(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 786 977**

(51) Int. CI.:

H04W 52/02 (2009.01)
H04B 7/06 (2006.01)
H04W 24/10 (2009.01)
H04W 28/02 (2009.01)
H04W 16/28 (2009.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.05.2017 PCT/SE2017/050489**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **16.11.2017 WO17196247**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.05.2017 E 17726720 (0)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2020 EP 3456107**

(54) Título: **Optimización de medición de modo inactivo**

(30) Prioridad:

13.05.2016 US 201615154403

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.10.2020

(73) Titular/es:

TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL) (100.0%)
164 83 Stockholm, SE

(72) Inventor/es:

LINCOLN, BO;
KARIPIDIS, ELEFTHERIOS;
SEMAAN, ELIANE;
HESSLER, MARTIN;
BALDEMAIR, ROBERT y
PALENIUS, TORGNY

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Optimización de medición de modo inactivo

CAMPO TÉCNICO

La presente descripción se refiere generalmente a realizar mediciones para la gestión de recursos de radio y, más particularmente, se refiere a métodos y aparatos para realizar mediciones en modo inactivo.

ANTECEDENTES

En cualquier sistema celular, es muy importante que los nodos móviles a batería (en lo sucesivo denominados en la presente memoria "equipo de usuario" o "UE") puedan pasar la mayoría de su tiempo en un estado de baja actividad para conservar energía. Típicamente, un sistema celular tendrá uno o más modos "activos" definidos, en los que el UE es controlado por la red y se le instruye unirse a cierta celda, tomar ciertas mediciones, etc. El sistema generalmente también tendrá uno o más modos "en reposo" o "inactivo", en donde el UE típicamente escucha solo ciertas señales de la red y toma sus propias decisiones respecto de a qué celda o celdas escuchar y cuándo devolver informes de actualizaciones de estado.

La mayoría de los UE en la mayoría de los sistemas celulares hoy en día gastan la mayoría de su tiempo en modo inactivo y, por lo tanto, es de máxima importancia que los UE puedan consumir la menor cantidad de potencia posible en estado inactivo.

En un sistema celular como la red de acceso de radio (RAN) de 5ª generación actualmente definida por la Asociación de 3ª Generación (3GPP) y frecuentemente denominada "New Radio" o "NR", la conformación de haces puede utilizarse para la transmisión de señales de información de celdas. La "conformación de haces" en la presente memoria se refiere a una transmisión (habitualmente) altamente direccional de la energía de señal para una determinada señal o conjunto de señales, por ejemplo, con anchos de haz 3-dB menores que, con frecuencia sustancialmente menores que, 90 grados en el plano horizontal, para transmisiones de enlace descendente. Si bien las transmisiones convencionales están dimensionadas en cierta medida, por ejemplo, para evitar transmitir energía excesiva en una dirección vertical y/o para dirigir la mayoría de la energía de señal a un sector de celda particular, las transmisiones con conformación de haces descritas en la presente memoria están dimensionadas intencionalmente en mayor medida, de modo que, por ejemplo, cualquier haz de enlace descendente dado proporcione resistencias de señales útiles solo dentro de una pequeña fracción del área generalmente servida por el nodo de transmisión. Por consiguiente, para servir a toda el área, el nodo de transmisión puede utilizar múltiples, y tal vez muchos, haces, que pueden estar multiplexados por tiempo, multiplexados por frecuencia, o ambos.

La conformación de haces de señales de información de celdas o señales de difusión, como los denominados símbolos de referencia de movilidad, puede realizarse por varias razones, en vez de transmitirlas por toda una celda. Una razón es para aumentar la ganancia de antena eficaz del transmisor, por ejemplo, para compensar mayor pérdida de ruta en bandas de alta frecuencia o para permitir una cobertura extendida en frecuencias tradicionales. Otra razón es para obtener un posicionamiento espacial aproximado de un UE, en función de la direccionalidad del haz.

Típicamente, las señales de información celular formada por haces se multiplexan en el tiempo entre haces de modo de poder usar potencia de salida elevada para cada haz.

US 2013/229931 A1 describe métodos para gestionar una terminal en un entorno HetNet.
US 2008/160918 A1 describe un método y aparato para realizar mediciones mediante un UE en un sistema de comunicación móvil.
WO 2016/064048 A1 describe un método para monitorear un canal de control descendente en un sistema de comunicación inalámbrica.

COMPENDIO

Con las señales de información celular formada por haces, existe un factor de multiplicación introducido con respecto a la cantidad de señales que un UE en modo inactivo deberá buscar y medir. En un sistema convencional donde la información celular no está formada por haces, existe típicamente una señal a medir para cada "celda", para el mismo tipo de "celda" donde la información celular está formada por haces, puede haber varias decenas de señales o haces, tales como haces que transportan señales de referencia de movilidad, para buscar. Esto puede aumentar el consumo de energía para un UE en modo inactivo, especialmente si las señales se multiplexan en el tiempo, ya que la búsqueda de dichos haces requiere que el receptor de UE esté encendido durante extensos períodos de tiempo.

Las realizaciones que se describen en la presente memoria para abordar estos problemas incluyen métodos realizados por un UE u otro dispositivo inalámbrico que funciona en modo inactivo, en donde funcionar en modo inactivo comprende activar intermitentemente los circuitos receptores para monitorear y/o medir señales. Estos métodos comprenden, mientras el dispositivo inalámbrico se encuentra en este modo inactivo, y mientras los circuitos receptores están activados, realizar una medición en cada uno de los múltiples recursos de un conjunto

predeterminado de recursos o demodular y decodificar información de cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos, en donde cada uno de los recursos en el conjunto predeterminado de recursos está definido por uno o más de un haz, un tiempo y una frecuencia. En algunas realizaciones, cada uno de los recursos en este conjunto predeterminado de recursos se define como un haz. Los métodos además incluyen evaluar la medición o la información demodulada y decodificada para cada uno de la pluralidad de recursos contra un criterio predeterminado, y luego descontinuar la realización y evaluación de mediciones, o discontinuar la demodulación y decodificación y evaluación de información, en respuesta a determinar que se cumple con el criterio determinado, de modo que uno o más recursos en el conjunto predeterminado de recursos no se miden ni se demodulan ni decodifican. Los métodos además comprenden desactivar los circuitos receptores activados, en respuesta además a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado.

En algunas realizaciones, el criterio predeterminado comprende uno o más de los siguientes: que un nivel de potencia recibido, o una relación de señal a interferencia más ruido (SINR) medida, o una relación de señal a ruido (SNR) se encuentre por encima de un umbral predeterminado, para uno o para una cantidad predeterminada de recursos; que la información celular pueda decodificarse correctamente de uno o para una cantidad predeterminada de recursos; y que la información decodificada de uno o para una cantidad predeterminada de recursos indique un cambio en el funcionamiento para el dispositivo inalámbrico.

En algunas realizaciones, la interrupción se realiza en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado para uno de los recursos. En algunas realizaciones, el método además comprende, antes de dicha realización o demodulación y decodificación, y antes de tal evaluación, interrupción y desactivación, determinar un orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos, de mayor a menor, en donde tal realización o demodulación y decodificación es según el orden de prioridad, de mayor a menor. Esta determinación del orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos puede basarse en uno o más de cualquiera de los siguientes, por ejemplo: tiempo de recurso de radio para uno o más de los recursos; y cualidades de señal medida o propiedades de medición de mediciones anteriores de uno o más recursos. En algunas realizaciones, determinar el orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos se basa en información respecto de la probabilidad de utilidad para uno o más de los recursos, en donde la información se recibe de otras fuentes o listas celulares vecinas.

Otras realizaciones descritas en la presente memoria incluyen dispositivos inalámbricos adaptados para realizar un método de acuerdo con cualquiera de los resumidos anteriormente.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 ilustra una arquitectura lógica de alto nivel para NR y LTE.
La Figura 2 muestra una arquitectura lógica de NR y LTE.
La Figura 3 ilustra estados de UE LTE/NR.
La Figura 4 incluye un diagrama en bloques de procesamiento de multiplexación por división de frecuencia ortogonal (OFDM) filtrado/en ventana y muestra el mapeo de subportadoras al plano de tiempo-frecuencia.
La Figura 5 muestra las ventanas de un símbolo OFDM.
La Figura 6 ilustra tipos de submarco básicos.
La Figura 7 ilustra un ejemplo de construcción de una señal de referencia de movilidad y acceso (MRS).
La Figura 8 muestra configuración del área de rastreo.
La Figura 9 es un diagrama de flujo de señales que ilustra un procedimiento para la actualización del área RAN de rastreo (TRA).
La Figura 10 muestra opciones para formas de haces.
La Figura 11 es un diagrama de flujo de señalización que ilustra un procedimiento de movilidad en modo activo.
La Figura 12 es un diagrama de flujo de señalización que ilustra la selección de haces en función de la medición de enlace ascendente.
La Figura 13 es un diagrama de flujo de señalización que ilustra la selección de haces inter-nodo en función de la medición de enlace ascendente.
La Figura 14 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un ejemplo de método en un dispositivo inalámbrico.
La Figura 15 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra otro ejemplo de método en un dispositivo inalámbrico.
La Figura 16 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra aun otro ejemplo de método en un dispositivo inalámbrico.
La Figura 17 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de dispositivo inalámbrico.
La Figura 18 es un diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de equipo de red de radio.
La Figura 19 es otro diagrama de bloques que ilustra un ejemplo de dispositivo inalámbrico.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Como se describe anteriormente, las señales de información celular formada por haces crean posibles problemas con respecto al consumo de energía para dispositivos inalámbricos o UE, que funcionan en modo inactivo. En un sistema convencional donde la información celular no está formada por haces, existe típicamente una señal a medir

para cada celda, en donde “celda” se refiere al área geográfica cubierta por las señales transmitidas por un punto de acceso a la red celular, para el mismo tipo de celda donde la información celular está formada por haces, puede haber varias decenas de señales o haces, tales como haces que transportan señales de referencia de movilidad, para buscar. Esto puede aumentar el consumo de energía para un UE en modo inactivo, especialmente si las señales se multiplexan en el tiempo ya que la búsqueda de dichos haces requiere que el receptor de UE esté encendido durante extensos períodos de tiempo.

Las técnicas y aparatos descritos en la presente memoria abordan estos problemas al reducir o limitar el consumo de energía en modo inactivo en un sistema celular mediante el uso de señales de información celular formada por haces, por ejemplo, en un sistema como el sistema NR de 3GPP. Las técnicas y aparatos descritos en la presente memoria lo hacen limitando la medición y la secuencia de búsqueda celular en el UE, en función de la calidad de la señal de las señales de información celular formada por haces que ya hayan sido medidas. Para cada instancia de medición, el UE puede centrar su búsqueda en señales fuertes conocidas anteriormente y simultáneamente buscar nuevas celdas en esa portadora. Si se verifica que las señales fuertes conocidas anteriormente son lo suficientemente fuertes, se puede detener la secuencia de medición de modo que el UE no busque cada posible señal de información celular. Asimismo, si se recibe una o una cantidad predeterminada de señales de información celular y se determina que son lo suficientemente fuertes, se puede detener la secuencia de medición nuevamente de modo que el UE no busque cada señal de información celular en un conjunto predeterminado de señales entre las cuales se realiza la búsqueda.

Una ventaja de varias realizaciones descritas en la presente memoria es que las duraciones de las mediciones para un UE en modo inactivo se pueden reducir drásticamente en aquellas circunstancias donde el UE puede rápidamente determinar que tiene una calidad de señal “suficientemente buena” para una o más señales de información celular, en donde “suficientemente buena” se refiere a que la calidad de señal cumple con uno o más criterios predeterminados.

Se proporcionan a continuación detalles de estas técnicas y aparatos, incluida una descripción detallada de varias realizaciones específicas. Sin embargo, primero, se presentan descripciones de varios conceptos, arquitecturas de sistemas/redes y diseños detallados para varios aspectos de una red de comunicación inalámbrica dirigida a abordar los requisitos y casos de uso para redes de quinta generación (denominadas “5G”), para proporcionar contexto a la descripción de las operaciones en modo inactivo que siguen. Debería apreciarse, sin embargo, que una red 5G real puede incluir algunos o todos estos rasgos detallados descritos a continuación. Si apreciará además que las técnicas y aparatos descritos en la presente memoria para realizar mediciones en modo inactivo no se limitan a las denominadas redes 5G, pero se pueden usar en y/o adaptarse para otras redes inalámbricas.

En la descripción que sigue, la red de comunicación inalámbrica, que incluye dispositivos inalámbricos, redes de acceso de radio y redes centrales, se denomina “NR”. Se entenderá que el término “NR” se usa en la presente memoria simplemente como una etiqueta, por comodidad. Las implementaciones de los dispositivos inalámbricos, equipos de redes de radio, nodos de redes y redes que incluyen algunos o todos los rasgos detallados en la presente memoria, pueden, por supuesto, denominarse de diversas maneras. En el desarrollo futuro de especificaciones para 5G, por ejemplo, se pueden usar otros términos; se entenderá que algunos o todos los rasgos descritos en la presente memoria pueden aplicarse directamente a estas especificaciones. Asimismo, mientras las diversas tecnologías y rasgos descritos en la presente memoria se dirigen a una red de comunicación inalámbrica “5G”, implementaciones específicas de los dispositivos inalámbricos, equipos de redes de radio, nodos de redes y redes que incluyen algunas o todas las rasgos detallados en la presente memoria, pueden o no denominarse “5G”.

NR se dirige a casos de uso nuevos, por ejemplo, para automatización en la fábrica, así como banda ancha móvil extrema (MBB) y se puede desplegar en una amplia variedad de bandas del espectro, que exige un alto grado de flexibilidad. El espectro licenciado sigue siendo una piedra angular para el acceso inalámbrico de NR, pero el espectro no licenciado (independiente, así como asistido por licencia) y varias formas de espectro compartido (por ejemplo, la banda 3,5 GHz en EU) tienen soporte nativo. Se soporta una amplia variedad de bandas de frecuencia desde menos de 1 GHz hasta casi 100 GHz. Es de principal interés asegurar que el NR se pueda desplegar en una variedad de bandas de frecuencia, en donde algunas se dirigen a la cobertura en regiones de frecuencia menores debajo de 6 GHz, algunas proporcionan un equilibrio de cobertura, penetración desde el exterior al interior y ancho de banda amplio de hasta 30 GHz y finalmente algunas bandas por encima de 30 GHz que manejarán casos de uso de ancho de banda amplio pero posiblemente como una desventaja en la complejidad de despliegue y cobertura. Tanto FDD como TDD dinámico, en donde el programador asigna la dirección de transmisión de forma dinámica, son parte del NR. Sin embargo, se entiende que los despliegues más prácticos de NR probablemente estarán en el espectro no apareado, lo que pronostica la importancia del TDD.

El diseño ultra-ajustado donde las transmisiones son independientes con señales de recipiente transmitidas junto con los datos, minimiza la transmisión de señales. Las terminales no hacen suposiciones sobre el contenido de un submarco salvo que estén programadas para ello. La consecuencia es una eficiencia energética considerablemente mejorada ya que se minimiza la señalización no directamente relacionada con datos del usuario.

Se soportan los despliegues independientes, así como el estrecho interfuncionamiento con LTE. Dicho

interfuncionamiento es conveniente para la experiencia coherente para el usuario con NR cuando se usa a mayores rangos de frecuencias o con introducción de NR con cobertura limitada. La arquitectura de red de acceso de radio (RAN) puede gestionar una mezcla de estaciones solo NR, solo LTE o estaciones base de doble estándar. Los eNB ("nodos B evolucionados", terminología 3GPP para una estación base) están conectados entre sí mediante nuevas interfaces que se espera estandarizar. Se prevé que estas nuevas interfaces serán una evolución de las interfaces existentes S1 y X2 para soportar rasgos tales como empalme de redes, activación de señales a demanda, escisiones entre plano del usuario/plano de control en la red central (CN) y soportar un nuevo estado inactivo conectado como se describe en la presente memoria. Como se describe a continuación, las estaciones base LTE-NR pueden compartir al menos capas de protocolo de interfaz de radio mayores integradas, tales como las capas del protocolo de convergencia de datos en paquetes (PDCP) y de control de recursos de radio (RRC), así como conexión común con el núcleo de paquetes evolucionada (EPC).

NR separa transmisiones de datos dedicadas de las funciones de acceso del sistema. Estas últimas incluyen distribución de información del sistema, funcionalidad de establecimiento de conexiones y paginación. La transmisión de la información del sistema se minimiza y no es transmitida necesariamente desde todos los nodos que manejan datos en el plano de usuario. Esta separación beneficia la formación de haces, la eficiencia energética y el soporte de nuevas soluciones de despliegue. En particular, este principio de diseño permite que la densificación aumente la capacidad de plano de usuario sin aumentar la carga de señalización.

A continuación, se detalla un diseño simétrico con OFDM en las direcciones de enlace ascendente y de enlace descendente. Para manejar la amplia variedad de frecuencias portadoras y despliegues, se pueden usar números escalables. Por ejemplo, el nodo de alta frecuencia de área local usa un gran espaciado de subportadora y un prefijo cíclico más corto que un nodo de alta frecuencia de área extendida. Para soportar una latencia muy baja, se propone un submarco corto con ACK/NACK rápido (reconocimiento/reconocimiento negativo) con la posibilidad de la agregación de submarco para servicios críticos de menos latencia. También, el acceso basado en la contención es parte de NR para facilitar el acceso rápido iniciado por UE. Se pueden usar nuevos esquemas de codificación tales como códigos polares o diversas formas de códigos de comprobación de paridad de baja densidad (LDPC) en vez de códigos turbo, para facilitar la rápida decodificación de altas velocidades de datos con un área de chip razonable. Los ciclos de larga recepción discontinua (DRX) y un nuevo estado de UE, RRC inactivo, en donde se mantiene el contexto de la RAN de UE, permiten la rápida transición al modo activo con señalización de control reducida.

Al permitir el potencial total de tecnología multi-antena es una piedra angular del diseño de NR. Se soporta la formación de haces híbrida y se explotan las ventajas con formación de haces digital. La formación de haces específica del usuario a través de transmisiones independientes es conveniente para cobertura, especialmente a altas frecuencias. Por la misma razón, la formación de haces de transmisión de UE (TX) se propone como un componente ventajoso, al menos para bandas de alta frecuencia. La cantidad de elementos de antena puede variar desde una cantidad relativamente pequeña de elementos de antena (por ejemplo, de 2 a 8) en despliegues tipo LTE hasta muchos cientos, en donde una gran cantidad de elementos de antena individualmente orientables o activos se usan para la formación de haces, MIMO de un usuario y/o MIMO multi-usuario para desatar el potencial total de MIMO masivo. Las señales de referencia y los rasgos de control de acceso medio (MAC) están diseñados para permitir la explotación de esquemas basados en reciprocidad. La conectividad multi-punto, en donde una terminal está conectada simultáneamente con dos o más puntos de transmisión, se puede usar para proporcionar diversidad/solidez, al transmitir los mismos datos desde múltiples puntos. NR incluye un concepto de movilidad basado en haces para soportar de forma eficiente la formación de haces de alta ganancia. Este concepto es transparente para el traspaso de haces inter- e intra-eNB. Cuando los haces de enlace son relativamente estrecho, los haces de movilidad deberían rastrear el UE con alta precisión para mantener una buena experiencia de usuario y evitar la falla de enlace. El concepto de movilidad sigue el principio de diseño ultra-ajustado al definir un conjunto de señales de referencia de movilidad de enlace descendente configurable en la red que se transmiten a demanda, cuando se necesitan mediciones de movilidad desde el UE. La movilidad basada en mediciones de enlace ascendente también se puede usar con estaciones base adecuadas que soportan reciprocidad.

Los servicios de banda ancha móvil 5G (MBB) requieren una variedad de diferentes anchos de banda. En el extremo inferior de la escala, el soporte para conectividad de máquina masiva con anchos de banda relativamente bajos será conducido por consumo de energía total en el equipo del usuario. Por el contrario, pueden ser necesarios anchos de banda muy amplios para escenarios de alta capacidad, por ejemplo, video 4K y medios futuros. La interfaz área de NR se centra en servicios de ancho de banda alta y se diseña alrededor de la disponibilidad de asignaciones de espectro preferentemente contiguas y extensas.

Los requisitos de alto nivel tratados por el sistema NR descritos en la presente memoria incluyen uno o más de:

1) Soporte para bandas de frecuencia mayores con ancho de banda de la portadora más amplia y velocidades pico mayores. Cabe destacar que este requisito motiva nuevos números, como se detalla a continuación.
2) Soporte para menor latencia, que requiere intervalos de tiempo de transmisión (TTI) más cortos y más flexibles, nuevas estructuras de canales, etc.

3) Soporte para despliegues muy densos, despliegues de bajo consumo y uso intenso de formación de haces, habilitado por, por ejemplo, la remoción de limitaciones de legado con relación a la señal de referencia específica de la celda (CRS), canal de control de enlace descendente físico (PDCCH), etc.
4) Soporte de nuevos casos de uso, servicios y clientes tales como escenarios de comunicación de tipo máquina (MTC) incluidos los denominados escenarios de vehículo a todo (V2X), etc. Esto puede incluir uso de espectro más flexible, soporte para latencia muy baja, velocidades pico más altas, etc.

A continuación, obra la descripción de la arquitectura de NR, seguida de una descripción de la interfaz de radio para NR. Luego le sigue una descripción de una variedad de tecnologías y rasgos soportados por la arquitectura de NR e interfaz de radio. Debería entenderse que mientras la siguiente descripción detallada proporciona una discusión global de diversos aspectos de un sistema de comunicación inalámbrica, en donde se obtienen varias ventajas mediante combinaciones de muchos de los rasgos y tecnologías descritos, no es necesario que todas las tecnologías y rasgos descritos en la presente memoria estén incluidos en un sistema para que el sistema se beneficie de las tecnologías y rasgos descritos. Por ejemplo, mientras se proporcionan detalles de cómo NR puede estar integrado estrechamente con LTE, también es útil una versión independiente de NR. Más generalmente, salvo cuando se describe específicamente en la presente memoria un rasgo dado como dependiente de otro rasgo, cualquier combinación de muchas tecnologías y rasgos descritos en la presente memoria puede ser beneficiosa.

La arquitectura de NR soporta despliegues independientes y despliegues que pueden estar integrados con LTE o potencialmente, cualquier otra tecnología de comunicación. La siguiente descripción se centra mucho en el caso integrado de LTE. Sin embargo, cabe destacar que supuestos de arquitecturas similares también se aplican al caso independiente de NR o a la integración con otras tecnologías.

La Figura 1 muestra la arquitectura lógica de alto nivel para un ejemplo de sistema que soporta NR y LTE. La arquitectura lógica incluye eNB solo NR y solo LTE, así como eNB que soporta NR y LTE. En el sistema ilustrado, los eNB están conectados entre sí con una interfaz eNB-a-eNB dedicada denominada en la presente interfaz X2*, y con la red central con una interfaz eNB-a-CN dedicada denominada en la presente interfaz S1*. Claro que los nombres de estas interfaces pueden variar. Como se observa en la figura, es evidente una escisión entre la red central/red de acceso de radio (CN/RAN), como el caso del subsistema de paquete evolucionado (EPS).

Las interfaces S1* y X2* pueden ser una evolución de las interfaces existentes S1 y X2, para facilitar la integración de NR con LTE. Estas interfaces pueden estar potenciadas para soportar rasgos de tecnología de acceso multi-radio (RAT) para conectividad doble (DC) de NR y LTE, servicios potencialmente nuevos (IoT u otros servicios 5G), y rasgos tales como empalme de redes (donde, por ejemplo, diferentes empalmes y funciones de CN pueden requerir diferentes diseño de CN), activación a demanda de señales de referencia de movilidad, nuevas soluciones de multi-conectividad, empalmes potencialmente nuevos de plano de usuario/plano de control en el CN, soporta para un nuevo estado inactivo conectado, etc.

La Figura 2 muestra la misma arquitectura lógica que la Figura 1, pero ahora también incluye un ejemplo de una arquitectura interna de eNB, que incluye posibles escisiones de protocolos y mapeo a diferentes sitios.

A continuación, hay rasgos de la arquitectura descritos en la presente memoria:

- LTE y NR pueden compartir al menos capas de protocolo de interfaz de radio mayores integradas (PDCP y RRC) así como una conexión común S1* con el núcleo de paquetes (EPC)
- El uso de LTE o NR para UE con capacidad 5G puede ser transparente al EPC (si fuera conveniente). La escisión funcional RAN / CN sobre S1* se basa en la escisión de corriente usada sobre S1. Sin embargo, cabe destacar que esto no excluye mejoras a S1* en comparación con S1, por ejemplo, para soportar nuevos rasgos tales como empalme de redes.
- La arquitectura de red 5G soporta la colocación flexible (despliegue) de funcionalidad CN (EPC) por empalme de usuarios/flujos/redes.
- Se soporta la centralización de PDCP/RRC. No es necesario que la interfaz entre PDCP/RRC y entidades de capas menores esté estandarizada (aunque puede estarlo) pero puede ser propia (específica del proveedor).
    - La interfaz de radio se diseña para soportar flexibilidad de arquitectura (permitiendo múltiples despliegues funcionales posibles, por ejemplo, centralizados/distribuidos).
    - La arquitectura también soporta PDCP/RRC completamente distribuido (como en el caso de LTE hoy en día).
- Para soportar conectividad doble NR/LTE con PDCP y RRC centralizados, NR soporta un empalme en algún lugar entre las capas RRC/PDCP y la capa física, por ejemplo, en la capa PDCP. El control de flujo puede implementarse sobre X2*, al soportar la escisión de PDCP y control de enlace de radio (RLC) en diferentes nodos.
- PDCP se escinde en una parte PDCP-C, se usa para portadoras de señalización de radio (SRB), y parte PDCP-U usada para portadoras de radio usuarios (URB) que se pueden implementar y desplegar en

diferentes lugares.
- La arquitectura soporta escisiones basadas en interfaz de radio pública común (CPRI) entre unidades de radio (RU) y unidades de banda base (BBU), pero también otras escisiones donde se mueve algo del procesamiento a la RU/Antena para reducir el ancho de banda de alcance frontal necesario hacia la BBU (por ejemplo, cuando se soporta un ancho de banda muy grande, muchas antenas).

Cabe destacar que, a pesar de la descripción anterior, son posibles escisiones alternativas de RAN/CN mientras todavía se mantienen muchos de los rasgos y ventajas descritos en la presente memoria.

Esta sección describe los diferentes estados de UE en NR y LTE, y se enfoca en los estados en reposo de UE o estados “inactivos”. En LTE, se soportan dos tipos estados en reposo diferentes:

- ECM_IDLE/RRC_IDLE, en donde solo el contexto de la Red Central (CN) se almacena en el UE. En este estado, el UE no tiene contexto en la RAN y es conocido a nivel del área de Rastreo (o Lista de Área de Rastreo). (El contexto de la RAN está creado nuevamente durante la transición a RRC_CONNECTED.) La movilidad es controlada por el UE, en función de parámetros de una nueva selección celular proporcionados por la red:
- ECM_CONNECTED/RRC_CONNECTED con DRX configurada en UE. En este estado, se conoce el UE a nivel celular y la red controla la movilidad (traspasos).

Fuera de estos dos estados, ECM_IDLE/RRC_IDLE es el estado en reposo de UE primario en LTE para terminales inactivas. También se usa RRC_CONNECTED con DRX, sin embargo, el UE se libera típicamente al RRC_IDLE después de X segundos de inactividad (donde X está configurado por el operador y típicamente varía de 10 a 61 segundos). Razones por las cuales puede no ser conveniente mantener el UE en RRC_CONNECTED con DRX incluyen limitaciones en las licencias de software o la capacidad del hardware eNB, u otros aspectos tales como consumo de batería de UE algo superior o un deseo de mantener bajo el número de Fallas de Traspaso.

Dado que al iniciar la transmisión de datos desde ECM_IDLE in LTE implica significativamente más señalización en comparación con transmisiones de datos desde "RRC_CONNECTED con DRX", el estado "RRC_CONNECTED con DRX" está mejorado en NR para convertirse en el estado en reposo primario. La mejora incluye agregar soporte a la movilidad controlada por UE dentro de un área local, evitando así la necesidad de que la red monitoree activamente la movilidad de UE. Cabe destacar que este enfoque permite la posibilidad de que la solución de LTE pueda evolucionar adicionalmente para crear un estado en reposo Conectado a RRC para NR y LTE.

A continuación, siguen rasgos de este estado en reposo de UE NR, que se denomina en la presente RRC_CONNECTED DORMANT (o RRC DORMANT abreviado):

- Soporta DRX (de milisegundos a horas).
- Soporta movilidad controlada por UE, por ejemplo, el UE puede moverse alrededor en un Área RAN de Rastreo (TRA) o lista TRA sin notificar a los empalmes de redes (TRA (lista) a través de LTE y NR).
- La transición hacia y desde este estado es rápida y ligera (según el escenario, ya sea optimizada para ahorro de energía o rendimiento de acceso rápido), por ejemplo, de acuerdo con el almacenamiento y reanudación del contexto de RAN (RRC) en el UE y en la red.

Cuando se trata de soluciones detalladas de cómo se soporta este estado RRC DORMANT, existen diferentes opciones en función de diferentes niveles de participación de CN. Una opción es la siguiente:

- El CN no sabe si el UE está en RRC_CONNECTED DORMANT o RRC_CONNECTED ACTIVE (se describe más adelante), lo que significa que la conexión S1* siempre está activa cuando UE está RRC_CONNECTED, independientemente del subestado.
- Un UE en RRC DORMANT puede moverse alrededor dentro de una TRA o lista TRA sin notificar a la red.
    - La paginación está desencadena por el eNB cuando llega un paquete sobre S1*. La MME puede ayudar al eNB al reenviar mensajes de página cuando no hay conectividad X2* con todos los eNB del área de paginación.
    - Cuando el UE entra en contacto con la red desde RRC DORMANT en un nodo RAN que no tiene el contexto de UE, el nodo RAN trata de alcanzar el contexto de UE del nodo RAN que almacena el contexto. Si esto fuera exitoso, el procedimiento se parece a un traspaso LTE X2 en el CN. Si no se logra alcanzar, el contexto de UE se vuelve a construir a partir del CN.
- El área en donde el UE se puede mover alrededor sin notificar a la red puede comprender un conjunto de Áreas RAN de Rastreo y cubre RAT de LTE y NR, evitando así la necesidad de señalizar cuando se conmuta RAT en RRC DORMANT.

Además del estado RRC DORMANT (optimizado para ahorro de energía), existe un estado RRC_CONNECTED ACTIVE (RRC ACTIVE) usado para la real transmisión de datos. Este estado está optimizado para las transmisiones

de datos, pero le permite a la UE micro suspenderse gracias a la configuración de DRX para escenarios en los cuales no se transmiten datos, pero se desea un muy rápido acceso. Esto se puede denominar configuración de monitoreo dentro del estado RRC ACTIVE. En este estado, la movilidad del nivel de haz o celda UE está controlada y es conocida en la red.

Dada una estrecha integración entre NR y LTE, el deseo de tener un estado en reposo controlado por RAN en NR acciona los requisitos de también soportar un estado en reposo controlado por RAN en LTE para UE con capacidad de NR/LTE. La razón para esto es que para soportar la estrecha integración de NR y LTE, es conveniente una conexión común S1* para LTE y NR. Si se introduce un estado en reposo en el lado NR, sería beneficioso tener un estado en reposo similar en el lado LTE, también con una conexión activa S1* de modo que el UE en reposo pueda moverse entre NR y LTE sin realizar señalizaciones para configurar y derribar la conexión S1*. Este tipo de nueva selección inter-RAT entre LTE y NR puede ser bastante común, especialmente durante despliegues tempranos de NR. Por consiguiente, un estado en reposo basado en RAN común denominado RRC_CONNECTED DORMANT debería introducirse en LTE. El comportamiento de UE en este estado es similar al definido para suspender/reanudar RRC de LTE, sin embargo, la paginación es realizada por RAN y no CN dado que la conexión S1* no se derriba cuando se suspende RRC.

De manera similar, es conveniente un estado RRC_CONNECTED ACTIVE común entre NR y LTE. Este estado está caracterizado porque el UE con capacidad NR/LTE está activo en NR o LTE o ambos. El hecho de que el UE esté activo en NR o LTE o ambos es un aspecto de configuración dentro del estado RRC ACTIVE, y estas condiciones no deberán entenderse como diferentes subestados, dado que el comportamiento de UE es similar independientemente de cuál RAT esté activa. Para dar un ejemplo, en este caso solo uno de los enlaces está activo, independientemente de cuál enlace, el UE está configurado para transmitir datos en uno y a realizar mediciones en otro con fines de movilidad y conectividad doble.

La Figura 3 muestra los estados de UE en un sistema LTE/NR donde LTE soporta los estados comunes RRC_CONNECTED ACTIVE y RRC_CONNECTED DORMANT descritos anteriormente. Estos datos se describen adicionalmente a continuación.

Separado (no configurado por RRC)

- Estado EMM_DETACHED (o EMM_NULL) definido en el Subsistema de Paquete Evolucionado (EPS) cuando el UE está apagado o no está todavía unido al sistema.
- En este estado el UE no tiene ninguna dirección de Protocolo de Internet (IP) y no se puede alcanzar desde la red.
- El mismo estado EPS es válido para accesos NR y LTE.

ECM/RRC_IDLE

- Este es similar al estado actual ECM_IDLE en LTE.
    - o Este estado puede ser opcional.
    - o En el caso de mantenerse este estado, es conveniente que los ciclos de paginación y Áreas RAN de Rastreo estén alineados entre paginación basada en RRC DORMANT y paginación basada en CN en ECM_IDLE, dado que el UE podría escuchar ambas paginaciones basadas en CN y RAN haciéndole posible recuperar el UE si se pierde el contexto basado en RAN.

RRC_CONNECTED ACTIVE (estado RRC)

- UE está configurado por RRC, por ejemplo, tiene una conexión RRC, una conexión S1* y un contexto RAN (incluido un contexto de seguridad), en donde estos pueden ser válidos para LTE y NR en el caso de UE de radio doble.
- En este estado es posible, según las capacidades del UE, transmitir y recibir datos de/hacia NR o LTE o ambos (configurables por RRC).
- En este estado, el UE está configurado con al menos una Celda en Servicio de LTE o un haz en servicio de NR y puede rápidamente configurar conectividad doble entre NR y LTE cuando fuera necesario. El UE monitorea canales de programación de enlace descendente de al menos una RAT y puede acceder el sistema mediante por ejemplo requisitos de programación enviados en el enlace ascendente.
- Movilidad del nodo/haz controlada en la red: El UE realiza mediciones de haz/nodo vecinos e informes de mediciones. En NR, la movilidad está basada principalmente en señales de NR tales como TSS/MRS y en LTE, se usa Secuencia de Sincronización Primaria (PSS)/Secuencia de Sincronización Secundaria (SSS)/CRS. NR/LTE conoce el mejor haz (o el mejor conjunto de haces) del UE y su mejor celda de LTE.
- El UE puede adquirir información de sistema mediante un Índice de Secuencia de Firma (SSI) y Tabla de Información de Acceso (AIT) correspondiente, por ejemplo, y/o mediante señalización específica de NR o mediante el procedimiento de adquisición de información de sistema de LTE.
- El UE puede estar configurado por DRX en LTE y NR para permitir micro-suspensiones (en NR algunas

veces se denomina modo de rastreo o monitoreo). Lo más probable es que DRX esté coordinada entre RAT y UE activos en ambas RAT.

- El UE puede estar configurado para realizar mediciones en una RAT no activa que se puede usar para configurar conectividad doble con fines de movilidad o solo como repliegue si se pierde la cobertura de la RAT activa.

RRC_CONNECTED DORMANT (estado RRC)

- El UE está configurado por RRC, por ejemplo, el UE tiene una conexión de RRC y un contexto de RAN independientemente del acceso.
- El UE puede monitorear NR, LTE, o ambos, según la cobertura o configuración. La reactivación de la conexión de RRC (para entrar a RRC ACTIVE) puede ser mediante NR o LTE.
- Se soporta la movilidad controlada por UE. Esto puede ser una nueva selección celular en el caso de solo cobertura LTE o selección de área RAN de rastreo NR en el caso de la cobertura solo de NR. De manera alternativa, esta puede ser una nueva selección de área/celular optimizada en conjunto para cobertura de NR/LTE superpuesta.
- DRX específica de UE puede estar configurada por RAN. DRX se usa en gran medida en este estado para permitir diferentes ciclos de ahorro energético. Los ciclos pueden estar configurados independientemente por RAT, sin embargo, puede ser necesaria cierta coordinación para asegurar buena duración de batería y alta velocidad de éxito de paginación. Dado que las señales de NR tienen periodicidad configurable existen métodos que permiten que el UE identifique los cambios y adapte sus ciclos de DRX.
- El UE puede adquirir información de sistema mediante SSI / AIT en NR o mediante LTE. El UE monitorea canales comunes de NR (por ejemplo, canal de paginación de NR) para detectar llamadas/datos entrantes, cambios de AIT/SSI, notificaciones del sistema de advertencias de terremotos y tsunamis (ETWS) y notificaciones del sistema de altera móvil comercial (CMAS). El UE puede solicitar información de sistema mediante un canal de acceso aleatorio (RACH) configurado anteriormente.

Varios tipos de mediciones y/o señales diferentes se miden en NR, por ejemplo, MRS, SSI, señales de áreas RAN de rastreo (TRAS), etc. Los eventos y procedimientos de movilidad por lo tanto deben ser abordados para NR.

El mensaje de *Reconfiguración de Conexión de RRC* debería ser capaz de configurar las mediciones de NR y las mediciones existentes de LTE para la opción RRC. La configuración de la medición debería incluir la posibilidad de configurar el UE para medir la cobertura de NR/LTE, por ejemplo, para iniciar la configuración de DC o el traspaso inter-RAT (como en el legado).

Existen dos mecanismos diferentes de informes de mediciones para NR, informes no basados en RRC, en donde el UE indica el mejor de un conjunto de haces de enlace descendiente candidatos a través de una secuencia preconfigurada de señales de sincronización de enlace ascendente (USS); e informes basados en RRC, que es similar en algunos aspectos a los informes de mediciones de LTE disparadas por un evento. Estos dos mecanismos de informes de mediciones se despliegan preferentemente en paralelo y se usan selectivamente, por ejemplo, según el estado de la movilidad del UE.

La información de sistema como se conoce a partir de versiones anteriores de los estándares de LETE consiste en muchos tipos diferentes de información, información de acceso, información específica del nodo, información en todo el sistema, información del sistema de advertencia pública (PWS), etc. La entrega de esta amplia variedad de información no usa la misma realización en NR. En un sistema con una formación de haces de alta ganancia, el costo de proporcionar grandes cantidades de datos en forma de transmisión puede ser muy alto en comparación con la distribución punto a punto en un haz dedicado con ganancia de alto enlace.

La solución de paginación para NR usa uno o ambos de los dos canales: un canal de indicación de paginación (PICH) y un canal de mensaje de paginación (PMCH). La indicación de paginación puede contener uno o más de los siguientes: un aviso de paginación, un aviso de alerta/advertencia, lista identificadora (ID) y asignación de recursos. El PMCH se puede transmitir opcionalmente después del PICH. Cuando el mensaje del PMCH se envía, puede contener uno o más de los siguientes contenidos: lista ID y mensaje de alerta/advertencia. Los mensajes de advertencia y transmisión se transmiten preferentemente sobre el PMCH (y no en la AIT). Para permitir la estrecha integración con LTE, la configuración de paginación (y por tanto configuración de DRX) puede basarse en la Red de Frecuencia Simple (SFN).

Para soportar la funcionalidad de paginación, las áreas RAN de rastreo están configuradas en el UE. El área RAN de rastreo (TRA) se define por un conjunto de nodos que transmiten la misma señal de área RAN de rastreo (TRAS). Esta señal contiene el código de área RAN de rastreo así como el SFN.

Cada TRA puede tener una configuración específica de paginación y TRAS que se proporciona al UE mediante una señalización dedicada, por ejemplo, mediante mensaje de reconfiguración de RRC o respuesta de actualización de TRA. La respuesta de actualización de TRA puede, además, contener mensajes de paginación.

Se proporciona una cantidad de diferentes señales de referencia en NR, para movilidad y estimación de canales. Tanto la presencia de señales de referencia como los informes de mediciones están controlados por el programador. La presencia de señales puede ser señalada de forma dinámica o semipersistente a un usuario o a un grupo de estos.

También, las señales de referencia para movilidad en modo activo (MRS) pueden programarse de forma dinámica. Luego se asigna un UE con un espacio de búsqueda para transmisiones de movilidad. Cabe destacar que este espacio de búsqueda está potencialmente monitoreado por uno o más UE y/o transmitido desde uno o más puntos de transmisión.

Las transmisiones de señales de referencia programadas (tales como MRS) contienen una identidad de medición localmente única (al menos dentro del espacio de búsqueda) en el mensaje de datos, y vuelven a utilizar algunos o varios de los pilotos en la transmisión con fines de demodulación y medición, lo que implica que es un mensaje independiente.

NR usa OFDM como esquema de modulación tanto en enlace ascendente como descendente, que posiblemente también incluye un modo de relación de energía de pico bajo a promedio (PAPR) (por ejemplo, OFDM de expansión con la transformada discreta de Fourier, o DFTS-OFDM) para operaciones de bajo PAPR energéticamente eficiente y OFDM filtrada/en ventana para mezcla de dominio de frecuencia de numerologías. Cabe destacar que "numerología", el término que se usa en la presente, se refiere a una combinación particular del ancho de banda de la subportadora de OFDM, longitud del prefijo cíclico, y longitud del submarco. El término ancho de banda de la subportadora, que se refiere al ancho de banda ocupado por una subportadora simple, se refiere directamente y algunas veces se usa indistintamente, con espaciado de la subportadora.

El esquema de modulación de NR es OFDM de prefijo cíclico, para enlace ascendente y enlace descendente, que permite un diseño de enlace más simétrico. Dada el amplio rango operativo de NR, sub-1 GHz a 100 GHz, múltiples numerologías pueden estar soportadas por las diferentes regiones de frecuencia. OFDM es una buena elección para NR, dado que combina esquemas muy favorables con esquemas multi-antena, otro componente significativo en NR. En OFDM, cada bloque de símbolos está bien localizado en el tiempo, lo que hace que la OFDM sea también muy atractiva para ráfagas de transmisiones cortas, importante para diversas aplicaciones de MTC. La OFDM no proporciona tan buen aislamiento entre subportadoras como algunos esquemas basados en bancos de filtros, sin embargo, las ventanas o filtrado sub-banda proporcionan suficiente aislamiento entre sub-bandas (por ejemplo, no subportadoras individuales sino colecciones de subportadoras) cuando fuera necesario.

Para algunos casos de uso, es conveniente la mezcla de diferentes numerologías de OFDM. La mezcla de numerologías de OFDM puede realizarse en dominio de tiempo o dominio de frecuencia. Para la mezcla de datos de MBB y datos de MTC críticos de extrema latencia en la misma portadora, es conveniente la mezcla en dominio de frecuencia de numerologías de OFDM. La mezcla en dominio de frecuencia se puede implementar mediante el uso de OFDM filtrada/en ventana. La Figura 4(a) muestra un diagrama en bloque de OFDM filtrada/en ventana. En este ejemplo, la rama superior usa subportadoras estrechas 400-1100 (16,875 kHz). La rama inferior usa subportadoras 280-410 amplias (67,5 kHz) que corresponden a las subportadoras estrechas 1120-1640. La Figura 4(b) muestra el mapeo de ramas superiores e inferiores al plano de frecuencia de tiempo. Durante la duración de tiempo de gran transformada de inversa rápida de Fourier (IFFT) (2048 muestras), se realizan cuatro pequeñas IFFT (512 muestras).

En OFDM filtrada, se filtran sub-bandas para reducir la interferencia hacia otras sub-bandas. En OFDM en ventana, el inicio y el final de los símbolos de OFDM se multiplican con una ventana de dominio de tiempo fluida (OFDM regular usa una ventana rectangular que abarca la longitud de un símbolo de OFDM que incluye prefijo cíclico) que reduce las discontinuidades en transiciones de símbolo y por lo tanto mejora la caída del espectro. Esto se muestra en la Figura 5, que ilustra cómo el inicio y el final de un símbolo de OFDM se multiplican por una ventana de dominio de tiempo fluida.

En el ejemplo de mezcla de dominio en frecuencia de numerologías de OFDM que se muestra en la Figura 4, la rama inferior usa numerología con subportadoras cuatro veces más amplias que en la rama superior, por ejemplo, 16,875 kHz y 67,5 kHz para la rama suprior e inferior, respectivamente. En este ejemplo, ambas ramas usan la misma velocidad de reloj después del procesamiento IFFT y se pueden agregar directamente. Sin embargo, en una realización práctica este puede no ser el caso; especialmente si una de las numerologías abarca un ancho de banda mucho más estrecho que la otra, se prefiere el procesamiento en una velocidad de muestreo menor.

Mientras es posible una OFDM filtrada, se prefiere la OFDM en ventana debido a su mayor flexibilidad.

El filtrado o las ventanas de sub-bandas (tanto en el transmisor como en el receptor) y bandas de guarda son convenientes para suprimir la interferencia inter-subportadoras, dado que las subportadoras de diferentes numerologías no son ortogonales entre sí. Además del filtrado o ventanas de sub-bandas, el filtrado a través del ancho de banda de transmisión también es conveniente, para cumplir con los requisitos de emisión fuera de banda deseados. Una banda de guarda de 12 subportadoras de banda estrecha permite una SNR de 20+ dB en todos las

subportadoras, mientras que una banda de guarda de 72 subportadoras de banda estrecha permite una SNR de 35+ dB en todos las subportadoras. Para evitar pérdidas de banda de guarda innecesarias, la OFDM filtrada/en ventana se puede limitar a dos bloques contiguos de diferentes numerologías. En la medida en que la OFDM filtrada/en ventana sea soportada por el estándar de NR, cada dispositivo de NR, aun un dispositivo que solo soporta una sola numerología, soportaría la transmisión y recepción filtrada/en ventana dado que podría operar en una portadora NR que funciona con numerologías mezcladas (dada la baja complejidad de las ventanas es razonable suponer que cada UE puede implementar las ventanas). Un nodo de red por otra parte, solo necesita soportar la OFDM filtrada/en ventana si soporta mezclas de casos de uso que necesitan mezcla en dominio de frecuencia de numerologías. Cabe destacar que las especificaciones de las ventanas o filtrado de sub-bandas no son necesarias, sino requisitos de rendimiento para analizar la implementación elegida. El filtrado y las ventanas de sub-bandas también se pueden mezclar en el transmisor y receptor.

La OFDM también puede incluir un modo PAPR bajo tal como DFTS-OFDM. La OFDM se usa para maximizar el rendimiento mientras el modo PAPR bajo se podría usar en realizaciones de nodo (tanto eNB como UE) donde la relación de energía de bajo pico a promedio (PAPR) de la forma de onda es importante desde la perspectiva del hardware, por ejemplo, a frecuencias muy altas.

En la capa física, la unidad de transmisión mínima es un submarco. Se pueden realizar transmisiones mayores por agregación de submarcos. Este concepto permite un TTI variable, para una transmisión dada el TTI corresponde a la longitud del submarco o a la longitud del agregado de submarcos en el caso de agregación de submarcos.

Se definen tres anchos de banda de la subportadora para cubrir el rango operativo de menos de 1 GHz a 100 GHz y el gran espacio de caso de uso.

NR soporta los modos de dúplex por división de frecuencia (FDD) y dúplex por división de tiempo (TDD) dinámico. Aunque no es relevante para las primeras versiones de NR, el concepto se puede extender a dúplex completo, especialmente en la estación base, a medida que la tecnología de dúplex completo se torna más madura.

La capa física de NR como se describe en la presente no tiene marcos sino solo submarcos. Es posible que el concepto de marcos se pueda introducir luego. Se definen dos tipos de submarcos básicos, uno para enlace ascendente y otro para enlace descendente. Estos tipos de submarcos son idénticos para FDD y TDD. La Figura 6 representa los tipos de submarco básicos, en donde T_{sf} es la duración del submarco. T_{DL} y T_{UL} son las duraciones de transmisión activa en enlace ascendente y enlace descendente, respectivamente. Un submarco consiste en símbolos *de OFDM* N_{symb}, pero no todos los símbolos en un submarco se usan siempre para transmisiones activas. La transmisión en un submarco de enlace descendente comienza en el inicio del submarco y se puede extender desde 0 hasta como máximo símbolos de OFDM N_{symb} (también es posible el inicio tardío de una transmisión en un submarco de enlace descendente para operaciones de escuchar antes de hablar). La transmisión en un submarco de enlace ascendente se detiene en el final del submarco y se puede extender desde 0 hasta como máximo símbolos de OFDM N_{symb}. Los espacios, si hubiera, se usan en TDD para la transmisión en la dirección inversa dentro de un submarco, como se explica a continuación.

La duración de un solo submarco es muy corta. Según la numerología, la duración puede ser unos pocos cientos µs o incluso menos de 100 µs, en el caso extremo incluso menos de 10 µs. Los submarcos muy cortos son importantes para dispositivos de comunicación de tipo máquina (C-MTC) que requieren latencia corta, y dichos dispositivos típicamente verifican la señalización de control transmitida al inicio de cada submarco de enlace descendente. Dada la naturaleza crítica de la latencia, la propia transmisión también puede ser muy corta, por ejemplo, un solo submarco.

Para dispositivos MBB, típicamente no se necesitan submarcos extremadamente cortos. Por lo tanto, es posible agregar múltiples submarcos y programar el agregado de submarcos usando un solo canal de control.

Se sabe que la solidez de un sistema OFDM respecto del ruido de fase y cambio Doppler aumenta con el ancho de banda de la subportadora. Sin embargo, subportadoras más amplias implican menores duraciones de símbolo que, junto con una longitud de prefijo cíclico constante, dan como resultado una mayor sobrecarga. El prefijo cíclico debería coincidir con la dispersión por demora y por tanto es proporcionado por el despliegue. El prefijo cíclico requerido (en µs) es independiente del ancho de banda de la subportadora. El ancho de banda de la subportadora "ideal" mantiene el prefijo cíclico lo más bajo posible, pero es lo suficiente amplio como para proporcionar suficiente solidez respecto del Doppler y el ruido de fase. Dado que el efecto del Doppler y el ruido de fase aumentan con la frecuencia del portador, el ancho de banda de la subportadora necesario en un sistema OFDM aumenta con mayor frecuencia del portador.

Considerando el amplio rango operativo debajo de 1 GHz a 100 GHz, es imposible usar el mismo ancho de banda de la subportadora para el rango de frecuencias completo y mantener una sobrecarga razonable. En cambio, tres anchos de banda de la subportadora abarcan el rango de frecuencias de la portadora desde menos de 1 hasta 100 GHz.

Para habilitar las duraciones de submarcos de unos pocos 100 µs usando numerología LTE (para frecuencias de LTE), un submarco debería estar definido como unos pocos símbolos de OFDM. Sin embargo, en LTE, las duraciones de símbolo de OFDM incluido el prefijo cíclico varían (el primero símbolo de OFDM en una ranura tiene un prefijo cíclico algo mayor) que provocaría diversas duraciones de submarcos. (Diversas duraciones de submarcos en la práctica no presentan probablemente un problema significativo y pueden manejarse). En LTE, las diversas longitudes del prefijo cíclico provocan estimadores de error de frecuencia algo más complicados. De manera alternativa, se podría definir un submarco como una ranura LTE lo que provoca duraciones de submarcos de 500 µs. Sin embargo, esto se considera demasiado largo.

Entonces, aun para frecuencias de LTE se describe en la presente una nueva numerología. La numerología es cercana a la numerología de LTE, para permitir los mismos despliegues que LTE, pero proporciona submarcos de 250 µs. El ancho de banda de la subportadora es 16,875 kHz. En función de este ancho de banda de la subportadora derivan varias otras numerologías: 67,5 kHz para alrededor de a 30/40 GHz o despliegues densos (aun con menores frecuencias) y 540 kHz para frecuencias muy altas. La Tabla 1 enumera los parámetros más importantes de estas numerologías; por ejemplo, f_s: Frecuencia del reloj, N_{symb}: símbolos de OFDM por submarco, N_{sf}: muestras por submarco, N_{ofdm}: tamaño de transformada rápida de Fourier (FFT), N_{cp}: longitud de prefijo cíclico en muestras, T_{sf}: duración del submarco, T_{ofdm}: duración del símbolo OFDM (excluido el prefijo cíclico), y T_{cp}: duración del prefijo cíclico). La Tabla 1 se basa en un tamaño de FFT de 4096 y una frecuencia de reloj de 34,56 MHz para permitir la cobertura de grandes anchos de banda de la portadora.

Las numerologías sugeridas no se basan en la frecuencia de reloj de LTE (30,72 MHz), sino en 16,875/15·30,72 MHz = 9/8·30,72 MHz = 9·3,84 MHz = 34,56 MHz. Este nuevo reloj se refiere mediante una relación entera (fraccionaria) para relojes de LTE y de Acceso Múltiple por División de Código de Banda Ancha (WCDMA) y por tanto puede derivar de estos.

Tabla 1

Ancho de banda de la subportadora	16,875 kHz, prefijo cíclico (CP) normal	16,875 kHz, CP prolongado	67,5 kHz, CP normal	67,5 kHz, CP prolongado	540kHz, CP normal
Escenario principal	< -6 GHz	< -6 GHz transmisión SFN	-6 a 30-40 GHz o despliegue denso	Poca demora en despliegues de gran área	> 30-40 GHz
f_s en MHz	69,12 = 2x34,56		276,48 = 2x138,24		2212 = 2x1105,92
N_{symb}	4	3	4	7	4 (es posible una cantidad mayor)
N_{sf}	17280	17280	17280	34560	17280
N_{ofdm}	4096	4096	4096	4096	4096
N_{cp}	224	1664	224	4x848, 3x832	224
Sobrecarga de CP en %	5,5	40,6	5,5	20,5	5,5
T_{sf} en µs	250	250	62,5	125	7,81
T_{ofdm} en µs	59,26	59,26	14,82	14,82	1,85
T_{cp} en µs	3,24	24,07	0,81	3,01	0,10
$T_{ofdm} + T_{cp}$ en µs	62,5	83,33	15,625	17,86	1,95
Ancho de banda de la portadora máximo en MHz	60	60	250	250	2000
Cabe destacar que las numerologías para implementaciones pueden variar de aquellas enumeradas en la Tabla 1. En particular, las numerologías con largos prefijos cíclicos se pueden ajustar.					

La Tabla 1 muestra que la duración del símbolo de OFDM y la duración del submarco se reducen con el ancho de banda de la subportadora, al hacer que las numerologías con subportadoras más amplias sean adecuadas para aplicación de baja latencia. La longitud del prefijo cíclico también se reduce con el ancho de banda de la

subportadora, al limitar las configuraciones de las subportadoras más amplias a despliegues densos. Esto puede compensarse con una configuración de prefijo cíclico larga al precio de sobrecarga aumentada. En otras palabras, submarcos más cortos y por tanto latencias están disponibles de forma más eficaz en pequeñas celdas que en grandes celdas. Sin embargo, en la práctica, se espera que muchas aplicaciones críticas de latencia desplegadas en el área amplia (y que por tanto requieran un prefijo cíclico mayor a 1 µs) no requieran duraciones de submarcos más pequeñas a 250 µs. En los casos excepcionales en donde los despliegues de área amplia requieren menores duraciones de submarcos, se puede usar el ancho de banda de la subportadora de 67,5 kHz, con prefijo cíclico si fuera necesario. La numerología 540 kHz proporciona submarcos aun más cortos.

Los anchos de banda de canales máximos de las diferentes numerologías son aproximadamente 60 MHz, 240 MHz, y 2 GHz para numerología de 16,875 kHz, 67,5 kHz, y 540 kHz, respectivamente (suponiendo un tamaño FFT de 4096). Se pueden lograr anchos de banda más amplios con agregación de portadoras.

La mezcla de diferentes numerologías en la misma portadora es posible usando la OFDM filtrada/en ventana. Una de las motivaciones es alcanzar menor latencia en una parte de la portadora. La mezcla de numerologías en una portadora TDD debería obedecer a la naturaleza de mitad dúplex de TDD, no se puede suponer la capacidad de recepción y transmisión simultánea de un transceptor. La conmutación de dúplex más frecuente en TDD entonces está limitado por la numerología “más lenta” entre las usadas simultáneamente. Una posibilidad es permitir la conmutación de dúplex según el submarco de numerología “más rápida” cuando sea necesario y aceptar la pérdida de transmisión actualmente en curso en el enlace inverso.

Las secuencias de firma (SS), como se describe a continuación, se usan para indicar una entrada en AIT y establecer algún nivel de sincronización de submarco durante al menos transmisión del preámbulo de acceso aleatorio. Las SS se construyen de forma similar a la señal de sincronización en LTE por concatenación de una secuencia de firma primaria y una secuencia de firma secundaria.

La combinación de señal de sincronización de frecuencia y tiempo (TSS) y señal de referencia de haz (BRS) se usa para obtener sincronización de tiempo/frecuencia/haz después de la sincronización inicial y acceso por las SS y canal de acceso aleatorio físico (PRACH). Esta señal combinada también se denomina MRS (señal de referencia de movilidad) y se usa para el traspaso (entre nodos y haces), transiciones de estados inactivos a activos (por ejemplo, de RRC_CONNECTED DORMANT a RRC_CONNECTED ACTIVE, como se describe anteriormente), movilidad, rastreo y mejora de haces, etc.

La MRS se construye concatenando TSS y BRS de modo que la MRS se transmita dentro de un solo símbolo de OFDM precodificado por DFT.

Las Señales de Referencia de Información de Estado del Canal (CSI-RS) se transmiten en enlace descendente y se pretende que se usen principalmente por los UE para adquirir información del estado de canal (CSI). Las CSI-RS están agrupadas en subgrupos de acuerdo con el rango de informes posible de la medición de UE. Cada subgrupo de CSI-RS representa un conjunto de señales de referencia ortogonales.

Las señales de referencia de posicionamiento (PRS) ayudan al posicionamiento. Las señales ya existentes deberían volver a usarse para los fines de PRS. Además, si fuera necesario, se pueden realizar modificaciones y adiciones para mejorar el rendimiento del posicionamiento.

Tabla 2: Señales de sincronización y referencia de enlace descendente en NR

Señal	Objetivo
Secuencia de firma (SS)	Se usa para sincronizar tiempo y frecuencia para acceso aleatorio. Proporciona índice a la tabla de AIT.
Señal de referencia de movilidad y acceso (MRS)	Concatenación de una TSS y una BRS
Señal de sincronización de tiempo y frecuencia (TSS)	Se usa para sincronizar tiempo (tiempos del símbolo de OFDM) y estimación de desvío de frecuencia gruesa en un haz.
Señal de referencia de haces (BRS)	Se usa para mediciones en candidatos de haces para permitir la movilidad en modo activo. También se usa para tiempos del submarco y marco.
Señal de referencia de demodulación (DMRS) para PDCCH	Señales de referencia de demodulación para PDCCH
Señal de referencia de información del estado del canal (CSI-RS)	Se usa para mediciones del estado de canal para ayudar a la selección del Esquema de modulación y codificación (MCS) y rango.
Señal de referencia de posicionamiento (PRS)	Para ayudar al posicionamiento.

Las funciones básicas de la secuencia de firma (SS) son una o más de:

- obtener SSI, que se usa para identificar la entrada relevante en AIT;
- proporcionar sincronizaciones de tiempo y frecuencia gruesas para el siguiente acceso aleatorio inicial y asignación de AIT relativo;
- proporcionar una señal de referencia para selección de capa inicial (para seleccionar cuál punto de transmisión de SS conectar para un UE, en función de la pérdida de trayectoria experimentada por la SS);
- proporcionar una señal de referencia para control energético de bucle abierto de la transmisión inicial de PRACH; y
- proporcionar una referencia de tiempo gruesa usada para ayudar al UE en mediciones inter-frecuencia y procedimiento de descubrimiento de haces también posible. El supuesto actual es que las transmisiones SS estén sincronizadas dentro de una ventana de incertidumbre de 65 µs salvo que se indique lo contrario. El período de SS se supone que está en el orden de 100 µs, que sin embargo puede variar, según los escenarios.

Cabe destacar que la cantidad de secuencias candidato debe ser lo suficientemente grande como para indicar cualquier entrada en AIT. Considerando la complejidad de la detección de terminales, la cantidad de secuencias SS es 212 que corresponde a 12 bits para volver a usar 1 de las secuencias o menos si es necesario volver a usar la secuencia menos agresiva. Cabe destacar que la cantidad de bits a ser transportada depende de los requisitos. Si la cantidad de bits aumenta más allá de la que puede transportarse por modulación de secuencia, es conveniente una variación del formato SS. En este caso, se puede adjuntar una palabra código que contiene los extra bits más allá de lo que pueden transportar las secuencias. Este bloque, luego de la transmisión de SS, se denomina bloque SS (SSB). El contenido en este bloque es flexible y contiene los otros bits de información relevante que necesitan una periodicidad en el orden de 100 µs. Por ejemplo, pueden ser el “puntero AIT” que indica el tiempo y la banda donde las terminales pueden encontrar el AIT e incluso el formato de transmisión de AIT para evitar la detección completamente ciega.

El diseño de secuencia para SS puede seguir el diseño de secuencia de TSS/BRS, dado que proporcionaría la función de sincronización gruesa antes del acceso aleatorio inicial.

Para soportar la formación de haces análoga masiva, se reserva una duración de tiempo absoluta fija, por ejemplo, 1 milisegundo, para barrer múltiples haces análogos.

En el proceso de adquirir información de acceso al sistema (adquirir información de sistema y detectar un SSI adecuado), el UE sincroniza el tiempo y la frecuencia respecto de uno o varios nodos mediante el uso de la SS. Este último se logra en el caso de que se transmita información de acceso al sistema simultáneamente desde varios nodos de forma de SFN (red de frecuencia simple).

Cuando el UE entra en modo activo, se dirige a recibir o transmitir con una conexión de velocidad de datos alta, en donde puede necesitar sincronización más precisa y tal vez formación de haces.

Aquí, se usa la señal de referencia de movilidad y acceso (MRS). Un UE también puede necesitar cambiar a qué nodo está conectado, por ejemplo, desde un nodo usado para transmitir información de acceso al sistema a otro nodo capaz de formar haces. Además, el UE también puede cambiar la frecuencia o numerología de la portadora a mayor espaciado de la subportadora y menor prefijo cíclico cuando se mueve a determinados modos operativos en modo activo.

La MRS está construida para hacer estimaciones de desvío de frecuencia y tiempo, así como una estimación de los mejores haces receptores y transmisores de enlace descendente hacia un "punto de acceso en modo activo". La precisión de frecuencia y tiempos proporcionados por MRS probablemente no sea suficiente para la recepción de modulación de alto orden y la estimación más fina se puede basar en señales de referencia de demodulación (DMRS) incrustadas en el Canal de Datos Físicos (PDCH) y/o CSI-RS.

La MRS se puede construir concatenando una señal de sincronización de tiempo y frecuencia (TSS) y una señal de referencia de haces (BRS) en el tiempo en un símbolo de OFDM, como se ilustra en la Figura 7. Esta construcción se puede realizar como un símbolo de OFDM precodificado por DFT con prefijo cíclico. Con TSS y BRS en el mismo símbolo de OFDM, el transmisor puede cambiar su formación de haces entre cada símbolo de OFDM. En comparación con tener símbolos de OFDM separados para TSS y BRS, el tiempo necesario para analizar un conjunto de direcciones de haces es ahora la mitad. Por tanto, tanto la TSS como la BRS tienen menores duraciones de tiempo en comparación con los símbolos de OFDM separados para cada uno de ellos. El costo para estas TSS y BRS más cortas es menos energía por señal y por tanto menos cobertura, lo que puede compensarse con el aumento de la asignación del ancho de banda, al repetir la señal, o aumentar la ganancia de la formación de haces por haces más estrechos. Cuando se soporta la numerología mixta, la numerología usada para la MRS es la misma que la usada por el UE para el cual se programa la MRS. En el caso de que múltiples UE dentro del mismo haz usen diferentes numerologías, la MRS no se puede compartir y la MRS debe transmitirse por separado para cada numerología.

Diferentes configuraciones de formación de haces se pueden usar para transmitir la MRS en diferentes símbolos de OFDM, por ejemplo, en cada uno de los tres símbolos que se muestran en la Figura 7. La misma MRS también se puede repetir varias veces en el mismo haz para soportar la formación de haces receptores análogos. Hay solo una o pocas secuencias de TSS, similares a PSS en LTE. El UE realiza un filtro emparejado con la secuencia de TSS para obtener la estimación de tiempo de símbolo de OFDM; la TSS debería entonces poseer buenas propiedades de autocorrelación aperiódica. Esta secuencia puede estar señalada por información de sistema de modo que diferentes AP (Puntos de Acceso) puedan usar diferentes secuencias de TSS.

El paquete de señal MRS (construido por TSS+BRS) se puede usar para todas las operaciones relacionadas con la movilidad en modo activo: primer hallazgo del haz, actualización de la movilidad del haz disparado en modos de monitoreo y transmisión de datos, y rastreo continuo de haces de movilidad. Esto también puede utilizarse para el diseño de la SS.

La secuencia de la TSS es idéntica en todos los símbolos de OFDM y direcciones de haces transmitidos desde una estación base, mientras que la BRS usa secuencias diferentes en diferentes símbolos de OFDM y direcciones de haces. La razón para tener TSS idénticas en todos los símbolos es reducir la cantidad de TSS que un UE debe buscar en la sincronización computacional compleja de símbolos de OFDM. Cuando se encuentra el tiempo a partir de la TSS, el UE puede continuar la búsqueda dentro de un conjunto de candidatos de BRS para identificar el símbolo de OFDM dentro de un submarco así como el mejor haz de enlace descendente. El mejor haz de enlace descendente luego puede ser informado por la USS.

Una opción para dichas secuencias es las secuencias Zadoff-Chu usadas para la PSS en LTE Release 8. Sin embargo, se sabe que estas secuencias tienen grandes picos de correlación falsos para desvíos de frecuencia y tiempo combinados. Otra opción es secuencias Golay codificadas diferenciales que son muy sólidas frente a errores de frecuencia y tienen pocos picos de correlación falsos.

La señal de referencia de haces (BRS) está caracterizada por diferentes secuencias transmitidas en diferentes símbolos de OFDM y haces transmitidos. De este modo, puede estimarse una identidad del haz en el UE para informar al nodo de acceso.

Una identificación del símbolo de OFDM dentro del submarco es conveniente si la diferencia de tiempo entre transmisiones en modo activo y SS es grande. Esto puede ocurrir con numerologías con símbolos de OFDM cortos, gran distancia entre el nodo que transmite información de acceso al sistema y el nodo en el cual se supone que el UE transmite datos de usuario (en caso de que estos nodos sean diferentes) o para redes no sincronizadas. Esta identificación puede ser realizada si se usan diferentes secuencias de BRS para diferentes símbolos de OFDM. Sin embargo, para reducir la complejidad computacional, la cantidad de secuencias de BRS para buscar debería ser baja. Según la incertidumbre del índice del símbolo de OFDM, se puede considerar una cantidad diferente de secuencias de BRS en la detección ciega del UE.

La BRS puede ser una transmisión dedicada a un UE o la misma BRS puede estar configurada para un grupo de

UE. Se puede usar una estimación de canales de la TSS en una detección coherente de la BRS.

Las CSI-RS se transmiten en enlace descendiente y se pretende que se usen principalmente por los UE para adquirir información del estado de canal (CSI) pero pueden también tener otros objetivos. Las CSI-RS se pueden usar para uno o más de (al menos) los siguientes propósitos:

- Estimación efectiva del canal en el UE: Adquisición de CSI selectiva de frecuencia en el UE dentro de un haz de enlace descendente, por ejemplo, usado para informes de rango y de Indicador de matriz de precodificación (PMI).
- Señal de descubrimiento: Medición de tipo Potencia de recepción de señal de referencia (RSRP) en un conjunto de señales de referencia de CSI-RS. Se transmite con una densidad de tiempo de acuerdo con tiempo de coherencia de gran escala de los canales (de enlace descendente) relevantes.
- Rastreo y mejora de haces: Obtiene estadísticas acerca de informes del canal de enlace descendente y PMI para soportar el rastreo y la mejora de haces. No es necesario que el PMI sea selectivo de la frecuencia. Se transmite con una densidad de tiempo de acuerdo con tiempo de coherencia de gran escala de los canales (de enlace descendente) relevantes.
- Para la formación de haces de transmisión de UE en enlace ascendente suponiendo reciprocidad.
- Análisis de haces por UE formación de haces de recepción análoga en enlace descendente (requisitos a 1) o 3) similares según el caso de uso).
- Para ayudar a la sincronización de tiempo/frecuencia fina para demodulación.

En algunos casos, no es necesario que todos los fines de estimación anteriores sean manejados por CSI-RS. Por ejemplo, la estimación de desvío de frecuencia puede algunas veces ser manejada por DMRS de enlace descendente, el descubrimiento de haces algunas veces es manejado por BRS. Cada transmisión de CSI-RS está programada y puede estar en los mismos recursos de frecuencia como una transmisión de enlace descendente de PDCH o recursos de frecuencia no relacionados con las transmisiones de datos de enlace descendente de PDCH. En general, no se puede suponer interdependencia entre CSU-RS en diferentes transmisiones, y por tanto el UE no filtrará en el tiempo. Sin embargo, un UE puede estar explícita o implícitamente configurado para suponer la interdependencia entre CSI-RS, por ejemplo, para soportar filtrado en el tiempo de mediciones de CSI-RS (por ejemplo, en 2 anteriormente) y también interdependencia con otras transmisiones incluidos PDCCH y PDCH. En general, todo el filtrado de UE debería estar controlado por la red, incluido el filtrado de CSI en el tiempo, frecuencia y sobre ramas de diversidad. En algunos formatos de transmisión, la CSI-RS está situada en un símbolo de OFDM separado para soportar mejor la formación de haces análoga para el transmisor de estación base (TX) y el receptor de UE (RX). Por ejemplo, para soportar el análisis de haces análogos del UE (ítem 5 anterior) el UE necesita transmisiones de múltiples CSI-RS para medir y así analizar múltiples candidatos de haces análogos.

En LTE, el UE acampa en una “celda”. Antes de acampar, el UE realiza una selección de celdas que se basa en mediciones. Acampar significa que el UE sintoniza los canales de control de la celda y todos los servicios se proporcionan desde una celda concreta y el UE monitorea los canales de control de una celda específica.

En NR, diferentes nodos pueden transmitir información diferente. Algunos nodos pueden transmitir la tabla de SSI/AIT, mientras que otros pueden no transmitir, por ejemplo, SSI y/o AIT. De manera similar, algunos nodos podrían transmitir la información de rastreo mientras otros podrían transmitir mensajes de paginación. La noción de la celda se torna confusa en este contexto y, por tanto, el concepto de acampar en la celda, ya no es adecuado en NR.

Las señales relevantes que el UE puede monitorear mientras está en un modo o estado inactivo (por ejemplo, el estado RRC_CONNECTED DORMANT descrito anteriormente) son una o más de:

- SSI
- Señal de Área RAN de Rastreo - TRAS
- Canal de Indicación de Paginación / Canal de Mensaje de Paginación.

Por tanto, acampar en NR está relacionado con la recepción de un conjunto de señales. El UE debería acampar en la “mejor” SSI, TRAS y PICH/PMCH. Las reglas de nueva selección de acampar para estas señales se usan tal como existen las reglas de nueva selección de celdas en LTE. Sin embargo, dado que el grado de flexibilidad es mayor, estas reglas también pueden ser algo más complicadas.

La información de ubicación es conveniente para ayudar a la red a ubicar el UE. Son posibles soluciones para proporcionar información de ubicación mediante el uso de las SSI/AIT; sin embargo, a costa de introducir determinadas limitaciones. Otra solución es usar el bloque de SSI. El bloque de SSI podría transportar el contenido o parte del contenido descrito en Índice de Señal de Área RAN de Rastreo (TRASI). El bloque de SSI es independiente del SSI. Entonces, calificaría como una opción para proporcionar información de ubicación. Aun otra solución que proporciona un mayor grado de flexibilidad es introducir una nueva señal para transportar dicha información. Esta señal en este contexto se denomina Señal de Área RAN de Rastreo, TRAS. El área en el cual esta señal se transmite se denomina Área RAN de Rastreo, TRA. Una TRA puede contener uno o más nodos de

RAN, como se describe en la Figura 8. La TRAS se puede transmitir por todos o un conjunto limitado de nodos dentro de la TRA. Esto también significa que esta señal y su configuración deberían ser preferentemente comunes a todos los nodos que transmiten la TRAS dentro de la TRA dada, por ejemplo, en términos de (al menos) transmisiones aproximadamente sincronizadas, para facilitar los procedimientos para el UE y ayudarlo a reducir su consumo de energía.

La Señal de Área RAN de Rastreo (TRAS) comprende dos componentes, una sincronización de Señal de Área RAN de Rastreo (TRASS) y un Índice de Señal de Área RAN de Rastreo (TRASI).

En modo inactivo, antes de cada instancia de leer la información de la TRA, los UE están típicamente en un estado DRX de bajo consumo de energía y muestran una incertidumbre considerable en cuanto a tiempo y frecuencia. La señal de la TRA entonces también debería estar asociada con un campo de sincronización que permita que el UE obtenga sincronización de tiempo y frecuencia para la posterior recepción de carga útil. Para evitar el duplicado de sobrecarga de soporte de sincronización en incluso otra señal, la recepción del TRASI puede usar SSI con el fin de sincronizar despliegues donde SSI y TRAS se transmiten desde los mismos nodos y están configurados con un período adecuado. En otros despliegues donde el SSI no está disponible para sincronización antes de leer el TRASI, se introduce una señal de sincronización separada (TRASS) con ese fin.

El diseño de SSI ha sido optimizado para proporcionar la sincronización del UE. Dado que los requisitos de sincronización para la detección de la TRA son similares, así el punto operativo de calidad de enlace para el UE y la capacidad necesaria para leer la información de carga útil de enlace descendente, usamos nuevamente el diseño de canal físico de SS y reservamos uno, o una pequeña cantidad, de las combinaciones de secuencias PSS+SSS a ser usadas como la señal de sincronización de la TRA. El procedimiento de detección de SS en el UE puede volver a usar para sincronización de la TRA. Dado que la TRASS constituye una sola secuencia predeterminada, o una pequeña cantidad de estas, se reduce la complejidad de búsqueda del UE.

La información acerca de si la TRASS está configurada por la red puede señalarse respecto del UE, o el UE puede detectarla de forma ciega.

El índice de área de rastreo se transmite. Al menos dos componentes fueron identificados para ser incluidos en la carga útil del Índice de Señal de Área RAN de Rastreo (TRASI):

- Código del Área RAN de Rastreo. En LTE, un código del Área RAN de Rastreo tiene 16 bits. El mismo rango de espacio puede usarse para NR.
- Información de tiempo. Por ejemplo, se puede usar una longitud de Número de Marco de Sistema (SFN) de 16 bits, que permitiría una DRX de 10 minutos, dada una longitud de marco de radio de 10 µs.

La carga útil entonces se estima en 20-40 bits. Dado que esta cantidad de bits no es práctica para codificarla en secuencias de firma individual, la información de la TRA se transmite como carga útil de información codificada (TRASI) con símbolos de referencia asociados (TRASS) para usarse como referencia de fase.

La carga útil de TRASI se transmite usando la estructura del canal físico de enlace descendente:

- Alternativa 1 [preferida]: Usar PDCCH (programación persistente). El UE está configurado con un conjunto de 1 o más recursos de PDCCH para monitorear
- Alternativa 2: Usar PDCH (programación persistente). El UE está configurado con un conjunto de 1 o más recursos de PDCH para monitorear
- Alternativa 3: Usar PDCCH+PDCH (acceso de canal compartido estándar). El UE está configurado con un conjunto de 1 o más recursos del Canal de Control de Paginación (PCCH) para monitorear, que a su vez contienen un puntero a PDCH con la información de la TRA.

La elección entre PDCCH y PDCH debería basarse en si reservar recursos en uno o los demás canales impone menos limitaciones a la programación para otras señales. (Con fines de nomenclatura, los recursos de PDCCH/PDCH usados pueden renombrarse como canal lógico o físico de TRASI.

La codificación TRASI incluye una verificación de redundancia cíclica (CRC) para detectar de forma confiable la decodificación correcta en el UE.

El UE usa su procedimiento de búsqueda/sincronización de SSI estándar para obtener sincronización para recepción de TRASI. La secuencia a continuación se puede usar para minimizar el consumo de energía del UE:

- Primero se busca TRASS
- Si no se encuentra TRASS, se busca el SSI más reciente
- Si ese SSI no se encuentra, se continúa con la búsqueda completa del SSI

En algunas implementaciones del UE, el tiempo de activación del receptor, es decir, los períodos de tiempo en los

cuales todas las partes o partes sustanciales de los circuitos del receptor están activadas, es el factor de consumo de energía dominante, en cuyo caso siempre se puede realizar la búsqueda completa.

Si no hay TRASS presente, pero se pueden escuchar varios SSI, el UE intenta recibir el TRASI en todos los tiempos de SSI y/o TRASSI encontrados, uno de los cuales tiene éxito. Todos los SSI se detectan y se intenta la detección correspondiente del TRASI durante el mismo período de activación, por lo que no se introduce sobrecarga del receptor.

Si se proporciona una sincronización relativamente ligera con una conocida tolerancia dentro de un TRA, un UE busca sincronización de tiempo relacionado con la TRAS en la cercanía relevante del tiempo actual, además del tiempo de fluctuación en el peor de los casos durante la DRX. El tiempo de activación del RX del UE entonces aumenta proporcionalmente con mayor tolerancia en tiempo.

La configuración de la TRA deberá ser idéntica dentro de la TRA. Esto significa que todos los nodos que transmiten la TRAS deberían usar la misma configuración. La razón detrás de esto es la configuración de la DRX. Un UE en modo inactivo, tal como el estado RRC_CONNECTED DORMANT descrito anteriormente, se activa durante un período de tiempo determinado. En ese período de tiempo, se espera que el UE monitoree y realice mediciones según se configuran en la red (o como lo ordene la norma).

La configuración de la TRA se transporta mediante señalización dedicada. AIT no es la opción más adecuada para transportar esta información. La configuración de la TRA podría transmitirse al UE, por ejemplo, cuando la red le ordene al UE moverse desde un Modo activo, tal como el estado RRC_CONNECTED ACTIVE a un modo inactivo, tal como el estado RRC_CONNECTED DORMANT, o cuando la red transmita una Respuesta de Actualización de la TRA al UE. La Respuesta de Actualización de la TRA también podría transportar información de paginación (véase la Figura 9). Esto podría ser especialmente útil para minimizar demoras de paginación en situaciones donde la red trata de ubicar un UE en la TRA del cual el UE ya ha salido. Para poder soportar este tipo de funcionalidad, el UE puede necesitar agregar en la Actualización de la TRA algún tipo de ID u otra información para ayudar a la nueva TRA o nodo a identificar TRA o nodos anteriores que podrían contener el contexto del UE, mensajes de paginación o datos de usuario.

En la Figura 9, que ilustra un procedimiento de actualización de la TRA, un UE se mueve desde una TRA_A a una TRA_B que no está configurada en su lista de TRA. Cuando el UE ha salido de la TRA_A, pero no se ha registrado todavía en TRA_B, la red comienza a enviar indicaciones de paginación sobre determinado nodo o conjunto de nodos en TRA_A. El UE no responde dado que ha salido de la TRA_A y puede no monitorear más la TRAS_A. Cuando el UE realiza la Actualización de la TRA, la red proporciona la nueva lista y configuración de la TRA, y puede además incluir cualesquiera indicaciones de paginación que el UE pueda haber omitido.

Cuánto menos sincronizada esté la red, mayor es el impacto de la batería del UE. Mantener una sincronización estrecha a través de las TRA por tanto es importante pero también desafiante, especialmente en los despliegues con poco retorno.

Se enumeran unas pocas opciones a continuación:

- Todas las TRA están ligeramente sincronizadas.
- No hay sincronización a través de las TRAS.
- Deslizar la sincronización a través de nodos vecinos.
- Sincronización ligera dentro de la TRA y falta de sincronización entre las TRAS.

La Figura 10 ilustra opciones de formas de haces para soluciones a base de retroalimentación en NR.

La transmisión en un haz implica que existe una corriente de energía que se propaga direccional, posiblemente estrecha. La noción de un haz por tanto está relacionada estrechamente con las características espaciales de la transmisión. Para facilitar la descripción, primero se explica el concepto de haz. En particular, se describe la noción de un haz de alto rango.

Aquí, un haz se define como un conjunto de vectores de peso de haz, en donde cada vector de peso de haz tiene un puerto de antena separado, y todos los puertos de antena tienen características espaciales promedio similares. Todos los puertos de antena de un haz entonces cubren la misma área geográfica. Sin embargo, cabe destacar que las características de desvanecimiento rápido de diferentes puertos de antena pueden ser diferentes. Un puerto de antena luego se mapea a uno o varios elementos de la antena, mediante el uso de un mapeo posiblemente dinámico. La cantidad de puertos de la antena de un haz es el rango del haz.

Para ilustrar la definición, tomemos el ejemplo más común de un haz de rango 2. Dicho haz se realiza usando una antena con elementos polarizados cruzados donde todos los elementos de la antena con una polarización se combinan usando un vector de peso de haz, y todos los elementos de la antena con la otra polarización se combinan usando el mismo vector de peso de haz. Cada vector de peso de haz tiene un puerto de antena y dado que el

mismo vector de peso de haz se usa para los dos puertos de antena, los dos vectores de peso de haz juntos constituyen un haz de rango 2. Esto luego puede extenderse a haces de mayor rango.

Cabe destacar que los haces de alto rango pueden no funcionar para el UE. Debido a la distribución irregular de los elementos de la antena, la abundante dispersión en el UE y el hecho de que los elementos de la antena del UE pueden tener diferentes características, es un desafío construir varios vectores de peso de haz con similares características espaciales. Cabe destacar que esto no impide multiplexación espacial en el enlace ascendente: esto puede lograrse usando varios haces de rango 1.

Es muy importante destacar que las formas del haz pueden ser bastante flexibles. Por tanto, la "transmisión basada en haces" no es igual a la "transmisión de haces fijos" aunque usar un patrón fijo de haces puede ser una implementación adecuada en muchos casos. La hipótesis de trabajo es que cada haz tiene entre 1 y 8 puertos y cada haz está asociado con una CSI-RS con un rango que varía de 1 a 8.

Desde el punto de vista del UE, no se prevé una diferencia relevante en la retroalimentación basada en elementos aparte de la configuración de la CSI-RS; a saber, que para la transmisión basada en haces, las asignaciones de CSI-RS deben ser más flexibles. Aunque la configuración es flexible, esto no impide que el UE puede filtrar e interpolar, pero esto es bajo un estricto control de redes.

En la transmisión basada en haces, la comunicación ocurre a través de haces, en donde la cantidad de haces puede ser mucho menor a la cantidad de elementos de la antena. Dado que los haces todavía pueden ajustarse, el sistema de antena como un todo retiene todo su grado de libertad. Sin embargo, un solo UE no es capaz de soportar toda esta libertad mediante el uso de retroalimentación instantánea. Cabe destacar que esto es contrario a la transmisión basada en elementos, en donde el UE observa todos los grados de libertad de la antena y es capaz de realizar informes en función de su conocimiento.

Desde el punto de vista de la red, se pueden generar múltiples haces simultáneos, ya sea mediante el uso de procesamiento de dominio digital o formación de haces análoga. Se supone que siempre que los haces formados sean de ancho similar a la dispersión angular del canal, la sobrecarga para mantener las asociaciones del haz del UE es razonable: el mejor haz para cualquier UE simple no varía entonces con el rápido desvanecimiento. Cuando el haz es más estrecho que la dispersión angular del canal, el mejor haz para cualquier UE simple varía con el tiempo, lo que lleva a que la mejor asociación de haces necesita actualizarse frecuentemente. En algunos casos, se fijan los patrones de la antena; véase la Figura 10, opción 2. En algunos casos, los haces están adaptados a las características de los canales de los UE; véase la Figura 10, opción 3, en donde el usuario 2 con un canal rico recibe datos a través de un haz de alto rango y el usuario 1 de línea visual un haz de rango 2 estrecho.

La transmisión basada en haces se aplica en FDD y TDD, para cualquier banda de frecuencia y tamaño de antena.

La recepción de enlace ascendente basada de haces implica que la banda base no tiene acceso individual a todos los elementos de la antena. En este caso, se puede aplicar algún tipo de procesamiento espacial o formación de haces preliminar. Este procesamiento previo se puede realizar en el dominio análogo, en el dominio digital o en un híbrido de los dos. En general, el procesamiento espacial puede ser bastante flexible. Debe variar en el tiempo para adaptar el área de cobertura de la antena a donde estén los usuarios. Se puede considerar un estrechamiento de fase y amplitud.

En el enlace descendente, los elementos de antena individuales nunca se exponen al UE. El UE solo observa una cantidad de combinaciones lineales de las señales transmitidas desde diferentes elementos de la antena. La cantidad de combinaciones lineales que está expuesta se determina por el rango de la transmisión. Los datos se reciben en la UE a través de dicha combinación lineal (el haz) y se mide e informa la calidad de enlace descendente por haz.

Un escenario posible es que el UE esté equipado con múltiples matrices, y que cada matriz consista en una cantidad (pequeña) de elementos. Los diferentes matrices cubren diferentes direcciones espaciales. La matriz puede estar configurada para tener diferente cobertura angular (dirección del objetivo y ancho del haz).

El UE transmite señales de referencia (RS) a través de una cantidad de haces, ya sea de forma secuencial o simultánea. La transmisión secuencial se puede usar también con formación de haces de TX análoga y la detección en el eNB es más fácil. Por otra parte, si las RS se transmiten sobre varios haces en paralelo, se pueden sondar más haces en menos tiempo. La RS es probablemente Señal de Referencia de Reciprocidad (RRS) ya que diferentes RS se deberían transmitir a través de diferentes haces, de modo que el eNB pueda identificar cada transmisión. La forma de cada haz es decidida por el UE, pero la cantidad de haces está entre el UE y el eNB. El eNB mide la calidad de cada RS recibida, y determina el haz transmitido por UE más adecuado. La decisión luego se envía al UE por dPDCH junto con un valor de información de calidad del canal (CQI) y ayuda de programación.

Como se menciona anteriormente, puede no ser posible formar un haz de alto rango en el UE. Para habilitar múltiples entradas y múltiples salidas de enlace ascendente (MIMO), pueden usarse varios haces de rango 1.

En el eNB, la transmisión basada en haces típicamente se refiere a que la cantidad de elementos observados por la banda base es mucho menor que la cantidad de elementos usados para formar los haces. Esto implica que la cobertura (angular) de haces individuales simultáneos es menor que por los elementos.

En el UE, la transmisión basada en haces con fines de retroalimentación se puede usar para mejorar el presupuesto de enlace para RS, pero tal vez no para reducir la cobertura angular, de modo que la cantidad de haces todavía sea igual a la cantidad de elementos.

Para una transmisión en curso, existe la posibilidad de reducir la cobertura angular, como se realiza del lado del eNB, pero esto puede implicar que, transcurrido un tiempo, el canal no se utilice completamente. Para evitar esto, es necesario un sondeo, con cobertura angular amplia o posiblemente completa.

Para NR, la solución de gestión de movilidad activa descrita anteriormente se configura para gestionar la movilidad entre los haces, a diferencia de la movilidad celular tradicional en la Evolución a Largo Plazo (LTE). La movilidad y transmisión orientadas a los haces introducen numerosos rasgos que difieren de la movilidad celular en LTE. Al emplear matrices de antenas planas grandes en los nodos de acceso, con cientos de elementos, se pueden crear patrones de cobertura de red de haces bastante regulares con cientos de haces candidatos por nodo. Los anchos de los haces de los haces individuales en elevación y azimut se determinan por la cantidad de filas y columnas de elementos en la matriz.

Como se ilustra en estudios de simulación, el área de cobertura de un haz individual de una matriz plana grande puede ser pequeña, del orden de algunas decenas de metros de ancho. La degradación de la calidad del canal fuera del área de haz servidor actual es rápida, lo que puede requerir una conmutación de haz frecuente para aprovechar todo el potencial de la matriz de antenas con baja sobrecarga. No son factibles las señales de movilidad estática en todos los haces, de modo que es necesario que la MRS se encienda únicamente en los haces relevantes y únicamente cuando sea necesario. Los haces relevantes se seleccionan según las estadísticas de cobertura de haces anteriores y posición del UE para los diferentes haces candidatos, según una base de datos de red de auto-organización (SON). Los datos de la SON pueden también emplearse para disparar sesiones de medición de movilidad cuando la calidad de los haces servidores se degrada, sin necesidad de continuas comparaciones de calidad de los haces vecinos.

Las evaluaciones indican también que es posible una pérdida repentina de haces debido a un desvanecimiento de la sombra, por ejemplo, cuando se gira en una esquina. La solución de movilidad en modo activo (AMM) incluye rasgos que ayudan a evitar una reducción repentina de la calidad del enlace o condición de falta de sincronización o a recuperarse rápidamente de esta.

La solución de AMM incluye tanto procedimientos de capa inferior (disparador de la movilidad, mediciones, selección de haces, diseño de RS, y solidez) como asuntos de RRC (gestión de identidad de haces, transferencia inter-nodo, y otros aspectos de capa superior). La solución de AMM soporta conmutadores de haz tanto dentro de un nodo como entre diferentes nodos empleando principalmente mediciones de MRS. Cabe destacar que los procedimientos descritos en esta sección se pueden emplear para cambiar haces dentro de un nodo empleando mediciones de CSI-RS. O más precisamente: los conmutadores de haz que emplean CSI-RS pueden emplearse para casos en los que el plano de datos no tiene que ser redirigido, y no es necesario realizar ninguna resincronización. En estos casos, el procedimiento basado en CSI-RS es mucho más ajustado, y es también completamente transparente para el UE.

Asimismo, la solución de AMM distingue entre haces de enlace y haces de movilidad. Los haces de enlace son haces empleados para la transmisión de datos, mientras que los haces de movilidad se emplean a efectos de movilidad.

El sistema de NR debería brindar experiencia de servicio sin interrupciones a usuarios que se mueven, y está diseñado para soportar movilidad sin interrupciones con uso mínimo de recursos. Como se menciona anteriormente, existe un modo inactivo (denominado anteriormente estado RRC_CONNECTED DORMANT) y un modo activo (denominado anteriormente estado RRC_CONNECTED ACTIVE) en NR, lo que significa que la movilidad incluye la movilidad en modo inactivo y la movilidad en modo activo. La movilidad en modo inactivo (paginación y actualización de ubicación) se describe en detalle más adelante. En esta sección, se trata únicamente la movilidad en modo activo intra-NR. Anteriormente se presentó una descripción de señales de referencia empleadas para procedimientos de movilidad.

Existen algunas necesidades específicas que la solución de movilidad debería satisfacer preferiblemente, que incluyen uno o más de:

- Las soluciones de movilidad deberían soportar el movimiento entre haces sin ninguna pérdida de paquetes. (En LTE, se emplea el redireccionamiento de paquetes - se permite algún retraso extra temporal pero no la pérdida de paquetes.)

- La solución de movilidad soportará multi-conectividad, en donde los rasgos de coordinación que pueden ser empleados para nodos se conectaron a través de retorno excelente (por ejemplo, fibra dedicada) así como también a través de retorno relajado (por ejemplo, latencia de 10 ms y más, con cable, inalámbrico).
- Las soluciones de movilidad deberían funcionar tanto para la formación de haces análoga como para la formación de haces digital.
- La movilidad y mediciones del UE funcionarán para nodos de acceso tanto sincronizados como para no sincronizados.
- Las soluciones de movilidad soportarán las acciones de detección y recuperación de fallas de radioenlace por el UE. Las soluciones de movilidad soportarán el movimiento entre NR y todas las RAT existentes con una integración más estricta entre NR y LTE con un breve tiempo de interrupción de transferencia inter-RAT.

Los principios de diseño deseables para la movilidad en modo activo incluyen uno o más de:

- Se empleará un marco de movilidad construido de funciones configurables.
- Las soluciones de movilidad tendrán la flexibilidad de que la movilidad de enlace ascendente y de enlace descendente puede dispararse y ejecutarse independientemente una de la otra.
- Para el modo activo, las soluciones de movilidad se controlarán por red como regla general, se puede emplear el control de UE configurado por red en la medida en que haya grandes beneficios demostrados.
- La señalización relacionada con la movilidad seguirá el principio ultra-ajustado. Preferiblemente ocurrirá a demanda, para minimizar la transmisión de señal de la medición. Debería minimizarse la sobrecarga de señalización y sobrecarga de medición relacionadas con la movilidad.
- Las soluciones de movilidad siempre mantendrán un enlace suficientemente bueno entre la terminal y la red (que es diferente de "siempre lo mejor").
- Las soluciones de movilidad deberían funcionar independientemente de los "modos de transmisión".

La transmisión multi-antena ya cumple un papel importante para las generaciones actuales de comunicación móvil y adquiere una mayor importancia en NR para brindar una cobertura de tasa de datos alta. Los desafíos que enfrenta la movilidad en modo activo en NR se relacionan con soportar la formación de haces de alta ganancia. Cuando los haces de enlace son relativamente estrechos, los haces de movilidad deberían rastrear el UE con alta precisión para mantener una buena experiencia de usuario y evitar la falla de enlace.

El concepto de movilidad de enlace descendente de NR se basa en haces. En despliegues con matrices de antenas grandes y varias configuraciones posibles de haces candidatos, no todos los haces pueden transmitir señales de referencia y medición de modo estático, siempre conectado. En cambio, los nodos de acceso conectados seleccionan un conjunto relevante de haces de movilidad para transmitir cuando sea requerido. Cada haz de movilidad transporta una Señal de Referencia de Movilidad (MRS) única. Luego se le indica al UE que mida cada MRS e informe al sistema. Desde un punto de vista del UE, este procedimiento es independiente de cuántos nodos de acceso están implicados. En consecuencia, el UE no debe preocuparse acerca de cuál nodo de acceso transmite qué haces; a menudo esto se denomina el UE que es indiferente al nodo y la movilidad que se centra en el UE. Para que la movilidad funcione de manera eficiente, es necesario que los nodos de acceso implicados mantengan listas de haces vecinos, intercambien información sobre haces, y coordinen el uso de la MRS.

El rastreo de un UE en movimiento se logra por la medición e informe por parte del UE acerca de la calidad relevante de haces candidatos, por lo que el sistema puede seleccionar haces para la transmisión de datos en función de las mediciones y criterios de propiedad. El término conmutación de haz se emplea, en el presente contexto, para describir el caso en que los nodos de acceso actualizan los parámetros, por ejemplo, punto de transmisión y dirección del haz. Por consiguiente, las transferencias de haces de nodos tanto intra- como inter-acceso pueden observarse como un conmutador de haz. En consecuencia, la transferencia en NR se ejecuta entre haces en vez de celdas como en los sistemas celulares tradicionales.

El tipo de haz descrito en la presente sección es principalmente el haz de movilidad, que es la entidad a actualizar durante la movilidad. Aparte del haz de movilidad, existe también un haz de 'geo-defensa' que se introduce para facilitar la movilidad inter-nodo en algunos despliegues.

Las siguientes secciones describen la movilidad de enlace descendente: elegir cuál haz/nodo emplear para la transmisión de enlace descendente. Una sección describe la movilidad basada en la medición de enlace descendente y una sección describe la basada en la medición de enlace ascendente. Hasta el momento, se asume que se emplea el mismo haz/nodo para la comunicación de enlace ascendente. Sin embargo, en algunos casos, puede ser ventajoso emplear diferentes haces/nodos para la comunicación de enlace descendente y de enlace ascendente. Esto se denomina desacoplamiento de enlace ascendente/de enlace descendente. En ese caso, se puede emplear un procedimiento independiente para seleccionar el mejor haz/nodo de enlace ascendente. Las mediciones de enlace ascendente se emplean para seleccionar el haz/nodo de enlace ascendente, y los procedimientos descritos anteriormente se emplean con cambios mínimos.

Se han llevado a cabo diversos estudios detallados de opciones de solución de movilidad, y todas estas

formulaciones siguen un marco de movilidad común, que puede resumirse a un alto nivel como en la Figura 11, que ilustra un procedimiento de movilidad en modo activo genérico (basado en la medición de enlace descendente). Luego de que se decide disparar un conmutador de haz, se selecciona un conjunto de haces candidatos para la activación y medición. Estos haces pueden originarse tanto en el nodo de acceso servidor como en potenciales nodos de acceso objetivo. Las mediciones se basan en las transmisiones de Señal de Referencia de Movilidad (MRS) en haces de movilidad. La red decide el haz objetivo luego de que el UE informa el resultado de las mediciones a la red e informa opcionalmente al UE acerca del haz objetivo seleccionado. (De manera alternativa, el UE puede haberse configurado proactivamente para seleccionar de manera autónoma el haz candidato con el mejor resultado de medición, y posteriormente transmitir el informe de medición al haz objetivo.) El procedimiento incluye uno o más de:

Lado del UE:

- Configuración de la medición. El UE recibe la configuración de movilidad de la red acerca de cuáles MRS medir (o el UE podría también realizar una búsqueda completamente ciega sin una lista configurada), cuándo medir, cómo medir, y cómo informar. La configuración de medición puede realizarse antes (y actualizarse continuamente.)
- Medición. El UE realiza mediciones de movilidad luego de que el UE recibe la activación de la medición que se le indica iniciar la medición en alguna o todas las entradas en la configuración de medición.
- Informe de la medición. El UE envía los informes de la medición de movilidad a la red
- Ejecución de la movilidad.

  • El UE puede recibir una solicitud para transmitir la USS en el enlace ascendente para la medición del avance temporal (TA) y enviar la USS. El requisito para enviar la USS puede ser parte de la configuración de la medición.
  • El UE puede recibir una orden (reconfiguración) de realizar la conmutación de haz, que puede incluir una nueva ID de haz y una orden de ajuste del TA. La orden de conmutación puede también informarse primero, y el TA puede medirse y ajustarse en el nodo objetivo.
  • O, si la sincronización de enlace descendente y el TA de enlace ascendente permanecen válidos, y no se requiere configuración adicional (nueva DMRS, seguridad, etc.) o puede informarse a través del nodo objetivo, el UE no puede recibir una orden de conmutación.

Lado de la red:

- Configuración de la medición. La red envía la configuración de medición de movilidad al UE.
- Disparador de movilidad. La red determina si disparar o no el procedimiento de conmutación de haz.
- Medición de movilidad. La red decide ejecutar el procedimiento de medición de movilidad que incluye:

  • Selección de vecinos: La red selecciona haces candidatos.
  • Configuración de la medición. La red envía la configuración de la medición al UE si no se configura en el paso 1.
  • Activación de la medición. La red activa la MRS en haces relevantes y envía una orden de activación de la medición al UE.
  • Informe de la medición. La red recibe el informe de la medición del UE.

- Ejecución de la movilidad.

  • La red puede enviar una orden de solicitud de USS (reconfiguración) al UE para transmitir la USS para la medición del TA.
  • El nodo objetivo puede medir el valor del TA y enviar el valor al nodo que se comunica con el UE que enviará la configuración del TA al UE.
  • La red puede enviar la orden de conmutación de haz (reconfiguración) al UE.

La red puede enviar la configuración de la medición al UE ya sea antes de disparar el procedimiento de conmutación de haz (paso 1 o después (durante el paso 3).

La secuencia indicada se puede configurar con ajustes adecuados para que sirvan como marco común para todas las operaciones relacionadas con la movilidad en modo activo: primer hallazgo del haz, actualización de la movilidad del haz disparado en modos de monitoreo y transmisión de datos, y rastreo continuo de haces de movilidad.

En la siguiente sección se describe una configuración del procedimiento de movilidad en modo activo de enlace descendente genérico donde el UE se mueve del Nodo de Acceso Servidor 1(SAN1) a SAN2, como se muestra en la Figura 11.

La red puede enviar una configuración de la medición de movilidad al UE. Esta configuración se transmite en un mensaje de RRC y puede contener información relacionada con eventos de medición -- "qué" (por ejemplo, cuáles

índices de MRS) medir, "cuándo" y "cómo" medir (por ejemplo, hora de inicio o criterio y duración de filtrado), o "cuándo" y "cómo" enviar un informe de medición (por ejemplo, informar franja horaria, informar mejores ID de haces o también sus potencias, etc.). La lista puede ser útil si solo se enciende y puede medirse una pequeña cantidad de MRS. Pero enviar la lista puede ser opcional para la Red, NW, y UE pueden realizar mediciones a ciegas, por ejemplo, mediante la detección de todas las señales MRS audibles. Otro ejemplo de configurabilidad podría ser las mediciones inter-nodo donde puede ser necesario un filtrado más extenso para evitar efectos ping-pong. Para las mediciones de haces intra-nodo se emplea un filtro corto.

La red puede enviar una configuración de medición en cualquier momento. Típicamente, una vez que el UE recibe la configuración, comienza a realizar mediciones. Sin embargo, este procedimiento podría potenciarse adicionalmente al transmitir una orden de activación en el campo de información de control de enlace descendente (DCI). Por consiguiente, el mensaje de RRC configuraría únicamente la medición, pero puede no necesariamente iniciar el UE para comenzar a realizar tales mediciones.

El UE envía informes de la medición basados en la configuración brindada por la red. Los informes de la medición son típicamente mensajes de RRC enviados a la red. Sin embargo, en determinados casos, algunos tipos de informes podrían enviarse por MAC. Para el informe basado en la Capa 3, puede informarse simultáneamente diferente cantidad de haces, lo que permite encontrar el haz preferido en poco tiempo, sin embargo, requiere más sobrecarga de señalización, y no es fácil integrar la conmutación de haz con el programador. Para el informe basado en la Capa 2, existe menos sobrecarga, y es fácil de integrar con el programador, sin embargo, puede informarse simultáneamente una cantidad fija máxima de mediciones de haces.

La transmisión y mediciones de la MRS se disparan en función de la calidad del haz/nodo de enlace observada cuando la transmisión de datos se encuentra en curso, la calidad de haces de movilidad en ausencia de datos, o los informes enviados por el UE. Otros disparadores como equilibrio de carga pueden también disparar la ejecución de la medición de la movilidad.

Existen diferentes métricas disparadoras y diferentes condiciones. La métrica para reflejar la calidad del haz es ya sea RSRP o SINR. La condición puede ser una o más de:

- a1) comparación con un valor absoluto
- a2) comparación con múltiples valores relativos diferentes con una tabla de referencia según la posición
- a3) comparación con valores de otros haces, o
- a4) índice de degradación de la calidad del haz de enlace. También se han demostrado mecanismos disparadores prácticos que reaccionan a los cambios en la métrica de calidad actual.

El haz observado puede ser uno o más de:

- b1) haz de enlace servidor actual (DMRS o CSI-RS),
- b2) haz de enlace servidor actual más su haz de ‘sector’,
- b3) haz de movilidad servidor actual (MRS).

Los diferentes tipos de conmutación (por ejemplo, intra-nodo o inter-nodo) pueden tener diferentes umbrales. Por ejemplo, cuando la calidad de enlace es inferior que el umbral 1, se dispara el conmutador de haz intra-nodo. Cuando la calidad de enlace es inferior que el umbral 2, se dispara la conmutación y evaluación de haz inter-nodo. Si hay un excelente retorno (por ejemplo, fibra dedicada) y no hay ningún problema con los efectos ping-pong, tanto intra-nodo como inter-nodo pueden emplear los mismos parámetros.

Cuando la red decide que es necesario que una identidad de haz/nodo servidor cambie/se actualice/se modifique, la red prepara el procedimiento de movilidad. Esto puede implicar cierta comunicación con otros nodos en la red.

Existen diversas opciones para informar los resultados de medición de MRS a la red:

- c1) Si el UE informa todas las mediciones al nodo servidor, el nodo servidor determina el nodo al cual conmutar y señales para el UE. Este enfoque se basa en el enlace servidor existente para toda la señalización durante el procedimiento de movilidad. El TA hacia el nuevo haz servidor se estima junto con la orden de conmutación.

- c2) Si el UE informa las mediciones nuevamente a los nodos individuales de donde provienen las diferentes MRS, el propio informe requiere una transmisión de USS y estimación de TA anteriores -- se considera entonces como parte del procedimiento de medición. Una vez que la Red ha decidido el nuevo nodo servidor y dio señal al UE, el UE emplea el TA ya disponible hacia el nuevo nodo servidor. Este enfoque requiere más señalización de enlace ascendente, pero quita la dependencia crítica del enlace servidor antiguo una vez emitida la orden de medición.

- c3) De manera similar a c2), pero el UE informa todas las mediciones nuevamente a través del haz servidor

y a través del mejor de los nuevos haces medidos. Entonces, debería realizarse únicamente un procedimiento de estimación de TA.

Finalmente, la red puede solicitar que el UE aplique una nueva configuración. Puede haber situaciones en que una reconfiguración pueda ser clara para el UE, por ejemplo, en un conmutador de haz intra-nodo. Entonces la reconfiguración sucede del lado de la red, un haz/nodo servidor puede cambiarse; sin embargo, el UE mantiene la configuración existente. Si se necesita una reconfiguración, puede configurarse antes o después del conmutador.

En general, la MRS se transmite únicamente según la demanda. La red decide cuáles haces candidatos, o haces vecinos, deberían activarse. La selección de haces candidatos puede basarse en, por ejemplo, una tabla de consulta de relaciones de haces. Esta tabla de consulta de vecindad se indexa ya sea por posición de UE o huella digital de radio. La posición puede ser la posición precisa (por ejemplo, información del Sistema de Posicionamiento Global (GPS)) o una posición aproximada (información del haz servidor actual). Crear y mantener las tablas de consulta de vecindad es una generalización del proceso de gestión de relaciones de vecinos automáticas (ANR), manejado por la funcionalidad de la SON en la red. Las tablas pueden emplearse tanto para brindar criterios disparadores para iniciar una sesión de medición respecto de un UE determinado como para determinar los haces candidatos relevantes para mediciones y un posible conmutador de haz. El haz en esta tabla de consulta puede ser ya sea un haz de movilidad normal o un haz de 'sector'. El tamaño de la tabla de relaciones de haces vecinos puede ser reducido; desde la perspectiva tanto de consumo de memoria como de consumo de señalización, si los haces candidatos son anchos y la cantidad de haces es inferior. En algunos despliegues de red, por ejemplo, despliegue de NR en bandas de frecuencia LTE o en un área de transferencia frecuente y carga elevada, puede ser preferible configurar la MRS para que esté siempre conectada, de modo que potencialmente varios UE que están cubiertos por los mismos haces de movilidad puedan rastrear continuamente la calidad de los haces vecinos.

Para informar las mediciones de MRS a nodos diferentes del nodo servidor, y para reanudar la transmisión de datos de enlace ascendente hacia un nuevo nodo servidor, es necesario que el UE aplique un correcto avance temporal, que típicamente difiere del TA para el nodo servidor actual. En una Red no sincronizada, siempre es necesario realizar la estimación del TA. La transmisión de la USS se configura entonces antes de la medición en la orden de medición de la MRS o estáticamente por el RRC. Lo mismo se aplica en NW macro sincronizadas, en donde la ISD, Distancia Inter Sitio, excede o es comparable con la longitud de CP.

En una Red bien sincronizada con ISD (Distancias Inter Sitio) cortas, por otra parte, el TA hacia el nodo servidor antiguo puede también funcionar bien para un nuevo nodo servidor. El UE puede deducir si ese es el caso de si la sincronización de tiempo de enlace descendente antigua funciona para el nuevo nodo. Sería eficiente no realizar una nueva estimación de TA a menos que sea realmente necesario. El enfoque controlado por red consiste en que la red configura el UE para transmitir la USS (o no) anteriormente a la medición en la orden de medición de la MRS. El TA no se estima si la red estima que los nodos antiguos y nuevos pueden compartir el mismo valor de TA, de otro modo se le solicita al UE que envíe la USS. De manera alternativa, en un enfoque controlado por UE, el UE puede omitir enviar la USS en el enlace ascendente si determina que no fue necesaria ninguna resincronización para medir la MRS del nodo nuevo. Aquí, el nodo todavía necesita reservar recursos para la recepción de la USS.

Si el TA debe ser cambiado, esto se transmite al emplear dPDCH o PCCH ya sea sobre el haz servidor antiguo o desde el nuevo nodo (donde el enlace descendente ya está "operativo" debido a que el UE se ha sincronizado con la MRS).

En la solución de informes de MRS c1 anteriormente, la USS puede enviarse en el enlace ascendente y la actualización de TA en el enlace descendente puede enviarse como parte de la orden de conmutación de haz y acuse de recibo.

En las soluciones de informes de MRS c2 y c3 anteriormente, el UE envía la USS como parte del procedimiento de informe de la medición hacia un nodo de transmisión de MRS, y recibe una actualización de TA como mensaje separado.

En algunos despliegues, en donde la posición del UE puede determinarse con alta precisión, la corrección del TA necesaria al conmutar del haz servidor antiguo a uno nuevo puede recuperarse de una base de datos recogida anteriormente. La base de datos se crea en función de mediciones de TA anteriores gestionadas según los principios de SON.

Las secuencias de medición de movilidad son esencialmente las mismas que en LTE. Las secuencias disparadoras y de monitoreo de movilidad son similares a las de LTE pero difieren algunos detalles, por ejemplo, los criterios de puesta en marcha y las señales específicas de UE disponibles para las mediciones de movilidad. La secuencia de activación de MRS donde las señales de referencia (MRS) se activan dinámicamente en un conjunto de haces candidatos específicos de UE es un nuevo procedimiento en NR. La activación y desactivación de MRS a solicitud, y de manera específica del UE es crítica para el diseño ajustado. El principal nuevo reto en NR es que la red decida cuáles MRS candidatas se activan, y cuándo. El último aspecto puede ser especialmente crítico a altas frecuencias debido al desvanecimiento de la sombra. Pueden ser necesarias algunas preparaciones y señalización en la red

cuando se activan los haces candidatos en varios nodos diferentes. No obstante, este procedimiento es claro para el UE. Al UE se le informa únicamente acerca de la configuración de la medición y el UE informa según eso, sin haber asociado los haces con nodos específicos. Las secuencias de actualización de TA pueden también medirse y ajustarse en el nodo objetivo luego de informar en primer lugar a la orden de conmutación. Asimismo, probablemente se requiera la reconfiguración adicional.

El procedimiento disparador del conmutador de haz difiere según cómo se diseña y se transmite la MRS. Más específicamente existen tres casos típicos:

- La MRS de haces está activada únicamente cuando se detecta degradación de la calidad del haz servidor. La MRS para todos los haces candidatos relevantes en la tabla de consulta está activada, independientemente de si el haz es del mismo nodo o de un nodo vecino. La construcción de la tabla puede ser parte de las funciones de la SON. El UE mide todas las MRS y envía el informe de la medición.
- Ya sea todas las MRS del sector en la tabla de consulta o la MRS del sector que contiene el haz servidor para el UE activo se configura y transmite periódicamente. El UE puede también llevar el registro de la calidad del MRS del sector transmitida e informar la calidad periódicamente o en caso de eventos.
- El haz de movilidad servidor se adapta para rastrear continuamente el UE para mantener la ganancia de haz máxima, que es similar a los procedimientos de CSI-RS. El UE informa una señal de error entre la dirección del haz servidor actual y la dirección del mejor haz estimada, mediante el uso de haces adicionales en la vecindad del haz servidor.

El caso 1 es más adecuado para servicios sin requisitos de QoS estrictos, mientras que el caso 2 es más adecuado para un servicio crítico en el tiempo con sobrecarga adicional. (Existen también opciones híbridas, por ejemplo, la activación de todas las MRS en la tabla de consulta para un UE determinado, con sobrecarga adicional.) En el caso 3, con símbolos de referencia específicos de UE, cualquier modificación de la forma del haz dentro de un nodo puede ser clara para el UE - no es necesaria ninguna señalización, a menos que se aplique la formación de haces análoga a RX en el lado de UE.

También es posible emplear mediciones de enlace ascendente para seleccionar un haz de enlace descendente. A un alto nivel, puede asumirse que tales mediciones se realizan a demanda, cuando un conmutador de haz se considera necesario. Por consiguiente, aún se aplica el concepto de un evento de movilidad, y se basa en algún tipo de disparador para comenzar el evento.

Debido a que el haz de enlace descendente está siendo actualizado, es natural aún monitorear el rendimiento de enlace descendente, mediante el uso de cualquiera de las mediciones descritas en la sección anterior. Por ejemplo, se puede monitorear la CQI medida en la CSI-RS o MRS.

El uso de mediciones de enlace ascendente para elegir el nodo de acceso empleado para la transmisión de enlace descendente generalmente funciona bien, siempre que diferentes nodos de acceso usen la misma potencia de transmisión y tengan las mismas capacidades de antena. De otro modo, esto debe compensarse.

Para mediciones de enlace ascendente para seleccionar un haz de enlace descendente dentro de un nodo, es deseable la reciprocidad entre el enlace ascendente y el enlace descendente. Los componentes de antena pasivos y el medio de propagación son físicamente recíprocos para el TX y RX, pero los filtros de radio-frecuencia (RF) y componentes activos en las vías de RX y TX exhiben típicamente asimetrías y variaciones de fase que no proporcionan reciprocidad automática en todos los casos. Sin embargo, al introducir procedimientos de calibración y restricciones de hardware adicionales, puede brindarse cualquier grado de reciprocidad deseado.

Para obtener las mediciones de enlace ascendente, la red solicita al UE que envíe señales de referencia de enlace ascendente a la red. Una posible señal de referencia para mediciones de movilidad es la USS. La USS puede ser detectada no solo por el nodo servidor, sino también por los nodos vecinos. Los nodos vecinos deberían mantener transmisiones de los UE a los que sirven, para liberar los recursos de transmisión donde ocurrirá la USS.

Si la situación de cobertura es desafiante, puede ser necesario que los UE usen la formación de haces TX para transmitir la USS. En este caso, el UE es necesario para transmitir la USS en todas las direcciones candidatas, y pueden asignarse diferentes identidades de USS a diferentes haces TX de enlace ascendente del lado del UE de modo que la red pueda retroalimentar las mejores identidades del haz TX del UE. Si el UE no puede transmitir en más de una dirección simultáneamente, las transmisiones de los haces pueden multiplexarse en el tiempo. La USS puede transmitirse desde el UE periódicamente o disparase con un evento (cuando se degrada la calidad de los haces de enlace). Tal configuración de barrido de haz es más complicada en el enlace ascendente que en el enlace descendente, debido al diseño de la matriz de antena de UE irregular. Los patrones de barrido adecuados pueden determinarse de diversas maneras mediante el uso de calibración anterior o aprendizaje en el momento por parte del UE.

En la red, el nodo de acceso candidato intenta detectar la USS en diferentes haces, y selecciona el mejor haz. Si la red emplea la formación de haces análoga, los nodos no pueden realizar la medición de una gran cantidad de

haces en un período de USS. El nodo de acceso puede escanear la USS mediante el uso de diferentes haces RX secuencialmente. La coordinación de los patrones de barrido de haces TX de UE y RX de nodo de acceso es complicada. Según esta combinación solo debería considerarse si está realmente estipulado por los requisitos de cobertura.

Existen algunos requisitos de señalización entre el UE y la red, que incluyen, por ejemplo, la cantidad de USS empleada en el UE y el período de repetición para el escaneo de la red. Puede asumirse que se adopta el mismo procedimiento que para la configuración de la MRS: configurar los parámetros de transmisión de la USS con el uso del RRC, y activar la transmisión con el uso del MAC.

Existen varias alternativas para realizar la conmutación de haz de enlace descendente según la medición de enlace ascendente:

- El haz estrecho (enlace) puede seleccionarse directamente según la medición de enlace ascendente.
- La selección de haces según la medición de enlace ascendente decide el haz de movilidad, y el haz estrecho (enlace) puede seleccionarse según la medición de enlace descendente complementada posterior.
- La medición de enlace ascendente decida en primer lugar el haz de movilidad con un haz RX más ancho. Luego de eso, las mediciones de enlace ascendente deciden adicionalmente el haz estrecho (enlace) con haz RX estrecho. Al decidir el haz estrecho, las demás RS podrían medirse en los haces estrechos que se ubican dentro, o en la vecindad, de los haces RX seleccionados en la primera parte.

En las tres alternativas de conmutación de haz enumeradas inmediatamente antes, los procedimientos de selección de haces (selección de haces en la primera alternativa; selección de haces anchos en la segunda y tercera alternativas) son similares/ Se ilustra un ejemplo de procedimiento de selección de haces en la Figura 12. El procedimiento de la selección de haces basado en la medición de enlace ascendente puede expresarse brevemente del siguiente modo:

- Disparar el conmutador de haz
- Activar la recepción de la USS entre nodos vecinos en haces relevantes
- Activar la transmisión de la USS en el UE
- Realizar la medición de la USS en la red
- Determinar el mejor haz según el informe de la medición
- Preparar la conmutación de haz de ser necesario
- Emitir la orden de conmutación de haz de ser necesario

Como se menciona anteriormente, la USS puede transmitirse desde el UE periódicamente, o disparada por un evento. Si la USS se transmite periódicamente según la configuración anterior, se pueden ignorar los pasos 1-3. De ser necesaria una actualización del avance temporal, el valor del TA puede obtenerse de la medición de la USS y el nuevo valor del TA puede informarse al UE durante la orden de conmutación de haz.

Para la selección de haces estrechos (enlace) que sigue la selección de haces de movilidad en la tercera alternativa de conmutación de haz de enlace descendente enumerada anteriormente, existe únicamente una pequeña diferencia, en donde no están implicados los haces del nodo vecino. Es un tipo de selección de haces intra-nodo, que se ilustra en la Figura 13. Aquí la "USS" podría ser también otro tipo de referencia, como la RRS. La medición de enlace descendente complementada en la segunda alternativa anteriormente es similar al conmutador de haz intra-nodo en el caso 2 de método basado en la medición de enlace descendente.

En la presente sección se describen diversas técnicas adicionales que complementan las técnicas descritas anteriormente. En varias realizaciones, cualquiera una o más de estas técnicas adicionales pueden implementarse junto con cualquier combinación de las técnicas descritas anteriormente.

En NR, la cantidad de CSI generalmente aumenta con la cantidad de antenas/haces, lo que significa que la cantidad de evaluaciones de haces/hipótesis realizadas por el UE puede aumentar según esto. Esto a su vez provocará un aumento del consumo de energía del UE.

Un enfoque para abordar esto, y por consiguiente para disminuir el consumo de energía del UE, es tener al menos dos modos de informes para la CSI. Un modo es un modo donde el UE u otro dispositivo inalámbrico busca la "mejor" configuración de transmisión. Esto puede considerarse un modo "por defecto" o "heredado". Otro modo puede denominarse "modo de bajo consumo", y se basa en el uso de un umbral para la calidad de la CSI informada (por ejemplo, PMI). En este modo, el UE informa (a la red inalámbrica) la primera CSI/PMI que cumple con un requisito de umbral de calidad. Por consiguiente, en vez de encontrar la mejor configuración de transmisión absoluta posible, el UE encuentra una que es suficiente para cumplir con el requisito de umbral de calidad, y lo informa, lo que reduce el consumo de energía del UE pero no necesariamente busca la mejor configuración de transmisión absoluta posible. En determinadas realizaciones, el UE puede seleccionar el umbral para la calidad de la CSI informada por sí mismo, en función de umbrales de calidad preprogramados u otros criterios de selección. En

realizaciones alternativas, el UE puede recibir una indicación de la red acerca del umbral para la calidad de la CSI informada, y seleccionar el umbral indicado.

En algunas realizaciones, este modo de bajo consumo puede implicar que el UE escanee únicamente un subconjunto del PMI, por ejemplo. Este modo de bajo consumo puede también implicar que el UE apague una o más cadenas receptoras/transmisoras o, más generalmente, que conmute uno o más circuitos receptores y/o transmisores a un estado de bajo consumo mientras funciona en el modo de bajo consumo, de modo que los circuitos consuman menos energía en este estado de bajo consumo con relación a su consumo de energía en el modo por defecto. Este modo de bajo consumo permite que las evaluaciones de los haces se interrumpan una vez encontrado un haz suficientemente bueno, lo que ahorra consumo de energía. Una ventaja de este enfoque es que, para la mayoría de la señalización de los paquetes pequeños, los UE pueden emplear un modo de informe de CSI que ahorra una cantidad considerable de energía.

En NR, un UE que funciona en modo inactivo (por ejemplo, estado RRC_CONNECTED DORMANT) busca señales de sincronización y otra información del sistema, como se describió en detalle en las secciones anteriores. En un sistema donde la formación de haces está en uso, el UE busca estas señales de sincronización y otra información del sistema en un intervalo de posibles recursos, en donde ese intervalo abarca varias combinaciones de tiempo, frecuencia y haz espacial. Cabe destacar que esta libertad con respecto a los recursos no existe en LTE.

Un potencial problema con esto es que puede ser necesario que un UE inactivo permanezca activo durante períodos mucho más extensos para realizar esta búsqueda, en comparación con el funcionamiento en LTE. Esto puede tener un impacto negativo en el consumo de energía por el UE.

Este problema puede abordarse, en algunas realizaciones, al poner (nuevamente) en reposo el UE tan pronto como haya recibido información del sistema y/o sincronización lo suficientemente buenas, en donde "suficientemente buenas" se determina al cumplir con un umbral o umbrales predeterminados, sin buscar necesariamente en un intervalo de búsqueda predeterminado completo. Este enfoque permite que el UE consiga ahorros de energía, especialmente en entornos con buenas señales.

La Figura 14 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra un ejemplo de método según este enfoque. Como se muestra en el bloque 1410, el método comienza con la realización de una medición y/o demodulación/decodificación, para sincronización y/o información del sistema, en uno de un conjunto predeterminado de recursos, en donde los recursos se definen por uno o más del haz, tiempo, y frecuencia. Como se muestra en el bloque 1420, el método incluye además determinar si se ha obtenido suficiente sincronización y/o información del sistema, como resultado de la medición y/o demodulación/decodificación en el recurso actual. De ser así, el método incluye, además, como se muestra en el bloque 1430, realizar una o más acciones basadas en la medición, si y en la medida en que tal acción sea necesaria, y volver a "reposo", en donde "reposo" se refiere a un modo de bajo consumo de funcionamiento para los circuitos del UE, en comparación con el modo en funcionamiento donde las mediciones se realizan activamente. Si, por otra parte, se determina que no se obtiene suficiente sincronización y/o información, se asigna otro recurso del conjunto predeterminado de recursos, como se muestra en el bloque 1440, y se repite el paso de medición y/o demodulación/decodificación que se muestra en el bloque 1410.

Una ventaja de esta técnica es que el consumo de energía del UE en modo inactivo puede reducirse, en algunos casos hasta niveles inferiores que el logrado en el funcionamiento de LTE convencional. Cabe destacar que "modo inactivo" como se emplea en esta memoria se refiere generalmente a un modo donde un dispositivo inalámbrico activa intermitentemente los circuitos receptores para monitorear y/o medir señales, al desactivar al menos partes de los circuitos receptores entre estos intervalos de monitoreo/medición. Estos períodos donde alguna parte de los circuitos se desactiva puede denominarse períodos de "reposo". En la descripción anterior, NR se describe como que tiene un modo inactivo denominado estado RRC_CONNECTED DORMANT. Sin embargo, se apreciará que puede haber uno o diversos modos inactivos soportados por cualquier red determinada, con nombres que varían.

La Figura 15 ilustra otro ejemplo de proceso, que implica un procedimiento de medición de modo inactivo del UE donde se reciben señales de información celular formada por haces y se procesan según este. Más adelante, se explican en detalle los pasos en la figura.

Como se muestra en el bloque 1510, un UE en modo inactivo dispara una ocasión de medición según alguno de varios disparadores. Para un sistema celular típico, esto puede ser periódico con un período del orden de 1 segundo.

Como se muestra en el bloque 1520, el UE forma una lista de señales de información celular y recursos de radio correspondientes, en donde esta lista representa las señales y recursos de lo que ya es consciente, o que sabe que puede estar presente. Los recursos de radio pueden ser haces, intervalos de tiempo, y otros grupos de recursos de radio (como elementos de recurso OFDM, por ejemplo) donde puede haber señales de información celular presentes.

Como se muestra en el bloque 1530, el UE organiza la lista de recursos y señales en un orden según por ejemplo

(pero no se limita a):

- Tiempo de recursos de radio (primeras señales primero etc.)
- Propiedad de medición o calidad de señal conocida de ocasiones de medición anteriores
- Información de probabilidad de utilidad de otras fuentes, listas celulares vecinas, otras mediciones, etc.

El orden de organización es tal que la señal (o recurso) de información celular priorizada más alta está primera en la lista.

Como se muestra en el bloque 1540, el UE emplea su receptor de radio para recibir recursos de radio para el o los primeros artículos en la lista. Mientras recibe esto, el procesamiento de la señal de medición del recurso recogido anteriormente puede seguir en curso.

Como se muestra en el bloque 1550, el UE mide las propiedades de la señal deseada de los recursos de radio recogidos. Esto puede incluir (pero no se limita a) cualquiera uno o más de:

- Potencia de señal recibida
- SINR o SNR de señal recibida
- Decodabilidad de información celular
- Información decodificada como información de paginación de la red celular.

Como se muestra en el bloque 1560, el UE decide, en función de una o más de las propiedades de señal medidas de 1550, si las mediciones recogidas hasta el momento son "suficientemente buenas" como para detener las actividades de medición y búsqueda celular. De no serlo, las mediciones continúan, como se muestra en el bloque 1540. "Suficientemente bueno" se refiere generalmente al cumplimiento de uno o más criterios predeterminados, que pueden incluir uno o más de:

- Que la potencia recibida, SINR o SNR esté por encima de un determinado umbral
- Que la información celular pueda decodificarse adecuadamente
- Que algo en la información celular indique que es necesario un cambio en el modo (por ejemplo, indicación de paginación).

"Suficientemente bueno" puede además ser que determinada cantidad, por ejemplo 3, de las celdas medidas se detecte como "celdas buenas".

Como se muestra en el bloque 1570, determinar que las señales medidas son "suficientemente buenas" conduce a un final de la ocasión de medición. El UE entonces vuelve a sus procedimientos normales, que pueden incluir informar mediciones, desactivar uno o más circuitos receptores, etc.

Un aspecto clave de la solución ilustrada en la Figura 15 es que un UE en un sistema celular con información celular formada por haces, y en modo inactivo, recoge mediciones para cada ocasión de medición únicamente hasta un punto en que la información recogida es "suficientemente buena". Esto permite que el UE ahorre energía al volver a reposo antes de realizar una búsqueda exhaustiva para todas las señales de información celular posibles.

La Figura 16 muestra otro ejemplo de método, implementado por un UE u otro dispositivo inalámbrico, para funcionar en una red de comunicaciones inalámbrica. Este método es similar, al menos en algunos aspectos, a los métodos ilustrados anteriormente - se apreciará que los rasgos del presente método puedan mezclarse y combinarse, según sea adecuado con rasgos de los métodos descritos anteriormente.

El método que se muestra en la Figura 16 se lleva a cabo mientras el UE funciona en un modo inactivo, en donde el funcionamiento en el modo inactivo comprende activar intermitentemente los circuitos receptores para monitorear y/o medir señales. Este modo inactivo puede ser, por ejemplo, el estado RRC_CONNECTED DORMANT descrito anteriormente. El UE lleva a cabo los pasos que se muestran en la Figura 600 mientras está en este modo inactivo, y mientras se activan los circuitos receptores.

Como se muestra en el bloque 1610, el UE realiza una medición en cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos, o demodula y decodifica información de cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos, en donde cada uno de los recursos en el conjunto predeterminado de recursos se define por uno o más de un haz, un tiempo, y una frecuencia. En algunas realizaciones, cada uno de los recursos en este conjunto predeterminado de recursos se define como un haz. Cada uno de estos puede representar un haz receptor (donde el UE "escucha" en diferentes direcciones mediante el uso de una combinación particular de antenas y pesos combinados) o un haz transmisor particular formado por un nodo de acceso, o una combinación de ambos.

Como se muestra en el bloque 1620, el método incluye además evaluar la medición o la información demodulada y decodificada para cada uno de los múltiples recursos respecto de un criterio predeterminado. Como se muestra

en el bloque 1630, el UE luego interrumpe el rendimiento y evaluación de las mediciones, o interrumpe la demodulación y decodificación y evaluación de información, en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado, de modo que uno o más recursos en el conjunto predeterminado de recursos no se midan ni demodulen y decodifiquen. Finalmente, como se muestra en el bloque 1640, el método comprende además desactivar los circuitos receptores activados, además en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado. Los pasos en la figura pueden repetirse en la siguiente aparición de un evento disparador que reactiva los circuitos receptores, en algunas realizaciones, por ejemplo, tras el vencimiento periódico de un temporizador en modo inactivo.

En algunas realizaciones, el criterio predeterminado comprende uno o más de los siguientes: que un nivel de potencia recibido, o una relación de señal a interferencia más ruido (SINR) medida, o una relación de señal a ruido (SNR) se encuentre por encima de un umbral predeterminado, para uno o para una cantidad predeterminada de recursos; que la información celular pueda decodificarse correctamente de uno o para una cantidad predeterminada de recursos; y que la información decodificada de uno o para una cantidad predeterminada de recursos indique un cambio en el funcionamiento para el dispositivo inalámbrico.

En algunas realizaciones, la interrupción se realiza en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado para uno de los recursos. En algunas realizaciones, el método comprende, además, antes de tal realización o demodulación y decodificación, y antes de tal evaluación, interrupción y desactivación, determinar un orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos, de mayor a menor, en donde tal realización o demodulación y decodificación es según el orden de prioridad, de mayor a menor. Esta determinación del orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos puede basarse en uno o más de cualquiera de los siguientes, por ejemplo: tiempo de recurso de radio para uno o más de los recursos; y cualidades de señal medida o propiedades de medición de mediciones anteriores de uno o más de los recursos. En algunas realizaciones, determinar el orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos se basa en información respecto de la probabilidad de utilidad para uno o más de los recursos, en donde la información se recibe de otras fuentes o listas celulares vecinas.

En esta sección, algunas de las diversas técnicas detalladas y procedimientos descritos anteriormente se generalizan y aplican a métodos, nodos de red, y dispositivos inalámbricos específicos. Cada uno de estos métodos, equipo de red de radio, y dispositivos inalámbricos, así como también numerosas variantes de estos que se describen en la descripción detallada anterior, pueden considerarse como una realización de la presente invención. Debe entenderse que los agrupamientos particulares de estos rasgos descritos más adelante son ejemplos - son posibles otros agrupamientos y combinaciones, como lo demuestra la descripción detallada precedente.

Cabe destacar que en la descripción a continuación y en las reivindicaciones adjuntas a la presente memoria, se pretende simplemente que el uso de las etiquetas "primero", "segundo", "tercero", etc., distinga un artículo de otro, y no debería entenderse que indican un orden de prioridad particular, a menos que el contexto claramente indique lo contrario.

Como se emplea en esta memoria, "dispositivo inalámbrico" se refiere a un dispositivo capaz, configurado, dispuesto y/o que funciona para comunicarse de manera inalámbrica con el equipo de red y/u otro dispositivo inalámbrico. En el presente contexto, comunicarse de manera inalámbrica implica transmitir y/o recibir señales inalámbricas mediante el uso de señales electromagnéticas. En realizaciones particulares, los dispositivos inalámbricos pueden configurarse para transmitir y/o recibir información sin interacción humana directa. Por ejemplo, puede designarse un dispositivo inalámbrico para transmitir información a una red en un cronograma predeterminado, al dispararse por un evento interno o externo, o en respuesta a solicitudes de la red. Generalmente, un dispositivo inalámbrico puede representar cualquier dispositivo capaz de, configurado para, dispuesto para, y/o que funciona para la comunicación inalámbrica, por ejemplo, dispositivos de comunicación de radio. Ejemplos de dispositivos inalámbricos incluyen, pero no se limitan a, equipo de usuario (UE) como teléfonos inteligentes. Ejemplos adicionales incluyen cámaras inalámbricas, tabletas habilitadas para conexión inalámbrica, equipo integrado a ordenador portátil (LEE), equipo montado a ordenador portátil (LME), dongles USB, y/o equipo local del cliente (CPE) inalámbrico.

Como ejemplo específico, un dispositivo inalámbrico puede representar un UE configurado para la comunicación según una o más normas de comunicación promulgadas por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), como las normas GSM, UMTS, LTE, y/o 5G de 3GPP. Como se emplea en esta memoria, un "equipo de usuario" o "UE" puede no necesariamente tener un "usuario" en el sentido de un usuario humano que posee y/o maneja el dispositivo relevante. En cambio, un UE puede representar un dispositivo destinado a la venta a un usuario humano, o al manejo por este, pero que puede no asociarse inicialmente con un usuario humano específico. También debería apreciarse que, en la descripción detallada anteriormente, el término "UE" se emplea, por conveniencia, incluso más generalmente, de modo que incluye, en el contexto de la red NR, cualquier tipo de dispositivo inalámbrico que accede y/o es servido por la red NR, ya sea que el UE se asocia o no con un "usuario" propiamente dicho. Por consiguiente, el término "UE" como se emplea en la descripción detallada anterior incluye dispositivos de comunicación de tipo máquina (MTC) (a menudo denominados dispositivos máquina a máquina, o M2M), por ejemplo, así como también teléfonos o dispositivos inalámbricos que pueden asociarse con un "usuario".

Algunos dispositivos inalámbricos pueden soportar una comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), por ejemplo, al implementar una norma 3GPP para la comunicación de enlace directo, y pueden en este caso denominarse dispositivos de comunicación D2D.

Como incluso otro ejemplo específico, en un escenario de Internet de las Cosas (IOT), un dispositivo inalámbrico puede representar una máquina u otro dispositivo que realiza el monitoreo y/o mediciones, y transmite los resultados de tal monitoreo y/o mediciones a otro dispositivo inalámbrico y/o a un equipo de red. Un dispositivo inalámbrico puede ser en este caso un dispositivo máquina a máquina (M2M), que puede denominarse en un contexto de 3GPP dispositivo de comunicación de tipo máquina (MTC). Como ejemplo particular, un dispositivo inalámbrico puede ser un UE que implementa la norma de internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT) 3GPP. Ejemplos particulares de tales máquinas o dispositivos son sensores, dispositivos de medición como medidores de potencia, maquinaria industrial, o aparatos electrodomésticos o de uso personal, por ejemplo, refrigeradores, televisores, artículos de vestir como relojes, etc. En otros escenarios, un dispositivo inalámbrico puede representar un vehículo u otro equipo que es capaz de monitorear y/o informar su estatus de funcionamiento u otras funciones asociadas con su funcionamiento.

Un dispositivo inalámbrico como se describe anteriormente puede representar el punto final de una conexión inalámbrica, en cuyo caso el dispositivo puede denominarse terminal inalámbrica. Asimismo, un dispositivo inalámbrico como se describe anteriormente puede ser móvil, caso en el que puede también denominarse dispositivo móvil o terminal móvil.

Aunque se apreciará que realizaciones específicas de los dispositivos inalámbricos descritos en la presente memoria pueden incluir cualquiera de varias combinaciones adecuadas de hardware y/o software, un dispositivo inalámbrico configurado para funcionar en las redes de comunicaciones inalámbricas descritas en la presente memoria y/o según las diversas técnicas descritas en la presente memoria pueden, en realizaciones particulares, estar representado por el ejemplo de dispositivo inalámbrico 1000 que se muestra en la Figura 17.

Como se muestra en la Figura 17, el ejemplo de dispositivo inalámbrico 1000 incluye una antena 1005, circuitos delanteros de radio 1010, y circuitos de procesamiento 1020, que en el ejemplo ilustrado incluye un medio de almacenamiento legible por ordenador 1025, por ejemplo, uno o más dispositivos de memoria. La antena 1005 puede incluir una o más antenas o matrices de antena, y se configura para enviar y/o recibir señales inalámbricas, y se conecta a los circuitos delanteros de radio 1010. En determinadas realizaciones alternativas, el dispositivo inalámbrico 1000 puede no incluir la antena 1005, y la antena 1005 puede en cambio estar separada del dispositivo inalámbrico 1000 y conectarse al dispositivo inalámbrico 1000 a través de una interfaz o puerto.

Los circuitos delanteros de radio 1010, que pueden comprender varios filtros y amplificadores, por ejemplo, se conectan a la antena 1005 y circuitos de procesamiento 1020 y se configuran para determinar señales comunicadas entre la antena 1005 y los circuitos de procesamiento 1020. En determinadas realizaciones alternativas, el dispositivo inalámbrico 1000 puede no incluir los circuitos delanteros de radio 1010, y los circuitos de procesamiento 1020 pueden en cambio conectarse a la antena 1005 sin circuitos delanteros de radio 1010. En algunas realizaciones, los circuitos de radio frecuencia 1010 se configuran para manejar señales en múltiples bandas de frecuencia, en algunos casos simultáneamente.

Los circuitos de procesamiento 1020 pueden incluir uno o más de circuitos transceptores de radio frecuencia (RF) 1021, circuitos de procesamiento de banda base 1022, y circuitos de procesamiento de aplicación 1023. En algunas realizaciones, los circuitos transceptores RF 1021, circuitos de procesamiento de banda base 1022, y circuitos de procesamiento de aplicación 1023 pueden estar en conjuntos de chips separados. En realizaciones alternativas, parte o todos los circuitos de procesamiento de banda base 1022 y circuitos de procesamiento de aplicación 1023 pueden combinarse en un conjunto de chips, y los circuitos transceptores RF 1021 pueden estar en un conjunto de chips separado. En aun realizaciones alternativas, parte o todos los circuitos transceptores RF 1021 y circuitos de procesamiento de banda base 1022 pueden estar en el mismo conjunto de chips, y los circuitos de procesamiento de aplicación 1023 pueden estar en un conjunto de chips separado. En aun otras realizaciones alternativas, parte o todos los circuitos transceptores RF 1021, circuitos de procesamiento de banda base 1022, y circuitos de procesamiento de aplicación 1023 pueden combinarse en el mismo conjunto de chips. Los circuitos de procesamiento 1020 pueden incluir, por ejemplo, una o más unidades centrales de procesamiento (CPU), uno o más microprocesadores, uno o más circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), y/o una o más matrices de puertas lógicas programables en campo (FPGA).

En realizaciones particulares, alguna o todas las funcionalidades descritas en la presente memoria como relevantes para un equipo de usuario, dispositivo MTC, u otro dispositivo inalámbrico pueden materializarse en un dispositivo inalámbrico o, como alternativa, pueden materializarse con los circuitos de procesamiento 1020 mediante la ejecución de instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador 1025, como se muestra en la Figura 17. En realizaciones alternativas, los circuitos de procesamiento 1020 pueden brindar alguna o todas las funcionalidades sin ejecutar instrucciones almacenadas en un medio legible por ordenador, como cableado. En cualquiera de esas realizaciones particulares, ya sea mediante la ejecución de instrucciones

almacenadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador o no, se puede decir que los circuitos de procesamiento 1020 están configurados para realizar la funcionalidad descrita. Los beneficios brindados por tal funcionalidad no se limitan a los circuitos de procesamiento 1020 únicamente o a otros componentes del dispositivo inalámbrico, sino que son gozados por el dispositivo inalámbrico en su totalidad, y/o por usuarios finales y la red inalámbrica generalmente.

Los circuitos de procesamiento 1020 pueden configurarse para realizar cualesquiera operaciones de determinación descritas en la presente memoria. La determinación realizada por los circuitos de procesamiento 1020 puede incluir procesar información obtenida por los circuitos de procesamiento 1020, por ejemplo, al convertir la información obtenida en otra información, comparar la información obtenida o información convertida con información almacenada en el dispositivo inalámbrico, y/o realizar una o más operaciones según la información obtenida o información convertida, y como resultado de tal procesamiento tomar una determinación.

La antena 1005, circuitos delanteros de radio 1010, y/o circuitos de procesamiento 1020 pueden configurarse para realizar cualesquiera operaciones de transmisión descritas en la presente memoria. Cualquier información, datos y/o señales pueden transmitirse a un equipo de red y/u otro dispositivo inalámbrico. Del mismo modo, la antena 1005, circuitos delanteros de radio 1010, y/o circuitos de procesamiento 1020 pueden configurarse para realizar cualesquiera operaciones de recepción descritas en la presente memoria como realizadas por un dispositivo inalámbrico. Cualquier información, datos y/o señales pueden recibirse de un equipo de red y/u otro dispositivo inalámbrico

El medio de almacenamiento legible por ordenador 1025 funciona generalmente para almacenar instrucciones, como un programa de ordenador, software, una aplicación que incluye uno o más de lógica, reglas, código, tablas, etc. y/u otras instrucciones que un procesador es capaz de ejecutar. Ejemplos de medio de almacenamiento legible por ordenador 1025 incluyen memoria de ordenador (por ejemplo, memoria de acceso aleatorio (RAM) o memoria de solo lectura (ROM)), medios de almacenamiento masivo (por ejemplo, un disco duro), medios de almacenamiento extraíbles (por ejemplo, un disco compacto (CD) o un disco de video digital (DVD)), y/o cualesquiera otros dispositivos de memoria volátiles o no volátiles, no transitorios legibles por ordenador y/o ejecutables por ordenador, que almacenan información, datos, y/o instrucciones que pueden emplear los circuitos de procesamiento 1020. En algunas realizaciones, los circuitos de procesamiento 1020 y medio de almacenamiento legible por ordenador 1025 pueden considerarse integrados.

Realizaciones alternativas del dispositivo inalámbrico 1000 pueden incluir componentes adicionales además de los que se muestran en la figura 17 que pueden ser responsables de brindar determinados aspectos de la funcionalidad del dispositivo inalámbrico, que incluye cualquiera de la funcionalidad descrita en la presente memoria y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar la solución descrita anteriormente. Como único ejemplo, el dispositivo inalámbrico 1000 puede incluir interfaces, dispositivos y circuitos de entrada, e interfaces, dispositivos y circuitos de salida. Las interfaces, dispositivos y circuitos de entrada se configuran para permitir la entrada de información al dispositivo inalámbrico 1000, y se conectan a los circuitos de procesamiento 1020 para permitir que los circuitos de procesamiento 1020 procesen la información de entrada. Por ejemplo, las interfaces, dispositivos y circuitos de entrada pueden incluir un micrófono, un sensor de proximidad u otro sensor, llaves, botones, una pantalla táctil, una o más cámaras, un puerto USB, u otros elementos de entrada. Las interfaces, dispositivos y circuitos de salida se configuran para permitir la salida de información del dispositivo inalámbrico 1000, y se conectan a los circuitos de procesamiento 1020 para permitir que los circuitos de procesamiento 1020 saquen información del dispositivo inalámbrico 1000. Por ejemplo, las interfaces, dispositivos o circuitos de salida pueden incluir un parlante, una pantalla, circuitos vibradores, un puerto USB, una interfaz de auricular, u otros elementos de salida. Al emplear una o más interfaces, dispositivos y circuitos de entrada y salida, el dispositivo inalámbrico 1000 puede comunicarse con usuarios finales y/o la red inalámbrica, y permitirles que se beneficien de la funcionalidad descrita en la presente memoria.

Como otro ejemplo, el dispositivo inalámbrico 1000 puede incluir circuitos de suministro de energía 1030. Los circuitos de suministro de energía 1030 pueden comprender circuitos de gestión de energía. Los circuitos de suministro de energía pueden recibir energía de una fuente de energía, que puede estar comprendida dentro de los circuitos de suministro de energía 1030, o ser externa a estos. Por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 1000 puede comprender una fuente de energía en forma de batería o paquete de baterías que se conecta a los circuitos de suministro de energía 1030, o se integra a estos. Se pueden emplear otros tipos de fuentes de energía, como dispositivos fotovoltaicos.

Como ejemplo adicional, el dispositivo inalámbrico 1000 puede conectarse a una fuente de energía externa (como una salida de electricidad) a través de circuitos o una interfaz de entrada como un cable eléctrico, a través del que la fuente de energía externa suministra energía a los circuitos de suministro de energía 1030.

Los circuitos de suministro de energía 1030 pueden conectarse a los circuitos delanteros de radio 1010, circuitos de procesamiento 1020, y/o medio de almacenamiento legible por ordenador 1025 y configurarse para suministrarle al dispositivo inalámbrico 1000, que incluye los circuitos de procesamiento 1020, energía para realizar la funcionalidad descrita en la presente memoria.

El dispositivo inalámbrico 1000 puede también incluir múltiples conjuntos de circuitos de procesamiento 1020, medio de almacenamiento legible por ordenador 1025, circuitos de radio 1010, y/o antena 1005 para diferentes tecnologías inalámbricas integradas al dispositivo inalámbrico 1000, como, por ejemplo, tecnologías inalámbricas GSM, WCDMA, LTE, NR, WiFi, o Bluetooth. Estas tecnologías inalámbricas pueden integrarse a los mismos o diferentes conjuntos de chips y otros componentes dentro del dispositivo inalámbrico 1000.

El dispositivo inalámbrico 1000, en varias realizaciones, se adapta para llevar a cabo cualquiera de diversas combinaciones de los rasgos y técnicas descritos en la presente memoria. En algunas realizaciones, por ejemplo, los circuitos de procesamiento 1020, por ejemplo, que emplean antena 1005 y circuitos delanteros de radio 1010, se adaptan, mientras funcionan en modo inactivo, y mientras se activa el circuito receptor, para realizar una medición en cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos o demodular y decodificar información de cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos, en donde cada uno de los recursos en el conjunto predeterminado de recursos está definido por uno o más de un haz, un tiempo y una frecuencia. Los circuitos de procesamiento 1020 pueden adaptarse adicionalmente para evaluar la medición o la información demodulada y decodificada para cada uno de los múltiples recursos respecto de un criterio predeterminado, y para luego interrumpir la realización y evaluación de mediciones, o interrumpir la demodulación y decodificación y evaluación de información, en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado, de modo que uno o más recursos en el conjunto predeterminado de recursos no se midan ni demodulen y decodifiquen. Los circuitos de procesamiento 1020 pueden adaptarse adicionalmente para desactivar los circuitos receptores activados, en respuesta además a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado.

Nuevamente, los dispositivos inalámbricos adaptados para que funcionen en modo inactivo según cualquiera de las diversas técnicas descritas anteriormente pueden adaptarse además para llevar a cabo una o más de las diversas otras técnicas descritas en la presente memoria. Por consiguiente, por ejemplo, cada uno de los recursos en el conjunto predeterminado de recursos puede definirse como un haz, en algunas realizaciones, y en varias realizaciones el criterio predeterminado puede comprender uno o más de los siguientes: que un nivel de potencia recibido, o una relación de señal a interferencia más ruido (SINR) medida, o una relación de señal a ruido (SNR) se encuentre por encima de un umbral predeterminado, para uno o para una cantidad predeterminada de recursos; que la información celular pueda decodificarse correctamente de uno o para una cantidad predeterminada de recursos; que la información decodificada de uno o para una cantidad predeterminada de recursos indique un cambio en el funcionamiento para el dispositivo inalámbrico.

En algunas realizaciones, el dispositivo inalámbrico se adapta para llevar a cabo tal interrupción en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado para uno de los recursos. En algunas de estas y algunas otras realizaciones, el dispositivo inalámbrico se adapta, además, antes de tal realización o demodulación y decodificación, y antes de tal evaluación, interrupción y desactivación, a determinar un orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos, de mayor a menor, en donde el dispositivo inalámbrico se adapta para llevar a cabo tal realización o demodulación y decodificación según el orden de prioridad, de mayor a menor. En algunas de estas últimas realizaciones, el dispositivo inalámbrico se adapta para determinar el orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos según uno o más de: tiempo de recurso de radio para uno o más de los recursos; y calidades de señal medidas o propiedades de medición de mediciones anteriores de uno o más de los recursos. En algunas de estas y en algunas otras realizaciones, el dispositivo inalámbrico se adapta para determinar el orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos según información respecto de la probabilidad de utilidad de uno o más de los recursos, en donde tal información se reciba de otras fuentes o listas celulares vecinas.

Como se emplea en esta memoria, el término "equipo de red" se refiere a un equipo capaz, configurado, dispuesto y/o que funciona para comunicarse directa o indirectamente con un dispositivo inalámbrico y/o con otro equipo en la red de comunicación inalámbrica que permite y/o brinda acceso inalámbrico al dispositivo inalámbrico. Ejemplos de equipo de red incluyen, pero no se limitan a, puntos de acceso (AP), en particular puntos de acceso de radio. El equipo de red puede representar estaciones base (BS), como estaciones base de radio. Ejemplos particulares de estaciones base de radio incluyen Nodos B, y Nodos B evolucionados (eNB). Las estaciones base pueden categorizarse según la cantidad de cobertura que brindan (o, dicho de otro modo, sus niveles de potencia de transmisión) y pueden entonces también denominarse estaciones base femto, estaciones base pico, estaciones base micro, o estaciones base macro. "Equipo de red" también incluye uno o más partes (o todas) de una estación base de radio distribuida como unidades digitales centralizadas y/o unidades de radio remotas (RRU), a menudo denominadas Cabezales de Radio Remotos (RRH). Tales unidades de radio remotas pueden o no integrarse con una antena como una radio con antena integrada. Las partes de una estación base de radio distribuida pueden también denominarse nodos en un sistema de antena distribuido (DAS).

Como ejemplo particular no limitante, una estación base puede ser un nodo de relé o un nodo de relé donante que controla un relé.

Ejemplos aun adicionales de equipo de red incluyen equipo de radio de radio multi-estándar (MSR) como BS MSR, controladores de red como controladores de red de radio (RNC) o controladores de estación base (BSC), estaciones

transceptoras base (BTS), puntos de transmisión, nodos de transmisión, Entidades de Coordinación Multi-celda/multidifusión (MCE), nodos de red central (por ejemplo, Centros de Conmutación de Movilidad o MSC, Entidades de Gestión de Movilidad o MME), nodos de Funcionamiento y Mantenimiento (O&M), nodos de Sistema de Funcionamiento y Soporte (OSS), nodos SON, nodos de posicionamiento (por ejemplo, E-SMLC), y/o MDT. Más generalmente, sin embargo, el equipo de red puede representar cualquier dispositivo (o grupo de dispositivos) adecuado que sea capaz, configurado, dispuesto y/o que funciona para permitir y/o brindar un acceso de dispositivo inalámbrico a la red de comunicación inalámbrica o para brindar algún servicio a un dispositivo inalámbrico que accedió a la red de comunicación inalámbrica.

Como se emplea en esta memoria, el término "equipo de red de radio" se emplea para referirse a un equipo de red que incluye capacidades de radio. Por consiguiente, ejemplos de nodos de red de radio son las estaciones base de radio y puntos de acceso de radio descritos anteriormente. Se apreciará que algún equipo de red de radio puede comprender un equipo que está distribuido - como las estaciones base de radio distribuidas (con RRH y/o RRU) descritas anteriormente. Se apreciará que las diversas referencias en la presente memoria respecto de eNB, eNodoB, Nodo B, y similares se refieren a ejemplos de equipo de red de radio. Debería entenderse también que el término "equipo de red de radio" como se emplea en esta memoria puede referirse a una única estación base o a un único nodo de radio, en algunos casos, o a múltiples estaciones base o nodos, por ejemplo, en diferentes ubicaciones. En algunos casos, este documento puede referirse a una "instancia" de equipo de red de radio, para describir de manera más clara determinados escenarios donde están implicadas múltiples realizaciones o instalaciones diferentes de equipos de radio. Sin embargo, no debería entenderse que la falta de referencia a una "instancia" con relación a la descripción del equipo de red de radio significa que solo se hace referencia a una única instancia. Una instancia determinada de equipo de red de radio puede denominarse de manera alternativa "nodo de red de radio", en donde el uso de la palabra "nodo" denota que el equipo mencionado funciona como nodo lógico en una red, pero no implica que todos los componentes estén necesariamente ubicados conjuntamente.

Mientras el equipo de red de radio puede incluir cualquier combinación adecuada de hardware y/o software, un ejemplo de una instancia de equipo de red de radio 1100 se ilustra en más detalle en la Figura 18. Como se muestra en la Figura 18, el ejemplo de equipo de red de radio 1100 incluye una antena 1105, circuitos delanteros de radio 1110, y circuitos de procesamiento 1120, que en el ejemplo ilustrado incluye un medio de almacenamiento legible por ordenador 1025, por ejemplo, uno o más dispositivos de memoria. La antena 1105 puede incluir una o más antenas o matrices de antena, y se configura para enviar y/o recibir señales inalámbricas, y se conecta a circuitos delanteros de radio 1110. En determinadas realizaciones alternativas, el equipo de red de radio 1100 puede no incluir la antena 1005, y la antena 1005 puede en cambio estar separada del equipo de red de radio 1100 y conectarse al equipo de red de radio 1100 a través de una interfaz o puerto. En algunas realizaciones, todos los circuitos delanteros de radio 1110 o partes de estos pueden ubicarse en una o diversas ubicaciones alejadas de los circuitos de procesamiento 1120, por ejemplo, en un RRH o una RRU. Del mismo modo, partes de los circuitos de procesamiento 1120 pueden estar físicamente separadas entre sí. El equipo de red de radio 1100 puede también incluir circuitos de interfaz de comunicación 1140 para comunicarse con otros nodos de red, por ejemplo, con otro equipo de red de radio y con nodos en una red central.

Los circuitos delanteros de radio 1110, que pueden comprender varios filtros y amplificadores, por ejemplo, se conectan a la antena 1105 y circuitos de procesamiento 1120 y se configuran para determinar señales comunicadas entre la antena 1105 y los circuitos de procesamiento 1120. En determinadas realizaciones alternativas, el equipo de red de radio 1100 puede no incluir los circuitos delanteros de radio 1110, y los circuitos de procesamiento 1120 pueden en cambio conectarse a la antena 1105 sin circuitos delanteros de radio 1010. En algunas realizaciones, los circuitos de radio frecuencia 1110 se configuran para manejar señales en múltiples bandas de frecuencia, en algunos casos simultáneamente.

Los circuitos de procesamiento 1120 pueden incluir uno o más de los circuitos transceptores RF 1121, circuitos de procesamiento de banda base 1122, y circuitos de procesamiento de aplicación 1123. En algunas realizaciones, los circuitos transceptores RF 1121, circuitos de procesamiento de banda base 1122, y circuitos de procesamiento de aplicación 1123 pueden estar en conjuntos de chips separados. En realizaciones alternativas, parte o todos los circuitos de procesamiento de banda base 1122 y circuitos de procesamiento de aplicación 1123 pueden combinarse en un conjunto de chips, y los circuitos transceptores RF 1121 pueden estar en un conjunto de chips separado. En aun realizaciones alternativas, parte o todos los circuitos transceptores RF 1121 y circuitos de procesamiento de banda base 1122 pueden estar en el mismo conjunto de chips, y los circuitos de procesamiento de aplicación 1123 pueden estar en un conjunto de chips separado. En aun otras realizaciones alternativas, parte o todos los circuitos transceptores RF 1121, circuitos de procesamiento de banda base 1122, y circuitos de procesamiento de aplicación 1123 pueden combinarse en el mismo conjunto de chips. Los circuitos de procesamiento 1120 pueden incluir, por ejemplo, una o más CPU centrales, uno o más microprocesadores, uno o más ASIC, y/o una o más FPGA.

En realizaciones particulares, alguna o todas las funcionalidades descritas en la presente memoria como relevantes para el equipo de red de radio, estaciones base de radio, eNB, etc., pueden materializarse en el equipo de red de radio o, como alternativa pueden materializarse por los circuitos de procesamiento 1020 mediante la ejecución de instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador 1025, como se muestra en la

Figura 18. En realizaciones alternativas, los circuitos de procesamiento 1120 pueden brindar alguna o todas las funcionalidades sin ejecutar instrucciones almacenadas en un medio legible por ordenador, como cableado. En cualquiera de estas realizaciones particulares, ya sea ejecutar instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento legible por ordenador o no, puede decirse que los circuitos de procesamiento están configurados para realizar la funcionalidad descrita. Los beneficios brindados por tal funcionalidad no se limitan a los circuitos de procesamiento 1120 únicamente o a otros componentes del equipo de red de radio, sino que son gozados por el equipo de red de radio 1100 en su totalidad, y/o por usuarios finales y la red inalámbrica generalmente.

Los circuitos de procesamiento 1120 pueden configurarse para realizar cualesquiera operaciones de determinación descritas en la presente memoria. La determinación realizada por los circuitos de procesamiento 1120 puede incluir procesar información obtenida por los circuitos de procesamiento 1120, por ejemplo, al convertir la información obtenida en otra información, comparar la información obtenida o información convertida con información almacenada en el equipo de red de radio, y/o realizar una o más operaciones según la información obtenida o información convertida, y como resultado de tal procesamiento tomar una determinación.

La antena 1105, circuitos delanteros de radio 1110, y/o circuitos de procesamiento 1120 pueden configurarse para realizar cualesquiera operaciones de transmisión descritas en la presente memoria. Cualquier información, datos y/o señales pueden transmitirse a cualquier equipo de red y/o un dispositivo inalámbrico. Del mismo modo, la antena 1105, circuitos delanteros de radio 1110, y/o circuitos de procesamiento 1120 pueden configurarse para realizar cualesquiera operaciones de recepción descritas en la presente memoria como realizadas por un equipo de red de radio. Cualquier información, datos y/o señales pueden recibirse de cualquier equipo de red y/o un dispositivo inalámbrico.

El medio de almacenamiento legible por ordenador 1125 funciona generalmente para almacenar instrucciones, como un programa informático, software, una aplicación que incluye uno o más de lógica, reglas, código, tablas, etc. y/u otras instrucciones que un procesador es capaz de ejecutar. Ejemplos de medio de almacenamiento legible por ordenador 1125 incluyen memoria de ordenador (por ejemplo, RAM o ROM), medios de almacenamiento masivo (por ejemplo, un disco duro), medios de almacenamiento extraíbles (por ejemplo, un CD o un DVD), y/o cualesquiera otros dispositivos de memoria volátiles o no volátiles, no transitorios legibles por ordenador y/o ejecutables por ordenador que almacenan información, datos y/o instrucciones que pueden emplear los circuitos de procesamiento 1120. En algunas realizaciones, los circuitos de procesamiento 1120 y medio de almacenamiento legible por ordenador 1125 pueden considerarse integrados.

Realizaciones alternativas del equipo de red de radio 1100 pueden incluir componentes adicionales además de los que se muestran en la Figura 18 que pueden ser responsables de brindar determinados aspectos de la funcionalidad del equipo de red de radio, que incluye cualquiera de la funcionalidad descrita en la presente memoria y/o cualquier funcionalidad necesaria para soportar la solución descrita anteriormente. Como único ejemplo, el equipo de red de radio 1100 puede incluir interfaces, dispositivos y circuitos de entrada, e interfaces, dispositivos y circuitos de salida. Las interfaces, dispositivos y circuitos de entrada se configuran para permitir la entrada de información al equipo de red de radio 1100, y se conectan a los circuitos de procesamiento 1120 para permitir que los circuitos de procesamiento 1120 procesen la información de entrada. Por ejemplo, las interfaces, dispositivo y circuitos de entrada pueden incluir un micrófono, un sensor de proximidad u otro sensor, llaves, botones, una pantalla táctil, una o más cámaras, un puerto USB, u otros elementos de entrada. Las interfaces, dispositivos y circuitos de salida se configuran para permitir la salida de información del equipo de red de radio 1100, y se conectan a los circuitos de procesamiento 1120 para permitir que los circuitos de procesamiento 1120 saquen información del equipo de red de radio 1100. Por ejemplo, las interfaces, dispositivos o circuitos de salida pueden incluir un parlante, una pantalla, un puerto USB, una interfaz de auricular, u otros elementos de salida. Al emplear una o más interfaces, dispositivos y circuitos de entrada y salida, el equipo de red de radio 1100 puede comunicarse con usuarios finales y/o la red inalámbrica, y permitirles que se beneficien de la funcionalidad descrita en la presente memoria.

Como otro ejemplo, el equipo de red de radio 1100 puede incluir circuitos de suministro de energía 1130. Los circuitos de suministro de energía 1130 pueden comprender circuitos de gestión de energía. Los circuitos de suministro de energía 1130 pueden recibir energía de una fuente de energía, que puede estar comprendida dentro de los circuitos de suministro de energía 1130, o ser externa a estos. Por ejemplo, el equipo de red de radio 1100 puede comprender una fuente de energía en forma de batería o paquete de baterías que se conecta a los circuitos de suministro de energía 1130, o se integra a estos. Se pueden emplear también otros tipos de fuentes de energía, como dispositivos fotovoltaicos. Como ejemplo adicional, el equipo de red de radio 1100 puede conectarse a una fuente de energía externa (como una salida de electricidad) a través de circuitos o una interfaz de entrada como un cable eléctrico, a través del cual la fuente de energía externa suministra energía a los circuitos de suministro de energía 1130.

Los circuitos de suministro de energía 1130 pueden conectarse a los circuitos delanteros de radio 1110, circuitos de procesamiento 1120, y/o medio de almacenamiento legible por ordenador 1125 y configurarse para suministrarle al equipo de red de radio 1100, que incluye los circuitos de procesamiento 1120, con energía para realizar la funcionalidad descrita en la presente memoria.

El equipo de red de radio 1100 puede también incluir múltiples conjuntos de circuitos de procesamiento 1120, medio de almacenamiento legible por ordenador 1125, circuitos de radio 1110, antena 1105 y/o circuitos de interfaz de comunicación 1140 para diferentes tecnologías inalámbricas integradas al equipo de red de radio 1100, como, por ejemplo, tecnologías inalámbricas GSM, WCDMA, LTE, NR, WiFi, o Bluetooth. Estas tecnologías inalámbricas pueden integrarse a los mismos o diferentes conjuntos de chips y otros componentes dentro del equipo de red de radio 1100.

Una o más instancias del equipo de red de radio 1100 pueden adaptarse para llevar a cabo algunas o todas las técnicas descritas en la presente memoria, en cualquiera de diversas combinaciones. Se apreciará que, en una implementación de red determinada, se emplearán múltiples instancias de equipo de red de radio 1100. En algunos casos, diversas instancias de equipo de red de radio 1100 en un momento pueden comunicarse con o transmitir señales a un dispositivo inalámbrico o grupo de dispositivos inalámbricos determinado. Por consiguiente, debe entenderse que mientras varias de las técnicas descritas en la presente memoria pueden llevarse a cabo por una única instancia de equipo de red de radio 1100, se puede entender que estas técnicas las lleva a cabo un sistema de una o más instancias de equipo de red de radio 1100, en algunos casos de modo coordinado. El equipo de red de radio 1100 que se muestra en la Figura 18 es, por consiguiente, el ejemplo más simple de este sistema.

La Figura 19 ilustra un ejemplo de arquitectura de circuito o módulo funcional que puede implementarse en un dispositivo inalámbrico 1000, por ejemplo, según los circuitos de procesamiento 1020. La realización ilustrada al menos funcionalmente incluye un módulo en modo inactivo 1910 para controlar el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 1000 en modo inactivo, en donde el funcionamiento en modo inactivo comprende activar intermitentemente los circuitos receptores para monitorear y/o medir señales. La realización incluye además diversos otros módulos que funcionan mientras el dispositivo inalámbrico 1000 está en modo inactivo y mientras los circuitos receptores se activan, que incluye un módulo de medición 1920 para realizar una medición en cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos o demodular o decodificar información de cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos, en donde cada uno de los recursos en el conjunto predeterminado de recursos se define por uno o más de un haz, un tiempo y una frecuencia, y un módulo de evaluación 1930 para evaluar la medición o la información demodulada y decodificada para cada uno de los múltiples recursos respecto de un criterio predeterminado.

La realización ilustrada incluye además un módulo de interrupción 1940 para interrumpir la realización y evaluación de mediciones o interrumpir la demodulación y decodificación y evaluación de información, en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado, de modo que uno o más recursos en el conjunto predeterminado de recursos no se midan ni demodulen y decodifiquen, y un módulo de desactivación 1950 para desactivar los circuitos receptores activados, en respuesta además a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado.

En algunas realizaciones del dispositivo inalámbrico 1000 como se ilustra en la Figura 19, cada uno de los recursos en el conjunto predeterminado de recursos se define como un haz. En algunas realizaciones, un criterio predeterminado comprende uno o más de los siguientes: que un nivel de potencia recibido, o una relación de señal a interferencia más ruido (SINR) medida, o una relación de señal a ruido (SNR) se encuentre por encima de un umbral predeterminado, para uno o para una cantidad predeterminada de recursos; que la información celular pueda decodificarse correctamente de uno o para una cantidad predeterminada de recursos; que la información decodificada de uno o para una cantidad predeterminada de recursos indique un cambio en el funcionamiento para el dispositivo inalámbrico.

En algunas realizaciones, el módulo de interrupción 1940 se adapta para realizar su interrupción en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado para uno de los recursos.

En algunas realizaciones, el dispositivo inalámbrico 1000 comprende además un módulo de determinación (no se muestra) para determinar, antes de las operaciones realizadas por el módulo de medición 1920, módulo de evaluación 1930, módulo de interrupción 1940, y módulo de desactivación 1950, un orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos, de mayor a menor. En estas realizaciones, las operaciones realizadas por el módulo de medición se llevan a cabo según el orden de prioridad, de mayor a menor. En algunas de estas realizaciones, la determinación del orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos se basa en uno o más de: tiempo de recurso de radio para uno o más de los recursos; y calidades de señal medidas o propiedades de medición de mediciones anteriores de uno o más de los recursos. En algunas de estas y algunas otras realizaciones, la determinación del orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos se basa en información respecto de la probabilidad de utilidad para uno o más de los recursos, en donde esta información se recibe de otras fuentes o listas celulares vecinas.

REIVINDICACIONES

1. Un método, en un dispositivo inalámbrico, para que funcione en una red de comunicaciones inalámbrica, en donde el método comprende: funcionar en modo inactivo, en donde funcionar en modo inactivo comprende activar intermitentemente los circuitos receptores para monitorear y/o medir señales; y mientras está en modo inactivo y mientras los circuitos receptores se activan:

realizar (1610) una medición en cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos o demodular y decodificar información de cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos, en donde cada uno de los recursos en el conjunto predeterminado de recursos está definido por uno o más de un haz, un tiempo y una frecuencia;
evaluar (1620) la medición o la información demodulada y decodificada para cada uno de los múltiples recursos respecto de un criterio predeterminado;
interrumpir (1630) la realización y evaluación de mediciones o interrumpir la demodulación y decodificación y evaluación de información, en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado, de modo que uno o más recursos en el conjunto predeterminado de recursos no se midan ni demodulen y decodifiquen; y
desactivar (1640) los circuitos receptores activados, en respuesta además a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado; y en donde
el método además se **caracteriza por** determinar, antes de tal realización o demodulación y decodificación, y antes de tal evaluación, interrupción y desactivación, un orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos, de mayor a menor, en donde tal realización o demodulación y decodificación se realiza según el orden de prioridad, de mayor a menor.

2. El método de la reivindicación 1, en donde cada uno de los recursos en el conjunto predeterminado de recursos se define como un haz.

3. El método de la reivindicación 1 o 2, en donde el criterio predeterminado comprende uno o más de los siguientes:

que el nivel de potencia recibido, o una relación de señal a interferencia más ruido (SINR) medida, o una relación de señal a ruido (SNR) se encuentre por encima de un umbral predeterminado, para uno o para una cantidad predeterminada de recursos;
que la información celular pueda decodificarse correctamente de uno o para una cantidad predeterminada de recursos;
que la información decodificada de uno o para una cantidad predeterminada de recursos indique un cambio en el funcionamiento para el dispositivo inalámbrico.

4. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde tal interrupción se realiza en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado para uno de los recursos.

5. El método de la reivindicación 1, en donde determinar (1630) el orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos se basa en uno o más de:

tiempo de recurso de radio para uno o más de los recursos; y
calidades de señal medidas o propiedades de medición de mediciones anteriores de uno o más de los recursos.

6. Un dispositivo inalámbrico (1000) para que funcione en una red de comunicaciones inalámbricas, en donde el dispositivo inalámbrico (1000) se adapta para:

funcionar en modo inactivo, en donde funcionar en modo inactivo comprende activar intermitentemente los circuitos receptores para monitorear y/o medir señales; y
mientras está en modo inactivo y mientras los circuitos receptores se activan:

realizar una medición en cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos o demodular y decodificar información de cada uno de los múltiples recursos de un conjunto predeterminado de recursos, en donde cada uno de los recursos en el conjunto predeterminado de recursos está definido por uno o más de un haz, un tiempo y una frecuencia;
evaluar la medición o la información demodulada y decodificada para cada uno de los múltiples recursos respecto de un criterio predeterminado;
interrumpir la realización y evaluación de mediciones o interrumpir la demodulación y decodificación y evaluación de información, en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado, de modo que uno o más recursos en el conjunto predeterminado de recursos no se midan ni demodulen y decodifiquen;
desactivar los circuitos receptores activados, en respuesta además a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado; y

en donde el dispositivo inalámbrico se **caracteriza por** adaptarse, además, antes de tal realización o demodulación y decodificación, y antes de tal evaluación, interrupción y desactivación, a determinar un orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos, de mayor a menor, en donde el dispositivo inalámbrico se adapta para llevar a cabo tal realización o demodulación y decodificación según el orden de prioridad, de mayor a menor.

7. El dispositivo inalámbrico (1000) de la reivindicación 6, en donde cada uno de los recursos en el conjunto predeterminado de recursos se define como un haz.

8. El dispositivo inalámbrico (1000) de la reivindicación 7, en donde el criterio predeterminado comprende uno o más de los siguientes:

que el nivel de potencia recibido, o una relación de señal a interferencia más ruido (SINR) medida, o una relación de señal a ruido (SNR) se encuentre por encima de un umbral predeterminado, para uno o para una cantidad predeterminada de recursos;
que la información celular pueda decodificarse correctamente de uno o para una cantidad predeterminada de recursos;
que la información decodificada de uno o para una cantidad predeterminada de recursos indique un cambio en el funcionamiento para el dispositivo inalámbrico.

9. El dispositivo inalámbrico (1000) de cualquiera de las reivindicaciones 6-8, en donde el dispositivo inalámbrico se adapta para llevar a cabo tal interrupción en respuesta a determinar que se cumplió con el criterio predeterminado para uno de los recursos.

10. El dispositivo inalámbrico (1000) de la reivindicación 6, en donde el dispositivo inalámbrico se adapta para determinar el orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos según uno o más de:

tiempo de recurso de radio para uno o más de los recursos; y
calidades de señal medidas o propiedades de medición de mediciones anteriores de uno o más de los recursos.

11. El dispositivo inalámbrico (1000) de la reivindicación 6 o 10, en donde el dispositivo inalámbrico se adapta para determinar el orden de prioridad para el conjunto predeterminado de recursos según información respecto de la probabilidad de utilidad para uno o más de los recursos, en donde tal información se recibe de otras fuentes o listas celulares vecinas.

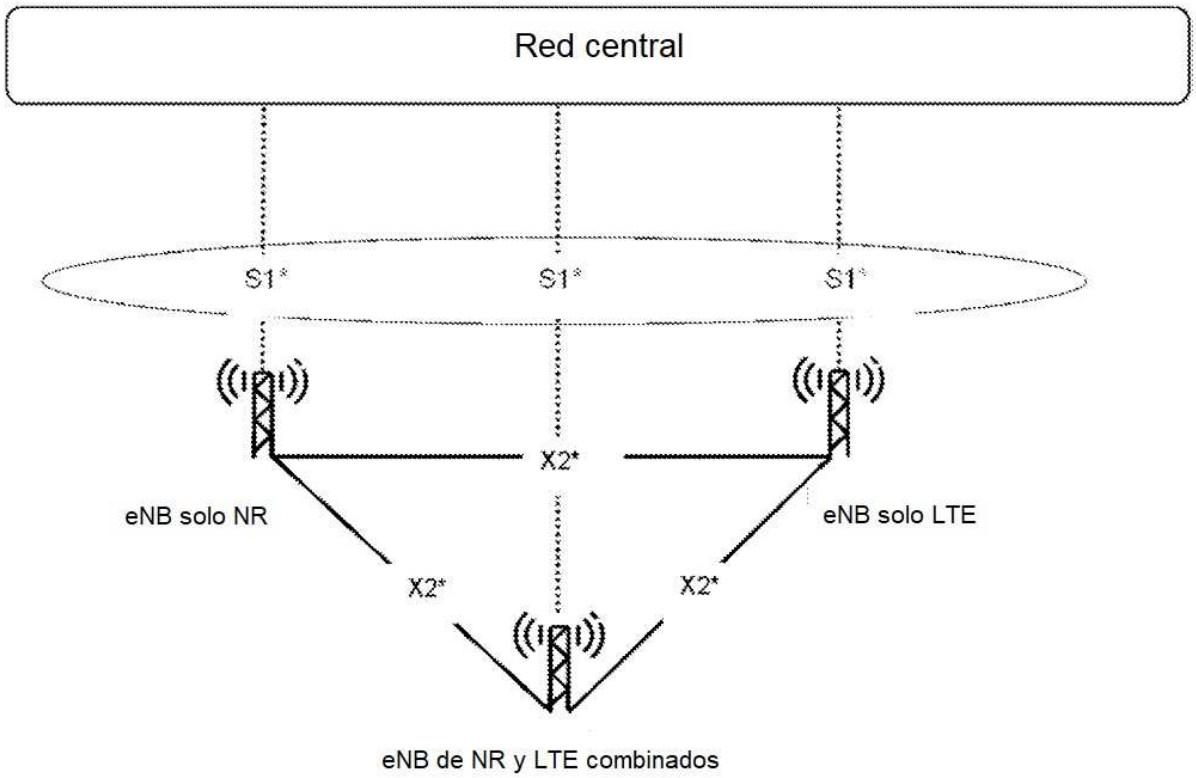

Red central
S1*
S1*
S1*
X2*
eNB solo NR
eNB solo LTE
X2*
X2*
eNB de NR y LTE combinados

Fig. 1

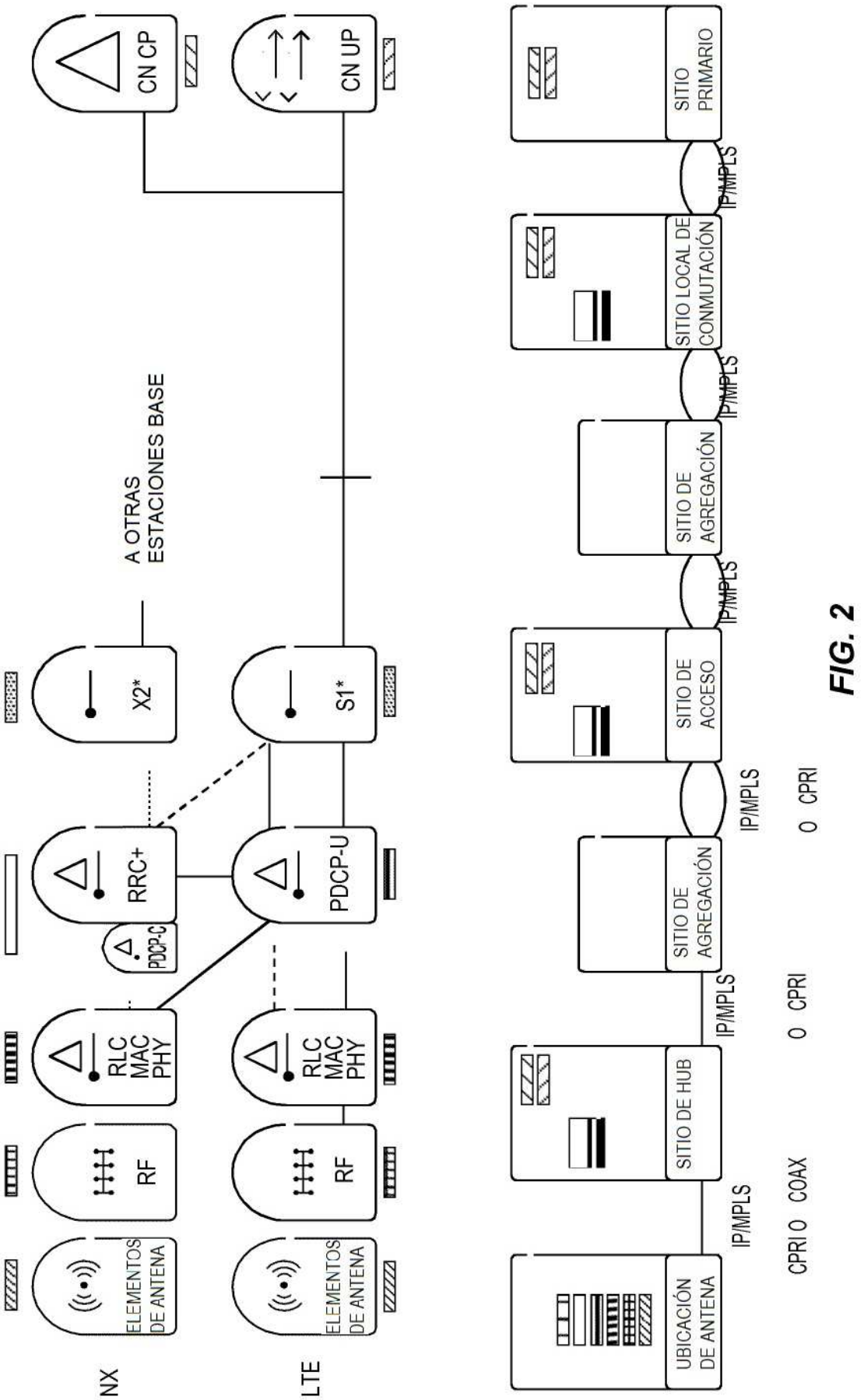

NX
LTE
ELEMENTOS DE ANTENA
RF
RLC MAC PHY
PDCP-C
RRC+
PDCP-U
X2*
S1*
A OTRAS ESTACIONES BASE
CN CP
CN UP
UBICACIÓN DE ANTENA
SITIO DE HUB
SITIO DE AGREGACIÓN
SITIO DE ACCESO
SITIO DE AGREGACIÓN
SITIO LOCAL DE CONMUTACIÓN
SITIO PRIMARIO
IP/MPLS
CPRI O COAX
O CPRI

FIG. 2

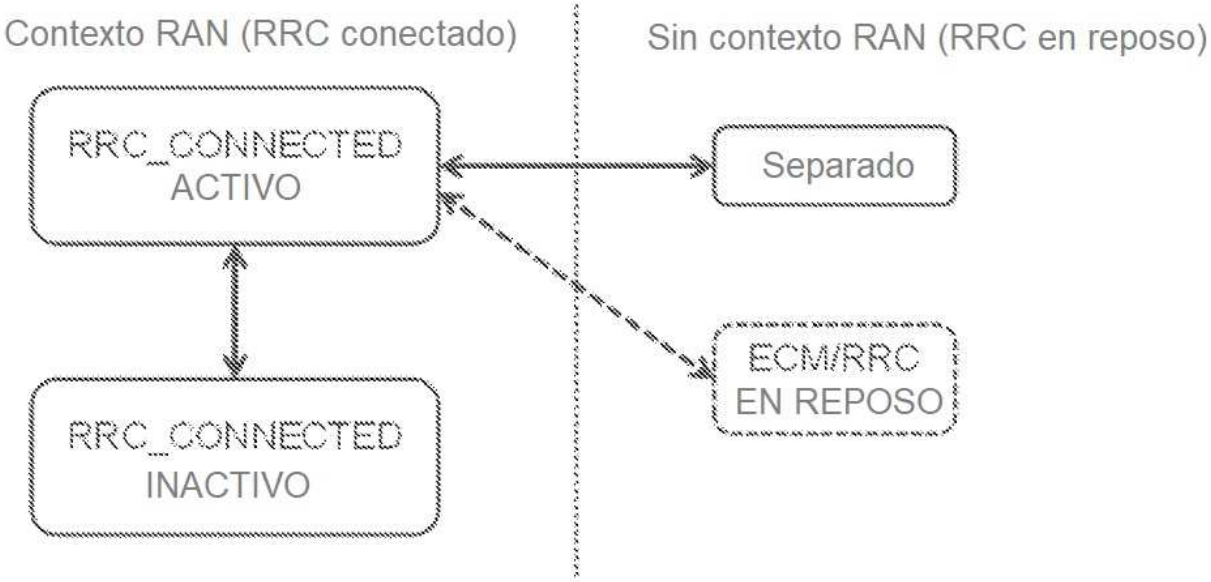
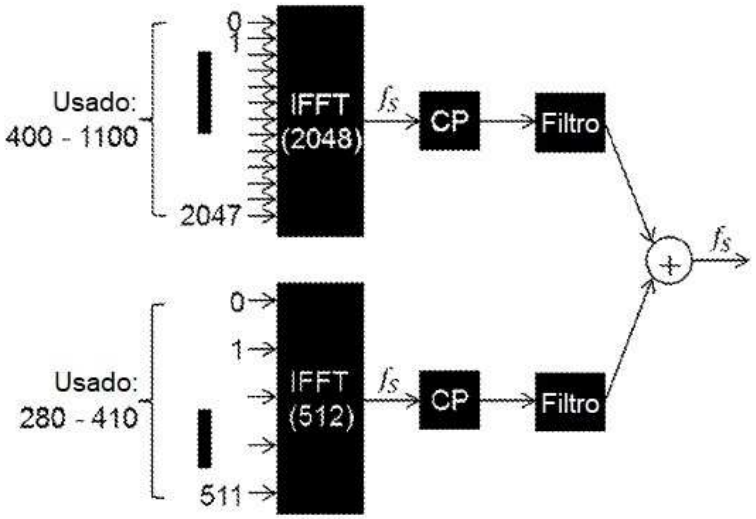
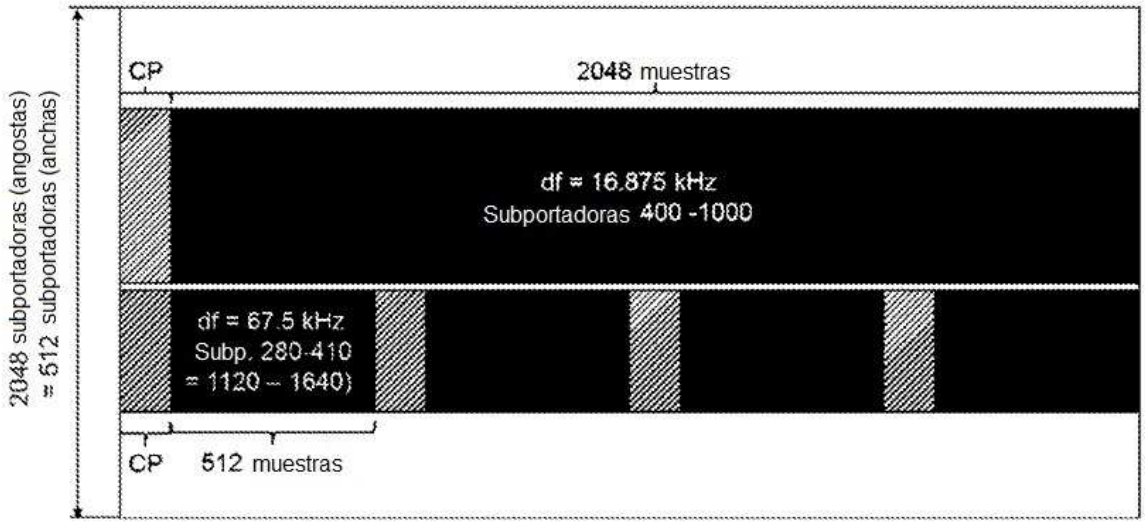

Contexto RAN (RRC conectado)
Sin contexto RAN (RRC en reposo)
RRC_CONNECTED
ACTIVO
Separado
ECM/RRC
EN REPOSO
RRC_CONNECTED
INACTIVO

Fig. 3


Usado:
400 - 1100
0
1
2047
IFFT
(2048)
f_s
CP
Filtro
f_s
Usado:
280 - 410
0
1
511
IFFT
(512)
f_s
CP
Filtro

(a)


2048 subportadoras (angostas)
= 512 subportadoras (anchas)
CP
2048 muestras
df = 16.875 kHz
Subportadoras 400 -1000
df = 67.5 kHz
Subp. 280-410
= 1120 – 1640)
CP
512 muestras

(b)

Fig. 4

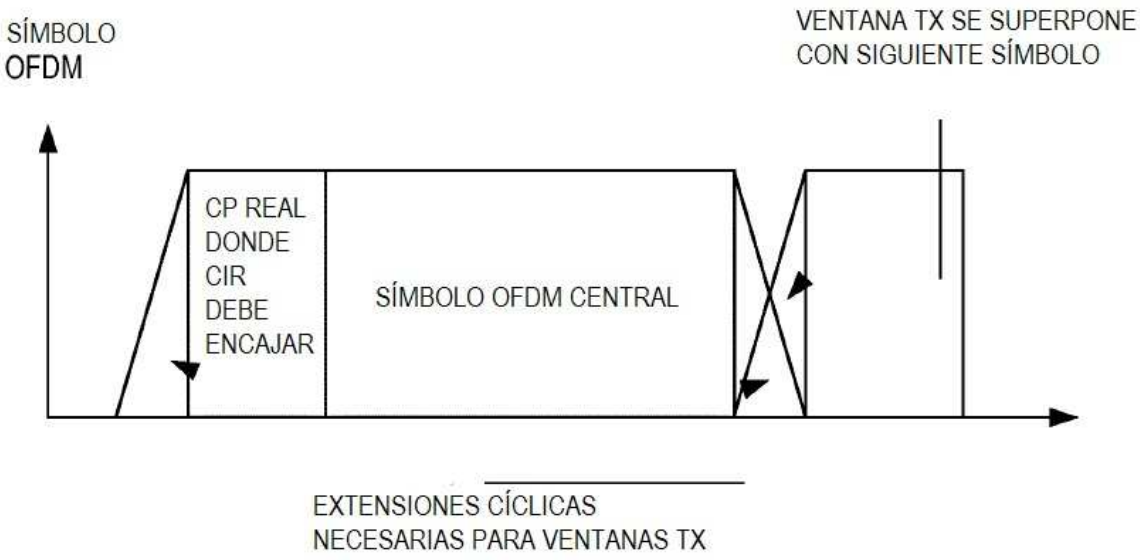

SÍMBOLO
OFDM
VENTANA TX SE SUPERPONE
CON SIGUIENTE SÍMBOLO
CP REAL
DONDE
CIR
DEBE
ENCAJAR
SÍMBOLO OFDM CENTRAL
EXTENSIONES CÍCLICAS
NECESARIAS PARA VENTANAS TX

FIG. 5

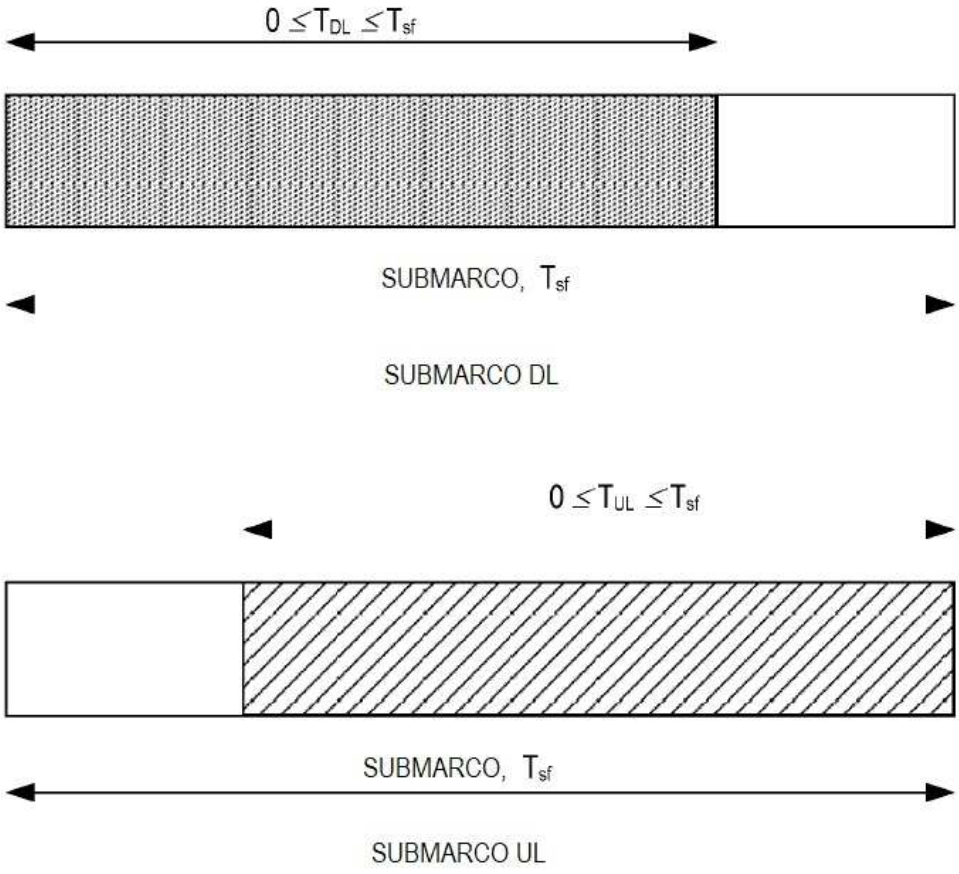

$0 \leq T_{DL} \leq T_{sf}$
SUBMARCO, T_{sf}
SUBMARCO DL
$0 \leq T_{UL} \leq T_{sf}$
SUBMARCO, T_{sf}
SUBMARCO UL

FIG. 6

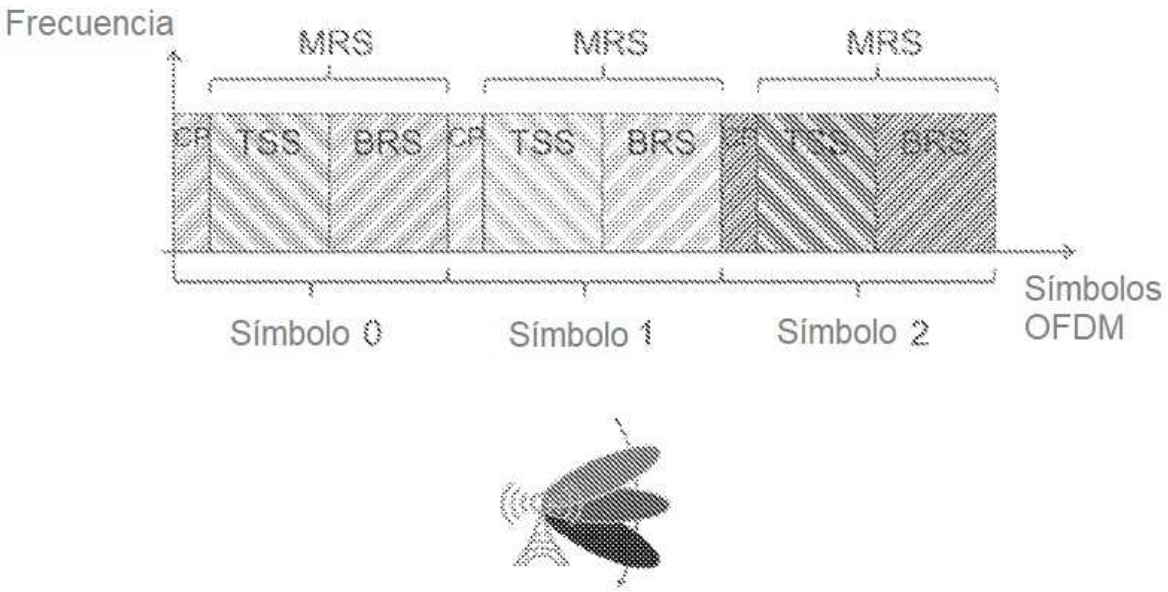

Frecuencia
MRS
MRS
MRS
CP
TSS
BRS
CP
TSS
BRS
CP
TSS
BRS
Símbolos
OFDM
Símbolo 0
Símbolo 1
Símbolo 2

Fig. 7

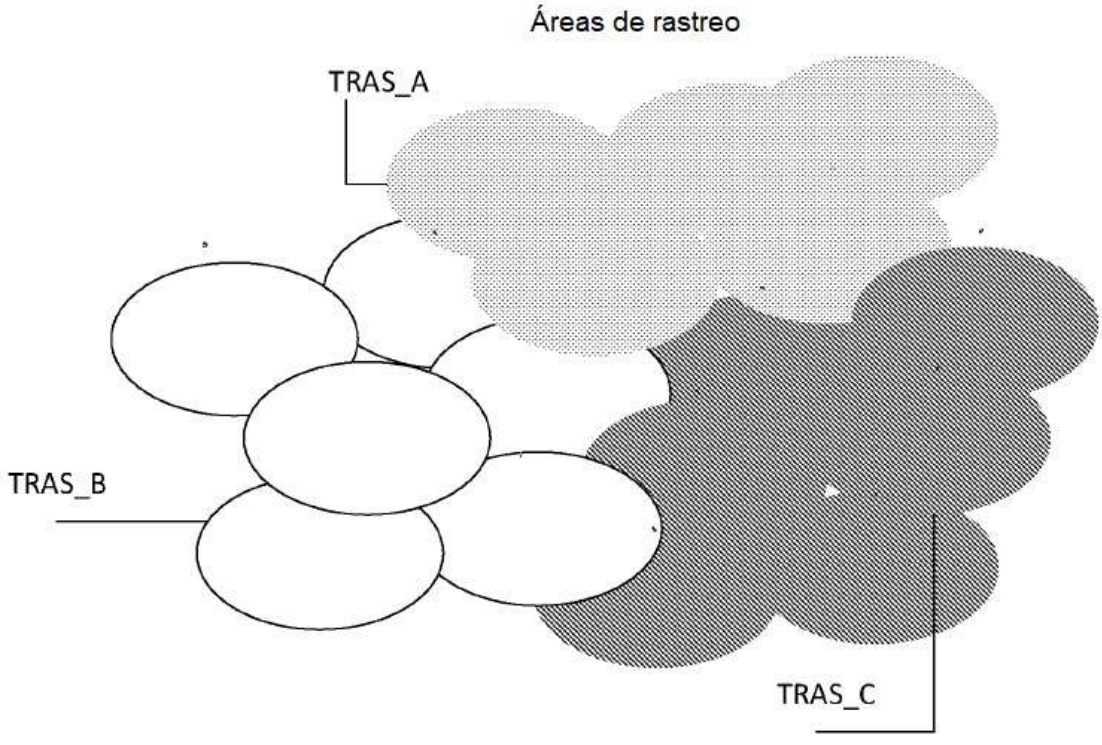

Áreas de rastreo
TRAS_A
TRAS_B
TRAS_C

Fig. 8

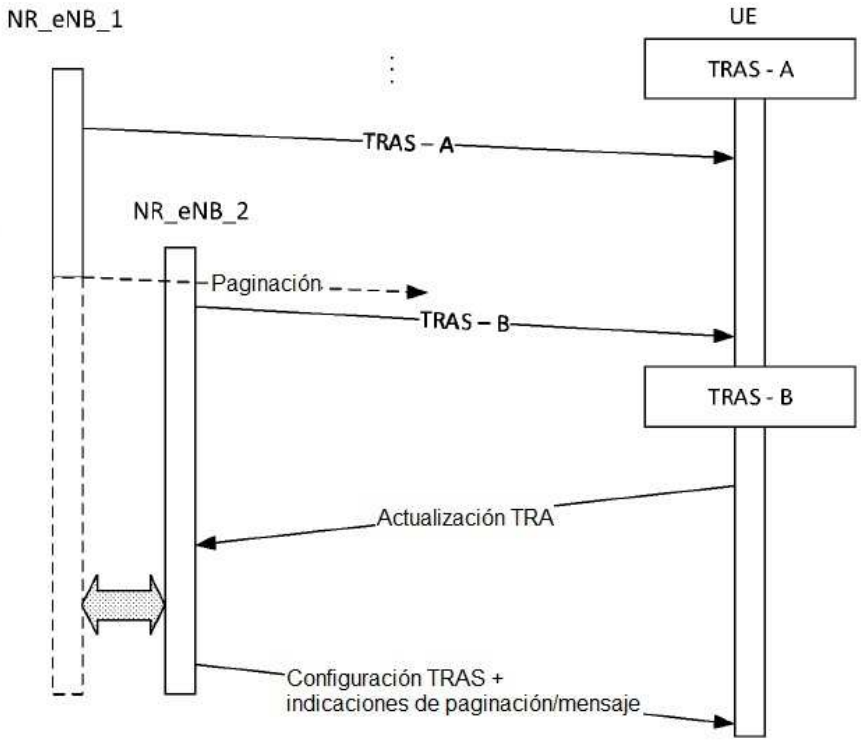

NR_eNB_1
UE
TRAS - A
TRAS – A
NR_eNB_2
Paginación
TRAS – B
TRAS - B
Actualización TRA
Configuración TRAS +
indicaciones de paginación/mensaje

Fig. 9

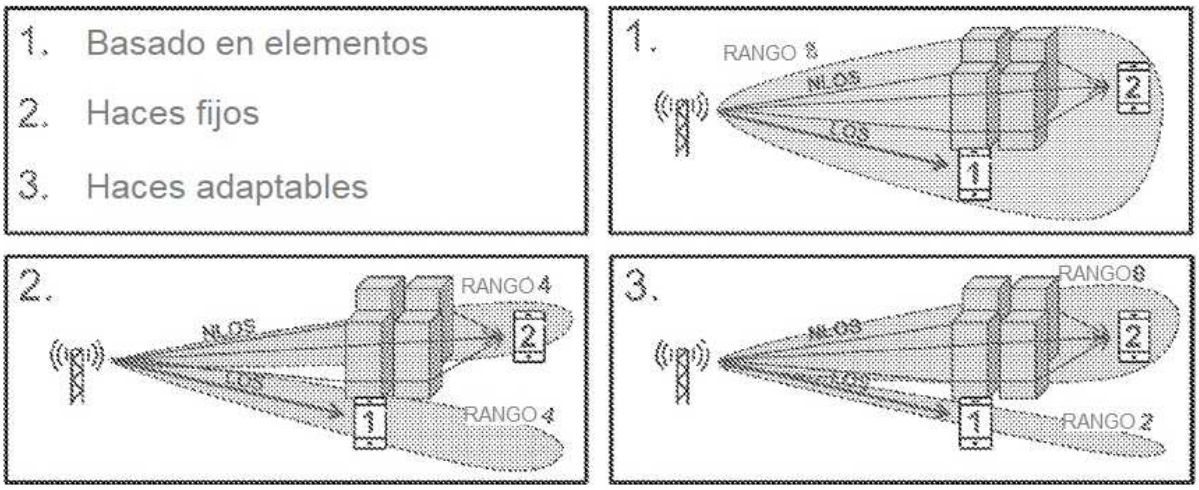

1. Basado en elementos
2. Haces fijos
3. Haces adaptables
1.
RANGO 8
NLOS
LOS
2.
RANGO 4
NLOS
LOS
RANGO 4
3.
RANGO 8
NLOS
LOS
RANGO 2

Fig. 10

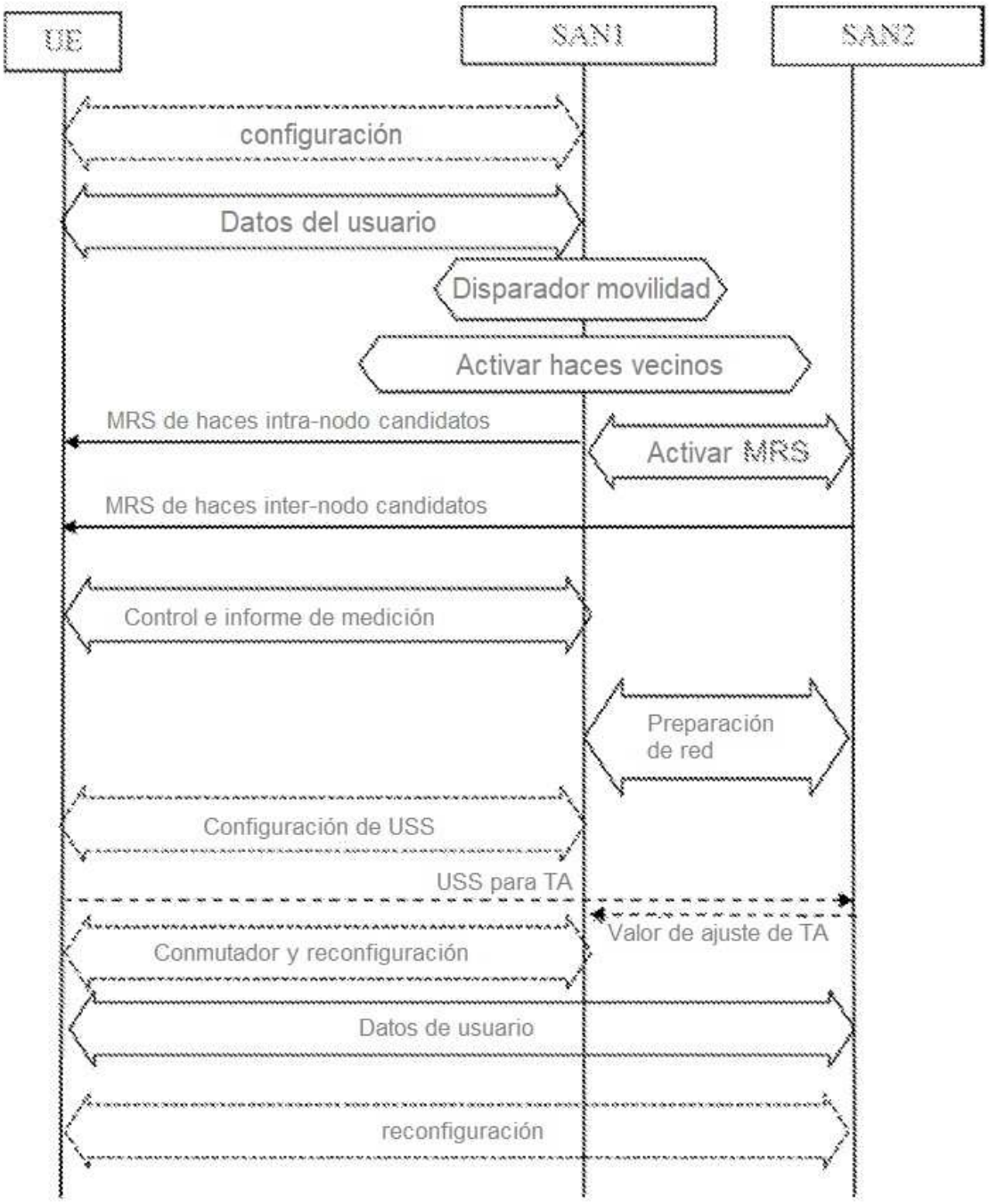

UE
SAN1
SAN2
configuración
Datos del usuario
Disparador movilidad
Activar haces vecinos
MRS de haces intra-nodo candidatos
Activar MRS
MRS de haces inter-nodo candidatos
Control e informe de medición
Preparación de red
Configuración de USS
USS para TA
Valor de ajuste de TA
Conmutador y reconfiguración
Datos de usuario
reconfiguración

Fig. 11

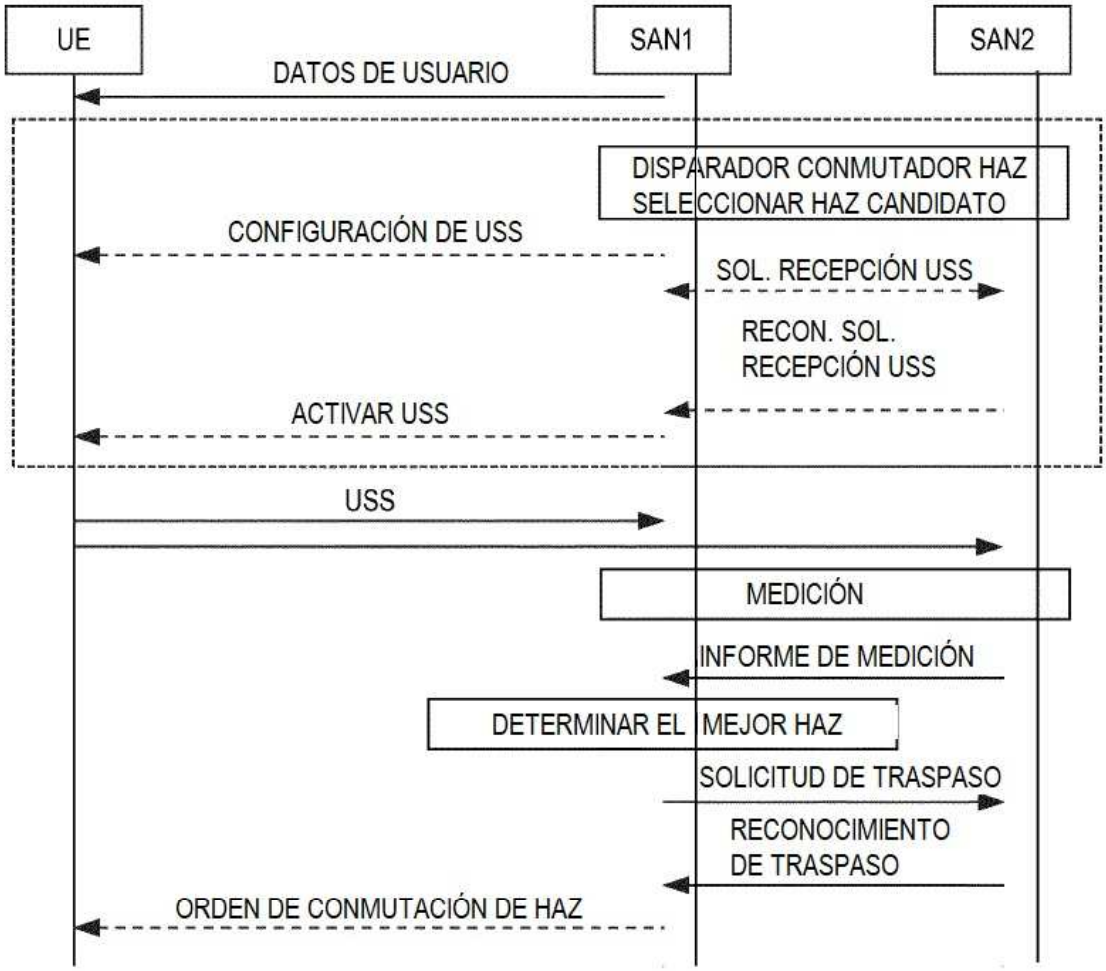

UE
SAN1
SAN2
DATOS DE USUARIO
DISPARADOR CONMUTADOR HAZ
SELECCIONAR HAZ CANDIDATO
CONFIGURACIÓN DE USS
SOL. RECEPCIÓN USS
RECON. SOL.
RECEPCIÓN USS
ACTIVAR USS
USS
MEDICIÓN
INFORME DE MEDICIÓN
DETERMINAR EL MEJOR HAZ
SOLICITUD DE TRASPASO
RECONOCIMIENTO
DE TRASPASO
ORDEN DE CONMUTACIÓN DE HAZ

FIG. 12

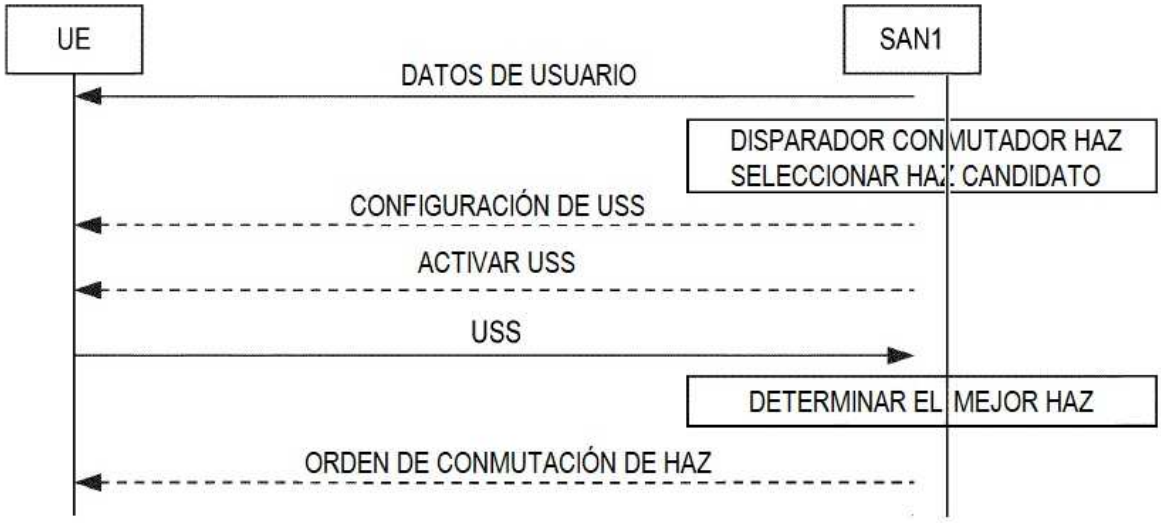

UE
SAN1
DATOS DE USUARIO
DISPARADOR CONMUTADOR HAZ
SELECCIONAR HAZ CANDIDATO
CONFIGURACIÓN DE USS
ACTIVAR USS
USS
DETERMINAR EL MEJOR HAZ
ORDEN DE CONMUTACIÓN DE HAZ

FIG. 13

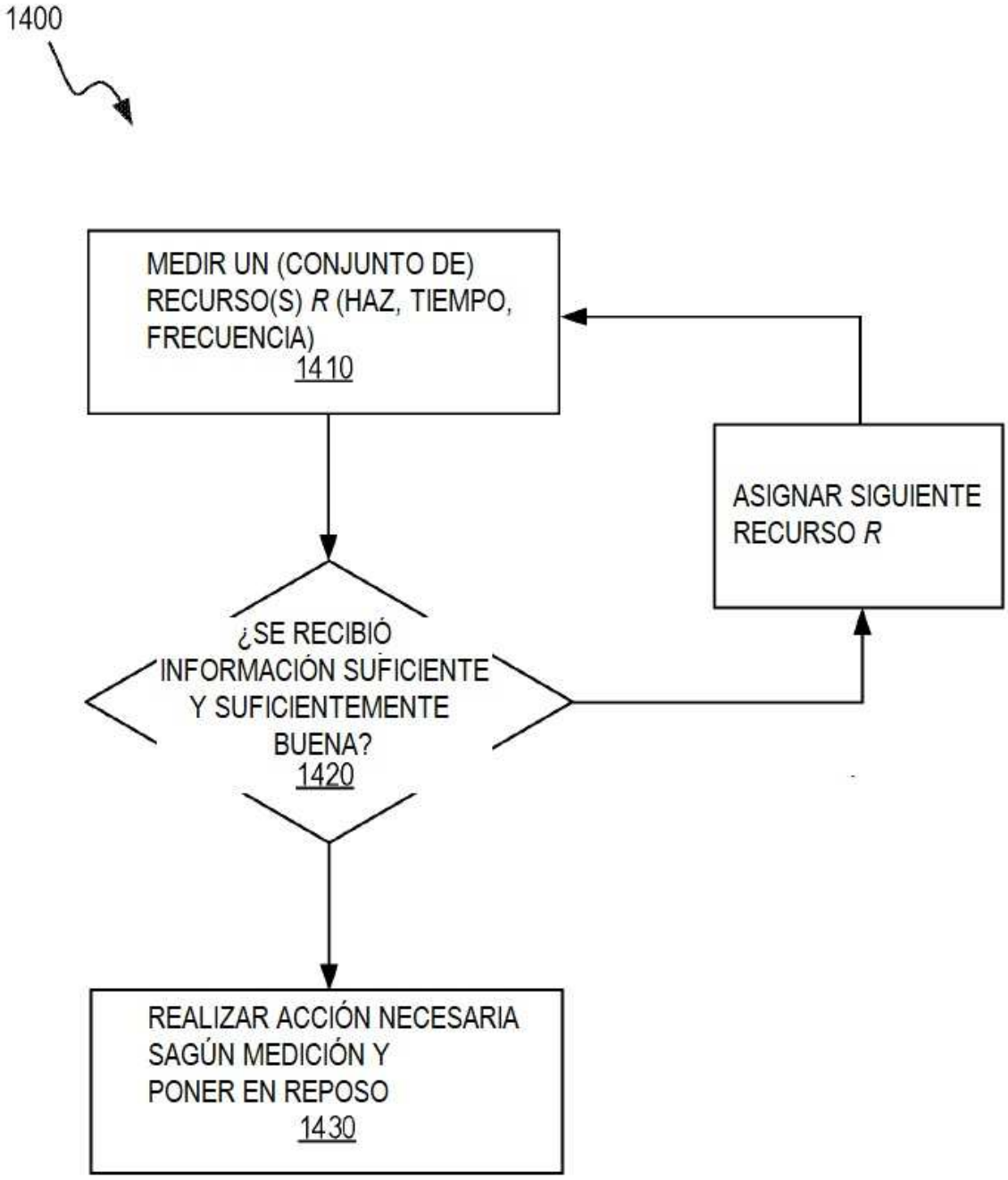

1400
MEDIR UN (CONJUNTO DE) RECURSO(S) R (HAZ, TIEMPO, FRECUENCIA)
1410
ASIGNAR SIGUIENTE RECURSO R
¿SE RECIBIÓ INFORMACIÓN SUFICIENTE Y SUFICIENTEMENTE BUENA?
1420
REALIZAR ACCIÓN NECESARIA SAGÚN MEDICIÓN Y PONER EN REPOSO
1430

Fig. 14

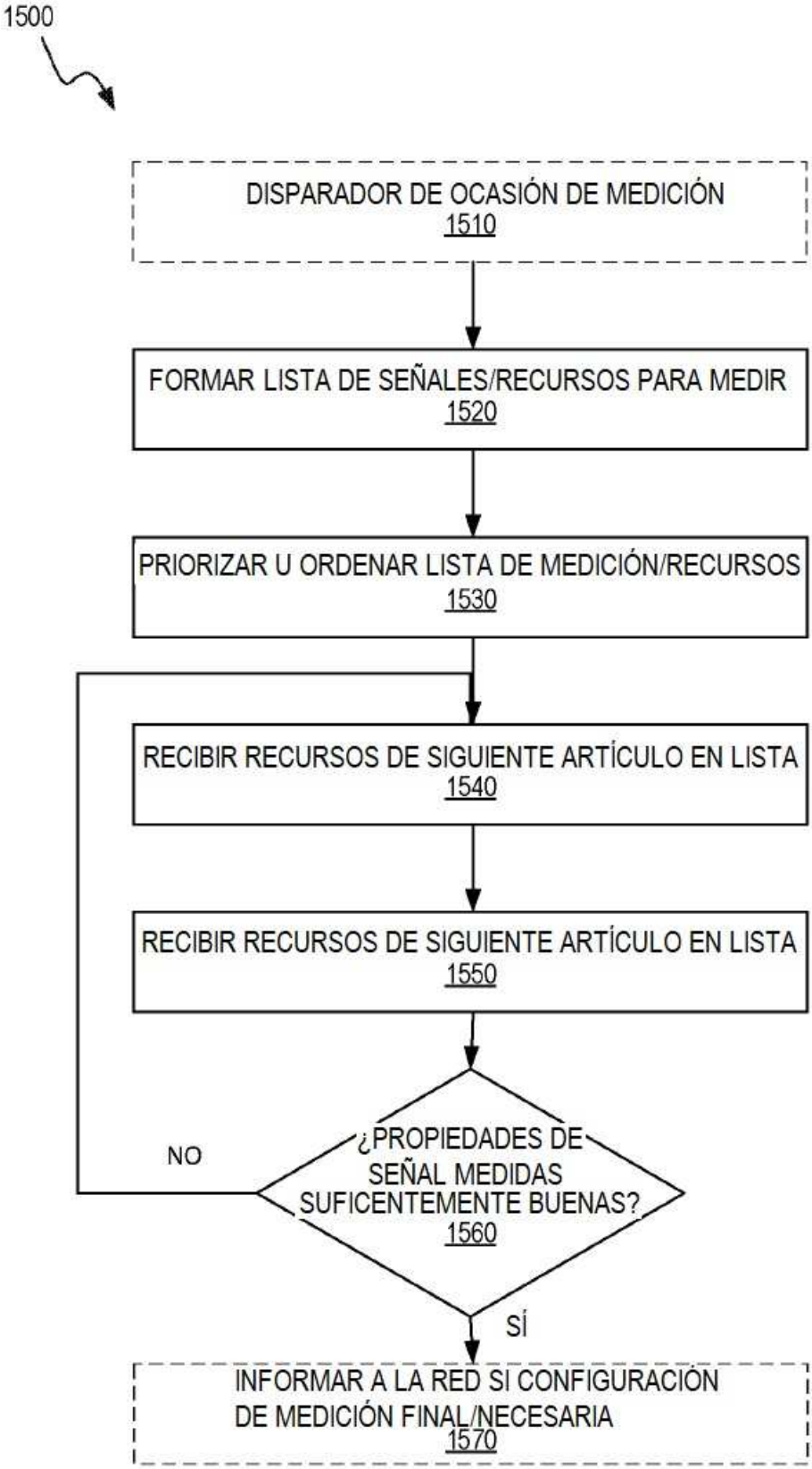

1500
DISPARADOR DE OCASIÓN DE MEDICIÓN
1510
FORMAR LISTA DE SEÑALES/RECURSOS PARA MEDIR
1520
PRIORIZAR U ORDENAR LISTA DE MEDICIÓN/RECURSOS
1530
RECIBIR RECURSOS DE SIGUIENTE ARTÍCULO EN LISTA
1540
RECIBIR RECURSOS DE SIGUIENTE ARTÍCULO EN LISTA
1550
¿PROPIEDADES DE SEÑAL MEDIDAS SUFICENTEMENTE BUENAS?
1560
NO
SÍ
INFORMAR A LA RED SI CONFIGURACIÓN DE MEDICIÓN FINAL/NECESARIA
1570

Fig. 15

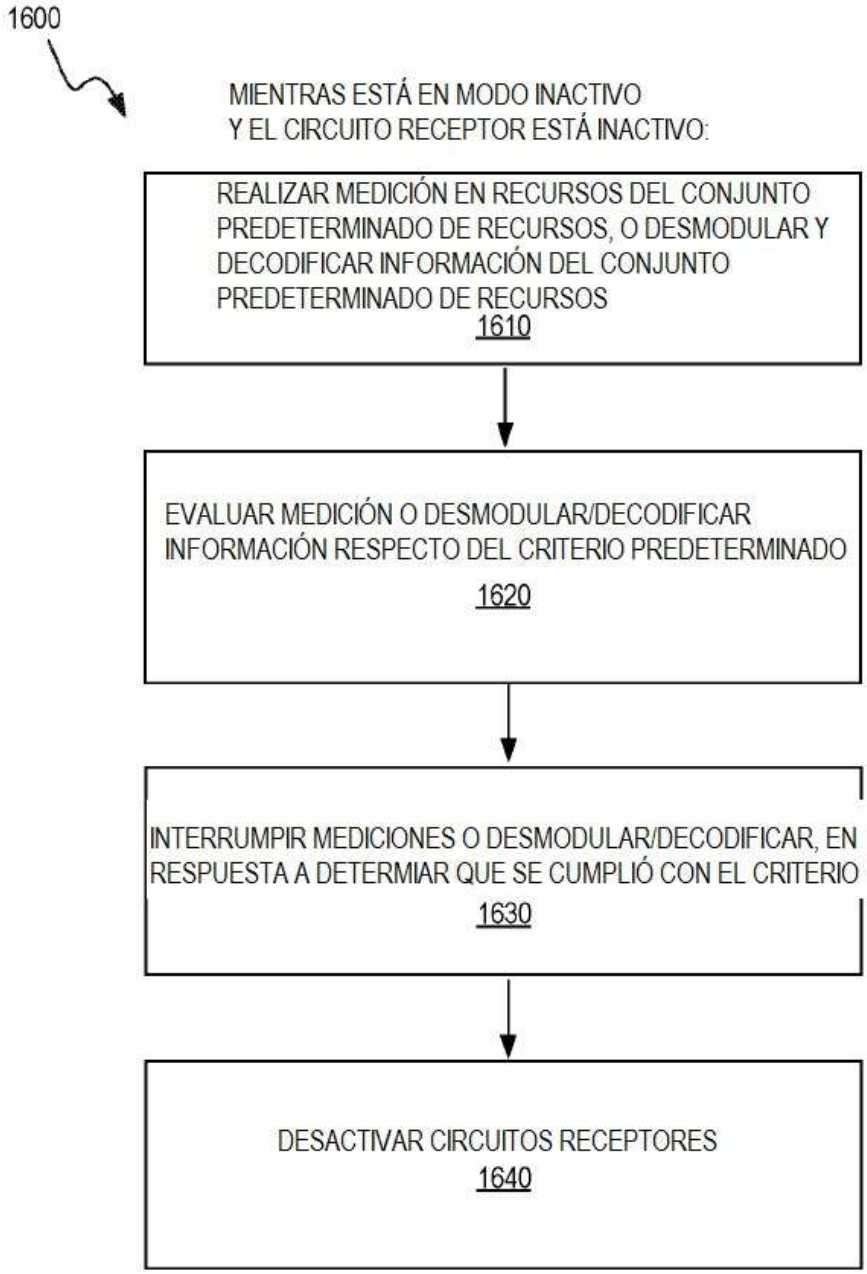

1600
MIENTRAS ESTÁ EN MODO INACTIVO
Y EL CIRCUITO RECEPTOR ESTÁ INACTIVO:
REALIZAR MEDICIÓN EN RECURSOS DEL CONJUNTO PREDETERMINADO DE RECURSOS, O DESMODULAR Y DECODIFICAR INFORMACIÓN DEL CONJUNTO PREDETERMINADO DE RECURSOS
1610
EVALUAR MEDICIÓN O DESMODULAR/DECODIFICAR INFORMACIÓN RESPECTO DEL CRITERIO PREDETERMINADO
1620
INTERRUMPIR MEDICIONES O DESMODULAR/DECODIFICAR, EN RESPUESTA A DETERMIAR QUE SE CUMPLIÓ CON EL CRITERIO
1630
DESACTIVAR CIRCUITOS RECEPTORES
1640

Fig. 16

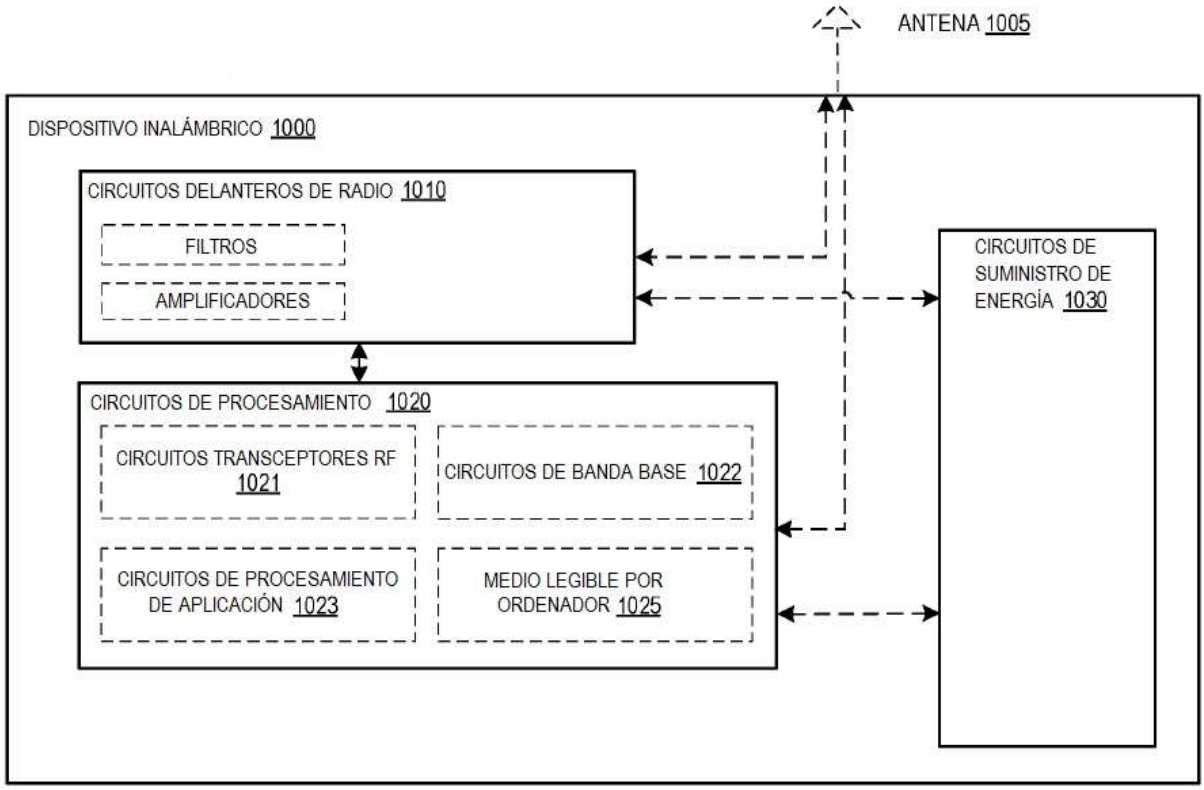

ANTENA 1005
DISPOSITIVO INALÁMBRICO 1000
CIRCUITOS DELANTEROS DE RADIO 1010
FILTROS
AMPLIFICADORES
CIRCUITOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA 1030
CIRCUITOS DE PROCESAMIENTO 1020
CIRCUITOS TRANSCEPTORES RF 1021
CIRCUITOS DE BANDA BASE 1022
CIRCUITOS DE PROCESAMIENTO DE APLICACIÓN 1023
MEDIO LEGIBLE POR ORDENADOR 1025

Fig. 17

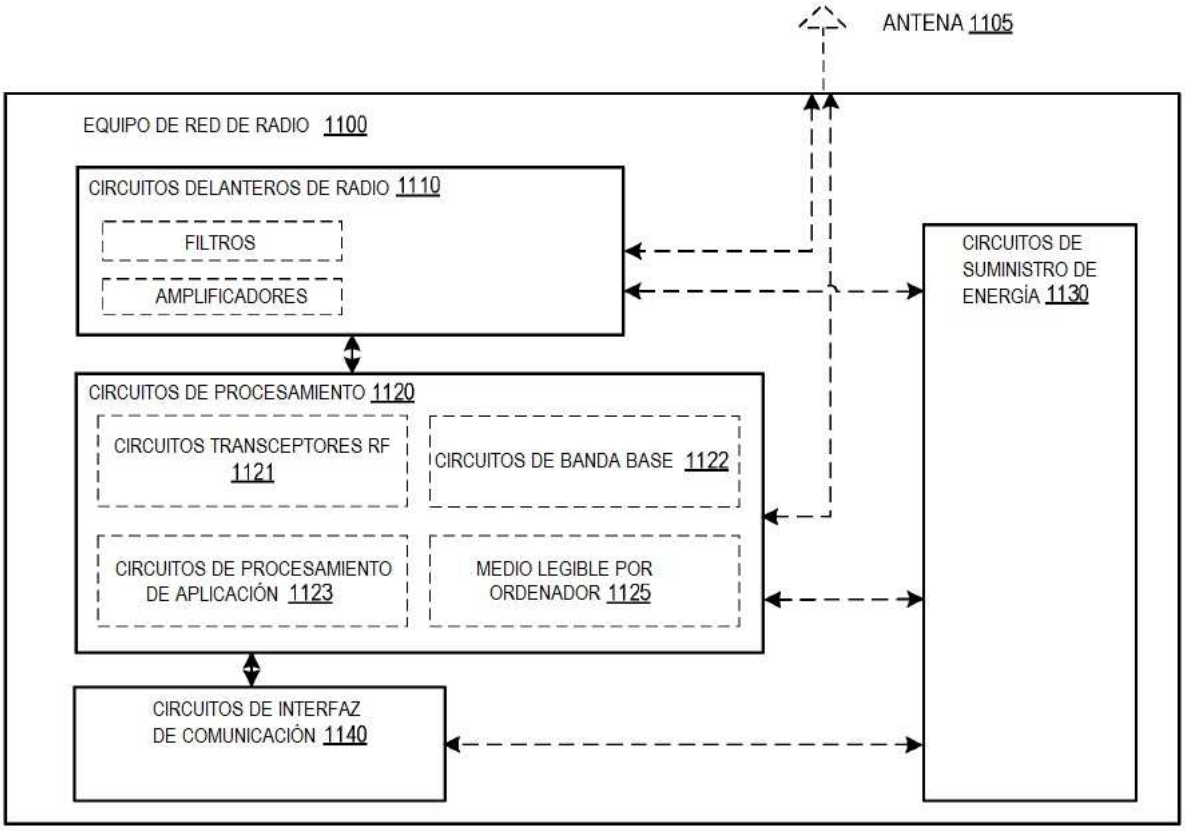

ANTENA 1105
EQUIPO DE RED DE RADIO 1100
CIRCUITOS DELANTEROS DE RADIO 1110
FILTROS
AMPLIFICADORES
CIRCUITOS DE SUMINISTRO DE ENERGÍA 1130
CIRCUITOS DE PROCESAMIENTO 1120
CIRCUITOS TRANSCEPTORES RF 1121
CIRCUITOS DE BANDA BASE 1122
CIRCUITOS DE PROCESAMIENTO DE APLICACIÓN 1123
MEDIO LEGIBLE POR ORDENADOR 1125
CIRCUITOS DE INTERFAZ DE COMUNICACIÓN 1140

Fig. 18

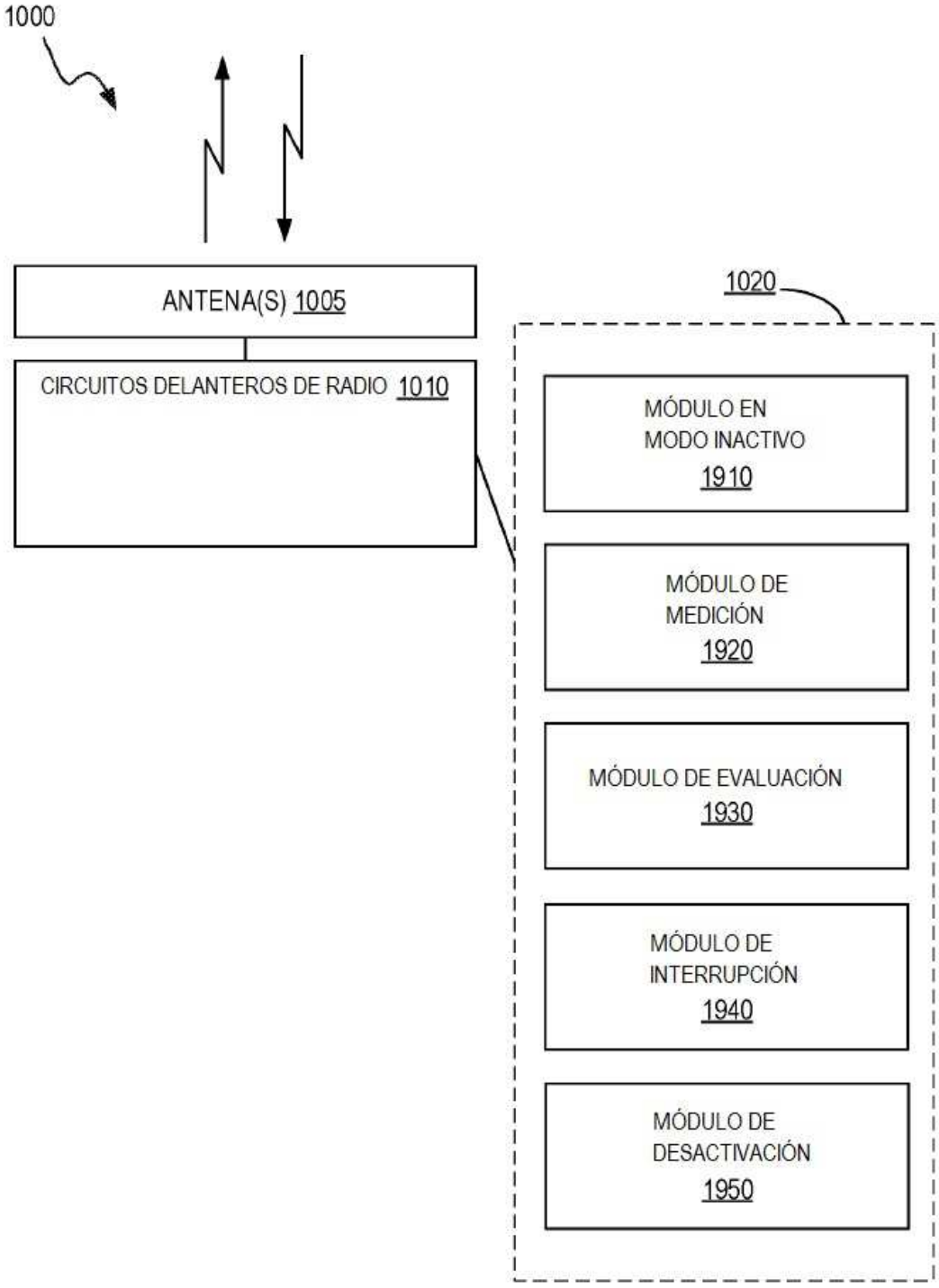

1000
ANTENA(S) 1005
CIRCUITOS DELANTEROS DE RADIO 1010
1020
MÓDULO EN MODO INACTIVO 1910
MÓDULO DE MEDICIÓN 1920
MÓDULO DE EVALUACIÓN 1930
MÓDULO DE INTERRUPCIÓN 1940
MÓDULO DE DESACTIVACIÓN 1950

Fig. 19