques de recursos físicos (PRB). En algunos casos, diferentes eMTC UE pueden recibir servicio de diferentes regiones de banda estrecha (por ejemplo, abarcando cada una bloques de 6 PRB). Como el ancho de banda del sistema puede abarcar de 1,4 a 20 MHz, o de 6 a 100 RB, pueden existir múltiples regiones de banda estrecha dentro del ancho de banda más grande. Un eMTC UE también puede cambiar o saltar entre múltiples regiones de banda estrecha para reducir la interferencia.

#### Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT) de ejemplo

**[0060]** El Internet de las cosas (IoT) se puede referir a una red de objetos físicos, dispositivos o "cosas". Los dispositivos de IoT pueden estar integrados, por ejemplo, con dispositivos electrónicos, software o sensores, y pueden tener conectividad de red, lo que permite que estos dispositivos recopilen e intercambien datos. Los dispositivos IoT se pueden detectar y controlar de forma remota a través de la infraestructura de red existente, creando oportunidades para una integración más directa entre el mundo físico y los sistemas basados en ordenador y dando como resultado una eficacia, una precisión y un beneficio económico mayores. Los sistemas que incluyen dispositivos IoT aumentados con sensores y accionadores se pueden denominar sistemas ciberfísicos. Los sistemas ciberfísicos pueden incluir tecnologías tales como redes inteligentes, hogares inteligentes, transporte inteligente y/o ciudades inteligentes. Cada "cosa" (por ejemplo, un dispositivo IoT) se puede identificar únicamente a través de su sistema informático integrado y puede interactuar dentro de la infraestructura existente, tal como la infraestructura de Internet.

**[0061]** El IoT de banda estrecha (NB-IoT) se puede referir a una tecnología de radio de banda estrecha diseñada especialmente para el IoT. El NB-IoT se puede centrar en la cobertura en interiores, en el bajo coste, en la batería de larga duración y en la gran cantidad de dispositivos. Para reducir la complejidad de los UE, el NB-IoT puede permitir implementaciones de banda estrecha usando un bloque de recursos físicos (PRB) (por ejemplo, la banda de guarda de 180 kHz+20 kHz). Las implementaciones de NB-IoT pueden usar componentes de capa superior de determinados sistemas (por ejemplo, LTE) y hardware para permitir una fragmentación reducida y compatibilidad cruzada con, por ejemplo, NB-LTE y/o comunicaciones de tipo máquina mejoradas/evolucionadas (eMTC).

**[0062]** La FIG. 6 ilustra una implementación 600 de ejemplo de NB-IoT, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Tres configuraciones de implementación de NB-IoT incluyen en banda, banda de guarda e independiente. Para la configuración de implementación en banda, el NB-IoT puede coexistir con un sistema heredado (por ejemplo, sistema(s) GSM, WCDMA y/o LTE) implementado en la misma banda de frecuencia. Por ejemplo, el canal de LTE de banda ancha se puede implementar en diversos anchos de banda entre 1,4 MHz y 20 MHz. Como se muestra en la FIG. 6, un bloque de recursos dedicado (RB) 602 dentro de ese ancho de banda puede estar disponible para su uso por el NB-IoT y/o los RB 1204 se pueden asignar dinámicamente para NB-IoT. Como se muestra en la FIG. 6, en una implementación en banda, se puede usar un RB, o 200 kHz, de un canal de banda ancha (por ejemplo, LTE) para NB-IoT.

**[0063]** Determinados sistemas (por ejemplo, LTE) pueden incluir porciones no usadas del espectro de radio entre portadoras para evitar interferencias entre portadoras adyacentes. En algunas implementaciones, el NB-IoT se puede implementar en una banda de guarda 606 del canal de banda ancha.

**[0064]** En otras implementaciones, el NB-IoT se puede implementar de forma independiente (no mostrado). En una implementación independiente, se puede usar una portadora de 200 MHz para transportar tráfico de NB-IoT y se puede reutilizar el espectro de GSM.

**[0065]** Las implementaciones de NB-IoT pueden incluir señales de sincronización tales como la PSS para la sincronización de frecuencia y temporización y la SSS para transportar información del sistema. Para operaciones de NB-IoT, los límites de temporización de PSS/SSS se pueden extender en comparación con los límites de trama de PSS/SSS existentes en sistemas heredados (por ejemplo, LTE), por ejemplo, de 10 ms a 40 ms. En base al límite de temporización, un UE puede recibir una transmisión de PBCH, que se puede transmitir en la subtrama 0 de una trama de radio.

#### Arquitectura de NR/5G RAN de ejemplo

**[0066]** La nueva radio (NR) se puede referir a las radios configuradas para funcionar de acuerdo con una nueva interfaz aérea (por ejemplo, distinta de las interfaces aéreas basadas en el acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA)) o con una capa de transporte fija (por ejemplo, distinta del Protocolo de Internet (IP)). La NR puede usar la OFDM con un CP en el enlace ascendente y en el enlace descendente e incluir soporte para el funcionamiento semidúplex usando TDD. La NR puede incluir el servicio de Banda ancha móvil mejorada (eMBB) que va dirigido a un ancho de banda amplio (por ejemplo, por encima de 80 MHz), de la onda milimétrica (mmW) que va dirigida a una alta frecuencia de portadora (por ejemplo, 60 GHz), de la MTC masiva (mMTC) que va dirigida a técnicas de MTC no compatibles con versiones anteriores, y/o a la misión crítica que va dirigida al servicio de comunicaciones de baja latencia ultra fiables (URLLC).

**[0067]** Se puede admitir un ancho de banda de portadora componente única de 100 MHz. Los bloques de recursos de NR pueden abarcar 12 subportadoras con un ancho de banda de subportadora de 75 kHz en una duración de 0,1 ms. Cada trama de radio puede consistir en 50 subtramas con una longitud de 10 ms. Por consiguiente, cada subtrama puede tener una longitud de 0,2 ms. Cada subtrama puede indicar un sentido del enlace (es decir, DL o UL) para la transmisión de datos, y el sentido del enlace para cada subtrama se puede cambiar dinámicamente. Cada subtrama puede incluir datos de DL/UL, así como datos de control de DL/UL. Las subtramas de UL y DL para la NR pueden ser como se describe con más detalle a continuación con respecto a las FIGS. 9 y 10.

**[0068]** Se puede admitir la conformación de haces y se puede configurar dinámicamente la dirección del haz. También se pueden admitir transmisiones de MIMO con precodificación. Las configuraciones de MIMO en el DL pueden admitir hasta 8 antenas transmisoras con transmisiones de DL multicapa de hasta 8 flujos y hasta 2 flujos por UE. Se pueden admitir transmisiones multicapa con hasta 2 flujos por UE. Se puede admitir la agregación de múltiples células con hasta 8 células de servicio. De forma alternativa, la NR puede soportar una interfaz aérea diferente, distinta de una interfaz basada en OFDM. Las redes de NR pueden incluir entidades tales como unidades centrales o unidades distribuidas

**[0069]** La RAN puede incluir una unidad central (CU) y unidades distribuidas (DU). Una NR BS (por ejemplo, gNB, nodo B de 5G, nodo B, punto de transmisión/recepción (PRT), punto de acceso (AP)) puede corresponder a una o a múltiples BS. Las células de NR se pueden configurar como células de acceso (celdas A) o células de solo datos (celdas D). Por ejemplo, la RAN (por ejemplo, una unidad central o una unidad distribuida) puede configurar las células. Las células D pueden ser células usadas para la agregación de portadoras o la conectividad dual, pero no se usan para el acceso inicial, la selección/reselección de célula o el traspaso. En algunos casos, las células D pueden no transmitir señales de sincronización; en algunos casos, las células D pueden transmitir SS. Las NR BS pueden transmitir señales de enlace descendente a los UE indicando el tipo de célula. En base a la indicación del tipo de célula, el UE se puede comunicar con la NR BS. Por ejemplo, el UE puede determinar las NR BS que se vayan a tener en cuenta para la selección, el acceso, el traspaso y/o la medición de células en base al tipo de célula indicado.

**[0070]** La FIG. 7 ilustra una arquitectura lógica de ejemplo de una RAN distribuida 700, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación. Un nodo de acceso de 5G 706 puede incluir un controlador de nodo de acceso (ANC) 702. El ANC puede ser una unidad central (CU) de la RAN distribuida 700. La interfaz de retorno a la red central de próxima generación (NG-CN) 704 puede terminar en el ANC. La interfaz de retorno a los nodos de acceso de próxima generación vecinos (NG-AN) puede terminar en el ANC. El ANC puede incluir uno o más TRP 708 (que también se pueden denominar BS, NR BS, nodos B, 5G NB, AP o con algún otro término). Como se describe anteriormente, un TRP se puede usar de manera intercambiable con "célula".

**[0071]** Los TRP 708 pueden ser una unidad distribuida (DU). Los TRP se pueden conectar a un ANC (ANC 702) o a más de un ANC (no se ilustra). Por ejemplo, para la compartición de RAN, la radio como servicio (RaaS) y las implementaciones de ANC específicas del servicio, el TRP se puede conectar a más de un ANC. Un TRP puede incluir uno o más puertos de antena. Los TRP se pueden configurar para servir individualmente (por ejemplo, selección dinámica) o conjuntamente (por ejemplo, transmisión conjunta) tráfico a un UE.

**[0072]** La arquitectura local 700 se puede usar para ilustrar la definición de red frontal. Se puede definir la arquitectura que admita soluciones de red frontal en diferentes tipos de implementación. Por ejemplo, la arquitectura se puede basar en las capacidades de la red de transmisión (por ejemplo, ancho de banda, latencia y/o fluctuación de fase).

**[0073]** La arquitectura puede compartir rasgos característicos y/o componentes con LTE. De acuerdo con aspectos, la AN de próxima generación (NG-AN) 710 puede admitir conectividad dual con NR. El NG-AN puede compartir una red frontal común para la LTE y NR.

**[0074]** La arquitectura puede permitir la cooperación entre los TRP 708. Por ejemplo, la cooperación se puede preestablecer dentro de un TRP y/o entre los TRP por medio del ANC 702. De acuerdo con los aspectos, puede que no se necesite/presente una interfaz entre TRP.

**[0075]** De acuerdo con los aspectos, una configuración dinámica de funciones lógicas divididas puede estar presente dentro de la arquitectura 700. El protocolo PDCP, RLC, MAC se puede colocar de forma adaptable en el ANC o en el TRP.

**[0076]** De acuerdo con determinados aspectos, una BS puede incluir una unidad central (CU) (por ejemplo, el ANC 702) y/o una o más unidades distribuidas (por ejemplo, uno o más TRP 708).

**[0077]** La FIG. 8 ilustra una arquitectura física de ejemplo de una RAN distribuida 800, de acuerdo con aspectos de la presente divulgación. Una unidad de red central centralizada (C-CU) 802 puede alojar funciones de red

central. La C-CU se puede implementar centralmente. La funcionalidad de C-CU se puede descargar (por ejemplo, a servicios inalámbricos avanzados (AWS)), en un esfuerzo por manejar la capacidad máxima.

**[0078]** Una unidad RAN centralizada (C-RU) 804 puede alojar una o más funciones de ANC. Opcionalmente, la C-RU puede alojar funciones de red central localmente. La C-RU puede tener una implantación distribuida. La C-RU puede estar más cerca del borde de la red.

**[0079]** Una unidad distribuida (DU) 706 puede alojar uno o más TRP. La DU se puede localizar en los bordes de la red con funcionalidad de radiofrecuencia (RF).

**[0080]** La FIG. 9 es un diagrama 900 que muestra un ejemplo de subtrama centrada en DL. La subtrama centrada en DL puede incluir una porción de control 902. La porción de control 902 puede existir en la porción inicial o de comienzo de la subtrama centrada en DL. La porción de control 902 puede incluir diversa información de programación y/o información de control correspondiente a diversas porciones de la subtrama centrada en DL. En algunas configuraciones, la porción de control 902 puede ser un canal físico de control de DL (PDCCH), como se indica en la FIG. 9. La subtrama centrada en DL también puede incluir una porción de datos de DL 904. La porción de datos de DL 904 a veces se puede denominar carga útil de la subtrama centrada en DL. La porción de datos de DL 904 puede incluir los recursos de comunicación usados para comunicar datos de DL desde la entidad de programación (por ejemplo, el UE o la BS) a la entidad subordinada (por ejemplo, el UE). En algunas configuraciones, la porción de datos de DL 904 puede ser un canal físico compartido de DL (PDSCH).

**[0081]** La subtrama centrada en DL también puede incluir una porción de UL común 906. La porción de UL común 906 a veces se puede denominar ráfaga de UL, ráfaga de UL común y/o con diversos otros términos adecuados. La porción de UL común 906 puede incluir información de retroalimentación correspondiente a diversas otras porciones de la subtrama centrada en DL. Por ejemplo, la porción de UL común 906 puede incluir información de retroalimentación correspondiente a la porción de control 902. Ejemplos no limitativos de información de retroalimentación pueden incluir una señal de ACK, una señal de NACK, un indicador de HARQ y/u diversos otros tipos de información adecuados. La porción de UL común 906 puede incluir información adicional o alternativa, tal como información perteneciente a procedimientos de canal de acceso aleatorio (RACH), peticiones de programación (SR) y diversos otros tipos de información adecuados. Como se ilustra en la FIG. 9, el extremo de la porción de datos de DL 904 puede estar separado en el tiempo del comienzo de la porción de UL común 906. Esta separación en el tiempo a veces se puede denominar hueco, período de guarda, intervalo de guarda y/o con diversos otros términos adecuados. Esta separación proporciona tiempo para el cambio desde la comunicación de DL (por ejemplo, funcionamiento de recepción por la entidad subordinada (por ejemplo, UE)) a la comunicación de UL (por ejemplo, transmisión por la entidad subordinada (por ejemplo, UE)). Un experto en la técnica comprenderá que lo anterior es meramente un ejemplo de una subtrama centrada en DL y que pueden existir estructuras alternativas que tengan rasgos característicos similares sin desviarse necesariamente de los aspectos descritos en el presente documento.

**[0082]** La FIG. 10 es un diagrama 1000 que muestra un ejemplo de subtrama centrada en UL. La subtrama centrada en UL puede incluir una porción de control 1002. La porción de control 1002 puede existir en la porción inicial o de comienzo de la subtrama centrada en UL. La porción de control 1002 en la FIG. 10 puede ser similar a la porción de control 1002 descrita anteriormente con referencia a la FIG. 9. La subtrama centrada en UL también puede incluir una porción de datos de UL 1004. La porción de datos de UL 1004 a veces se puede denominar carga útil de la subtrama centrada en UL. La porción de UL se puede referir a los recursos de comunicación usados para comunicar datos de UL desde la entidad subordinada (por ejemplo, UE) a la entidad de programación (por ejemplo, el UE o la BS). En algunas configuraciones, la porción de control 1002 puede ser un canal compartido físico de control de enlace ascendente (PUSCH). En algunas configuraciones, la porción de datos puede ser un canal físico compartido de enlace ascendente (PDSCH).

**[0083]** Como se ilustra en la FIG. 10, el extremo de la porción de control 1002 puede estar separado en el tiempo del comienzo de la porción de datos de UL 1004. Esta separación en el tiempo a veces se puede denominar hueco, período de guarda, intervalo de guarda y/o con diversos otros términos adecuados. Esta separación proporciona tiempo para el cambio desde la comunicación de DL (por ejemplo, funcionamiento de recepción por la entidad de programación) a la comunicación de UL (por ejemplo, transmisión por la entidad de programación). La subtrama centrada en UL también puede incluir una porción de UL común 1006. La porción de UL común 1006 en la FIG. 10 puede ser similar a la porción de UL común 1006 descrita anteriormente con referencia a la FIG. 10. La porción de UL común 1006 puede incluir información adicional o alternativa, perteneciente al indicador de calidad del canal (CQI), a señales de referencia de sondeo (SRS) y a diversos otros tipos de información adecuados. Una persona con experiencia ordinaria en la técnica comprenderá que lo anterior es meramente un ejemplo de una subtrama centrada en UL y que pueden existir estructuras alternativas que tengan rasgos característicos similares sin desviarse necesariamente de los aspectos descritos en el presente documento.

**[0084]** En algunas circunstancias, dos o más entidades subordinadas (por ejemplo, UE) se pueden comunicar entre sí usando señales sidelink. Las aplicaciones del mundo real de dichas comunicaciones sidelink pueden incluir seguridad pública, servicios de proximidad, retransmisión de UE a red, comunicaciones de vehículo a vehículo

(V2V), comunicaciones de Internet de todo (IoE), comunicaciones de IoT, malla de misión crítica y/o diversas otras aplicaciones adecuadas. En general, una señal sidelink se puede referir a una señal comunicada desde una entidad subordinada (por ejemplo, UE1) a otra entidad subordinada (por ejemplo, UE2) sin retransmitir esa comunicación a través de la entidad de programación (por ejemplo, UE o BS), aunque la entidad de programación se pueda usar para propósitos de programación y/o control. En algunos ejemplos, las señales sidelink se pueden comunicar usando un espectro con licencia (a diferencia de las redes inalámbricas de área local, que típicamente usan un espectro sin licencia).

**[0085]** Un UE puede funcionar en diversas configuraciones de recursos de radio, incluyendo una configuración asociada con la transmisión de pilotos usando un conjunto dedicado de recursos (por ejemplo, un estado dedicado de control de recursos de radio (RRC), etc.) o una configuración asociada con la transmisión de pilotos usando un conjunto común de recursos (por ejemplo, un estado común de RRC, etc.). Cuando funciona en el estado dedicado de RRC, el UE puede seleccionar un conjunto dedicado de recursos para transmitir una señal piloto a una red. Cuando funciona en el estado común de RRC, el UE puede seleccionar un conjunto común de recursos para transmitir una señal piloto a la red. En cualquier caso, una señal piloto transmitida por el UE se puede recibir por uno o más dispositivos de acceso a la red, tal como un nodo de acceso (AN), o una unidad distribuida (DU), o partes de los mismos. Cada dispositivo de recepción de acceso a la red se puede configurar para recibir y medir señales piloto transmitidas en el conjunto común de recursos, y también para recibir y medir señales piloto transmitidas en conjuntos dedicados de recursos asignados a los UE para los cuales el dispositivo de acceso a la red es un miembro de un conjunto de monitorización de dispositivos de acceso a la red para el UE. Uno o más de los dispositivos de recepción de acceso a la red, o una unidad central (CU) a la cual el(los) dispositivo(s) receptor(es) de acceso a la red transmite(n) las mediciones de las señales piloto, puede(n) usar las mediciones para identificar las células de servicio para los UE, o para iniciar un cambio de célula de servicio para uno o más de los UE.

#### MONITORIZACIÓN DE ENLACE DE RADIO ADAPTATIVA DE EJEMPLO

**[0086]** Las técnicas analizadas en el presente documento se pueden aplicar, por ejemplo, pero sin limitarse a, a comunicaciones de tipo de máquina (MTC), MTC mejoradas (eMTC) y/o Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT) para la monitorización de enlace de radio (RLM) adaptativa y los activadores de eventos tempranos.

**[0087]** Como se analiza anteriormente, en determinados sistemas, el ancho de banda del sistema se puede dividir en subbandas de banda estrecha. Cada subbanda de banda estrecha puede constar de seis (6) bloques de recursos (RB). Un equipo de usuario (UE) (por ejemplo, tal como el UE 120 que puede ser un MTC UE, un eMTC UE o un dispositivo de IoT) puede transmitir y recibir en una banda estrecha cada subtrama. En algunos casos, se puede usar la agrupación (por ejemplo, repeticiones) para los canales. En un modo de funcionamiento, denominado en el presente documento Modo A de mejora de cobertura (CE), se puede usar ninguna repetición o pocas repeticiones. En otro modo de funcionamiento, Modo B de CE, se puede usar un gran número de repeticiones.

**[0088]** El UE puede realizar la RLM. El UE supervisa la calidad del enlace descendente en base a señales de referencia específicas de célula (CRS) para detectar la calidad del enlace de radio de enlace descendente. En determinados sistemas, tales como NB-IoT, el UE supervisa la calidad de enlace descendente en base a señales de referencia de banda estrecha (NRS). El UE puede comparar la calidad del enlace de radio de enlace descendente con los umbrales de RLM,  $Q_{out}$  y  $Q_{in}$ .  $Q_{out}$  corresponde al umbral en el que el enlace de radio de enlace descendente no se puede liberar de forma fiable (por ejemplo, 10 % de tasa de error de bloque (BLER) del canal físico de control de enlace descendente (PDCCH)). Si la calidad de señal del enlace de radio de enlace descendente cae por debajo del umbral  $Q_{out}$ , se puede considerar que el UE está en un estado de fuera de sincronización (OOS). En este caso, el UE inicia un temporizador (por ejemplo, un temporizador T310) tras recibir indicaciones de OOS consecutivas (por ejemplo, N410) para la célula (por ejemplo, la célula primaria (PCell)).  $Q_{in}$  corresponde al umbral en el que el enlace de radio de enlace descendente se puede recibir de forma significativamente más fiable que en  $Q_{out}$  (por ejemplo, PDCCH BLER del 2 %). Si la calidad de señal del enlace de radio de enlace descendente excede el umbral  $Q_{in}$ , se puede considerar que el UE está en un estado sincronizado. En este caso, el UE detiene el temporizador (por ejemplo, el temporizador T310) tras recibir indicaciones consecutivas (por ejemplo, N311) de sincronización para la célula (por ejemplo, la PCell).

**[0089]** En eMTC, se puede usar un canal físico de control de enlace descendente de MTC (M-PDCCH) para transmitir mensajes de información de control de enlace descendente (DCI) a los MTC UE dentro de un canal de control de banda estrecha. La BS (por ejemplo, tal como la BS 110) puede configurar el MTC UE con diversos parámetros para recibir el MPDCCH (por ejemplo, la configuración de MPDCCH). Por ejemplo, la BS puede configurar diferentes niveles de agregación/repetición, el modo de transmisión y los conjuntos de bloques de recursos físicos (PRB) para el MPDCCH. La configuración puede ser diferente para cada UE. Diferentes configuraciones de MPDCCH pueden proporcionar un rendimiento de BLER diferente dependiendo de la geometría. Además, el modo de TxD (por ejemplo, el número de antenas de Tx) usado por la BS también puede afectar el rendimiento de la BLER.

**[0090]** En determinados sistemas, los valores de umbral  $Q_{out}$  y  $Q_{in}$  se fijan para determinados niveles de

agregación, para garantizar que los umbrales  $Q_{out}$  y  $Q_{in}$  correspondan a una fiabilidad de señal particular, tal como una PDCCH BLER del 2 % y del 10 %, respectivamente. En eMTC, determinados UE (por ejemplo, tales como los UE de Categoría 1 de eMTC) pueden admitir la movilidad. A medida que cambia la geometría, la BS puede configurar diferentes niveles de agregación/repetición para MPDCCH para el MTC UE, ya que el rendimiento de la BLER de la configuración de MPDCCH cambia con respecto a la geometría, como se analiza anteriormente.

**[0091]** Si los valores de umbral  $Q_{out}$  y  $Q_{in}$  son fijos, entonces la calidad de la señal de enlace descendente para un MTC UE que se mueve hacia regiones de menor cobertura podría caer por debajo de  $Q_{out}$  y el UE entra en un estado de OOS, lo que puede dar lugar a un fallo del enlace de radio (RLF) y es posible que el UE deba realizar un procedimiento de canal de acceso aleatorio (RACH) para volver a adquirir el sistema. Esto podría dar lugar a una latencia y un consumo de energía innecesarios. De forma similar, si el MTC UE se mueve a regiones de mejor cobertura, el MTC UE se podría retrasar para entrar en un estado de sincronización, por ejemplo, hasta que el UE entre en una región de cobertura donde la configuración de MPCCH proporciona un rendimiento de PDCCH BLER del 2 % y del 10 %. Por lo tanto, pueden ser deseables valores de umbral  $Q_{out}$  y  $Q_{in}$  correspondientes diferentes asociados con cada configuración de MPDCCH.

**[0092]** Además, incluso si el UE mantiene diferentes valores de umbral  $Q_{out}$  y  $Q_{in}$  para cada configuración de MPDCCH, son deseables criterios y mecanismos para cambiar de forma preventiva los ajustes de umbral. Por ejemplo, si el MTC UE mide la calidad de señal del enlace de radio de enlace descendente que corresponde, por ejemplo, a una MPDCCH BLER del 9 %, la calidad de señal del enlace de radio de enlace descendente puede caer pronto por debajo de  $Q_{out}$  (por ejemplo, un  $Q_{out}$  que corresponde a una MPDCCH BLER del 10 %) si el UE continúa moviéndose hacia una cobertura peor sin ningún cambio en la configuración de MPDCCH. Si eso sucede, el UE puede entrar en el estado de OOS y el transmisor del UE puede apagarse. Además, es posible que la BS no conozca la velocidad/dirección de recorrido/posicionamiento del MTC UE y, por tanto, es posible que no pueda cambiar de forma autónoma y preventiva la configuración de MPDCCH para proporcionar al UE una calidad del enlace fiable durante las transiciones de nivel de cobertura.

**[0093]** En algunos aspectos, estas consideraciones también se pueden aplicar al PDCCH de banda estrecha (por ejemplo, el NPDCCH) en NB-IoT. Por ejemplo, un UE de categoría de banda estrecha puede monitorizar la calidad de enlace descendente (por ejemplo, la relación de señal a ruido (SNR)), en base a una señal de referencia de banda estrecha y compararla con los umbrales  $Q_{out}$  y  $Q_{in}$ . NB-IoT puede admitir la movilidad en modo conectado y admitir diferentes niveles de cobertura como en eMTC.

**[0094]** En consecuencia, son deseables técnicas para los umbrales de la RLM adaptativa y los activadores de eventos tempranos para obtener nuevas configuraciones/niveles de cobertura para las transiciones de zonas de cobertura. Estas técnicas se pueden aplicar, por ejemplo, pero sin limitarse a, MTC, eMTC y/o NB-IoT para la RLM adaptativa (por ejemplo, dinámica) y los activadores de eventos tempranos.

**[0095]** Por ejemplo, los aspectos proporcionan una señalización por el UE (por ejemplo, en el modo conectado) a la BS para cambiar de forma preventiva el nivel de repetición del canal de control (y los parámetros de configuración del canal de control correspondientes) para proporcionar al UE una calidad de enlace fiable durante la transmisión del nivel de cobertura durante la movilidad del UE, por ejemplo, sin incrementar el consumo de energía del UE.

**[0096]** La FIG. 11 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones 1100 de ejemplo para RLM adaptativa, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1100 se pueden realizar, por ejemplo, por un UE (por ejemplo, el UE 120), tal como un (e)MTC UE o un dispositivo de NB-IoT. Las operaciones 1100 pueden comenzar, en 1102, recibiendo una primera configuración de parámetros para recibir la señalización del canal de control de enlace descendente (por ejemplo, una configuración de MPDCCH o NPDCCH), estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura. En 1104, el UE mide al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal. En 1106, el UE determina (por ejemplo, en base a una tabla de búsqueda) uno o más valores de umbral de RLM dinámica (por ejemplo,  $Q_{in}$ ,  $Q_{out}$ ,  $Early\_Q_{in}$  y/o  $Early\_Q_{out}$ ) para el al menos un parámetro en base, al menos en parte, a la primera configuración de parámetros. En 1108, el UE realiza funciones de RLM en base a uno o más valores de umbral de RLM dinámica. Por ejemplo, el UE puede enviar una indicación de cambio en una zona de cobertura si se satisface uno de los umbrales para obtener una segunda configuración asociada con un segundo nivel de cobertura.

**[0097]** El UE puede informar del cambio de nivel de cobertura a la red como un informe de medición o un evento de medición predefinido, de modo que la red puede usar el nivel de repetición apropiado para el canal de control y asegurar una calidad del enlace de radio fiable.

#### Umbrales de RLM adaptativa de ejemplo

**[0098]** De acuerdo con determinados aspectos, el UE (por ejemplo, el MTC UE y/o el dispositivo de IoT) puede mantener diferentes umbrales de RLM para diferentes configuraciones del canal de control (por ejemplo, MPDCCH o NPDCCH). A medida que el UE se mueve a través de (por ejemplo, cambia entre) regiones de cobertura, el UE

puede ajustar (por ejemplo, adaptar dinámicamente) los umbrales de RLM en base a parámetros de la configuración actual del canal de control y a parámetros de medidas relacionadas con la condición y geometría del canal. Por ejemplo, los parámetros configurados por la BS pueden incluir el nivel de agregación, el nivel de repetición, el modo de transmisión (TM) y/o el número de bloques de recursos físicos (PRB) en el conjunto de recursos de PRB. Los parámetros medidos por el UE pueden incluir la respuesta al impulso del canal (CIR), la dispersión de retardo (modelo Vehicular A extendido (EVA), modelo Peatón A extendido (EPA), modelo Urbano extendido (ETU)), velocidad del UE, Doppler, potencia de recepción de señal de referencia (RSRP), calidad de recepción de señal de referencia (RSRQ), relación de señal a interferencia más ruido (SINR), número de antenas de recepción en el UE, número de antenas de transmisión en la BS, rango del canal entre el UE y la BS, teniendo en cuenta la recepción discontinua (DRX)/duración del ciclo de eDRX/ciclo de trabajo para tener en cuenta la precisión de la medición, un modo de implementación (p. ej., en banda, banda de guarda o independiente) de la célula y/o si se configura el modo de comunicaciones de duplexado por división de frecuencia (FDD) semidúplex o el duplexado por división de tiempo (TDD).

**[0099]** De acuerdo con determinados aspectos, el UE puede mantener (por ejemplo, almacenar) tablas de búsqueda (LUT) que contienen valores de umbral de RLM asociados con los diferentes parámetros configurados de BS y los parámetros medidos de UE. Por ejemplo, para cada configuración del canal de control (por ejemplo, cada combinación de nivel de agregación, nivel de repetición, modo de transmisión y número de parámetros de PRB), el UE puede mantener (por ejemplo, almacenar) múltiples conjuntos de LUT asociadas (por ejemplo, con la asignación) que controlan la configuración del canal. Para cada configuración del canal de control, los múltiples conjuntos almacenados de LUT pueden incluir un conjunto (por ejemplo, un subconjunto) de LUT correspondientes a diferentes zonas de cobertura, por ejemplo, en base a si la medición de RSRP/RSRQ/SINR cae dentro de un intervalo particular. Por ejemplo, el intervalo  $L1 \leq \text{RSRP/RSRQ/SINR} < \text{intervalo } L2$  puede corresponder a una primera zona de cobertura (por ejemplo, la zona de cobertura 1) y el intervalo  $L2 \leq \text{RSRP/RSRQ/SINR} < \text{intervalo } L3$  puede corresponder a una segunda zona de cobertura (por ejemplo, la zona de cobertura 2), etc. Las LUT pueden ser de tamaño  $m \times n$  con  $m$  períodos/filas para la velocidad del UE/Doppler y  $n$  períodos/columnas para la dispersión de retardo. Cada elemento de la LUT bidimensional almacena  $Q_{out}$  y  $Q_{in}$  valores de umbral para el par de velocidad y dispersión de retardo asociado con ese elemento.

**[0100]** De acuerdo con determinados aspectos, se puede aplicar un valor de sesgo de error/medición (por ejemplo, un valor de corrección) a los valores de umbral de RLM. Se puede usar una LUT adicional para almacenar los valores de sesgo en base a la medición de RSRP/RSRQ/SINR, la duración del ciclo de DRX/el ciclo de trabajo, el error de frecuencia y el error de temporización.

#### Activadores de nuevos eventos de ejemplo

**[0101]** De acuerdo con determinados aspectos, se pueden definir unos umbrales de RLM (eventos de medición) diferentes, denominados  $Early\_Q_{in}$  y  $Early\_Q_{out}$ . Estos eventos de medición se pueden definir para indicar de forma preventiva a la red (por ejemplo, a la BS) acerca de un cambio de zona de cobertura para garantizar la activación temprana de un cambio de configuración del canal de control por la BS, incluso antes de que el UE se mueva a través de zonas de cobertura y, por ejemplo, antes de satisfacer un valor de umbral  $Q_{out}$  o  $Q_{in}$ . Los eventos de medición también se pueden asociar con una histéresis (por ejemplo, un temporizador de histéresis) para evitar alternar entre configuraciones del canal de control.

**[0102]** De acuerdo con determinados aspectos, los eventos de medición (por ejemplo, los valores de umbral  $Early\_Q_{in}$  y  $Early\_Q_{out}$ ) se pueden comunicar por la red al UE. De forma alternativa, los eventos de medición se pueden elegir (por ejemplo, seleccionar) por el UE, por ejemplo, en base a una BLER objetivo (por ejemplo, una BLER del canal de control objetivo). En aspectos,  $Early\_Q_{out}$  se puede elegir por el UE de modo que corresponda a una BLER del  $x\%$  donde  $x$  se elige como una función de la respuesta al impulso del canal, una dispersión de retardo, la velocidad del UE, un valor de Doppler, el número de antenas de recepción en el UE, el número de antenas de transmisión en la BS, el rango del canal entre la BS y el UE, la RSRP, la RSRQ, la SINR, teniendo en cuenta la precisión de medición debida a la duración del ciclo de DRX/eDRX o al ciclo de trabajo, y si se configura un modo de comunicación de FDD semidúplex (HD) o de TDD.

**[0103]** De acuerdo con determinados aspectos, la indicación preventiva a la red del cambio de zona de cobertura puede ser una indicación explícita a la red del cambio de zona de cobertura. De forma alternativa, el UE puede proporcionar uno o más valores de medición (por ejemplo, -90 dBm) a la BS, a partir de los cuales la BS puede determinar el potencial cambio de zona de cobertura.

**[0104]** La FIG. 12 es un gráfico discreto 1200 que ilustra umbrales de eventos de ejemplo e histéresis para activadores de eventos de salida temprana, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Como se muestra en la FIG. 12, el UE puede mantener diferentes umbrales de RLM asociados con diferentes niveles de cobertura para diferentes configuraciones del canal de control. Por ejemplo, como se muestra en la FIG. 12, para la configuración del canal de control Nivel 2, el UE mantiene el valor umbral  $Q_{out\_M3}$  1218 y el valor umbral  $Q_{in\_M3}$  1224 y tiene eventos de medición  $Early\_Q_{in\_M4}$  1222 y  $Early\_Q_{out\_M3}$  1216. Por tanto, a medida que el UE se mueve hacia una mejor cobertura (por ejemplo, mejores mediciones de RSRP/RSRQ/SINR) en 1220, una



vez que el UE satisface Early\_Q<sub>in</sub>\_M4 1222, el UE puede enviar una indicación a la BS y puede recibir la configuración del canal de control Nivel 3. En 1214, si el UE se mueve hacia una peor cobertura, una vez que el UE satisface el Early\_Q<sub>out</sub>\_M3 1216, el UE puede enviar una indicación a la BS del cambio de zona de cobertura y recibir la configuración del canal de control Nivel 2. De forma similar, como se muestra en la FIG. 12, el UE puede cambiar entre las configuraciones del canal de control Nivel 1 y 2 en base a Early\_Q<sub>out</sub>\_M1 1204 y Early\_Q<sub>in</sub>\_M2 1210.

**[0105]** La FIG. 13 es un diagrama de flujo de llamada 1300 de ejemplo que ilustra operaciones de ejemplo para RLM adaptativa para MTC, eMTC y/o NB-IoT, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. El flujo de llamada 1300 puede ilustrar la señalización entre el UE 1302 y la BS 1304 correspondiente a los eventos en el gráfico 1200. Como se muestra en la FIG. 13, en 1, el UE 1302 recibe la configuración del canal de control #1 (por ejemplo, tal como el canal de control Nivel 2 ilustrado en la FIG. 12) desde la BS 1304. En 2, el UE mide el/los parámetro(s) relacionado(s) con las condiciones del canal y, en 3, determina los valores de umbral de RLM y los eventos de medición asociados con la configuración (por ejemplo, el valor de umbral Q<sub>out</sub>\_M3 1318, el valor de umbral Q<sub>in</sub>\_M3 1324, y los eventos de medición Early\_Q<sub>in</sub>\_M4 1322 y Early\_Q<sub>out</sub>\_M3 1316 ilustrados en la FIG. 12). En 4, el UE 1302 puede satisfacer uno de los eventos de medición (por ejemplo, moverse a una región de cobertura mejor 1314 hasta Early\_Q<sub>in</sub>\_M4 1322 o a una región de cobertura peor 1320 hasta Early\_Q<sub>out</sub>\_M3 1316). En 5, el UE 1302 puede enviar la indicación de cambio de zona de cobertura a la BS 1304 y, en 6, recibir la configuración del canal de control #2 (por ejemplo, la configuración del canal de control Nivel 1 o Nivel 3). En 7, el UE 1302 mide el/los parámetro(s) relacionado(s) con la condición del canal y, en 8, determina los valores de umbral de RLM y los eventos de medición asociados con la nueva configuración de MPDCCH #2 actual.

**[0106]** La FIG. 14 es un diagrama de flujo que ilustra operaciones de ejemplo 1400 para comunicaciones inalámbricas, de acuerdo con determinados aspectos de la presente divulgación. Las operaciones 1400 pueden comprender operaciones complementarias realizadas por la BS (por ejemplo, tal como la BS 110) a las operaciones 1400 realizadas por el UE. Las operaciones 1400 pueden comenzar, en 1402, enviando una primera configuración de parámetros a un UE para recibir la señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura. En 1404, la BS recibe una indicación, desde el UE, de un cambio de zona de cobertura. En 1406, la BS envía, en respuesta a la recepción de la indicación, una segunda configuración de parámetros al UE para recibir la señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la segunda configuración de parámetros con un segundo nivel de cobertura.

**[0107]** De acuerdo con determinados aspectos, el UE puede informar de un número de repeticiones del canal de control que usó el UE para descodificar el canal de control. De forma alternativa, el UE puede informar de una diferencia entre un número de repeticiones del canal de control que usó el UE para descodificar el canal de control y el número de repeticiones configuradas del canal de control (por ejemplo, en base a la configuración asociada con el nivel de cobertura).

#### Asignación de SNR frente a BLER de ejemplo

**[0108]** De acuerdo con determinados aspectos, los valores de SNR (relación de señal a ruido) se pueden asignar a BLER (tasas de error de bloque) en base a diferentes configuraciones del canal de control. Por ejemplo, el UE mantiene diferentes tablas de búsqueda (LUT) de SNR a BLER para diferentes configuraciones de NPDCCH (o MPDCCH), niveles de repetición, Doppler del UE, modo de transmisión, etc. La BLER correspondiente para un valor de SNR se puede comparar entonces con un umbral de fiabilidad, por ejemplo, si la BLER es menor del 2 % (por ejemplo, Q<sub>in</sub>) o mayor del 10 % (por ejemplo, Q<sub>out</sub>).

**[0109]** El UE mantiene múltiples LUT en base a los parámetros configurados de la BS y las métricas de medición del UE. Para cada nivel de repetición, Doppler del UE y modo de transmisión, el UE puede mantener múltiples tablas de búsqueda. Cada LUT puede tener *m* períodos/filas (por ejemplo, número de períodos de SNR) y cada LUT puede tener dos columnas: una columna para la SNR y la otra columna para la BLER.

**[0110]** De acuerdo con determinados aspectos, la SNR usada como métrica de RLM SNR y asignada a la BLER puede ser la SNR de la etapa inicial de demodulación. En determinados sistemas (por ejemplo, LTE), la RLM SNR se calcula por subtrama y se promedia en un período de evaluación (*T<sub>eval</sub>*) y se asigna a una BLER hipotética en base a los valores almacenados de la asignación de SNR a BLER. En este caso, la BLER por subtrama se puede promediar y comparar con los umbrales de BLER del 2 % y del 10 %. Sin embargo, en algunos casos (por ejemplo, NB1), la SNR puede no estimarse por subtrama, por ejemplo, debido a una baja densidad de tonos de señal de referencia. Por tanto, el UE puede estimar la SNR como un promedio a largo plazo usando un coeficiente  $\alpha$  de filtro de respuesta al impulso infinita (IIR) seleccionado dinámicamente.  $\alpha$  puede ser el coeficiente de filtro IIR no coherente usado para filtrar la potencia de señal y la potencia de ruido para la estimación de la SNR. La longitud del filtro *N<sub>avg</sub>* puede estar dada por:

$$N_{avg} = 2 * (1 / \alpha)$$

**[0111]** Cuando el UE entra en un modo conectado, la estimación de SNR se puede muestrear cada  $N_{avg}$  y promediar en  $T_{eval}$ . La longitud de la ventana  $T_{eval}$  se puede basar en valores configurados. El número de estimaciones de BLER para promediar puede estar dado por:

$$\text{Número de estimaciones BLER para promediar} = \max\left(\left\lfloor \frac{T_{eval}}{N_{avg}} \right\rfloor, 1\right)$$

**[0112]** Tomar el máximo puede garantizar que se seleccione al menos una estimación de SNR en un período de evaluación si  $N_{avg}$  es más largo que  $T_{eval}$ .

**[0113]** En caso de que no haya DRX (recepción discontinua), se pueden usar diferentes duraciones de  $T_{eval}$ . Cuando se configura DRX,  $T_{eval}$  se puede especificar como un número de ciclos de DRX que se van a usar. En este caso, el número de estimaciones de BLER para promediar se puede calcular como:

$$\text{Número de estimaciones BLER para promediar} = \max\left(\left\lfloor \frac{drxCycleON + NumDRX}{N_{avg}} \right\rfloor, 1\right)$$

**[0114]** Si no hay ningún cambio en  $\alpha$  durante el período de evaluación, entonces el valor de SNR promedio final se puede comunicar al final de  $T_{eval}$ , por ejemplo, como se muestra en la FIG. 15. Dado que  $\alpha$  puede cambiar durante el período de evaluación,  $\alpha$  se puede comprobar al comienzo de cada período  $N_{avg}$  y la SNR se puede muestrear al comienzo del  $N_{avg}$  correspondiente a ese  $\alpha$  en adelante, como se muestra en la FIG. 16.

**[0115]** La BLER promedio sobre  $T_{eval}$  se puede determinar por:

$$BLER_{eval}(dB) = \left( \frac{\sum_{i=0}^{K-1} N_{avg}(i) * BLER(i)}{\sum_{i=0}^{K-1} N_{avg}(i)} \right),$$

donde  $BLER(i)$  es la BLER asociada con SNR(i) al final de la  $i$ -ésima duración de  $N_{avg}$ , obteniéndose  $N_{avg}(i)$  a partir de la LUT y  $K$  es el número total de estimaciones de BLER acumuladas.

**[0116]** Si el período de evaluación es más corto que la duración promedio ( $T_{eval} < N_{avg}$ ), se puede informar de la SNR al final de la duración de  $T_{eval}$ , es decir, tan pronto como venza el temporizador de evaluación. Si la longitud del hueco de enlace descendente es más corta que el período de evaluación (como se muestra en la FIG. 17), entonces en cualquier momento si el hueco de enlace descendente comienza debido a una subtrama no válida, debido al hueco entre el NPDCCH y el NPDSCH, debido a un hueco de CDRX (DRX continua), o a un hueco de transmisión de enlace ascendente, se puede informar de la última SNR justo antes de que comience el hueco, por ejemplo, para garantizar que se informe de al menos una estimación de SNR durante el tiempo de evaluación. El contador de promediado  $N_{avg}$  se puede reiniciar después del hueco y se puede seleccionar un nuevo  $N_{avg}$  en base a la estimación de SNR comunicada al comienzo del hueco. Si el hueco comienza dentro del período de evaluación pero finaliza después del final del período de evaluación, como se muestra en la FIG. 18, entonces, al final de  $T_{eval}$ , solapándose con el hueco, puede comenzar un nuevo  $T_{eval}$  después del hueco y el contador de promediado  $N_{avg}$  se puede reiniciar, y se puede informar de la estimación de SNR de la primera muestra después del hueco. Al comienzo del hueco, se puede enviar un mensaje de desconfiguración de NPDCCH y una indicación asíncrona. Una vez que finaliza el hueco, se puede enviar una configuración de NPCCH.

**[0117]** Como se usa en el presente documento, la frase que se refiere a "al menos uno de entre" una lista de elementos se refiere a cualquier combinación de esos elementos, incluyendo elementos individuales. Como ejemplo, "al menos uno de: a, b, o c" pretende cubrir a, b, c, a-b, a-c, b-c y a-b-c, así como cualquier combinación con múltiplos del mismo elemento (por ejemplo, a-a, a-a-a, a-a-b, a-a-c, a-b-b, a-c-c, b-b, b-b-b, b-b-c, c-c, y c-c-c o cualquier otra ordenación de a, b, y c).

**[0118]** Como se usa en el presente documento, el término "identificar" abarca una amplia variedad de acciones. Por ejemplo, "identificar" puede incluir calcular, computar, procesar, obtener, investigar, consultar (por ejemplo, consultar una tabla, una base de datos u otra estructura de datos), averiguar y similares. Asimismo, "identificar" puede incluir recibir (por ejemplo, recibir información), acceder (por ejemplo, acceder a datos de una memoria) y similares. Además, "identificar" puede incluir resolver, seleccionar, elegir, establecer y similares.

**[0119]** En algunos casos, en lugar de comunicar realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para comunicar una trama para su transmisión o recepción. Por ejemplo, un procesador puede emitir una trama, por medio de una interfaz de bus, a una etapa inicial de RF para su transmisión. De forma similar, en lugar de recibir realmente una trama, un dispositivo puede tener una interfaz para obtener una trama recibida desde otro dispositivo. Por ejemplo, un procesador puede obtener (o recibir) una trama, por medio de una interfaz de bus, desde una etapa inicial de RF para su transmisión.

**[0120]** Los procedimientos divulgados en el presente documento comprenden una o más etapas o acciones para lograr el procedimiento descrito. Las etapas y/o acciones de procedimiento se pueden intercambiar entre sí sin apartarse del alcance de las reivindicaciones. En otras palabras, a menos que se especifique un orden específico de etapas o acciones, el orden y/o el uso de etapas y/o acciones específicas se puede modificar sin apartarse del alcance de las reivindicaciones.

**[0121]** Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente se pueden realizar por cualquier medio adecuado que pueda realizar las funciones correspondientes. Los medios pueden incluir diversos componentes y/o módulos de hardware y/o software/firmware que incluyen, pero sin limitarse a un circuito, un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC) o procesador. En general, cuando hay operaciones ilustradas en las figuras, esas operaciones se pueden realizar por cualquier componente adecuado de medios más función equivalente correspondiente.

**[0122]** Por ejemplo, los medios para determinar, los medios para realizar, los medios para transmitir, los medios para recibir, los medios para enviar y/o los medios para medir pueden incluir uno o más procesadores y otros elementos, tales como el procesador de transmisión 264, el controlador/procesador 280, el procesador de recepción 258 y/o la(s) antena(s) 252 del equipo de usuario 120 ilustrada(s) en la FIG. 2 o el procesador de transmisión 220, el controlador/procesador 240 y/o la(s) antena(s) 234 del equipo de usuario 110 ilustrada(s) en la FIG. 2.

**[0123]** Los expertos en la técnica entenderán que la información y las señales se pueden representar usando cualquiera de una variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, instrucciones, comandos, información, señales, bits, símbolos y chips que se pueden haber mencionado a lo largo de la descripción anterior se pueden representar por tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos o combinaciones de los mismos.

**[0124]** Los expertos en la técnica apreciarán además que los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos, descritos en relación con la divulgación del presente documento, se pueden implementar como hardware electrónico, software/firmware o combinaciones de los mismos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software/firmware, anteriormente se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, en general, en términos de su funcionalidad. Que dicha funcionalidad se implemente como hardware o software/firmware depende de la aplicación y de las limitaciones de diseño particulares impuestas al sistema global. Los expertos en la técnica pueden implementar la funcionalidad descrita de formas diferentes para cada aplicación en particular, pero no se debe interpretar que dichas decisiones de implementación suponen apartarse del alcance de la presente divulgación.

**[0125]** Los diversos bloques lógicos, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con la divulgación del presente documento se pueden implementar o realizar con un procesador de propósito general, un procesador de señales digitales (DSP), un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), una matriz de puertas programables por campo (FPGA) u otro dispositivo de lógica programable, lógica de puertas o de transistores discretos, componentes de hardware discretos, o cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar 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 se puede implementar 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 de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

**[0126]** Las etapas de un procedimiento o algoritmo descrito en relación con la divulgación en el presente documento se pueden incorporar directamente en hardware, en un módulo de software/firmware ejecutado por un procesador o en una combinación de los mismos. Un módulo de software/firmware puede residir en memoria RAM, memoria flash, memoria ROM, memoria EPROM, memoria EEPROM, memoria de cambio de fase, unos registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento ejemplar se acopla al procesador de modo 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.

**[0127]** En uno o más diseños ejemplares, las funciones descritas se pueden implementar en hardware, software/firmware o en combinaciones de los mismos. Si se implementan en software/firmware, las funciones se pueden almacenar en, o transmitirse sobre, un medio legible por ordenador como una o más instrucciones o código. Los medios legibles por ordenador incluyen tanto medios de almacenamiento informático como medios de comunicación que incluyen cualquier medio que facilita 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, dichos medios legibles por ordenador pueden comprender RAM, ROM, EEPROM, CD/DVD u otro almacenamiento en disco óptico, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que se puede usar para transportar o almacenar medios de código de programa deseados en forma de instrucciones o estructuras de datos y al que se puede acceder por un ordenador de propósito general o de propósito especial o un procesador de propósito general o de propósito especial. Además, cualquier conexión recibe apropiadamente la denominación de medio legible por ordenador. Por ejemplo, si el software/firmware se transmite desde una página web, un servidor u otra fuente remota usando un cable coaxial, un cable de fibra óptica, un par trenzado, una línea de abonado digital (DSL) o tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas, entonces el cable coaxial, el cable de fibra óptica, el par trenzado, la DSL o las tecnologías inalámbricas tales como infrarrojos, radio y microondas están incluidos en la definición de medio. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos reproducen normalmente datos de forma magnética y otros discos reproducen los datos de forma óptica con láseres. Las combinaciones de lo anterior también se deben incluir dentro del alcance de los medios legibles por ordenador.

**[0128]** La descripción previa de la divulgación se proporciona para permitir que cualquier experto en la técnica realice o use la divulgación. Diversas modificaciones de la divulgación resultarán fácilmente evidentes a los expertos en la técnica, y los principios genéricos definidos en el presente documento se pueden aplicar a otras variantes sin apartarse del alcance de la divulgación. Por tanto, la divulgación no está prevista para limitarse a los ejemplos y diseños descritos en el presente documento, sino que se le concede el alcance más amplio consecuente con las reivindicaciones adjuntas.

## REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento (1100) para comunicaciones inalámbricas por un equipo de usuario, UE (120), que comprende:
  - recibir (1102) una primera configuración de parámetros para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura;
  - medir (1104) al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal;
  - determinar (1106) un primer (Qout), un segundo (Qin), un tercer (Early\_Qout) y un cuarto (Early\_Qin) valores de umbral de monitorización de enlace de radio, RLM, para el al menos un parámetro en base a la primera configuración de parámetros asociada con el primer nivel de cobertura; y
  - realizar (1108) funciones de RLM en base al primer (Qout), el segundo (Qin), el tercero (Early\_Qout) y el cuarto (Early\_Qin) valores de umbral de RLM, en el que los valores de umbral de RLM comprenden:
    - un primer valor de umbral de calidad del al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal, por debajo del primer valor de umbral de RLM de calidad (Qout) en el que se considera que el UE está en un estado de fuera de sincronización (OOS);
    - un segundo valor de umbral de calidad del al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal, por encima del segundo valor de umbral de RLM de calidad (Qin) en el que se considera que el UE está en un estado sincronizado, en el que el procedimiento comprende además:
      - enviar una indicación de un cambio en una zona de cobertura si el al menos un parámetro medido relacionado con las condiciones del canal cae por debajo del tercer valor de umbral de RLM de calidad (Early\_Qout) pero antes de que al menos un parámetro medido relacionado con las condiciones del canal caiga por debajo del primer valor de umbral de RLM de calidad (Qout); y
      - enviar una indicación de un cambio en una zona de cobertura si el al menos un parámetro medido relacionado con las condiciones del canal excede el cuarto valor de umbral de RLM de calidad (Early\_Qin) pero antes de que al menos un parámetro medido relacionado con las condiciones del canal exceda el segundo valor de umbral de RLM de calidad (Qin).
2. El procedimiento (1100) de la reivindicación 1, en el que:
  - determinar el tercer (Early\_Qout) y el cuarto (Early\_Qin) valores de umbral de RLM comprende seleccionar el tercer (Early\_Qout) y el cuarto (Early\_Qin) valores de umbral de RLM en base a una tasa de error de bloque objetivo, BLER; y
  - la BLER objetivo se basa en el al menos un parámetro medido relacionado con las condiciones del canal.
3. El procedimiento (1100) de la reivindicación 1, en el que enviar la indicación del cambio en la zona de cobertura comprende enviar una indicación explícita del cambio en la zona de cobertura o enviar una indicación del al menos un parámetro medido que indica el cambio en la zona de cobertura.
4. El procedimiento (1100) de la reivindicación 1, que comprende además:
  - recibir, en respuesta al envío de la indicación, una segunda configuración de parámetros para recibir señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la segunda configuración de parámetros con un segundo nivel de cobertura.
5. El procedimiento (1100) de la reivindicación 1, en el que la primera configuración de parámetros comprende al menos uno de: un nivel de agregación, un nivel de repetición, un modo de transmisión, o un número de bloques de recursos físicos, PRB, en un conjunto de recursos de PRB.
6. El procedimiento (1100) de la reivindicación 1, en el que el al menos un parámetro relacionado con las condiciones del canal comprende al menos uno de: una respuesta al impulso del canal, una dispersión de retardo, la velocidad del UE, un valor de Doppler, un número de antenas de recepción en el UE, un número de antenas de transmisión en la BS, un rango de un canal entre el UE y la BS, una potencia recibida de la señal de referencia, RSRP, una calidad recibida de la señal de referencia, RSRQ, una relación de señal a interferencia más ruido, SINR, una precisión de medición debido a una duración de un ciclo de recepción

discontinua, DRX, o a una duración de un ciclo de DRX mejorada, un ciclo de trabajo, un modo de despliegue de una célula, o si se configura un modo de comunicación de duplexado por división de frecuencia, FDD, semidúplex, o de duplexado por división de tiempo.

- 5 7. El procedimiento (1100) de la reivindicación 1, en el que determinar los valores de umbral de RLM comprende determinar los valores de umbral de RLM en base a al menos una tabla de búsqueda, LUT, comprendiendo además  
almacenar conjuntos de LUT, en el que cada conjunto de LUT se asocia con una configuración de parámetros diferente para recibir la señalización del canal de control de enlace descendente, en el que:  
cada conjunto de LUT incluye uno o más subconjuntos de LUT; y  
cada subconjunto de LUT se asocia con uno del al menos un parámetro medido relacionado con las condiciones del canal.
- 10 8. El procedimiento (1100) de la reivindicación 1, que comprende además:  
informar de un número de repeticiones del canal de control de enlace descendente usado por el UE para descodificar con éxito el canal de control de enlace descendente; o  
informar de una diferencia entre el número de repeticiones del canal de control de enlace descendente usado por el UE para descodificar con éxito el canal de control de enlace descendente y un número de repeticiones configuradas para el canal de control de enlace descendente.
- 15 9. El procedimiento (1100) de la reivindicación 1, en el que:  
el al menos un parámetro comprende una relación de señal a ruido, SNR; y  
el procedimiento comprende además:  
asignar la SNR a una tasa de error de bloque, BLER, correspondiente; y  
comparar la BLER con los valores de umbral de RLM.
- 20 10. El procedimiento (1100) de la reivindicación 9, en el que la SNR comprende un valor promedio basado en un coeficiente de filtro seleccionado dinámicamente.
- 25 11. Un aparato (120) que comprende medios para ejecutar todas las etapas del procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10.
- 30 12. Un procedimiento (1400) para comunicaciones inalámbricas por una estación base, BS (110), que comprende:  
enviar (1402) una primera configuración de parámetros a un equipo de usuario, UE (120) para recibir la señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la primera configuración de parámetros con un primer nivel de cobertura y un primer (Qout), un segundo (Qin), un tercero (Early\_Qout) y un cuarto (Early\_Qin) valores de umbral de monitorización del enlace de radio, RLM;  
recibir (1404) una indicación, desde el UE (120), de un cambio en una zona de cobertura, en el que la indicación se asociada con uno de  
el tercer valor de umbral de RLM (Early\_Qout), en el que la indicación se recibe antes de recibir una indicación del UE (120) asociada con el primer valor de umbral de RLM (Qout) de que el UE está en un estado de fuera de sincronización (OOS); o  
el cuarto valor de umbral de RLM (Early\_Qin), en el que la indicación se recibe antes de recibir una indicación del UE (120) asociada con el segundo valor de umbral de RLM (Qin) de que el UE está en un estado sincronizado; y  
enviar (1406), en respuesta a recibir la indicación, una segunda configuración de parámetros al UE (120) para recibir la señalización del canal de control de enlace descendente, estando asociada la segunda configuración de parámetros con un segundo nivel de cobertura.
- 35 13. Un aparato (110) que comprende medios para ejecutar todas las etapas del procedimiento de la reivindicación 12.

14. Un programa informático que comprende instrucciones de programa que son ejecutables por ordenador para implementar todas las etapas del procedimiento de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 o 12.

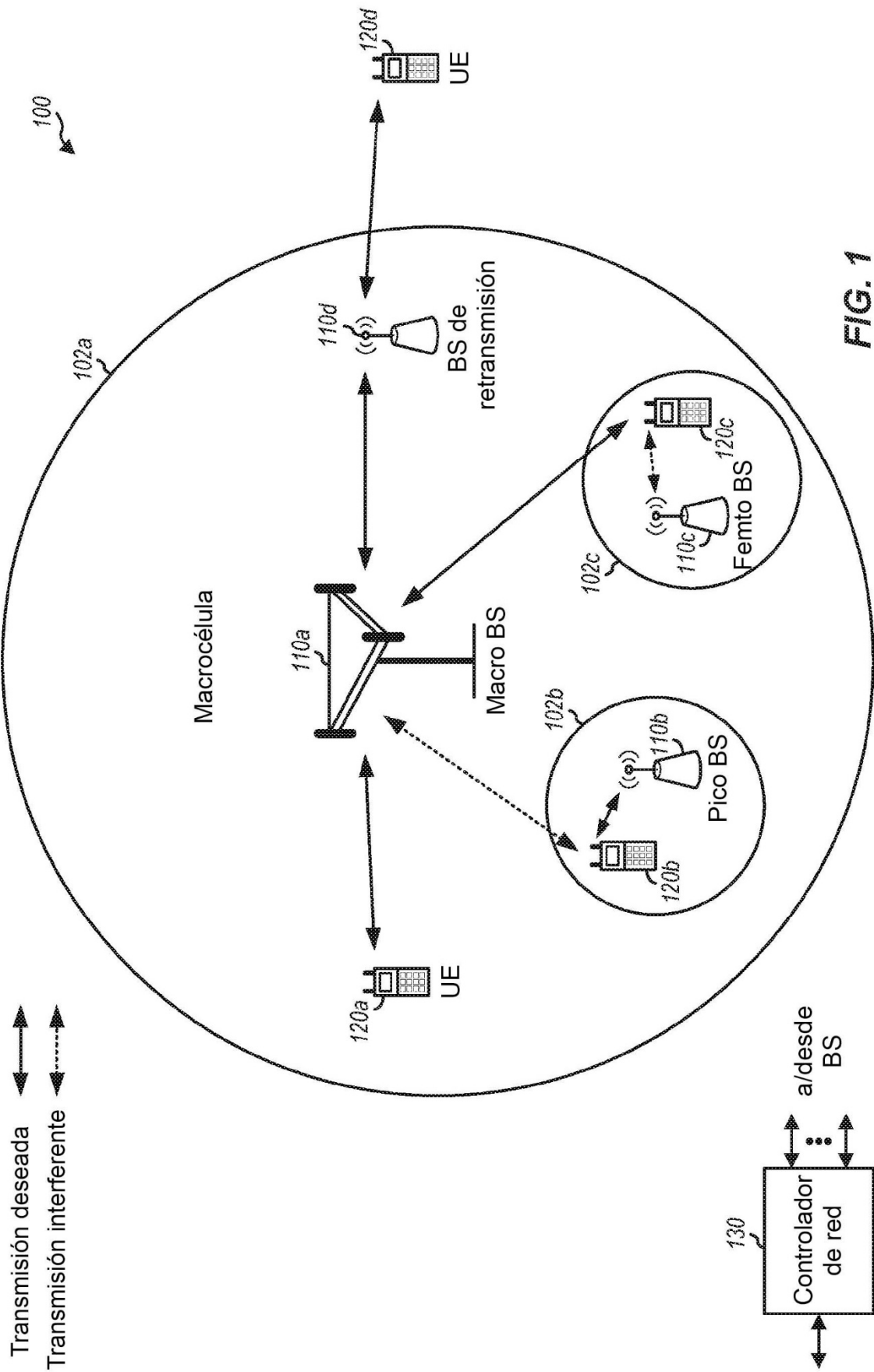


FIG. 1



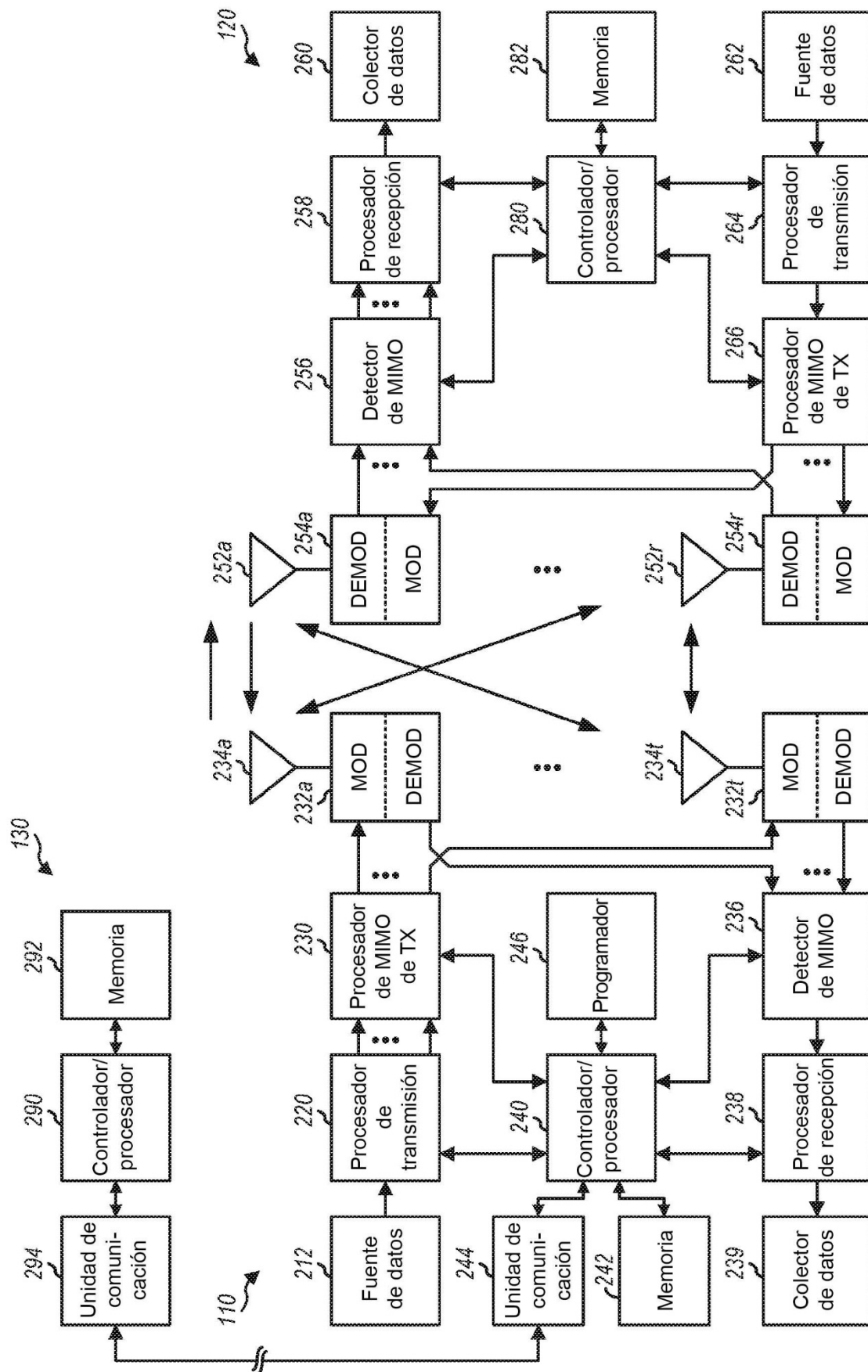
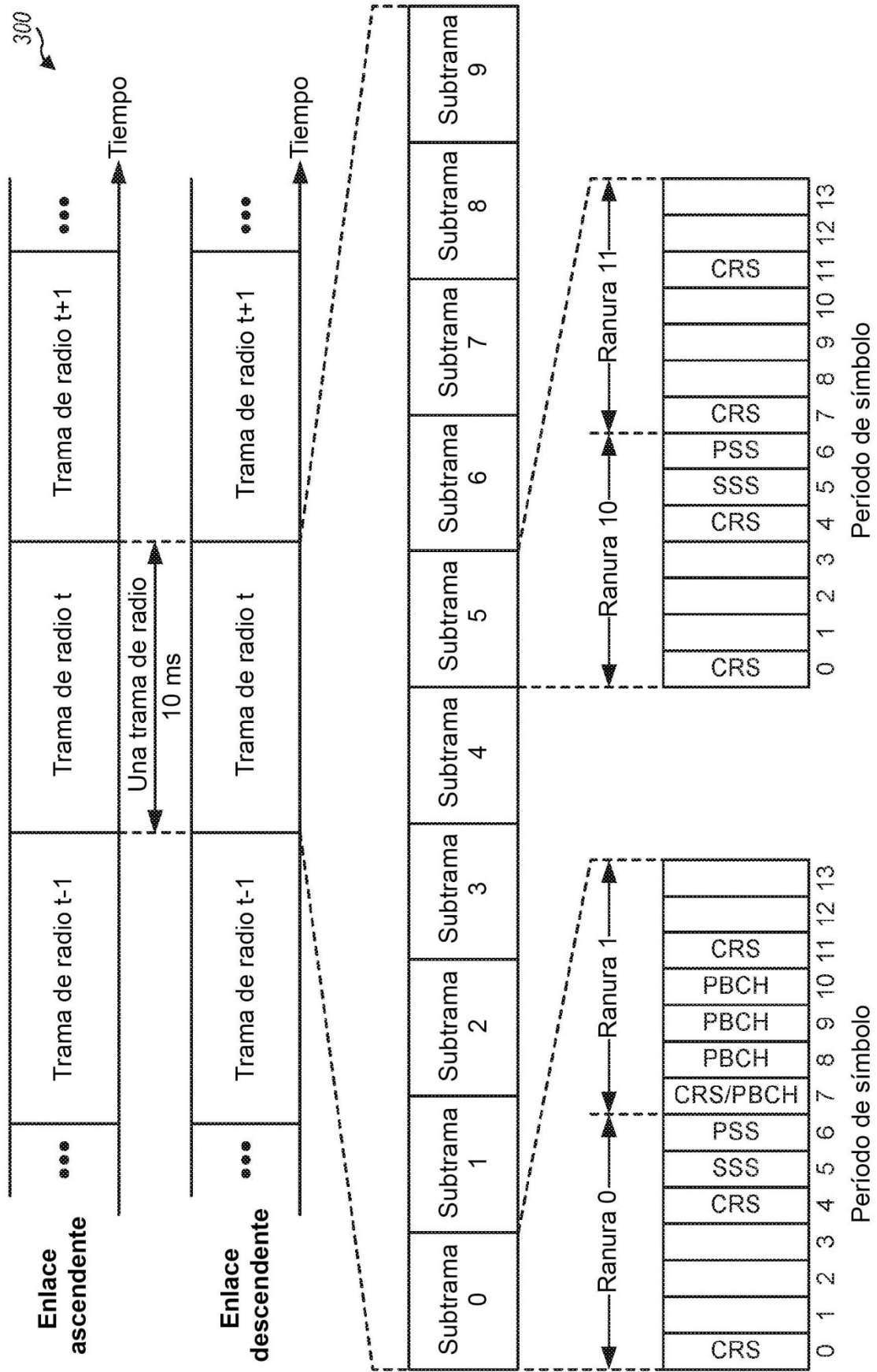


Fig. 2



CRS = Señal de referencia específica de célula

PBCH = Canal físico de radiodifusión

3  
G.  
F.

PSS = Señal de sincronización principal

SSS = Señal de sincronización secundaria

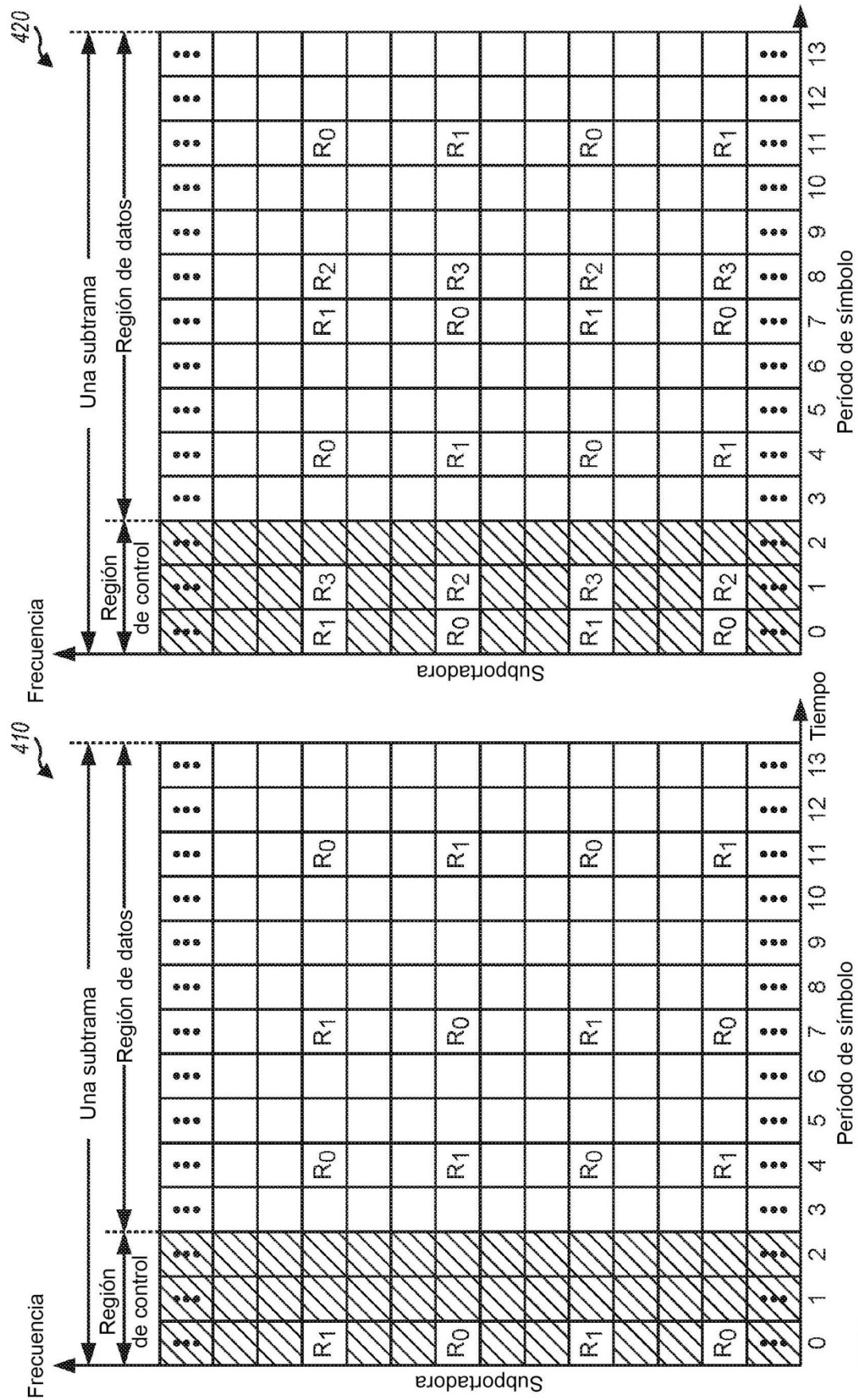
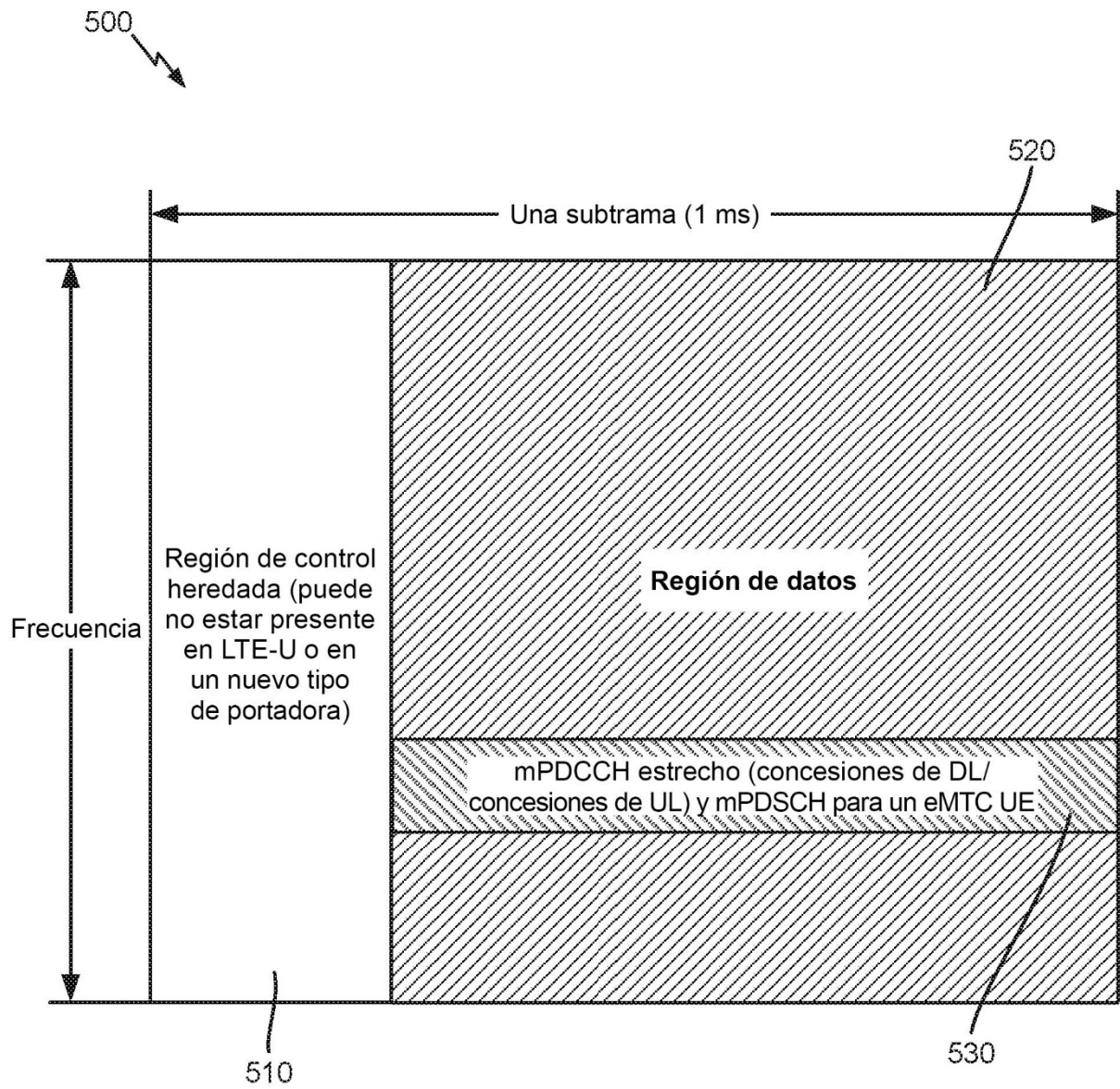


FIG. 4



**FIG. 5**

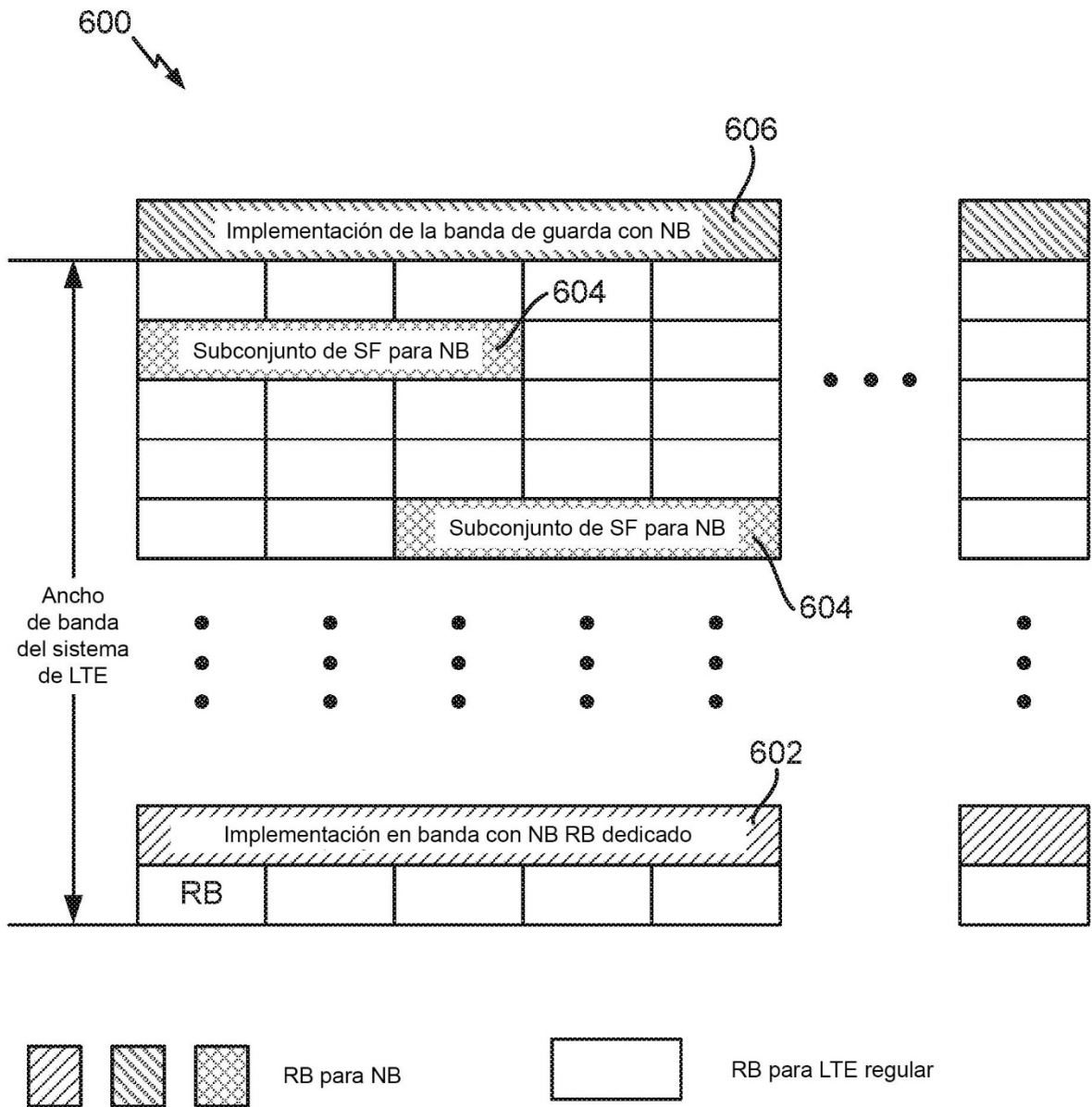
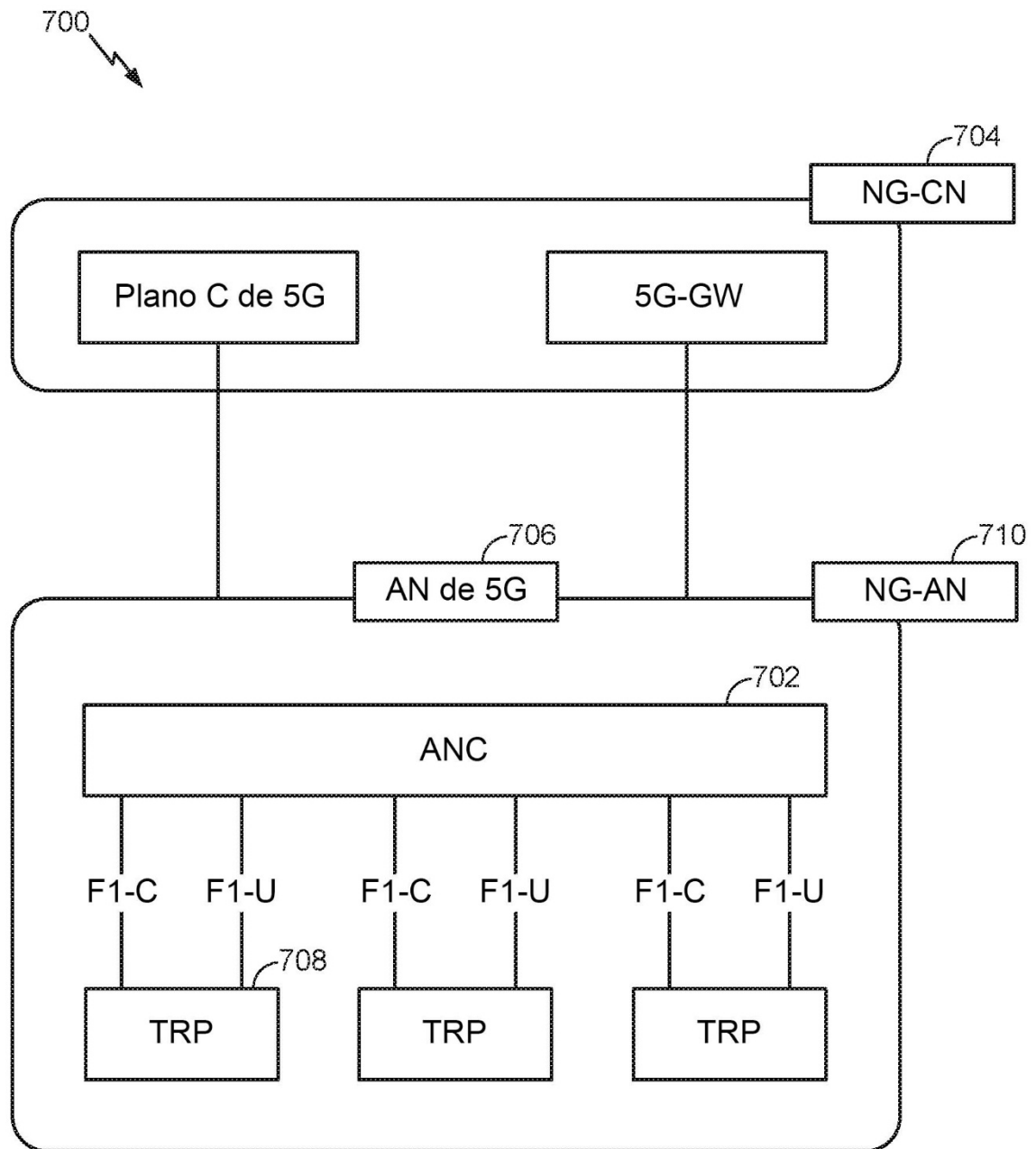


FIG. 6



**FIG. 7**

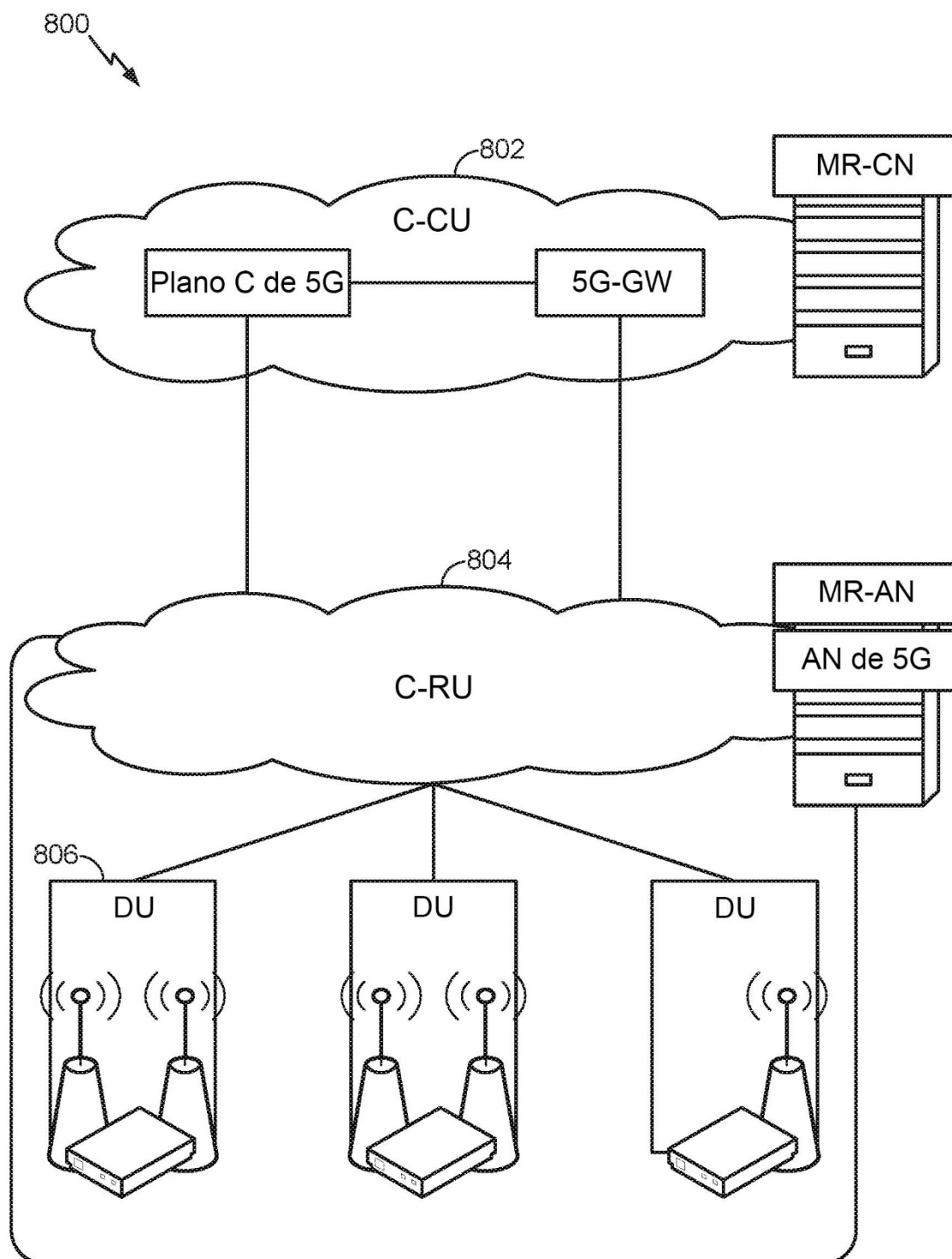
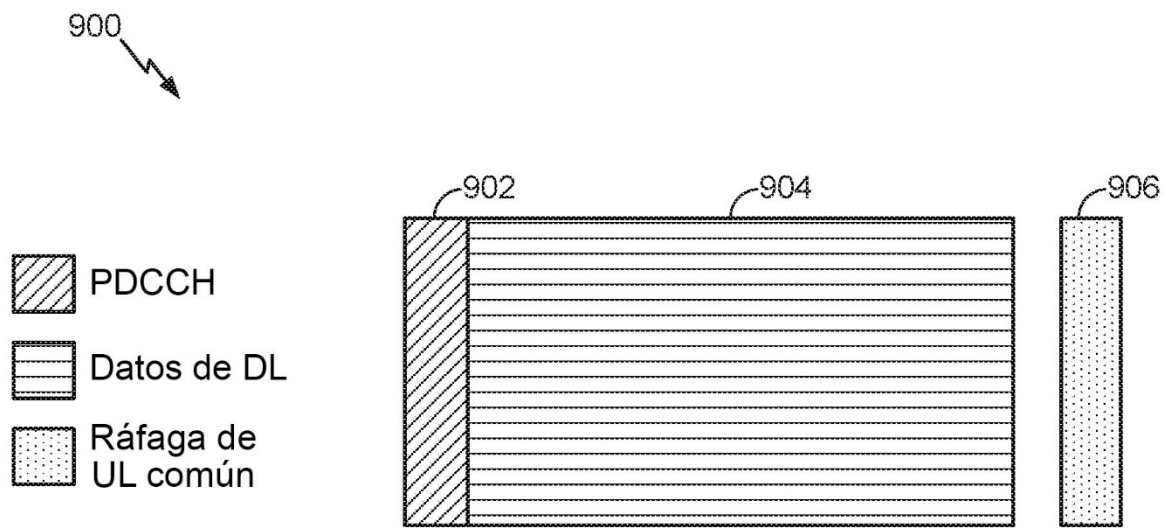
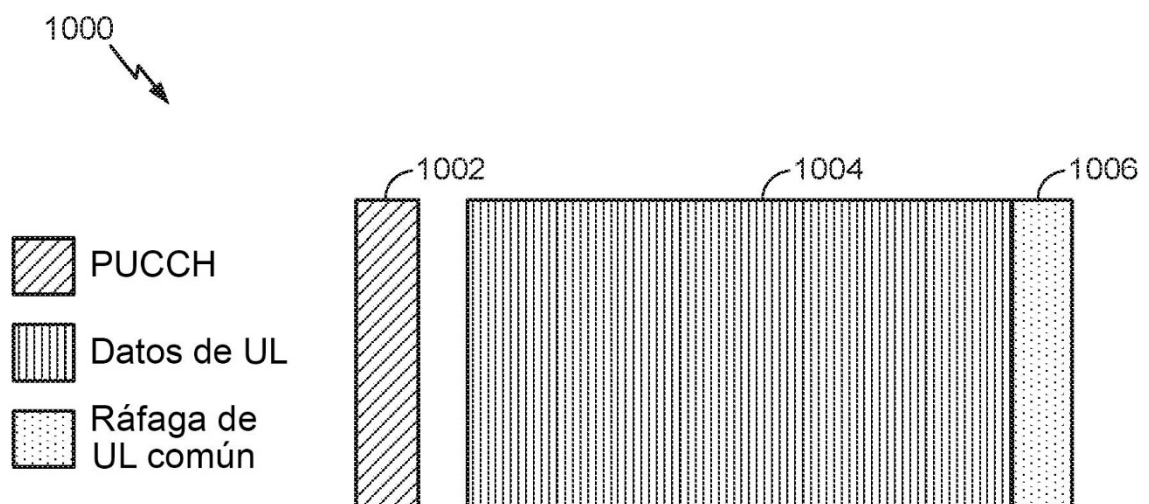


FIG. 8

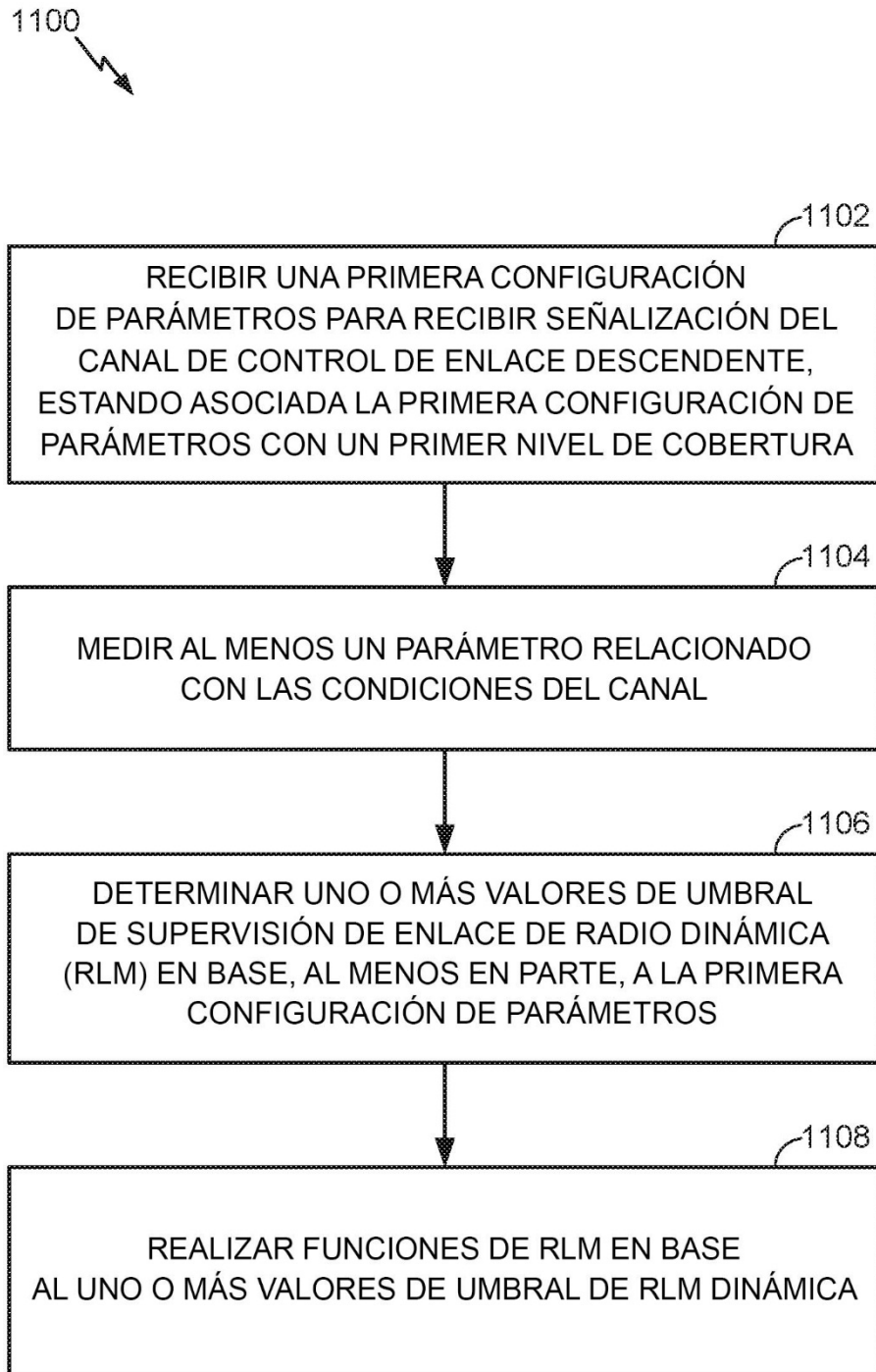


**FIG. 9**

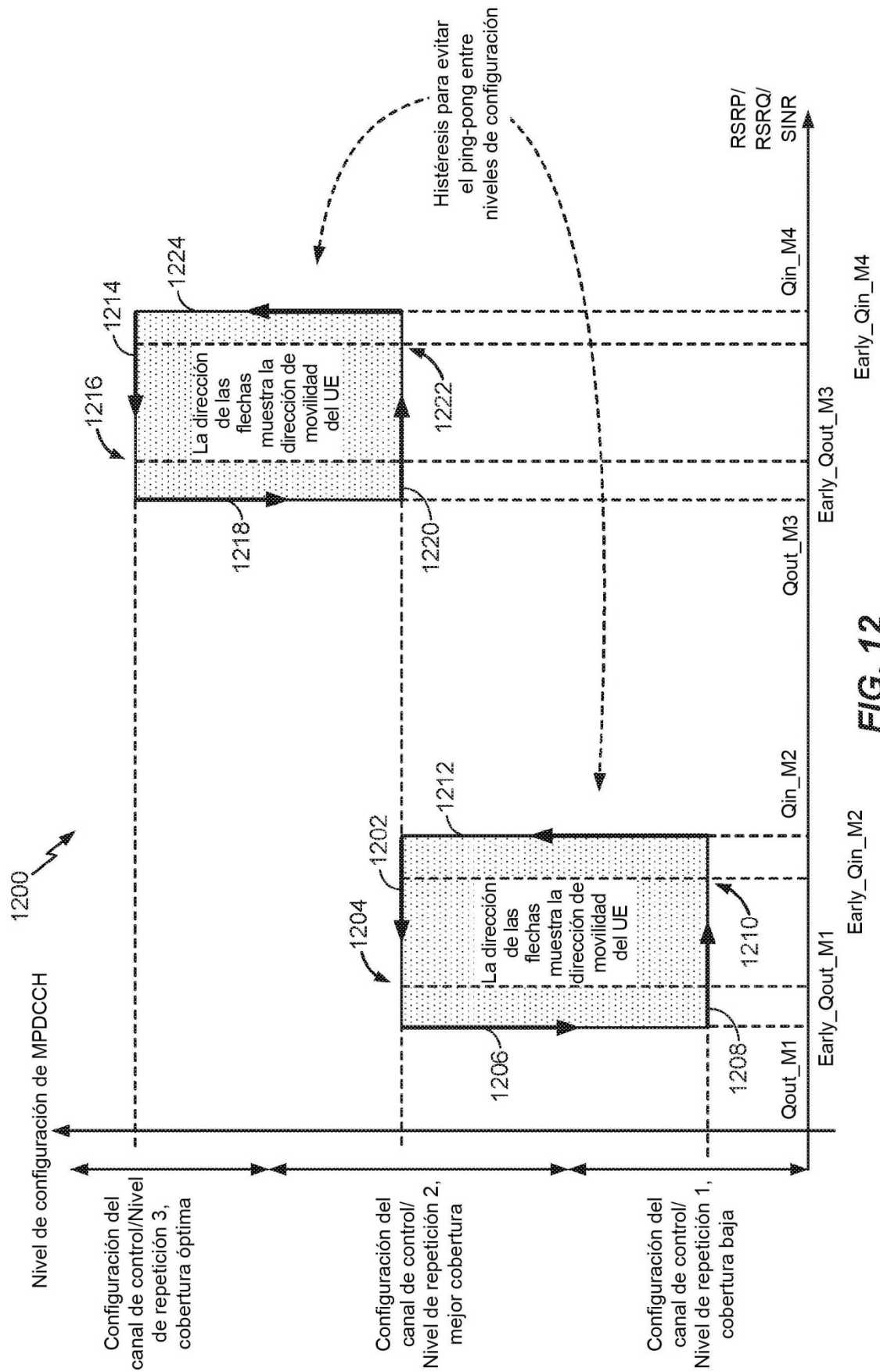


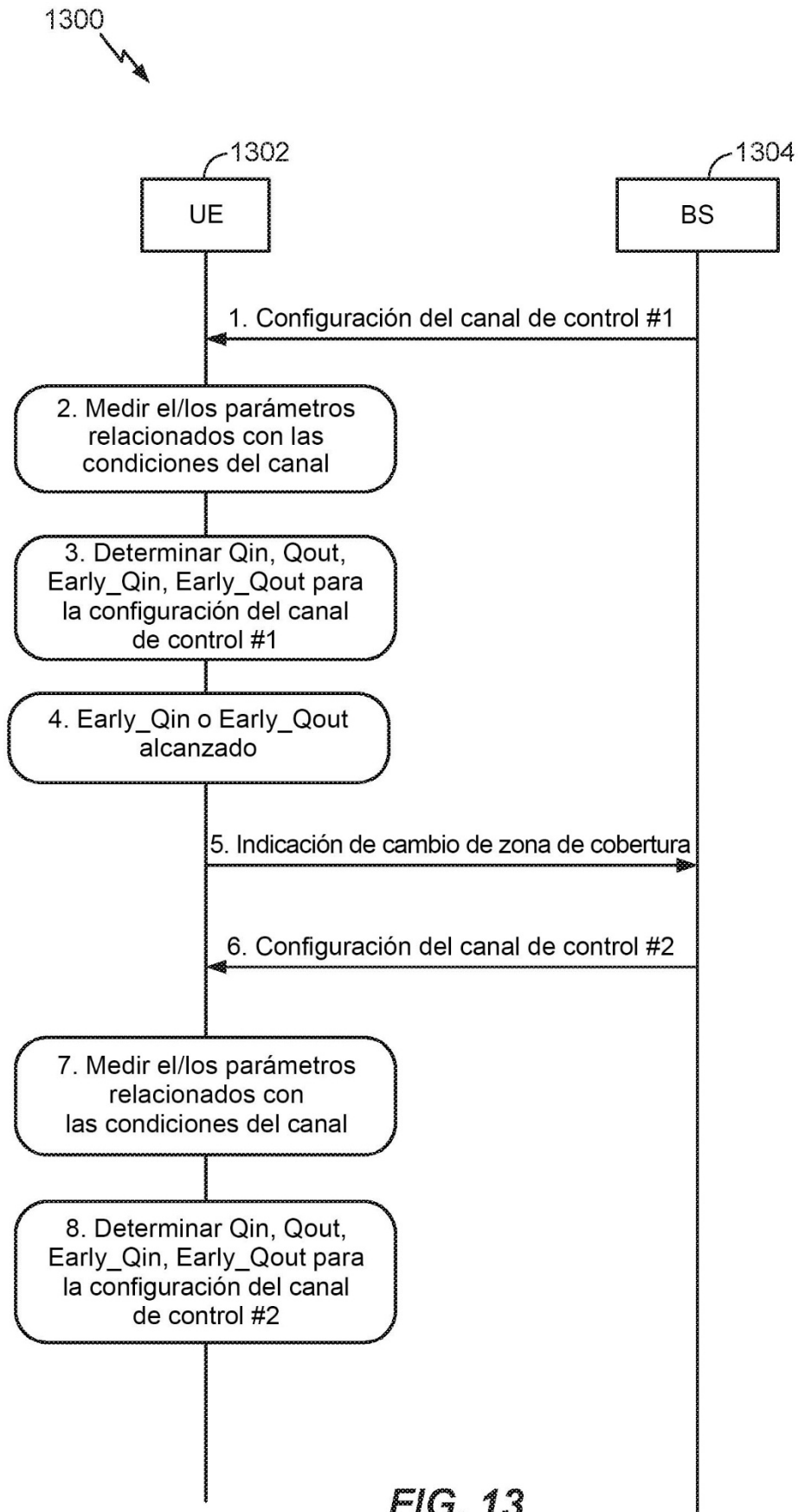
**FIG. 10**



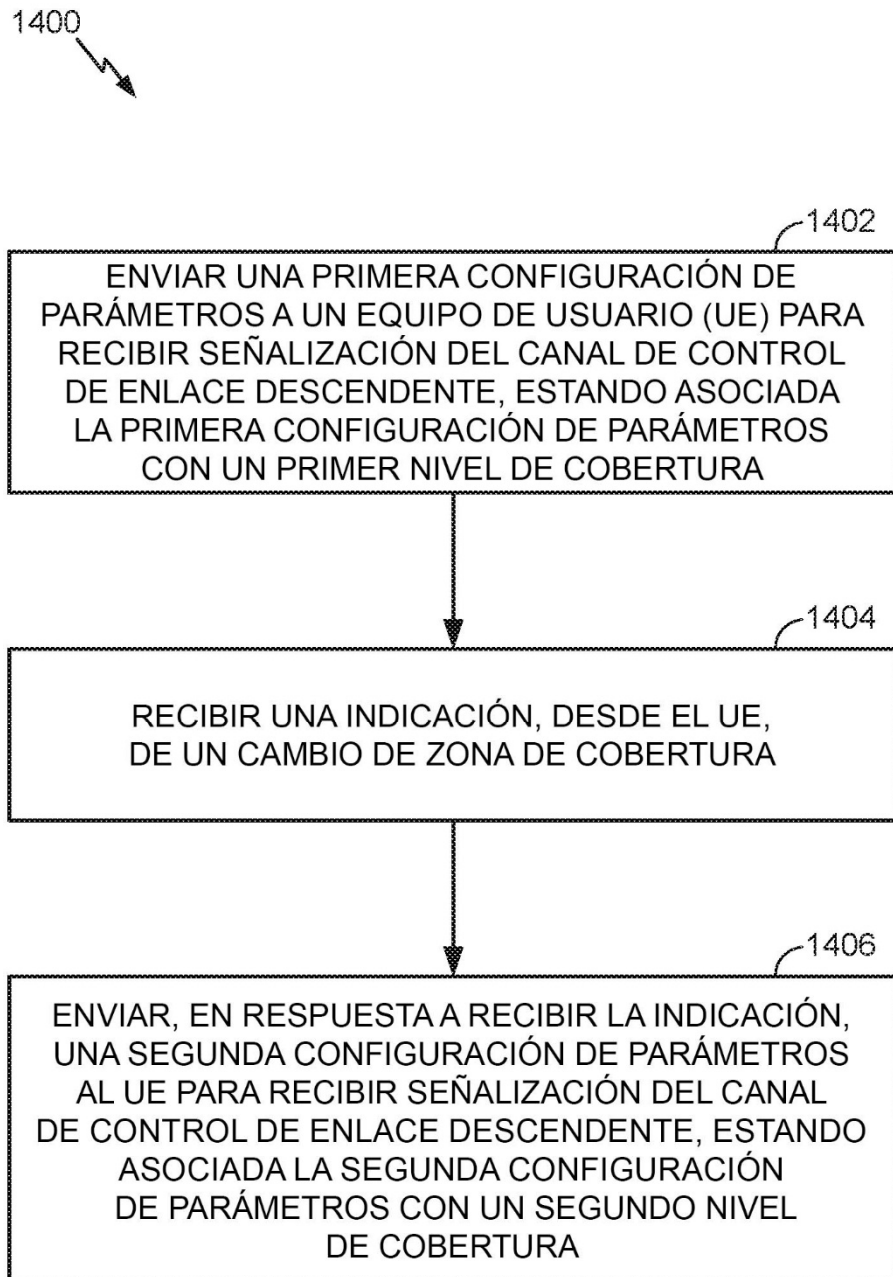


**FIG. 11**





**FIG. 13**



**FIG. 14**

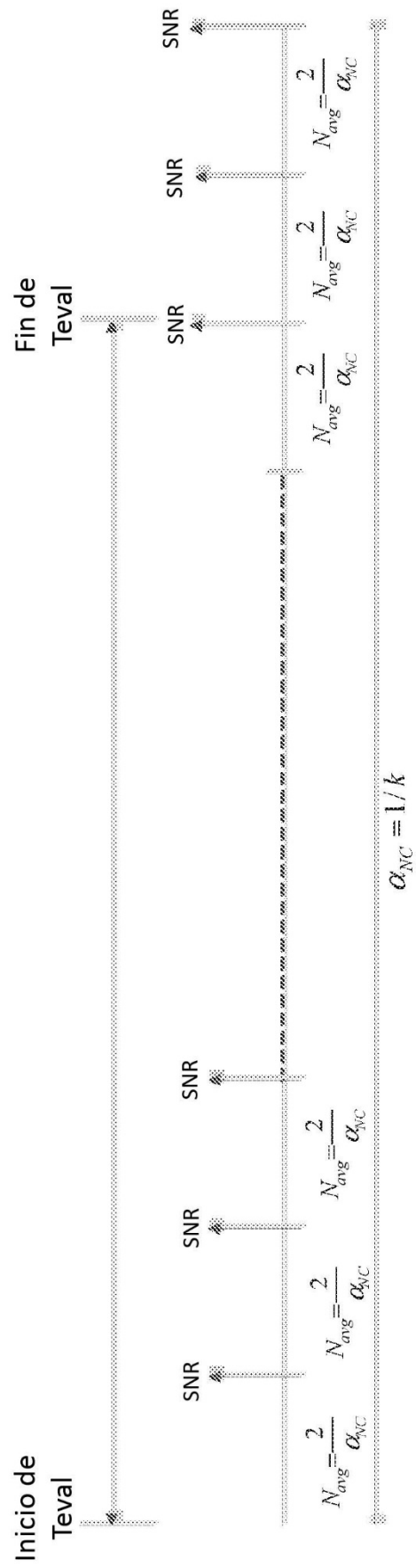


FIG. 15

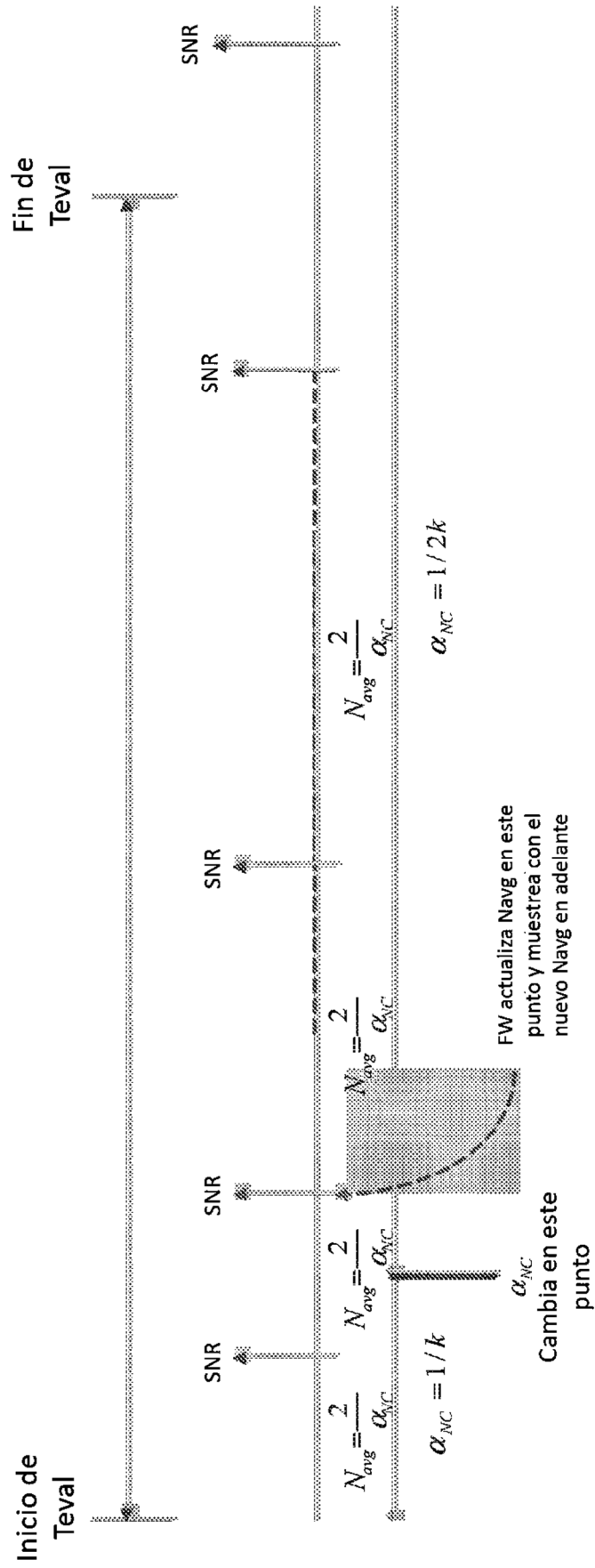


FIG. 16

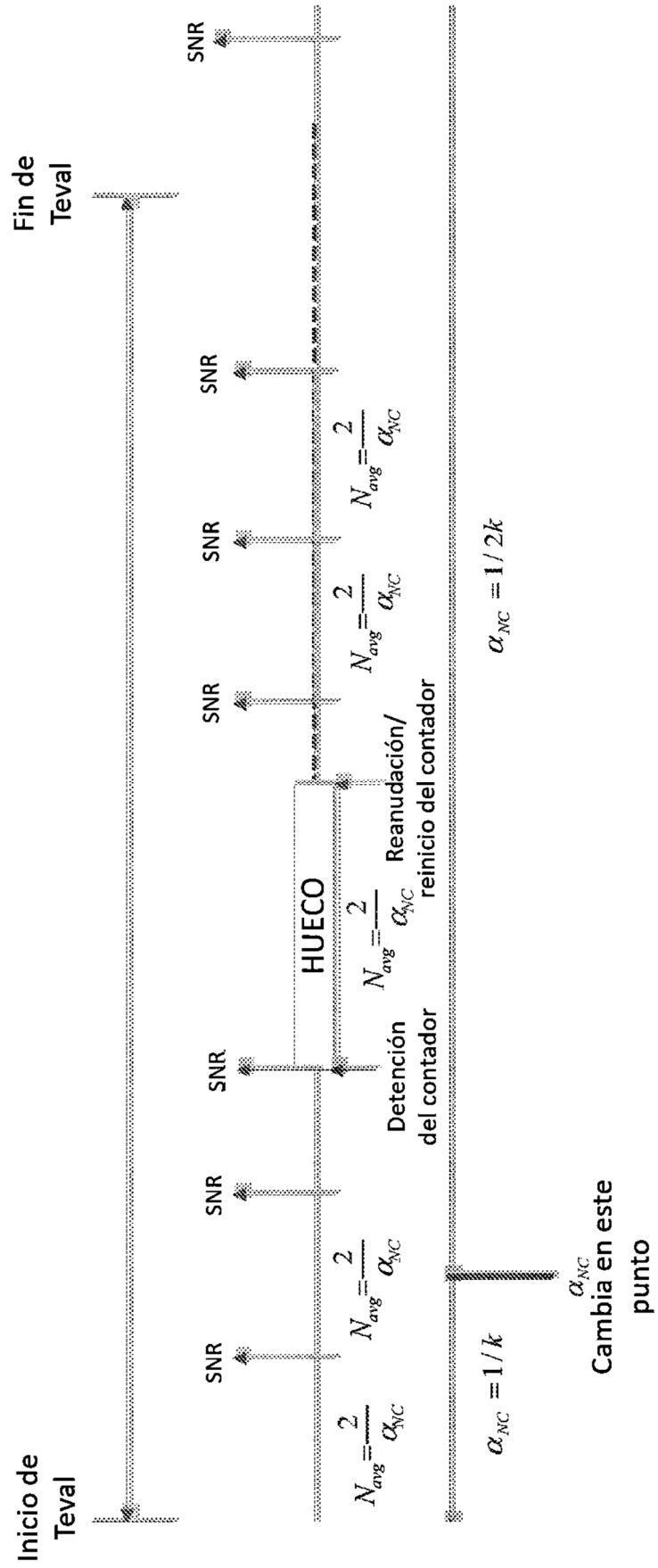


FIG. 17

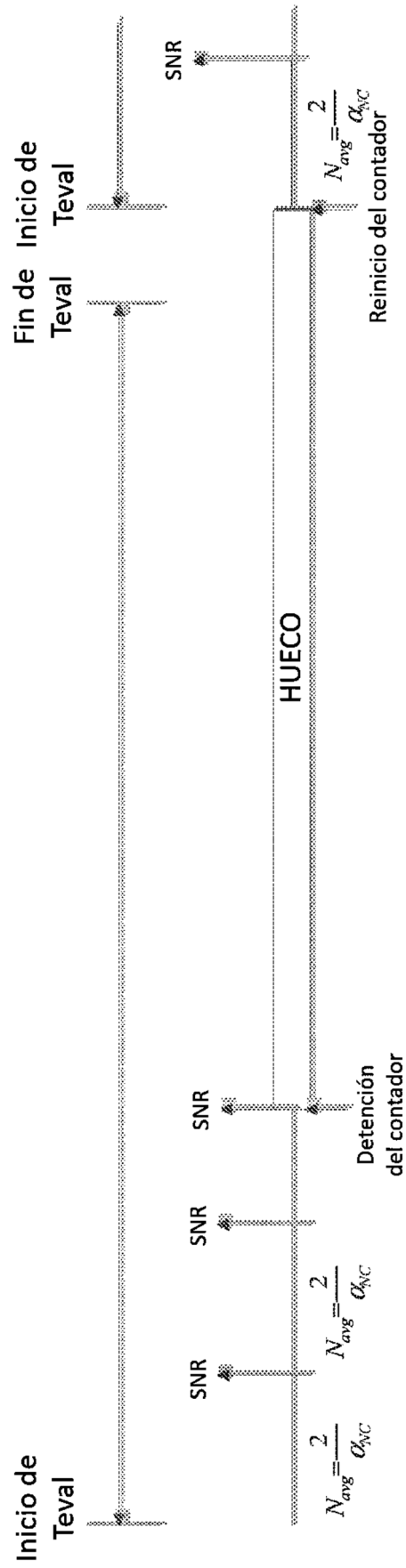


FIG. 18