

MANEJO DE LA CONFIGURACIÓN DE MEDICIÓN TRAS LA EJECUCIÓN DE MOVILIDAD CONDICIONAL

CAMPO DE LA TÉCNICA

La presente solicitud se refiere en general al campo de las comunicaciones inalámbricas, y más específicamente a dispositivo, métodos y medios legibles por computadora que mejoran las operaciones de movilidad de los dispositivos inalámbricos o equipos de usuario (UE) en una red inalámbrica.

ANTECEDENTES

Generalmente, todos los términos usados en el presente documento deben interpretarse según su significado ordinario en el campo de la técnica pertinente, a menos que se otorgue y/o implique claramente un significado diferente del contexto en el cual se usan. Todas las referencias a un elemento, aparato, componente, medio, paso, etc. deben interpretarse abiertamente como relacionadas al menos con una instancia del elemento, aparato, componente, medio, paso, etc., a menos que se indique explícitamente lo contrario. No es necesario realizar ninguno de los pasos de los métodos y/o procedimientos divulgados en el presente documento en el orden exacto en que se los divulga, a menos que un paso se describa explícitamente como siguiente o precedente respecto de otro y/o en donde quede implícito que un paso debe seguir o preceder a otro paso. Cualquier característica de cualquiera de las realizaciones divulgadas en el presente documento puede aplicarse a cualquier otra realización, dondequiera que sea adecuado. Asimismo, cualquier ventaja de una cualquiera de las realizaciones se puede aplicar a cualquier otra realización, y viceversa. Otros objetivos, características y ventajas de las realizaciones adjuntas serán evidentes a partir de la siguiente descripción.

Evolución a largo plazo (LTE) es un término general para las llamadas tecnologías de acceso radioeléctrico de cuarta generación (4G) desarrolladas dentro del Proyecto de asociación de tercera generación (3GPP) e inicialmente normalizadas en las versiones 8 y 9, también conocidas como UTRAN

evolucionada (E-UTRAN). La LTE apunta a diversas bandas de frecuencia autorizadas y está acompañada por mejoramientos de aspectos no radioeléctricos comúnmente denominados evolución de la arquitectura del sistema (SAE), que incluyen la red de núcleo de paquete evolucionado (EPC). La LTE continúa evolucionando a través de lanzamientos posteriores que se desarrollan según los procesos establecimiento de normas con 3GPP y sus grupos de trabajo (WG), incluido el WG de la red de acceso radioeléctrico (RAN) y subgrupos de trabajo (p. ej., RAN1, RAN2, etc.).

La LTE Release 10 (Rel-10) admite anchos de banda superiores a los 20 MHz. Un requisito importante de Rel-10 es asegurar la compatibilidad con versiones anteriores de LTE Release 8. Esto también debe incluir el espectro de compatibilidad. Por lo tanto, una portadora de LTE Rel-10 de banda ancha (p. ej., mayor que 20 MHz) debe aparecer como un número de portadoras hasta una terminal de LTE Rel-8 ("heredada"). Cada uno de estos portadores se puede denominar Portador de Componentes (CC). Para un uso eficiente de un portador de banda ancha también para terminales heredadas, se pueden programar terminales heredadas en todas las partes del portador de LTE Rel-10 de banda ancha. Una forma de lograr esto es por medio de la Agregación de Portador (CA), mediante la cual una terminal Rel-10 puede recibir múltiples CC, cada uno preferentemente con la misma estructura que un portador de Rel-8. Una de las mejoras en LTE Rel-11 es un canal físico de control de enlace descendente mejorado (ePDCCH), que tiene los objetivos de aumentar la capacidad y mejorar la reutilización espacial de los recursos del canal de control, mejorar la coordinación de interferencia entre celdas (ICIC) y admitir la conformación del haz de antena y/o transmitir diversidad para el canal de control. Además, la LTE Rel-12 introdujo la conectividad dual (DC) mediante la cual un UE se puede conectar a dos nodos de red simultáneamente y mejorar la robustez y/o capacidad de la conexión.

La Figura 1 muestra una arquitectura general ejemplar de una red que comprende LTE y SAE. La E-UTRAN 100 comprende uno o más nodos B evolucionados (eNBs), tales como los eNB 105, 110 y 115, y uno o más equipos de usuario (UE), tal como el UE 120. Como se usa dentro de las normas 3GPP, “equipo de usuario” o “UE” significa cualquier dispositivo de comunicación inalámbrica (p. ej., teléfono inteligente o dispositivo informático) que es capaz de comunicarse con el equipo de red que cumple con normas 3GPP, incluida la E-UTRAN, así como UTRAN y/o GERAN, como se conocen comúnmente las redes de acceso radioeléctrico 3GPP de tercera (“3G”) y segunda generación (“2G”).

Como especifica el 3GPP, la E-UTRAN 100 es responsable de todas las funciones radioeléctricas en la red, incluido el control de portador radioeléctrico, el control de admisión radioeléctrica, el control de movilidad radioeléctrica, la programación, y la asignación dinámica de recursos a los UE en enlace ascendente y enlace descendente, así como la seguridad de las comunicaciones con el UE. Estas funciones residen en los eNB, tales como los eNB 105, 110 y 115. Los eNB en la E-UTRAN se comunican entre sí por medio de la interfaz X2, como muestra la Figura 1. Los eNB también son responsables de la interfaz E-UTRAN al EPC 130, específicamente la interfaz S1 a la entidad de gestión de la movilidad (MME) y la puerta de enlace de servicio (SGW), que se muestran colectivamente como MME/S-GW 134 y 138 en la Figura 1. En términos generales, la MME/S-GW gestiona tanto el control general del UE como el flujo de datos entre el UE y el resto del EPC. Más específicamente, la MME procesa los protocolos de señalización (p. ej., plano de control) entre el UE y los EPC, lo que se conoce como protocolos de estrato de no acceso (NAS). La S-GW gestiona todos los paquetes de datos del protocolo de Internet (IP) (p. ej., plano de datos o de usuario) entre el UE y el EPC, y sirve como ancla de movilidad local para los portadores de datos cuando el UE se mueve entre los eNB, tales como los eNB 105, 110 y 115.

El EPC 130 también puede incluir un servidor del suscriptor de origen (HSS) 131, que gestiona información relacionada con el usuario y el suscriptor. El HSS 131 también puede proporcionar funciones de apoyo en gestión de movilidad, configuración de llamada y sesión, autenticación de usuario y autorización de acceso. Las funciones del HSS 131 pueden referirse a las funciones de herencia del registro propio de posiciones (HLR) y a las funciones u operaciones del centro de autenticación (AuC).

En algunas realizaciones, el HSS 131 puede comunicarse con un almacén de datos del usuario (UDR), marcado como EPC-UDR 135 en la Figura 1, por medio de una interfaz Ud. El EPC-UDR 135 puede almacenar credenciales de usuario después de que estas hayan sido cifradas por algoritmos del AuC. Estos algoritmos no están normalizados (es decir, son específicos del proveedor), de modo que las credenciales cifradas almacenadas en EPC-UDR 135 a menudo son inaccesibles para cualquier proveedor distinto del proveedor de HSS 131.

La Figura 2A muestra un diagrama de bloques de alto nivel de una arquitectura LTE ejemplar en términos de sus entidades constituyentes, UE, E-UTRAN y EPC, y división funcional de alto nivel en el estrato de acceso (AS) y el estrato de no acceso (NAS). La Figura 2A también ilustra dos puntos de interfaz particulares, concretamente Uu (interfaz radioeléctrica UE/E-UTRAN) y S1 (interfaz E-UTRAN/EPC), en los que cada una usa un conjunto específico de protocolos, es decir, protocolos radioeléctricos y protocolos S1. Aunque no se muestra en la Figura 2A, cada uno de los conjuntos de protocolos se puede segmentar además en funcionalidades de protocolo de plano de usuario y de plano de control. Los planos de usuario y de control también se denominan plano U y plano C, respectivamente. En la interfaz Uu, el plano U porta información de usuario (p. ej., paquetes de datos) mientras que el plano C porta información de control entre UE y E-UTRAN.

La Figura 2B ilustra un diagrama de bloques de una pila de protocolos de plano C de ejemplo entre un UE, un eNB y un MME. La pila de protocolos de ejemplo incluye capas físicas (PHY), de control de acceso de medios (MAC), de control de enlace de radio (RLC), de protocolo de convergencia de datos de paquetes (PDCP) y de control de recursos radioeléctricos (RRC) entre el UE y eNB. La capa PHY se ocupa de cómo y qué características se utilizan para transferir datos a través de canales de transporte en la interfaz de radio de LTE. La capa MAC proporciona servicios de transferencia de datos en canales lógicos, mapea canales lógicos a canales de transporte PHY y reasigna recursos PHY para soportar estos servicios. La capa RLC proporciona detección y/o corrección de errores, concatenación, segmentación y reensamblaje, reordenación de los datos transferidos hacia o desde las capas superiores. Las capas PHY, MAC y RLC realizan funciones idénticas tanto para el plano U como para el plano C. La capa PDCP proporciona cifrado/descifrado y protección de integridad tanto para el plano U como para el plano C, así como otras funciones para el plano U, tales como la compresión de encabezados. La pila de protocolos de ejemplo también incluye la señalización de estrato sin acceso (NAS) entre el UE y el MME.

La Figura 2C muestra un diagrama de bloques de una arquitectura de protocolo de interfaz radioeléctrica de LTE de ejemplo desde la perspectiva de la capa PHY. Las interfaces entre las diversas capas son proporcionadas por los Puntos de Acceso al Servicio (SAP), indicados por los óvalos en la Figura 2C. La capa PHY interactúa con las capas de protocolo MAC y RRC descritas arriba. PHY, MAC y RRC también se denominan Capas 1-3, respectivamente, en la figura. La capa MAC proporciona diferentes canales lógicos a la capa de protocolos RLC (también descrita arriba), caracterizada por el tipo de información transferida, mientras que la capa PHY proporciona un canal de transporte a la capa MAC, caracterizada por cómo se transfiere la información a través de la interfaz de radio. Al proporcionar este servicio de transporte, la PHY realiza varias funciones, incluidas detección y corrección de errores; ajuste de velocidad

y concordancia del canal de transporte codificado en canales físicos; ponderación de potencia, modulación y demodulación de canales físicos; diversidad de transmisión; procesamiento de antena de conformación del haz de entrada múltiple y salida múltiple (MIMO). La capa PHY también recibe información de control (p. ej. órdenes) del RRC y suministra información diversa al RRC, tal como mediciones radioeléctricas.

Los canales físicos de enlace descendente (es decir, de nodo de red a un UE) proporcionados por la LTE PHY incluyen el canal físico compartido de enlace descendente (PDSCH), el canal físico de multidifusión (PMCH), el canal físico de control de enlace descendente (PDCCH), el canal físico de control de retransmisión del enlace descendente (R-PDCCH), el canal físico de radiodifusión (PBCH), el canal físico de indicador de formato de control (PCFICH) y el canal físico de indicador de ARQ híbrida (PHICH). Además, el enlace descendente de la LTE PHY incluye diversas señales de referencia, señales de sincronización y señales de descubrimiento.

Los canales físicos de enlace ascendente (es decir, de UE a nodo de red) proporcionados por LTE PHY incluyen el canal físico compartido de enlace ascendente (PUSCH), el canal físico de control de enlace ascendente (PUCCH) y el canal físico de acceso aleatorio (PRACH). Además, el enlace ascendente de la LTE PHY incluye diversas señales de referencia, incluidas las señales de referencia de desmodulación (DM-RS), que se transmiten para asistir al nodo de red en la recepción de un PUCCH o PUSCH asociado; y señales de referencia de sondeo (SRS), que no están asociadas con ningún canal de enlace ascendente.

El esquema de acceso múltiple para la LTE PHY se basa en la multiplexación por división ortogonal de frecuencia (OFDM) con un prefijo cíclico (CP) en el enlace descendente, y en el acceso múltiple por división de frecuencia en portadora única (SC-FDMA) con un prefijo cíclico en el enlace ascendente. Para admitir la transmisión en espectros apareados y desapareados, la LTE PHY

admite la duplexación por división de frecuencia (FDD) (incluida la operación en dúplex completo y dúplex medio) y la duplexación por división de tiempo (TDD). Las tramas radioeléctricas de enlace descendente (DL) de LTE FDD consisten en una duración fija de 10 ms y consisten en 20 intervalos, etiquetados de 0 a 19, cada uno con una duración fija de 0,5 ms. Una subtrama de 1 ms comprende dos intervalos consecutivos, donde la subtrama i consiste en los intervalos $2i$ y $2i+1$. Cada intervalo de FDD DL de ejemplo consiste en símbolos $N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$ OFDM, cada uno de los cuales comprende subportadores OFDM N_{sc} . Los valores de ejemplo de $N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$ pueden ser 7 (con un CP normal) o 6 (con un CP de longitud extendida) para un ancho de banda de subportador de 15 kHz. El valor de N_{sc} puede configurarse según el ancho de banda de canal disponible. Dado que los expertos en la materia están familiarizados con los principios de OFDM, en esta descripción se omiten los detalles adicionales.

Además, una combinación de una subportadora particular en un símbolo particular se conoce como elemento de recursos (RE). Cada RE es usado para transmitir un número particular de bits, según el tipo de modulación y/o la constelación de mapeo de bits usada para ese RE. Por ejemplo, algunos RE pueden llevar dos bits usando la modulación QPSK, mientras que otros RE pueden llevar cuatro o seis bits usando 16 QAM o 64 QAM, respectivamente. Los recursos radioeléctricos de la LTE PHY también se definen en términos de bloques de recursos físicos (PRB). Un PRB abarca $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ subportadoras a lo largo de la duración de un intervalo (es decir, $N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$ símbolos), donde $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ es típicamente 12 (con un ancho de banda de subportadora de 15 kHz) o 24 (ancho de banda de 7,5 kHz). Un PRB que abarca las mismas $N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ subportadoras durante una subtrama entera (es decir, $2N_{\text{symb}}^{\text{DL}}$ símbolos) se conoce como par de PRB. En consecuencia, los recursos disponibles en una subtrama de LTE PHY DL comprenden pares $N_{\text{RB}}^{\text{DL}}$ PRB, cada uno de los cuales comprende $2N_{\text{symb}}^{\text{DL}} \cdot N_{\text{sc}}^{\text{RB}}$ RE. Para un CP y ancho de banda subportadora de 15 KHz normal, un par de PRB comprende 168 RE.

La trama radioeléctrica de enlace ascendente (UL) LTE FDD de ejemplo está configurada de manera similar a la trama radioeléctrica FDD DL de ejemplo descrita arriba. Según la terminología coherente con la descripción anterior de DL, cada intervalo de UL consiste en símbolos $N_{\text{symb}}^{\text{UL}}$ OFDM, cada uno de los cuales está compuesto por subportadores N_{sc} OFDM.

Como se explicó anteriormente, LTE PHY asigna los distintos canales físicos DL y UL a los recursos de PHY. Por ejemplo, el PHICH porta retroalimentación HARQ (p. ej., ACK/NAK) para transmisiones UL por parte de los UE. De manera similar, PDCCH lleva asignaciones de programación, retroalimentación de calidad del canal (p. ej., CSI) para el canal UL y otra información de control. De manera similar, un PUCCH lleva información de control de enlace ascendente, tales como solicitudes de programación, CSI para el canal de enlace descendente, retroalimentación HARQ para transmisiones DL de nodo de red y otra información de control. Tanto el PDCCH como el PUCCH pueden transmitirse en agregaciones de uno o varios elementos de canal de control (CCE) consecutivos, y un CCE es mapeado al recurso físico según grupos de elementos de recursos (REG), cada uno de los cuales consiste en una pluralidad de RE. Por ejemplo, un CCE puede comprender nueve (9) REG, cada uno de los cuales puede comprender cuatro (4) RE.

Desde LTE Release 8, tres portadores radioeléctricos de señalización (SRB), a saber, SRB0, SRB1 y SRB2, están disponibles para el transporte de los mensajes del RRC y del estrato sin acceso (NAS) entre el UE y el nodo de red. También se introdujo un nuevo SRB, conocido como SRB1bis, en rel-13 para respaldar la DoNAS (Información Sobre NAS) en NB-IoT. SRB0 es para mensajes del RRC que utilizan el canal lógico CCCH y se utiliza para manejar la configuración de la conexión de RRC, reanudar la conexión de RRC y restablecer la conexión de RRC. Una vez que el UE está conectado con el nodo de red (es decir, que la configuración de la conexión de RRC o el restablecimiento/la reanudación de la conexión de RRC tuvo éxito), el SRB1 se utiliza para manejar

los mensajes RRC (que pueden incluir un mensaje NAS agregado) como también los mensajes NAS antes del establecimiento del SRB2; todos utilizan un canal lógico DCCH. Por otra parte, SRB2 se usa para mensajes RRC, incluidos la información de medición registrada y los mensajes NAS, todos usan el canal lógico DCCH. SRB2 tiene menor prioridad que SRB1 porque la información de medición registrada y los mensajes NAS pueden ser largos y pueden bloquear mensajes SRB1 más urgentes y pequeños. SRB2 siempre se configura por E-UTRAN luego de la activación de seguridad.

Como se mencionó brevemente con anterioridad, la capa LTE RRC (que se muestra en las Figuras 2B-C) controla las comunicaciones entre un UE y un eNB en la interfaz radioeléctrica, así como la movilidad de un UE entre celdas en E-UTRAN. Un procedimiento de movilidad común para los UE en estado RRC_CONNECTED (p. ej., con una conexión activa) es el traspaso (HO) entre celdas. Más específicamente, un UE se traspasa de una celda fuente a una servidora, proporcionada por un nodo fuente, a una celda objetivo proporcionada por un nodo objetivo. En general, para LTE, los nodos fuente y objetivo del traspaso son eNB diferentes, aunque también es posible el traspaso intranodos entre diferentes celdas proporcionadas por un solo eNB.

El concepto “señalización delta” ha sido introducido en las normas 3GPP para reducir la cantidad de señalización RRC entre la red y el UE. En los traspasos, por ejemplo, el nodo fuente puede proporcionar la configuración de RRC actual del UE al nodo objetivo. Dada esta información, cuando el nodo objetivo prepara la configuración de RRC que el UE usará en la celda objetivo después del traspaso, solo necesita transmitir la “delta” o la “diferencia” entre la configuración actual del UE y la nueva que se utilizará en la celda objetivo. Dicha señalización delta se implementa típicamente con algunas características del protocolo tales como “códigos need” listas AddMod y variables de UE donde se almacenan las configuraciones recibidas.

Sin embargo, el traspaso puede tener varios problemas relacionados con la robustez. Por ejemplo, el comando HO (p. ej., *RRCConnectionReconfiguration* con *mobilityControlInfo* o *RRCReconfiguration* con un *reconfigurationWithSync*) se envía normalmente cuando las condiciones radioeléctricas para el UE ya son bastante desfavorables. Por lo tanto, es posible que sea necesario segmentar el comando HO (p. ej., para permitir que la redundancia proporcione protección contra errores) y/o retransmitido (p. ej., usando HARQ) una o más veces antes de que llegue al UE. En tal caso, es posible que el comando HO no llegue a tiempo al UE (o no llegue) antes de que se corte la conexión degradada con el nodo fuente (p. ej., el nodo donde se encuentra la celda servidora actual del UE).

Se han propuesto algunas técnicas de “movilidad condicional” para abordar estas y otras dificultades con los traspasos y otros procedimientos de movilidad. No obstante, estas técnicas propuestas presentan varias deficiencias, referidas particularmente al uso de la señalización delta, que las hace inadecuadas en varios casos, escenarios y/o condiciones.

SUMARIO

Por consiguiente, las realizaciones de ejemplo de la presente divulgación abordan estos y otros problemas relacionados con la movilidad en redes de comunicación inalámbrica aportando mejoras en las operaciones de movilidad, tales como traspasos (incluidos los traspasos condicionales) entre un nodo (o celda) fuente y un nodo (o celda) objetivo.

Las realizaciones de ejemplo de la presente divulgación incluyen métodos (p. ej., procedimientos) de movilidad condicional en una red de acceso radioeléctrico (RAN). El método y/o procedimiento de ejemplo puede ser realizado por un equipo de usuario (UE, p. ej., dispositivo inalámbrico, dispositivo MTC, dispositivo NB-IoT, módem, etc. o componentes de estos) en comunicación con un nodo de red (p. ej., estación base, eNB, gNB, etc., o

componentes de estos) que presta servicio a una celda en la RAN (p. ej., E-UTRAN, NG-RAN).

En algunas realizaciones, estos métodos de ejemplo pueden incluir recibir, desde un nodo de RAN fuente que presta servicio a la celda fuente del UE, una primera configuración de medición; almacenar la primera configuración de medición recibida; y realizar e informar las primeras mediciones en la celda fuente del UE según la primera configuración de medición.

Estos métodos de ejemplo también pueden incluir recibir, de la RAN, uno o más mensajes relacionados con la movilidad que comprenden: una primera indicación de una operación de movilidad; una segunda indicación de una condición desencadenante de la operación de movilidad; una segunda configuración de medición referida a una celda fuente; y una tercera configuración de medición referida a una o más celdas objetivo. En algunas realizaciones, el uno o más mensajes relacionados con la movilidad pueden incluir un comando de movilidad condicional, recibido de un nodo fuente, que comprende la primera y segunda indicación, y la segunda y tercera configuración de medición. Además, la segunda y tercera configuración de medición pueden incluir las configuraciones de medición respectivas para cada celda objetivo que es candidata para la operación de movilidad indicada.

En otras realizaciones, el uno o más mensajes relacionados con la movilidad pueden incluir un comando de movilidad condicional, recibido de un nodo fuente, que incluye la primera y segunda indicación, y la segunda configuración de medición; y un mensaje de reconfiguración, recibido de un nodo objetivo, que comprende la tercera configuración de medición.

Estos métodos de ejemplo también pueden incluir, según la segunda configuración de medición, detectar el cumplimiento de la condición desencadenante con respecto a una celda particular de las celdas objetivo y ejecutar la operación de movilidad respecto del objetivo particular.

En algunas realizaciones, detectar el cumplimiento de la condición desencadenante puede incluir realizar segundas mediciones en la celda fuente según la segunda configuración de medición. En algunas realizaciones, ejecutar la operación de movilidad puede incluir una o más de las siguientes operaciones: dejar de realizar segundas mediciones según la segunda configuración de medición; eliminar o liberar al menos una parte de una segunda configuración de medición almacenada; y almacenar la tercera configuración de medición.

En algunas realizaciones, la tercera configuración de medición puede ser recibida como una configuración de medición completa. En tales realizaciones, ejecutar la operación de movilidad puede incluir reemplazar una primera configuración de medición almacenada por la tercera configuración de medición.

En otras realizaciones, la tercera configuración de medición puede ser recibida como una delta respecto de la primera configuración de medición y/o la segunda configuración de medición. En tales realizaciones, ejecutar la operación de movilidad puede incluir determinar una configuración de medición, para las terceras mediciones, según la tercera configuración de medición y una o más de la primera configuración de medición y la segunda configuración de medición.

En algunas realizaciones, tal como cuando el uno o más mensajes relacionados con la movilidad incluyen un comando de movilidad condicional y un mensaje de reconfiguración, ejecutar la operación de movilidad puede incluir realizar e informar terceras mediciones en la celda objetivo particular según la segunda configuración de medición (p. ej., recibida en el comando de movilidad condicional), y luego recibir el mensaje de configuración que comprende la tercera configuración de medición (p. ej., en el mensaje de reconfiguración).

Estos métodos de ejemplo también pueden incluir realizar e informar terceras mediciones en la celda objetivo particular según la tercera configuración de medición.

Otras realizaciones de ejemplo de la presente divulgación incluyen otros métodos (p. ej., procedimientos) de movilidad condicional de un equipo de usuario (UE) en una red de acceso radioeléctrico (RAN). Estos métodos de ejemplo se pueden realizar mediante un nodo de RAN fuente (p. ej., estación base, eNB, gNB, etc., o componentes de estos) que presta servicio a uno o más equipos de usuario (UE, p. ej., dispositivos inalámbricos, dispositivos MTC, dispositivos NB-IoT, módems, etc. o componentes de estos) en una celda de la RAN (p. ej., E-UTRAN, NG-RAN).

En algunas realizaciones, estos métodos de ejemplo pueden incluir enviar, al UE, una primera configuración de medición relacionada con una celda fuente, para que el UE, al que le presta servicio el nodo fuente de la RAN; pueda recibir las primeras mediciones realizadas por el UE en la celda fuente según la primera configuración de medición; y determinar que se requiere una operación de movilidad para el UE, según las primeras mediciones.

Estos métodos de ejemplo pueden incluir también enviar, a un nodo objetivo, una solicitud para aceptar una operación de movilidad relacionada con el UE (p. ej., como se determinó anteriormente). En algunas realizaciones, la solicitud puede incluir la primera configuración de medición para el UE. Estos métodos de ejemplo pueden incluir también recibir, del nodo de RAN objetivo, una confirmación de la operación de movilidad, la confirmación incluye una tercera configuración de medición relacionada con una o más celdas objetivo a las que presta servicio el nodo de RAN. Estos métodos de ejemplo pueden incluir también determinar una segunda configuración de medición relacionada con una condición desencadenante de la operación de movilidad. Por ejemplo, la segunda configuración de medición se puede usar para detectar el cumplimiento de la condición desencadenante en la celda fuente del UE. En algunas realizaciones, determinar la segunda configuración de medición también puede incluir enviar la segunda configuración de medición al nodo de RAN objetivo

En algunas realizaciones, se aplica al menos una de las siguientes condiciones: la segunda configuración de medición se determina como una delta respecto de la primera configuración de medición; la tercera configuración de medición se recibe como una delta respecto de la primera configuración de medición; y la tercera configuración de medición se recibe como una delta respecto de la primera y la segunda configuración de medición.

Estos métodos de ejemplo también pueden incluir enviar, al UE, un mensaje relacionado con la movilidad que comprende: una primera indicación de la operación de movilidad; una segunda indicación de la condición desencadenante; y la segunda configuración de medición. En algunas realizaciones, el comando de movilidad condicional también puede incluir la tercera configuración de medición, y la segunda y tercera configuración de medición pueden incluir configuraciones de medición respectivas para cada celda objetivo que es candidata para la operación de movilidad indicada.

En algunas realizaciones, estos métodos de ejemplo también pueden incluir recibir, del nodo de RAN objetivo, una tercera indicación de que la operación de movilidad se ha completado; y en respuesta a la tercera indicación, eliminar o liberar al menos una parte de la primera y la segunda configuración de medición almacenada.

Otras realizaciones de ejemplo de la presente divulgación incluyen otros métodos (p. ej., procedimientos) de movilidad condicional de un equipo de usuario (UE) en una red de acceso radioeléctrico (RAN). Estos métodos de ejemplo pueden ser realizados por un nodo de RAN objetivo (p. ej., estación base, eNB, gNB, etc., o componentes de estos) que prestan servicio a una celda de la RAN (p. ej., E-UTRAN, NG-RAN).

Estos métodos de ejemplo pueden incluir recibir, desde un nodo de RAN fuente, una solicitud para aceptar una operación de movilidad relacionada con el UE. La solicitud puede incluir una primera configuración de medición para el UE. Estos métodos de ejemplo pueden incluir también determinar una tercera

configuración de medición para el UE en relación con una o más celdas objetivo a las que presta servicio el nodo de RAN objetivo. La tercera configuración puede estar relacionada con (p. ej., una delta respecto de) la primera configuración de medición.

Estos métodos de ejemplo pueden incluir también enviar, al nodo de RAN fuente, una confirmación de la operación de movilidad, la confirmación incluye la tercera configuración de medición. En varias realizaciones, la tercera configuración de medición se puede enviar como una configuración de medición completa, o como una delta respecto de la primera configuración de medición y/o la segunda configuración de medición. Estos métodos de ejemplo pueden incluir también recibir, del UE, mediciones realizadas en una celda particular de las celdas objetivo según la tercera configuración de medición.

En algunas realizaciones, estos métodos de ejemplo también pueden incluir recibir mediciones realizadas por el UE para la celda objetivo particular según la segunda configuración de medición, y enviar luego, al UE, un mensaje de reconfiguración que incluye la tercera configuración de medición.

En estas realizaciones, estos métodos de ejemplo también pueden incluir recibir, del nodo de RAN fuente, una segunda configuración de medición para el UE. La segunda configuración de medición puede ser recibida como una delta respecto de la primera configuración de medición. En tales realizaciones, la tercera configuración de medición, incluida en el mensaje de reconfiguración, puede ser una delta respecto de la primera configuración de medición y la segunda configuración de medición.

En algunas realizaciones, estos métodos de ejemplo también pueden incluir enviar, al nodo de RAN fuente, una indicación de que la operación de movilidad se ha completado.

Otras realizaciones de ejemplo incluyen equipo de usuario (UE, p. ej., dispositivos inalámbricos, dispositivos MTC, dispositivos NB-IoT, módems, etc. o componentes de estos) y nodos de red (p. ej., estaciones base, gNB, eNB,

etc. o componentes de estos) configurados para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de ejemplo descritos en el presente documento. Otras realizaciones de ejemplo incluyen medios no transitorios, legibles por computadora que almacenan instrucciones ejecutables por computadora que, cuando son ejecutadas por la circuitería de procesamiento de un UE o nodo de red, configuran tales UE o nodos de red para que realicen operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de ejemplo descritos en el presente documento.

Estos y otros objetos, características y ventajas de las realizaciones de ejemplo de la presente divulgación se harán evidentes tras la lectura de la siguiente descripción detallada en vista de los dibujos descritos brevemente a continuación.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La Figura 1 es un diagrama de bloques de alto nivel de una arquitectura ejemplar de la red UTRAN evolucionada (E-UTRAN) y de núcleo de paquete evolucionado (EPC) de evolución a largo plazo (LTE), normalizadas por el 3GPP.

La Figura 2A es un diagrama de bloques de alto nivel de una arquitectura E-UTRAN ejemplar en términos de sus componentes, protocolos e interfaces constituyentes.

La Figura 2B es un diagrama de bloques de capas de protocolo ejemplares de la porción plano de control de la interfaz radioeléctrica (Uu) entre un equipo de usuario (UE) y la E-UTRAN.

La Figura 2C es un diagrama de bloques de una arquitectura de protocolo de interfaz radioeléctrica LTE de ejemplo desde la perspectiva de la capa PHY.

La Figura 3 ilustra una vista de alto nivel de la arquitectura de red 5G, incluida la arquitectura dividida de unidad distribuida (DU)-unidad central (CU) dividida de gNB.

La Figura 4, que está dividida en las Figuras 4A y 4B, ilustra un flujo de señalización de ejemplo entre un UE, un nodo fuente (p. ej., gNB fuente), y un

nodo objetivo (p. ej., gNB objetivo) durante un procedimiento de traspaso en una red NR.

La Figura 5, que incluye las Figuras 5A-5C, muestra tres estructuras de datos ASN.1 de ejemplo usadas para transferir y almacenar configuraciones de medición para un UE.

La Figura 6, que incluye las Figuras 6A-6B, ilustra dos problemas de robustez de ejemplo que se pueden presentar durante las operaciones de movilidad de UE, tal como un traspaso.

La Figura 7 muestra un flujo de señalización de un traspaso condicional (CHO) de ejemplo que involucra una sola celda servidora y una sola celda objetivo.

La Figura 8 muestra un flujo de señalización entre un UE, un nodo fuente, y un nodo objetivo para CHO, según realizaciones de ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 9, que incluye las Figuras 9A-9C, muestra tres técnicas diferentes para configurar un UE con una condición desencadenante de movilidad condicional (p. ej., CHO).

La Figura 10 muestra un flujo de señalización de una técnica de ejemplo que utiliza señalización delta para proporcionar al UE configuraciones de medición para ser utilizadas durante y después de una operación de movilidad condicional (p. ej., CHO).

La Figura 11 muestra un flujo de señalización de una técnica mejorada para proporcionar al UE configuraciones de medición para ser utilizadas durante las fases de monitoreo y ejecución de una operación de movilidad condicional (p. ej., CHO), según varias realizaciones de ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 12 muestra un flujo de señalización de otra técnica mejorada para proporcionar al UE configuraciones de medición para ser utilizadas durante las fases de monitoreo y ejecución de una operación de movilidad condicional (p. ej., CHO), según varias realizaciones de ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 13 ilustra un método de ejemplo y/o procedimiento realizados por un equipo de usuario (UE) para movilidad condicional en una red de acceso radioeléctrico (RAN), según varias realizaciones de ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 14 ilustra un método de ejemplo y/o procedimiento realizados por un nodo fuente, en una red de acceso radioeléctrico (RAN), para movilidad condicional de un UE, según varias realizaciones de ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 15 ilustra un método y/o procedimiento de ejemplo realizados por un nodo objetivo, en una red de acceso radioeléctrico (RAN), para movilidad condicional de un UE, según varias realizaciones de ejemplo de la presente divulgación.

La Figura 16 ilustra una realización ejemplar de una red inalámbrica, de conformidad con diversos aspectos descritos en el presente documento.

La Figura 17 ilustra una realización ejemplar de un UE, de conformidad con diversos aspectos descritos en el presente documento.

La Figura 18 es un diagrama de bloques que ilustra un entorno de virtualización de ejemplo utilizable para la implementación de diversas realizaciones de nodos de red descritos en el presente documento.

Las Figuras 19-20 son diagramas de bloques de varios sistemas y/o redes de comunicación de ejemplo, de conformidad con diversos aspectos descritos en el presente documento.

Las Figuras 21-24 son diagramas de flujo de métodos y/o procedimientos de ejemplo para transmitir y/o recibir datos de usuario que se pueden implementar, por ejemplo, en los sistemas y/o redes de comunicación de ejemplo ilustrados en las Figuras 17-18.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

Algunas de las realizaciones contempladas en el presente documento se describirán ahora en mayor detalle con referencia a los dibujos adjuntos. Sin

embargo, otras realizaciones están contenidas dentro del alcance del objeto divulgado en el presente documento, y el objeto divulgado no debe interpretarse como limitado solo a las realizaciones establecidas en el presente documento; más bien, estas realizaciones se proporcionan a título de ejemplo para transmitir el alcance del objeto a los expertos en la materia. Además, los siguientes términos se utilizan a lo largo de la descripción que aparece a continuación:

- **Nodo de radio:** tal como se utiliza en el presente documento, un “nodo de radio” puede ser un “nodo de acceso radioeléctrico” o un “dispositivo inalámbrico”.

- **Nodo de acceso radioeléctrico:** tal como se utiliza en el presente documento, un “nodo de acceso radio” (o un “nodo de red radioeléctrica”) puede ser cualquier nodo en una red de acceso radioeléctrico (RAN) de una red de comunicaciones celulares que opera para transmitir y/o recibir señales de manera inalámbrica. Algunos ejemplos de un nodo de acceso radioeléctrico incluyen, a mero título enunciativo, una estación base [p. ej., una estación base (gNB) de New Radio (NR) en una red NR 3GPP de quinta generación (5G) o un Nodo B mejorado o evolucionado (nodo de red) en una red 3GPP LTE], una estación base macro o de alta potencia, una estación base de baja potencia (p. ej., una estación base micro, una estación base pico, un eNB doméstico, o similares), un nodo de interconexión de acceso integrado (IAB) y un nodo de retransmisión.

- **Nodo de red central:** tal como se utiliza en el presente documento, un “nodo de red central” es cualquier tipo de nodo en una red central. Algunos ejemplos de un nodo de red central incluyen, p. ej., una entidad de administración de movilidad (MME), una puerta de acceso de red de datos por paquetes (P-GW), una función de exposición de capacidad de servicio (SCEF) o similares.

- **Dispositivo inalámbrico:** como se usa en el presente documento, un “dispositivo inalámbrico” (o “WD” para abreviar) es cualquier tipo de dispositivo que tiene acceso a (es decir, está servido por) una red celular de comunicaciones

al comunicarse de manera inalámbrica con nodos de red y/u otros dispositivos inalámbricos. A menos que se indique de otra manera, en el presente documento el término “dispositivo inalámbrico” se usa de manera intercambiable con “equipo de usuario” (o “UE” para abreviar). Algunos ejemplos de un dispositivo inalámbrico incluyen, a mero título enunciativo, un UE en una red 3GPP y un dispositivo de comunicación tipo máquina (MTC). La comunicación de manera inalámbrica puede involucrar transmitir y/o recibir señales inalámbricas mediante ondas electromagnéticas, ondas radioeléctricas, ondas infrarrojas y/u otros tipos de señales adecuadas para transportar información a través del aire.

- **Nodo de red:** como se usa en el presente documento, un “nodo de red” es cualquier nodo que es parte de la red de acceso radioeléctrico o de la red central de una red celular de comunicaciones. Funcionalmente, un nodo de red es un equipo capaz, configurado, arreglado y/u operable para comunicarse directamente o indirectamente con un dispositivo inalámbrico y/o con otros nodos de red o equipos en la red celular de comunicaciones, para permitir y/o proporcionar acceso inalámbrico al dispositivo inalámbrico, y/o llevar a cabo otras funciones (p. ej., administración) en la red celular de comunicaciones.

Nótese que la descripción dada en el presente documento se basa en un sistema celular de comunicaciones 3GPP y, por lo tanto, a menudo se usa terminología 3GPP o terminología similar a 3GPP. Sin embargo, los conceptos divulgados en el presente documento no se limitan a un sistema 3GPP. Otros sistemas inalámbricos, incluidos, a mero título enunciativo, acceso múltiple de banda ancha por división de código (WCDMA), Interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WiMax), banda ancha ultra móvil (UMB) y sistema mundial para comunicaciones móviles (GSM), también se pueden beneficiar con los conceptos, principios y/o realizaciones que se describen en el presente documento.

Además, las funciones y/u operaciones descritas en el presente documento como realizadas por un dispositivo inalámbrico o un nodo de red se pueden distribuir en una pluralidad de dispositivos inalámbricos y/o nodos de red. Además, aunque el término “celda” se usa en el presente documento, debe entenderse que (particularmente con respecto a 5G NR) se pueden usar haces en lugar de celdas y, por lo tanto, los conceptos descritos en el presente documento se aplican por igual tanto a las celdas como a los haces.

Como se explicó anteriormente, el proceso de traspaso (HO) actual en redes 3GPP tiene varios problemas relacionados con la robustez. Por ejemplo, el comando HO (p. ej., *RRCConnectionReconfiguration* con *mobilityControlInfo* o *RRCReconfiguration* con un *reconfigurationWithSync*) se envía normalmente cuando las condiciones radioeléctricas para el UE ya son bastante desfavorables. Por lo tanto, es posible que sea necesario segmentar el comando HO (p. ej., para permitir que la redundancia proporcione protección contra errores) y/o retransmitido (p. ej., usando HARQ) una o más veces antes de que llegue al UE. En tal caso, es posible que el comando HO no llegue al UE a tiempo (o no llegue) antes de que se corte la conexión degradada con el nodo objetivo.

Una solución para mejorar la robustez de la movilidad se denomina “traspaso condicional” (“CHO” para abreviar) o “comando de traspaso anticipado”. Para evitar la dependencia de las condiciones del enlace radioeléctrico en el momento en que el UE debería ejecutar el traspaso, la señalización de RRC para el traspaso puede ser proporcionada al UE con anticipación, mientras las condiciones del enlace radioeléctrico son mejores. Dicha señalización CHO RRC puede basarse en la señalización delta, descrita con anterioridad, que ofrece ventajas parecidas al traspaso convencional (es decir, no condicional). Aun así, el uso de señalización delta puede crear varios problemas, incoherencias y/o errores durante la operación CHO, en particular cuando se la utiliza para configurar mediciones de UE. Estos problemas y las

mejoras específicas que proporcionan las realizaciones de ejemplo de la presente divulgación se tratan en detalle a continuación.

Con anterioridad al Rel-13, había dos estados RRC definidos para un UE. Más específicamente, después de haber encendido el UE estará en el estado RRC_IDLE hasta que se establezca una conexión RRC, momento en que pasará al estado RRC_CONNECTED (p. ej., momento en que se puede producir la transferencia de datos). Después de liberar la conexión, el UE vuelve a RRC_IDLE. En el estado RRC_IDLE, la radio del UE está activa en un horario de recepción discontinua (DRX) configurado por las capas superiores. Durante los periodos DRX activos, un RRC_IDLE UE recibe información del sistema (SI) difundida por una celda servidora, realiza mediciones de celdas vecinas para dar soporte a la reelección de celdas y monitorea un canal de radiobúsqueda en PDCCH en busca de EPC por medio de eNB. Se conoce un RRC_IDLE UE se conoce en el EPC y tiene una dirección IP asignada, pero esta es desconocida para el eNB servidor (p. ej., no hay contexto almacenado).

LTE Rel-13, presenta un mecanismo para que el UE sea suspendido por la red en un estado de suspensión parecido a RRC_IDLE, pero con algunas diferencias importantes. Primero, el estado de suspensión no es un tercer “estado” RRC junto a RRC_IDLE y RRC_CONNECTED; se lo puede considerar más bien un “subestado” de RRC_IDLE. Segundo, tanto el UE como el eNB servidor almacenan el contexto AS de UE (p. ej., S1-AP) y el contexto RRC después de la suspensión. Cuando un UE suspendido necesita reanudar una conexión (p. ej., enviar datos UL), en lugar de realizar el procedimiento de solicitud de servicio convencional, el UE solo debe enviar un mensaje *RRConnectionResumeRequest* al eNB. El eNB reanuda el contexto S1AP y responde con un mensaje *RRConnectionResume*. No hay un intercambio elaborado de contexto de seguridad entre MME y eNB ni configuración de contexto de seguridad AS. Los contextos AS y RRC conservados simplemente se reanudan donde fueron suspendidos anteriormente. La reducción de la

señalización puede proporcionar una latencia de UE reducida (p. ej., para teléfonos inteligentes que acceden a Internet) y una señalización de UE reducida, hecho que puede conducir a una reducción del consumo de energía de UE, en particular para dispositivos de comunicación de tipo máquina (MTC) que envían muy pocos datos (es decir, la señalización es un consumidor primario de energía).

Para dar soporte a la movilidad (p. ej., traspaso o reelección) entre celdas y/o haces, un UE puede realizar búsquedas periódicas de celdas y mediciones de calidad y potencia de celda (p. ej., potencia recibida de la señal de referencia, RSRP, y calidad recibida de la señal de referencia, RSRQ) en ambos modos RRC_CONNECTED y RRC_IDLE. El UE es responsable de detectar nuevas celdas vecinas y de realizar el seguimiento y el monitoreo de las celdas ya detectadas. Las celdas detectadas y los valores de medición asociados se informan a la red. Un LTE UE puede realizar tales mediciones en varias señales de referencia (RS) de enlace descendente incluidas, p. ej., la señal de referencia específica de la celda (CRS), MBSFN RS, RS de demodulación específica del UE (DM-RS) asociada con PDSCH, DM-RS asociada con EPDCCH o M/NPDCCH, RS de posicionamiento (PRS) y RS de información del estado del canal (CSI-RS).

Los informes de mediciones de UE a la red se pueden configurar de modo que sean periódicos o aperiódico respecto de un acontecimiento determinado. Por ejemplo, la red puede configurar un UE de modo que realice mediciones en varias frecuencias de portadora y varias tecnologías de acceso radioeléctrico (RAT) correspondientes a celdas vecinas, así como para varios fines incluidos, p. ej., movilidad y/o posicionamiento. La configuración de cada una de estas mediciones se denomina “objeto de medición”. Además, se puede configurar el UE de modo que realice mediciones según un “patrón de intervalos de medición” (o “patrón de intervalos” para abreviar), que puede incluir un periodo de repetición de intervalos de medición (MGRP, es decir, la frecuencia en que un

intervalo recurrente está disponible para realizar mediciones) y una longitud de intervalo de medición (MGL, es decir, la longitud de cada intervalo recurrente).

En LTE, el concepto de tiempo para activar (TTT) se utiliza para garantizar que el criterio desencadenante del evento se cumpla durante un tiempo suficientemente largo antes de que el UE envíe un informe de medición. El criterio desencadenante y TTT se configuran en un mensaje *reportConfig* (o un elemento de información, IE, de un mensaje) enviado por la red al UE. El valor de TTT proporcionado en *reportConfig* es aplicable a todas las celdas vecinas del UE que podrían activar un informe de medición según el criterio desencadenante especificado.

Aunque la LTE se diseñó principalmente para comunicaciones de usuario a usuario, se prevé que las redes celulares 5G (también denominadas “NR”) admitan altas velocidades de datos de un solo usuario (p. ej., 1 Gb/s) y comunicación a gran escala de máquina a máquina que involucra transmisiones en intervalos cortos con altibajos de muchos dispositivos diferentes que comparten el ancho de banda de frecuencia. Los estándares de radio 5G (también conocidos como “Nueva Radio” o “NR”) están dirigidos, en la actualidad, a una amplia gama de servicios de datos que incluyen eMBB (banda ancha móvil mejorada) y URLLC (comunicación de baja latencia ultra confiable). Estos servicios pueden tener requisitos y objetivos diferentes. Por ejemplo, la URLLC es para proveer un servicio de datos con requisitos extremadamente estrictos de error y latencia, p. ej., probabilidades de error de apenas 10^{-5} o menos, y latencia de extremo a extremo de 1 ms o menos. Para eMBB, los requisitos de latencia y probabilidad de error pueden ser menos rigurosos, mientras que la velocidad máxima admitida y/o la eficacia espectral requeridas pueden ser mayores.

De manera similar a LTE, la NR PHY usa CP-OFDM (multiplexación por división ortogonal de frecuencia de prefijo cíclico) en el DL, y CP-OFDM y DFT ensanchada OFDM (DFT-S-OFDM) en el UL. En el dominio del tiempo, los

recursos físicos NR DL y UL se organizan en subtramas de 1 ms de igual tamaño. Cada subtrama incluye uno o más intervalos, y cada intervalo incluye 14 (para prefijo cíclico normal) o 12 (para prefijo cíclico ampliado) símbolos del dominio temporal.

La Figura 3 ilustra una vista de alto nivel de la arquitectura de red 5G, incluida una RAN de próxima generación (NG-RAN) 399 y una red central 5G (5GC) 398. NG-RAN 399 puede incluir uno o más gNodeB (gNB) conectados a 5GC a través de una o más interfaces NG, tal como gNB 300, 350 conectadas a través de las interfaces 302, 352, respectivamente. Más específicamente, los gNB 300, 350 se pueden conectar a una o más funciones de gestión de movilidad y acceso (AMF); en 5GC 398 por medio de las interfaces NG-C respectivas. De manera similar, los gNB 300, 350 se pueden conectar a una o más funciones del plano de usuario (UPF) en 5GC 398 a través de las respectivas interfaces NG-U. NG-C y NG-U son partes de plano de control y plano de usuario, respectivamente, de las interfaces NG 302 y 352 que se muestran en la Figura 3.

Aunque no se muestran, en algunos despliegues 5GC 398 se puede reemplazar por un núcleo de paquete evolucionado (EPC), que convencionalmente se ha usado junto con LTE E-UTRAN. En algunos despliegues, los gNB 300, 350 se pueden conectar a una o más entidades de gestión de movilidad (MME) en EPC mediante las respectivas interfaces S1-C. De manera similar, los gNB 300, 350 se pueden conectar a una o más puertas de enlace de servicio (SGW) en EPC mediante las respectivas interfaces NG-U.

Además, los gNB pueden conectarse entre sí por medio de una o más interfaces Xn, tales como la interfaz Xn 340 entre los gNB 300 y 350. La tecnología radioeléctrica para NG-RAN se suele denominar “New Radio” (NR). Para las interfaces NR con los UE, cada uno de los gNB puede admitir la duplicación por división de frecuencia (FDD), la duplexación por división de tiempo (TDD) o una combinación de estas.

NG-RAN 399 se puede particionar en una capa de red radioeléctrica (RNL) y una capa de red de transporte (TNL). La arquitectura NG-RAN, es decir, los nodos lógicos NG-RAN y las interfaces entre ellos, se define como parte de la RNL. Para cada interfaz NG-RAN (NG, Xn, F1) se especifica el protocolo TNL relacionado y la funcionalidad. La TNL proporciona servicios para el transporte del plano de usuario y transporte de señalización. En algunas configuraciones de ejemplo, cada gNB está conectado con todos los nodos de 5GC dentro de una “región de AMF”, que se define en 3GPP TS 23.501 (v15.4.0). Si se admite la protección de seguridad para datos de CP y UP en TNL de interfaces NG-RAN, se aplicará NDS/IP (definida en 3GPP TS 33.401 v15.6.0).

Los nodos lógicos NG-RAN que se muestran en la Figura 3 (y se describen en 3GPP TS 38.401 v15.4.0 y 3GPP TR 38.801 v14.0.0) incluyen una unidad central (CU o gNB-CU) y una o más unidades de distribución (DU o gNB-DU). Por ejemplo, el gNB 300 incluye la gNB-CU 310 y las gNB-DU 320 y 330. Las CU (p. ej., gNB-CU 310) son nodos lógicos que reciben protocolos de capa superior y llevan a cabo diversas funciones de gNB, tales como controlar la operación de las DU. Una DU (p. ej., gNB-DU 320, 330) es un nodo lógico descentralizado que aloja protocolos de capa inferior y puede incluir, dependiendo de la opción de división funcional, diferentes subconjuntos de las funciones de gNB. Como tales, cada una de las CU y DU puede incluir diversa circuitería necesaria para llevar a cabo sus respectivas funciones, incluidas circuitería de procesamiento, circuitería de transceptor (p. ej., para comunicación) y circuitería de suministro de energía. Además, en el presente documento los términos “unidad central” y “unidad centralizada” se usan de manera intercambiable, al igual que los términos “unidad distribuida” y “unidad descentralizada”.

Una gNB-CU se conecta a una o más gNB-DU sobre respectivas interfaces lógicas F1, tales como las interfaces 322 y 332 que muestra la Figura 3. Sin embargo, una gNB-DU solo se puede conectar a un solo gNB-CU. La gNB-

CU y las gNB-DU(s) conectadas solo son visibles para otros gNB y 5GC como un gNB. En otras palabras, la interfaz F1 no es visible más allá de gNB-CU. Además, la interfaz F1 entre gNB-CU y gNB-DU se especifica y/o se establece según los siguientes principios generales:

- F1 es una interfaz abierta;
- F1 admite el intercambio de información de señalización entre los puntos finales respectivos, así como la transmisión de datos a los puntos finales respectivos;
- desde un punto de vista lógico, F1 es una interfaz punto a punto entre los puntos finales (incluso en ausencia de una conexión física directa entre los puntos finales);
- F1 admite la separación del plano de control (CP) y del plano de usuario (UP), de modo que un gNB-CU puede separarse en CP y UP;
- F1 separa la capa de red radioeléctrica (RNL) y la capa de red de transporte (TNL).
- F1 permite el intercambio de información asociada (UE) y no asociada (Non-UE) con equipos de usuario;
- F1 se define como preparado para el futuro con respecto de nuevos requisitos, servicios y funciones;
- Un gNB termina las interfaces X2, Xn, NG y S1-U y, para la interfaz F1 entre DU y CU, utiliza el protocolo de parte de aplicación F1 (F1-AP) que se define en 3GPP TS 38.473.

Además, una CU puede alojar protocolos, tales como RRC y PDCP, mientras que una DU puede alojar protocolos, tales como RLC, MAC y PHY. Sin embargo, pueden existir otras variantes de distribuciones de protocolo entre CU y DU, tales como alojar el RRC, PDCP y parte del protocolo RLC en la CU [p. ej., función de Solicitud de retransmisión automática (ARQ)], mientras se alojan las partes restantes del protocolo RLC en la DU, junto con MAC y PHY. En algunas realizaciones de ejemplo, la CU puede alojar RRC y PDCP, donde se supone

que PDCP maneja tanto el tráfico UP como el tráfico CP. Sin embargo, otras realizaciones de ejemplo pueden utilizar otras divisiones de protocolo que alojan ciertos protocolos en la CU y otros determinados en la DU. Las realizaciones de ejemplo también pueden ubicar protocolos de plano de control centralizado (p. ej., PDCP-C y RRC) en una CU diferente con respecto de los protocolos UP centralizados (p. ej., PDCP-U).

Además de los estados RRC_IDLE y RRC_CONNECTED descritos con anterioridad, NR UE también admiten un estado RRC_INACTIVE con propiedades similares que la condición de suspensión en LTE Rel-13. Aun así, el estado RRC_INACTIVE tiene propiedades ligeramente diferentes ya que es un estado RRC separado y no es parte del RRC_IDLE como en LTE. Adicionalmente, la conexión CN/RAN (interfaz NG o N2) se mantiene viva durante RRC_INACTIVE mientras estaba suspendida en LTE.

La Figura 4 muestra estados y procedimientos de NR RRC mediante los cuales un UE pasará por los estados de NR RRC. Las propiedades de los estados mostrados en la Figura 4 se resumen de la siguiente manera:

- RRC_IDLE:
 - La operación de recepción discontinua (DRX) específica del UE puede ser configurada por las capas superiores;
 - La movilidad controlada por UE según la configuración de red (p. ej., reelección de celda);
 - El UE:
 - Monitorea un canal de radiobúsqueda para la radiobúsqueda del CN utilizando 5G-S-TMSI;
 - Realiza mediciones de celdas vecinas y (re)selección de celdas; y
 - Adquiere información del sistema.
- RRC_INACTIVE:
 - La operación DRX específica del UE puede ser configurada por las capas superiores o por RRC;

- La movilidad controlada por el UE según la configuración de red;
- El UE almacena el contexto de AS;
- El UE:
 - Monitorea un Canal de radiobúsqueda para la radiobúsqueda del CN utilizando 5G-S-TMSI y para la radiobúsqueda de la RAN utilizando I-RNTI;
 - Lleva a cabo las mediciones de celdas vecinas y la selección o (re)selección de celdas;
 - Lleva a cabo las actualizaciones del área de notificación con base en RAN regularmente y cuando se mueve fuera del área de notificación con base en RAN;
 - Adquiere información del sistema.
- RRC_CONNECTED:
 - El UE almacena el contexto de AS.
 - Transferencia de datos de unidifusión hacia/desde UE por medio de canales de datos compartidos (p. ej., PDSCH y/o PUSCH).
 - En capas inferiores, el UE se puede configurar con una DRX específica de UE;
 - Para los UE que admiten CA, utiliza una o más SCell, agregadas a la SpCell, para mayor ancho de banda;
 - Para los UE que admiten DC, utiliza una SCG, agregada a la MCG, para mayor ancho de banda;
 - Movilidad controlada de la red, es decir, traspaso dentro de NR y a/desde E-UTRAN.
 - El UE:
 - Monitorea un canal de radiobúsqueda;
 - Monitorea los canales de control asociados con el canal de datos compartidos para determinar si los datos están programados para él;
 - Proporciona calidad del canal e información de retroalimentación;

- Lleva a cabo mediciones de celdas vecinas e informes de mediciones; Y
- Adquiere información del sistema.

Como se muestra en la Figura 4, las transiciones entre estados RRC_INACTIVE y RRC_CONNECTED son realizadas por dos nuevos procedimientos: “Suspend” (también llamado liberación de conexión RRC con SuspendConfig) y “Reanudar”. Un gNB puede suspender una conexión y mover un UE de RRC_CONNECTED a RRC_INACTIVE mediante el envío al UE de un mensaje *RRCRelease* con la indicación de suspensión (o configuración). Esto puede suceder, por ejemplo, después de que el UE ha estado inactivo por cierto tiempo, provocando que expire un temporizador de inactividad interno de gNB. Al pasar a RRC_INACTIVE, tanto el UE como el gNB almacenan el contexto del estrato de acceso (AS) del UE y el identificador asociado (denominado I-RNTI).

Asimismo, un UE puede intentar reanudar una conexión con un gNB (p. ej., la misma celda o una diferente desde la que se suspendió la conexión) mediante el envío por parte del gNB de un mensaje *RRCResumeRequest* que incluye el I-RNTI, un testigo de seguridad (denominado *resumeMAC-I*) empleado para identificar y verificar el UE al reanudar la conexión RRC y una indicación de la causa de reanudación (p. ej., datos originados en móvil). El gNB que presta servicio a la celda en la que el UE intenta reanudar la conexión se suele denominar “gNB objetivo,” mientras que el gNB que presta servicio a la celda en la que se suspendió el UE se suele denominar “gNB fuente”. Para reanudar la conexión, el gNB objetivo identifica el gNB fuente (p. ej., de una parte de I-RNTI) y solicita que el gNB envíe el contexto del UE. En esta solicitud, el gNB objetivo proporciona, entre otros datos, un ID de celda objetivo, un ID de UE y el testigo de seguridad recibido del UE. El procedimiento de reanudación en NR es similar en algunos aspectos al procedimiento de

reanudación correspondiente en LTE (p. ej., E-UTRAN y EPC) y en eLTE (p. ej., E-UTRAN y 5GC).

Como se ha mencionado anteriormente, un RRC_CONNECTED UE puede ser configurado por la red para que realice mediciones, y una vez activados los informes de medición, la red puede enviar un comando de traspaso al UE. En LTE, este comando es un mensaje *RRConnection-Reconfiguration* con un campo *mobilityControlInfo*. En NR, este comando es un mensaje *RRCReconfiguration* con un campo *reconfigurationWithSync*.

Estas reconfiguraciones son preparadas por el modo objetivo del traspaso ante la solicitud del nodo fuente, intercambiadas a través de la interfaz X2 o S1 en LTE (véase, p. ej., la Figura 1) o la interfaz NG en el caso de NR (véase, p. ej., la Figura 3). Estas preconfiguraciones tienen en cuenta típicamente la configuración de RRC existente entre el UE y la celda fuente, que se proporciona en la solicitud internodal. En LTE, por ejemplo, esta reconfiguración de UE existente se proporciona en el *HandoverPreparationInformation* de la solicitud del nodo fuente al nodo objetivo. En respuesta, el nodo objetivo proporciona parámetros de reconfiguración que contienen toda la información que el UE necesita para acceder a la celda objetivo, p. ej., configuración de acceso aleatorio, un nuevo C-RNTI asignado por la celda objetivo, parámetros de seguridad que permiten que el UE calcule nuevas claves de seguridad asociadas con la celda objetivo, etc. Las nuevas claves de seguridad permiten que el UE envíe un mensaje de traspaso completo en SRB1, que está cifrado y protegido en su integridad, al acceder a la celda objetivo.

La Figura 5, que está dividida en las Figuras 5A y 5B, ilustra el flujo de señalización entre un UE, un nodo fuente (p. ej., gNB fuente), y un nodo objetivo (p. ej., gNB objetivo) durante un procedimiento de traspaso en una red NR. La Figura 5 también ilustra los roles de las funciones 5GC incluidas las funciones de gestión de acceso (AMF) y de plano de usuario (UPF). Aun así,

la siguiente discusión aborda varios principios relacionados con el HO (o más generalmente, la movilidad de UE mientras está en modo RRC_CONNECTED) tanto en redes NR como LTE.

En primer término, la movilidad de UE en RRC_CONNECTED está con base en la red, dado que la red cuenta con la información más reciente y/o más precisa respecto de la situación actual, tal como condiciones de carga, recursos en distintos nodos, frecuencias disponibles, etc. La red también puede tomar en cuenta la situación de muchos UE en la red, desde la perspectiva de la asignación de recursos.

Como se ilustra en la Figura 5, hay tres fases en el procedimiento de traspaso: preparación del traspaso, ejecución del traspaso y completitud del traspaso. Con anterioridad a la preparación del traspaso, es posible que el UE haya enviado y/o recibido datos de usuario a UPF en 5GC mediante el gNB fuente. Durante la fase de preparación del traspaso, la red prepara una celda objetivo antes de que el UE acceda a esa celda. La AMF proporciona información de control de movilidad al gNB fuente (operación 0). Además, el nodo fuente recibe informes de medición del UE (operación 1), toma una decisión de traspaso según estos informes (p. ej., operación 2), y negocia un traspaso del UE con el nodo objetivo (p. ej., operaciones 3-5).

Durante la ejecución del traspaso, el nodo fuente proporciona al UE información para activar el traspaso a una celda objetivo a la que el nodo objetivo presta servicio (operación 6), y proporciona además al nodo objetivo el estado actual del UE en el nodo fuente (operación 7). Por ejemplo, el nodo fuente (p. ej., en la operación 6) proporciona al UE la configuración de RRC que se usará en la celda objetivo, incluida la configuración SRB1 (p. ej., parámetros a partir de los cuales se derivan las claves de cifrado/protección de integridad) para enviar el mensaje de HO completado (p. ej., *RRConnectionReconfigurationComplete*). El nodo fuente proporciona el UE con un C-RNTI objetivo, de modo que el nodo objetivo pueda identificar el UE

del msg3 de acceso aleatorio en el nivel MAC para el mensaje de HO completado. Esta información es recibida del nodo objetivo durante la fase de preparación del traspaso. Por consiguiente, a menos que se produzca un error, no es necesario que el nodo objetivo realice la captura del contexto de UE.

Además, para acelerar el HO, el nodo fuente proporciona al UE la información necesaria sobre cómo acceder al objetivo (p. ej. configuración RACH), de modo que el UE no tenga que adquirir información del sistema del nodo objetivo (SI, p. ej., de la difusión) con anterioridad al traspaso. Se admiten tanto la reconfiguración completa como la delta para minimizar el comando HO. Se puede proporcionar al UE recursos de acceso aleatorio sin contiendas (CFRA); en tal caso, el nodo objetivo puede identificar el UE en el preámbulo de RACH (también denominado msg1). Mas generalmente, el procedimiento de HO normal siempre se podrá optimizar con recursos dedicados, tal como, recursos CFRA.

También durante la fase de ejecución del traspaso, el UE se separa de la celda antigua (por ejemplo, a la que presta servicio el nodo fuente) y se sincroniza con la nueva celda a la que presta servicio el nodo objetivo (p. ej., operación 8). Simultáneamente con estas operaciones, el nodo fuente entrega datos de usuario almacenados en la memoria intermedia para el UE al nodo objetivo, que posteriormente puede comunicar estos datos de usuario al UE después de que el UE completa el traspaso.

Durante la fase en que se completa el traspaso, el nodo objetivo y el nodo fuente en la NG-RAN se comunican con 5GC (p. ej., la AMF) para actualizar la información de trayecto asociada con el UE (p. ej., operaciones 9 y 11). Además, los nodos o funciones dentro de 5GC (p. ej., AMF y UPF) se pueden comunicar para actualizar el trayecto del UE según el traspaso (p. ej., operación 10). Por último, el nodo objetivo puede informar al nodo fuente que puede liberar el contexto del UE (p. ej., operación 12).

Como se ha mencionado anteriormente, la “señalización delta” se usa para reducir la cantidad de señalización de RRC entre la red y el UE. Como también se ha mencionado anteriormente, la señalización delta se implementa típicamente con características de protocolo, tal como “códigos need” listas AddMod y variables de UE donde se almacenan las configuraciones recibidas.

En NR, se puede proporcionar una configuración de medición al UE en un mensaje *RRCResume* o a *RRCReconfiguration*. Por ejemplo, tal configuración de medición se puede proporcionar como una delta respecto de una o más configuraciones de medición (p. ej., una configuración de medición completa) proporcionada al UE con anterioridad. Por ejemplo, la Figura 6A muestra una estructura de datos ASN.1 que define un mensaje *RRCResume* de ejemplo que incluye un elemento de información de configuración de medición completa (*measConfig* IE) para un UE.

El IE *measConfig* de la Figura 6A está etiquetado como “Need M” y especifica mediciones que realizará el UE, y cubre movilidad intrafrecuencias, interfrecuencia y movilidad inter RAT así como configuración de intervalos de medición. El código “Need M” significa que es necesario que este campo sea almacenado por el UE. Además, el IE *measConfig* de la Figura 6A hace referencia a una estructura de datos *MeasConfig*, que se puede ser definida por la estructura de datos ASN.1 de ejemplo que muestra la Figura 6B. Obsérvese que algunos de los campos de la Figura 6B también están etiquetados como “Need M”. La Tabla 1 siguiente ofrece una definición más completa de ciertos campos que se muestran en la Figura 6B.

Tabla 1.

Nombre del campo	Descripción
------------------	-------------

<i>measGapConfig</i>	Se usa para establecer y liberar intervalos de medición en NR.
<i>measIdToAddModList</i>	Lista de identidades de medición para agregar y/o modificar.
<i>measIdToRemoveList</i>	Lista de identidades de medición para eliminar.
<i>measObjectToAddModList</i>	Lista de objetos de medición para agregar y/o modificar.
<i>measObjectToRemoveList</i>	Lista de objetos de medición para eliminar.
<i>reportConfigToAddModList</i>	Lista de configuraciones de informes de medición para agregar y/o modificar.
<i>reportConfigToRemoveList</i>	Lista de configuraciones de informes de medición para eliminar.
<i>s-MeasureConfig</i>	Umbral para la medición de NR SpCell RSRP que controla cuándo es necesario que el UE realice mediciones en celdas que no prestan servicio. La elección de <i>ssb-RSRP</i> corresponde a la celda RSRP según el bloque SS/PBCH y la elección de <i>csi-RSRP</i> corresponde a la celda RSRP de CSI-RS.
<i>MeasGapSharingConfig</i>	El IE <i>MeasGapSharingConfig</i> especifica el esquema que comparten intervalos de medición

Una vez que se proporciona el IE *measConfig* al UE en el mensaje *RRCResume*, el UE almacena lo descrito anteriormente según sus códigos de

“Need M” asociados. En particular, el UE almacena la información recibida en *measConfig* en la variable de UE *VarMeasConfig* que incluye la configuración de mediciones acumuladas que será realizada por el UE, incluidas mediciones relacionadas con la movilidad intrafrecuencia, interfrecuencia e inter-RAT. La Figura 6C muestra una estructura de datos ASN.1 que define un *VarMeasConfig* de ejemplo usado por un UE de esta manera.

En el supuesto de que el UE reciba un *RRCReconfiguration* con un *reconfigurationWithSync* que indica que el UE realizará un traspaso a una celda objetivo. Al recibir ese mensaje, el UE aplica el contenido de ese mensaje a su configuración. Si el IE *measConfig* está presente, el UE actualiza su configuración almacenada con cualquier nuevo valor o subcampo incluido en ese IE. Debido a la señalización delta, la red solo incluye los valores o subcampos nuevos o que sufrieron cambios. En caso de que no se necesiten cambios de configuración, la red no incluye el IE *measConfig* y el UE continúa usando su *measConfig* actualmente almacenada. Para el caso específico de traspaso, si el nodo objetivo advierte que la configuración de medición almacenada del UE es la configuración deseada para ser usada por el UE en la celda objetivo, el nodo objetivo simplemente no realiza ninguna señalización. O bien, si es necesario cambiar ciertos campos, el nodo objetivo solo incluye esos campos en el IE *measConfig* enviado al UE.

Por ejemplo, en el supuesto de que el UE ha almacenado un *measConfig* recibido en *RRCResume* y el UE recibe un *RRCReconfiguration* con IE *MeasConfig* que contiene un *measConfig'*. Como se muestra en la Figura 6B, los campos *s-MeasureConfig*, *quantityConfig*, *measGapConfig* y *measGapSharingConfig* en este IE se etiquetan como “Need M”. Es decir que si cualquiera de estos campos no está presente en el IE recibido, el UE continuará usando el parámetro correspondiente almacenado de *measConfig*.

Por ejemplo, si en *RRCResume*, el UE recibió *quantityConfig*, *measGapConfig*, *s-MeasureConfig* y *measGapSharingConfig*, y en

RRCReconfiguration el UE recibe un *measConfig'* con *quantityConfig'* únicamente, el UE reemplaza *quantityConfig* por *quantityConfig'* y continúa usando los otros valores almacenados recibidos en *measConfig*. Por lo tanto, después de esta señalización delta, la configuración almacenada del UE será *quantityConfig'*, *measGapConfig*, *s-MeasureConfig* y *measGapSharingConfig*.

Para los campos *MeasConfig* con código “Need N,” se usa la estructura de lista, aunque el principio es parecido. “Need N” significa “No action”, que indica los campos que no están almacenados y cuya presencia da lugar a una acción por única vez por parte del UE. Ante la ausencia de un campo “Need N”, el UE no realiza ninguna acción. Tal estructura de lista es importante para configurar el UE con objetos de medición que se medirán (p. ej., frecuencia de la portadora, celdas, parámetros de desviación de la calidad de celda en NR, umbrales específicos de la frecuencia, etc.), configuraciones de informes (p. ej., configuración de informes de medición de activada por de eventos), identificadores de medición, etc. También se la usa para eliminarlos.

A pesar del hecho de que tales campos están etiquetados como “Need N,” su recepción hace que el UE almacene la información incluida. Por ejemplo, si la red desea agregar un objeto de medición al UE cuando envía la *measConfig* inicial del ejemplo anterior, el UE se activa para realizar el siguiente procedimiento por única vez (se supone que el objeto no existe:

1> si la *measConfig* recibida incluye el *measObjectToAddModList*:

2> El UE:

1> por cada *measObjectId* incluido en el *measObjectToAddModList*

recibido:

2> si existe una entrada coincidente con el *measObjectId* en el

measObjectList dentro del *VarMeasConfig*, para esta entrada:

. . . .

2> si no:

3> agregará una nueva entrada para el *measObject* recibido al *measObjectList* dentro de *VarMeasConfig*.

Dado que el UE almacena esta información de lista, la señalización delta se realiza enviando un puntero o identificador a una configuración específica conocida que se almacenará en el UE. Si no se proporciona ninguna de estas listas en un mensaje posterior con *measConfig*, el UE conserva lo almacenado en *VarMeasConfig* y continúa realizando mediciones en consecuencia. Si la red desea explícitamente agregar un objeto de medición, configuración de informe y/o identificador de medición, simplemente incluye el campo y agrega uno nuevo. Este se agregará a la lista almacenada por el UE en *VarMeasConfig*. Al igual que si la red desea eliminar o modificar un objeto de medición o configuración de informe, al que hace referencia el primer identificador proporcionada en las listas AddMod.

Uno de los objetivos principales de NR es proporcionar a los operadores más capacidad para atender la demanda de tráfico y la variedad de aplicaciones crecientes. Por este motivo, NR tendrá que poder operar en altas frecuencias (superiores a 6 GHz y hasta 100 GHz), donde se dispondrá de un mayor espectro. En comparación con las bandas de frecuencia actuales asignadas a LTE, algunas de las nuevas bandas tendrán propiedades de propagación mucho más desafiantes, tales como, menor difracción y mayor pérdida por penetración en exteriores/interiores. Como consecuencia, las señales tendrán menos capacidad para propagarse al rodear esquinas y penetrar las paredes. Además, la atenuación atmosférica/por lluvias y las mayores pérdidas corporales hacen que la cobertura de las señales NR en las bandas de alta frecuencia sea aún más irregular. Afortunadamente, el funcionamiento en frecuencias más altas hace posible el uso de elementos de antena más pequeños, hecho que habilita conjuntos de antenas con muchos elementos de antena. Tales conjuntos de antenas facilitan la conformación del haz, donde se utilizan múltiples elementos

de antena para conformar haces estrechos y, por lo tanto, compensar las desafiantes propiedades de propagación.

A pesar de las ganancias en el presupuesto de enlace que proporcionan las soluciones de conformación del haz, la confiabilidad de un sistema que se basa exclusivamente en la conformación del haz y que opera en frecuencias más altas puede ser un desafío, ya que la cobertura puede ser más sensible a las variaciones de tiempo/frecuencia y espacio. En consecuencia, el SINR de tales enlaces tan estrechos puede caer mucho más rápido que en el caso de LTE. Incluso para LTE, se ha observado que es posible que la celda servidora no pueda transmitir el comando HO a tiempo. Reducir el tiempo para activar (TTT) y la histéresis de medición permitida puede reducir la tasa de errores de traspaso, pero también puede aumentar la probabilidad de ping-pong (p. ej., rebote entre celdas). Estos efectos pueden ser más pronunciados cuando se opera con bandas de frecuencias más altas de NR.

La Figura 7, que incluye las Figuras 7A y 7B, ilustra varios problemas de robustez de ejemplo que se pueden presentar durante las operaciones de movilidad del UE, tal como, durante un traspaso. En el escenario que se muestra en la Figura 7A, según mediciones de celdas vecinas, el UE activa un “evento A3” donde la celda vecina es mejor que la celda primaria del UE (PCell). Como respuesta, el UE intenta enviar un informe de medición sobre esta condición al nodo fuente (p. ej., en nodo servidor). Debido a las condiciones radioeléctricas del enlace ascendente de rápida degradación, sin embargo, el nodo fuente no recibe el informe de medición del UE. Las condiciones continúan degradándose en la celda fuente del UE, hecho que en última instancia insta al UE a declarar un fallo en el enlace radioeléctrico (RLF) e intentar restablecer una conexión con el nodo fuente (que puede o no tener éxito). En La Figura 7B, el nodo fuente recibe correctamente el informe de medición del UE, pero debido a las condiciones radioeléctricas degradantes del enlace descendente, el UE no recibe el comando HO del nodo fuente. En última

instancia, se obtiene el mismo resultado en ambos casos que se muestran en la Figura 7.

Por lo tanto, existe la necesidad de mejorar la robustez de la movilidad en los sistemas NR, y los elementos de trabajo para las mejoras de la movilidad en LTE y NR han comenzado en 3GPP Rel-16. Los principales objetivos de los elementos de trabajo son mejorar la solidez en el traspaso y disminuir el tiempo de interrupción en el traspaso. En LTE y NR, se han tratado en el pasado distintas soluciones para aumentar la robustez de la movilidad. LTE Rel-12 introdujo una solución según conectividad dual (DC). En DC, el UE está conectado a dos nodos de red simultáneamente. Esto mejora la robustez de la movilidad al prestar servicio al tráfico del plano de control (p. ej., usado para informes de medición y comando de traspaso) mediante una macrocapa robusta a una frecuencia más baja y al proporcionar un aumento de capacidad con frecuencias más altas. Esta característica se suele denominar “división UP/CP”. Como alternativa, la DC se pueden configurar de modo que la señalización de plano de control se intercambie por medio de ambos nodos conectados. Esto se conoce como “diversidad de RRC” y puede aumentar la robustez debido a la diversidad en los dominios temporal y espacial.

Como se ha mencionado brevemente con anterioridad, otra solución se denomina “traspaso condicional” (o “CHO” para abreviar) o “comando de traspaso anticipado”. Para evitar la dependencia de las condiciones del enlace radioeléctrico en el momento en que el UE debería ejecutar el traspaso, la señalización de RRC para el traspaso puede ser proporcionada al UE con anticipación, mientras las condiciones del enlace radioeléctrico son mejores. Para lograrlo, el comando HO se puede asociar a una condición (p. ej., condiciones radioeléctricas parecidas a las que están asociadas con un evento A3).

Por ejemplo, una condición de ejecución de ejemplo podría ser que calidad del haz o de la celda objetivo sea X dB más potente que la de la celda

servidora. Un evento de informe de medición anterior podría usar un umbral γ que se selecciona de modo que sea más bajo que el de la condición de ejecución de traspaso. De este modo, la celda servidora puede preparar el traspaso al recibir un informe de medición anticipado y proporcionar el *RRConnectionReconfiguration* con *mobilityControlInfo* (para LTE), o un *RRReconfiguration* con un *reconfigurationWithSync* o un *CellGroupConfig* (para NR) en un momento en que el enlace radioeléctrico entre la celda fuente y el UE todavía sea relativamente estable. La ejecución del traspaso se produce en punto temporal (y umbral) que sea óptimo y/o preferido para la ejecución del traspaso.

La Figura 8 ilustra un flujo de señales de ejemplo entre un equipo de usuario (UE) 810, un nodo fuente 820 y un nodo objetivo 830 para un traspaso condicional (HO), según realizaciones de ejemplo de la presente divulgación. Por ejemplo, los nodos fuente y objetivo pueden ser gNB y/o componentes de gNB, tales como CU y/o DU.

Este procedimiento involucra dos umbrales de medición diferentes: un umbral bajo y un umbral alto. Los dos umbrales se pueden expresar como diferentes niveles de una métrica particular, p. ej., intensidad de la señal, calidad de la señal, etc. Por ejemplo, el umbral alto podría ser que la calidad de la movilidad RS (MRS) de la celda o haz objetivo sea X dB más fuerte que la MRS de la celda servidora del UE (p. ej., proporcionada por el nodo fuente) y que el umbral bajo sea menor que el umbral alto (es decir, el objetivo excede la fuente en una cantidad menor). Tal como se usa en este contexto, MRS denota una señal de referencia usada para cualquier fin relacionado con la movilidad. Por ejemplo, en NR, MRS puede ser SSB (bloque SS/PBCH) o CSI-RS. Como otro ejemplo más, para NR que opera en un espectro sin licencia (denominado NR-U), MRS puede ser una señal de referencia de descubrimiento (DRS) además de cualquiera de las señales mencionadas anteriormente.

Se puede proporcionar al UE una configuración de medición que incluya el umbral bajo (no se muestra en la figura). Al realizar mediciones que satisfacen el umbral bajo, el UE puede enviar un informe de medición al nodo servidor (operación 1). Mientras realiza las mediciones y evalúa el umbral bajo, el UE continúa operando con su configuración RRC actual. En la operación 2, según este informe, el nodo fuente puede decidir solicitar un traspaso anticipado del UE al nodo objetivo (p. ej., a una celda indicada en el informe de medición). Por ejemplo, esta solicitud de traspaso anticipado puede incluir un IE *HandoverPreparationInformation* conforme se describe arriba.

El nodo objetivo realiza un control de admisión para el UE y responde con el acuse de recibo del traspaso (operación 3) que incluye la configuración de RRC, parecido al traspaso básico que muestra la Figura 5. En la operación 4, el nodo fuente envía luego al UE un “comando HO condicional”, que puede incluir el umbral alto. Al recibir este comando, el UE continúa realizando mediciones y cada vez que se cumple la condición de umbral alto, puede moverse al nodo objetivo y realizar el traspaso (p. ej., operaciones 5-7). Sin embargo, el UE puede permanecer en celda servidora (i.e., proporcionada por el nodo fuente) por una gran cantidad de tiempo en caso de que no se cumpla la condición de umbral.

De este modo, la celda servidora puede preparar el traspaso al recibir un informe de medición anticipado y proporcionar el comando HO condicional (p. ej., *RRCConnectionReconfiguration* con *mobilityControlInfo* para LTE, o *RRCReconfiguration* con un *reconfigurationWithSync* o un *CellGroupConfig* para NR) en un momento en que el enlace radioeléctrico entre la celda fuente y el UE todavía sea relativamente estable. El UE ejecuta el traspaso en un momento determinado posterior (y umbral) que sea óptimo y/o preferido.

Si bien la Figura 8 muestra un traspaso condicional de ejemplo que involucra una sola celda servidora y una sola celda objetivo, en otros escenarios puede haber muchas celdas o haces que el UE haya informado como posibles

candidatos según sus mediciones de gestión de recursos radioeléctricos (RRM). La red debería tener la libertad de emitir comando de traspaso condicional para cualquiera de esos candidatos. El comando HO condicional para cada uno de esos candidatos puede ser diferente, en términos de la condición para la ejecución del HO (p. ej., la señal de referencia (RS) que se medirá, el umbral que se deberá exceder, etc.) y/o en términos del preámbulo de RA que se enviará cuando se cumpla la condición.

Cada mensaje *RRConnectionReconfiguration/RRReconfiguration* es típicamente una “delta” respecto de la configuración actual del UE. Los UE de LTE aplican los mensajes *RRConnection-Reconfiguration* en el orden en que los reciben. Cuando el UE recibe un “comando HO condicional”, debe interpretar la señalización RRC correspondiente como delta respecto de su configuración actual (a menos que se trate de un mensaje de configuración completa). Puede en principio determinar la configuración objetivo de inmediato al recibir el comando, aunque podrá aplicarla/ejecutarla solo si se cumple la condición asociada. Mientras el UE evalúa la condición, debe continuar operando según su configuración de RRC actual sin aplicar el comando HO condicional. Cuando el UE determina que se cumple la condición, se desconecta de la celda servidora, aplica el comando HO condicional y se conecta a la celda objetivo.

Dicho de otra manera, un UE está configurado con al menos una condición relacionada con una medición asociada con un comando u operación de movilidad (p. ej., un mensaje *RRReconfiguration* o *RRConnectionReconfiguration*), donde el UE aplicará el comando de movilidad y realizará las acciones especificadas al cumplirse la condición. Sin embargo, existen varios problemas con este proceso de configuración.

Primero, puede haber incoherencias entre las mediciones que el UE ya está configurado para realizar (p. ej., al recibir un mensaje anterior que contiene *measConfig*) y las mediciones asociadas con la o las condiciones del comando de movilidad condicional. En otras palabras, no hay certeza de que las

mediciones que se deben realizar para monitorear las condiciones asociadas estén correctamente configuradas. Por ejemplo, es posible que falten ciertos parámetros.

Segundo, es posible que el comando de movilidad condicional deba incluir una mayor cantidad de información de configuración para el UE, que tal vez deba ser transmitida en malas condiciones radioeléctricas. La combinación de mensajes voluminosos y malas condiciones radioeléctricas aumentan la probabilidad de que el comando sea demorado, con el consecuente RLF para el UE.

La Figura 9, que incluye las Figuras 9A-9C, muestra tres técnicas diferentes para configurar un UE con una condición desencadenante de una movilidad condicional (p. ej., CHO), que aborda, al menos parcialmente, algunos de estos problemas. La Figura 9A muestra la señalización de una técnica en la que el UE recibe, de la red (p. ej., gNB), una configuración de movilidad condicional (p. ej. *RRCConditionalReconfiguration*) que incluye al menos una condición desencadenante de un procedimiento de movilidad (p. ej., traspaso). La condición desencadenante puede incluir al menos una referencia, o identificador, a una configuración de medición (p. ej., etiquetada como “identificador X*” en la Figura 9A). Después del recibir la condición desencadenante con el identificador incluido, el UE determina si se deben iniciar las mediciones asociadas con el identificador o si ya fueron realizadas por el UE.

La Figura 9B muestra una variación de la técnica que muestra la Figura 9A. En esta variación, el identificador X* proporcionado hace referencia a una configuración de medición ya almacenada en el UE, posiblemente recibida en un mensaje procesado antes de que el mensaje que incluía la configuración condicional. Por lo tanto, el mensaje de configuración de movilidad condicional no necesariamente debe incluir una configuración de medición detallada, sino solo el identificador de la configuración recibida tempranamente. Después de

recibir el identificador, el UE puede establecer una concordancia con la configuración almacenada e iniciar las mediciones según esa configuración correspondiente.

La Figura 9C muestra otra variación de la técnica que muestra la Figura 9A. En esta variación, el identificador proporcionado hace referencia a una configuración de medición que también se proporciona con la configuración de movilidad condicional. En otras palabras, el mensaje puede contener una configuración de medición (etiquetada como *measConfig*) y una referencia a ella (etiquetado como identificador X*). En esta variación, se puede proporcionar la configuración de medición explícitamente a los fines de la movilidad condicional (p. ej., reanudación/establecimiento/traspaso condicional). Después de recibir el mensaje, el UE puede almacenar la configuración proporcionada e iniciar también las mediciones según dicha configuración.

Si bien las técnicas ilustradas por la Figura 9 abordan las mediciones para detectar la condición desencadenante de premovilidad, no abordan ninguna de las mediciones que se deben producir al ejecutar el procedimiento de movilidad propiamente dicho (p. ej., en el traspaso) después de haber detectado la condición desencadenante. Por ejemplo, para cada celda objetivo candidata para traspaso después de cumplir la condición desencadenante, la configuración de CHO puede incluir la siguiente información:

- Configuración de la condición desencadenante (incluida una configuración de medición); y
- *RRCReconfiguration* con *reconfigurationWithSync* (o parámetros/campos/IE equivalentes a los definidos para estos mensajes, usados para traspaso/reconfiguración).

La Figura 10 muestra un flujo de señalización de una técnica de movilidad condicional de ejemplo (p. ej., CHO) que involucra tres configuraciones de medición de UE diferentes: *measConfig*, *measConfig'* y *measConfig**. Cada

RRCReconfiguration puede contener su propia configuración de medición (p. ej., *measConfig**), que puede estar indicada por una señalización delta respecto a la configuración de medición del UE actual, p. ej., *measConfig* usada por el UE 1010 (posteriormente denominado “UE”) antes de que fuera configurada la operación de movilidad condicional. En otras palabras, la *measConfig** generada por cada nodo objetivo en *RRCReconfiguration* es la configuración que el nodo objetivo espera que el UE use en la celda objetivo una vez ejecutada la operación de movilidad.

Como se muestra en la Figura 10, inicialmente el UE opera en el estado RRC_CONNECTED con una configuración de medición almacenada, *measConfig*. El nodo fuente 1020 (por ejemplo, un gNB, posteriormente denominado “nodo fuente”) que presta servicio a la celda fuente actual del UE también es consciente de *measConfig*. Posteriormente, el nodo fuente decide configurar un CHO para el UE respecto de una celda objetivo particular a la que presta servicio un nodo objetivo 1030 (p. ej., un gNB, posteriormente denominado “nodo objetivo”). Por ejemplo, esta decisión puede sustentarse en los informes de medición del UE. De forma similar a la disposición que muestra la Figura 8, el nodo fuente y el nodo objetivo intercambian mensajes, el nodo objetivo proporciona la *measConfig** que el UE usará en la celda objetivo después de la ejecución del CHO.

Por otra parte, como se ha explicado anteriormente, es posible que el nodo fuente deba reconfigurar la configuración de medición *measConfig* del UE actual para que detecte la condición desencadenante antes de que la operación de movilidad. Esto también puede ser hecho por la señalización delta de *measConfig'*, que puede ser diferente de *measConfig**. Por ejemplo, *measConfig'* podría incluir un nuevo evento, un nuevo valor de umbral, una nueva portadora, etc. diferentes tanto de *measConfig* como de *measConfig**.

Una vez configurado de esta manera, el UE comienza a monitorear las condiciones desencadenantes de CHO mediante *measConfig'*. Si se cumple la

condición CHO, el UE ejecuta el CHO (que, a esta altura es sustancialmente equivalente a un traspaso convencional) utilizando la *measConfig** preparada por la celda objetivo donde el UE ejecuta el procedimiento. En el caso de la señalización delta, dado que UE utilizó más recientemente la *measConfig'* para detectar la condición desencadenante del CHO, el UE podría aplicar la *measConfig** con señalización delta respecto de la *measConfig'*. Sin embargo, el nodo objetivo determinó anteriormente *measConfig** según la *measConfig* original del UE para recibir el comando CHO. De hecho, el nodo objetivo no es consciente de la *measConfig'* al preparar la *measConfig**.

Esto crea una discordancia donde el UE y la red adoptan una configuración diferente para determinar el tipo de mediciones que el UE realizará en la celda objetivo. Esto puede crear varios problemas, tal como que el UE realice mediciones innecesarias (que consumen la batería del UE), no realice ciertas mediciones decididas por un objetivo particular donde se ejecutó el CHO, e informe mediciones con un ID de medición al nodo objetivo, etc.

Realizaciones de ejemplo de la presente divulgación abordan estos y otros problemas, desafíos y/o cuestiones, y proporcionan mejoras y/o actualizaciones a robustez de la movilidad en redes inalámbricas. En general, las realizaciones incluyen técnicas y/o mecanismos que configuran un UE con varias configuraciones de medición de una manera que evita confusiones respecto de cuál de las configuraciones de medición almacenadas debe usar un UE después de haber ejecutado una operación de movilidad condicional operación (p. ej., CHO). Al usar estas realizaciones, tanto el UE como el nodo objetivo para la operación de movilidad tienen un entendimiento coherente de qué mediciones realizará el UE y/o informará después de la ejecución de la operación de movilidad hacia el nodo objetivo (p. ej., a una celda objetivo a la que presta servicio el nodo objetivo).

Según las distintas realizaciones, un UE puede manejar correctamente configuraciones de medición referidas a la activación de CHO y la ejecución de CHO. En varias realizaciones, el UE puede distinguir entre los tres tipos de configuraciones de medición siguientes:

- Primera configuración de medición usada en la celda fuente, p. ej., anterior al comando CHO;
- Segunda configuración de medición también usada en la celda fuente, pero relacionada con el monitoreo de las condiciones desencadenantes de CHO; y
- Tercera configuración de medición preparada para cada candidato objetivo de CHO que se aplicará al ejecutar el CHO en ese candidato elegido.

Al ejecutar el CHO, el UE elimina la segunda configuración de medición y aplica la tercera. En caso de una tercera configuración completa (p. ej., sin señalización delta), el UE también puede eliminar la primera configuración. En el caso de una tercera configuración con señalización delta, el UE aplica la tercera configuración a la segunda configuración. En algunas realizaciones, el UE siempre tiene una sola configuración de medición y la red asegura que el UE está configurado con las mediciones correctas en todo momento.

En la siguiente explicación de las realizaciones de ejemplo, los términos “traspaso” y “reconfiguración con sincronización” se usan como sinónimos. Por lo tanto, un traspaso condicional también se puede denominar configuración con sincronización condicional. En terminología de NR, un comando de traspaso es típicamente un mensaje *RRCReconfiguration* con un campo *reconfigurationWithSync* que contiene la configuración necesaria para ejecutar el traspaso. En terminología LTE, un comando de traspaso es típicamente un mensaje *RRCConnectionReconfiguration* con un campo *mobilityControlInfo* que contiene la configuración necesaria para ejecutar el traspaso.

Las acciones del UE y de la red se describen principalmente en el presente documento utilizando la terminología de NR, p. ej., configuración de CHO recibida en NR para celdas NR, y el CHO es ejecutado en NR. Sin embargo, las realizaciones de ejemplo también aplican escenarios que no NR, tales como:

- se configura el UE con un HO condicional en NR (para celdas NR y LTE candidatas), la condición se activa para una celda NR y el UE ejecuta el HO en NR;
- se configura el UE con un HO condicional en LTE (para celdas NR y LTE candidatas), la condición se activa para una celda LTE y el UE ejecuta el HO en LTE;
- se configura el UE con un HO condicional en NR (para celdas NR y LTE candidatas), la condición se activa para una celda LTE y el UE ejecuta el HO en LTE;
- se configura el UE con un HO condicional en LTE (para celdas NR y LTE candidatas), la condición se activa para una celda NR y el UE ejecuta el HO en NR;
- Más generalmente, UE se configura con una condición HO en RAT-1 para celdas den RAT-1 o RAT-2, luego se activa la condición y el UE ejecuta el HO en RAT-2.

En general, las realizaciones de ejemplo se describen en términos del traspaso condicional, pero se pretende que sea un ejemplo más que una limitación. Las realizaciones también se pueden aplicar a traspasos activados por la recepción de un mensaje *RRCReconfiguration* con un *reconfigurationWithSync* sin ninguna condición asociada (o *RRCCConnection-Reconfiguration* con un *mobilityControlInfo*). En otras palabras, mientras el UE monitorea CHO y ha recibido la segunda configuración de medición, el UE puede recibir un *RRCReconfiguration* con un *reconfigurationWithSync* que indica que el UE debe dejar de monitorear condiciones CHO y realizar un traspaso en la celda

objetivo indicada. Luego, tras ejecutar un traspaso en la celda objetivo indicada, el UE puede haber almacenado la segunda configuración de medición. Por consiguiente, las acciones descritas en la invención, p. ej. eliminar/liberar esta segunda configuración de medición, siguen siendo aplicables.

Las realizaciones de ejemplo también se pueden aplicar a las configuraciones almacenadas durante la recuperación, p. ej., debido a un enlace radioeléctrico o traspaso fallido. En tal caso, la invención también prevé el caso donde el UE elimina/libera la segunda configuración de medición. Las realizaciones de ejemplo también se pueden aplicar en situaciones de suspensión o liberación, en las que el UE pasa al estado RRC_INACTIVE o RRC_IDLE, respectivamente. En tal caso, la segunda configuración de medición, asociada con el CHO, también es eliminada/liberada.

En general, el término “traspaso condicional” (o CHO) se usa en el contexto de las realizaciones en referencia a la movilidad condicional, en general, incluidas, reanudación condicional, reconfiguración condicional con sincronización, reconfiguración, conmutación de haces/recuperación, así como también traspaso condicional. Por lo tanto, el CHO se debe interpretar como cualquier procedimiento configurado por una red que incluye una condición (p. ej., asociada con un evento de medición) y una operación o procedimiento relacionado con la movilidad realizado al activarse esa condición.

Por ejemplo, el procedimiento de reanudación descrito anteriormente en relación con la Figura 4 se puede adaptar a una solución de movilidad condicional denominada “reanudación condicional,” cuyas propiedades se parecen a las del HO condicional que muestra la Figura 8. Más específicamente, se puede proporcionar al UE un umbral bajo “Y” para que active la generación de informes de medición mientras se encuentra en el estado RRC_INACTIVE y en respuesta a las mediciones informadas, un nodo servidor puede proporcionar al UE un comando de “reanudación condicional” que incluye un umbral alto “X” para activar una reanudación respecto una celda objetivo proporcionada por un

nodo objetivo. A diferencia del HO condicional, la reanudación condicional depende de la captura del contexto por parte del nodo objetivo. Sin embargo, las realizaciones de las técnicas de configuración de medición para HO condicional descritas en el presente documento también se pueden aplicar, con posibles ventajas similares, a las operaciones de reanudación condicional.

En general, la siguiente descripción usa el término “reanudación condicional” para referirse a una condición asociada a la activación de lo siguiente:

- un procedimiento parecido a la reanudación (p. ej., donde el UE transmite un mensaje parecido a *RRCResumeRequest* que contiene un identificador de contexto AS del UE AS asignado por el nodo fuente, como un I-RNTI, o un C-NRTI fuente + identificador de celda física fuente y un testigo de seguridad como un MAC-I corto/reanudar MAC-I); o
- un procedimiento de restablecimiento (p. ej. procedimiento de restablecimiento de enlace radioeléctrico, donde el UE transmite un mensaje parecido a *RRCReestablishmentRequest* que contiene un identificador de contexto AS de UE asignado por la fuente, como un I-RNTI, o un C-NRTI fuente + identificador de celda física fuente y un testigo de seguridad como un MAC-I corto/reanudar MAC-I).

Las realizaciones de ejemplo también se pueden aplicar a las configuraciones de movilidad condicional asociadas con una sola celda o con múltiples celdas. En el caso de una sola celda, se puede proporcionar una sola referencia de configuración de medición, y vincularla/asociarla con un procedimiento de movilidad, de modo que el UE monitoree una condición específica y cuando esta se cumple, el UE ejecuta un procedimiento específico respecto de un nodo específico, p. ej., una celda objetivo específica. En el caso de múltiples celdas, e puede proporcionar una sola referencia de configuración de medición, y vincularla al monitoreo de múltiples celdas dentro del mismo objeto/frecuencia/etc. Alternativamente, se pueden proporcionar múltiples

referencias de configuración de medición que se refieran o estén vinculadas con distintas celdas.

Como ejemplo, para las celdas que serán monitoreadas para traspaso condicional, el UE se puede configurar con un *RRCReconfiguration* con *reconfigurationWithSync* (para NR) o *RRCConnectionReconfiguration* con *mobilityControlInfo* (para LTE), p. ej., asociado a la celda que será accedida cuando se active la condición.

Como otro ejemplo, para las celdas que serán monitoreadas para reanudación condicional, el UE se puede configurar con al menos un I-RNTI (para NR) o un ID de reanudación (para LTE) (u otro identificador de UE) que se incluirá en el *RRCResumeRequest* (para NR) o *RRCConnectionResumeRequest* (para LTE) (u otro mensaje parecido). Como alternativa, este podría ser un C-RNTI + PCI fuente, como en una solicitud de restablecimiento. Para NR, el nodo fuente pueden proporcionar un I-RNTI corto o largo según la manera en que el objetivo potencial acepte un I-RNTI corto o largo, según la cobertura. La fuente puede proporcionar ambos I-RNTI (corto y largo) y condiciones por celda de modo que según qué celda active la condición el UE incluirá el I-RNTI largo o corto del mensaje parecido a *RRCResumeRequest*.

El UE también se puede configurar con un *RRCReconfiguration* con *reconfiguration-WithSync* (para NR) o *RRCConnectionReconfiguration* con *mobilityControlInfo* (para LTE) que contiene información sobre las celdas objetivo, pero no una configuración completa, así como el identificador de UE, p. ej., I-RNTI o ID de reanudación. La información de celda objetivo puede comprender información que normalmente se transmite en el sistema, p. ej., información de RACH para un acceso más rápido en la celda objetivo. Esta información también se puede incluir en una parte del mensaje de reconfiguración distinto de *reconfigurationWithSync* o *mobilityControlInfo*. Las realizaciones de ejemplo también pueden incluir monitorear la condición desencadenante de movilidad condicional al recibir la configuración y, al

activarse la condición para una celda X específica, y seleccionar entre traspaso condicional o reanudación condicional respecto de la celda X según una segunda condición.

La siguiente descripción de las realizaciones de ejemplo se refieren a acciones tras la ejecución de un CHO o de HO (no condicional). Por ejemplo, las especificaciones 3GPP pueden definir un conjunto de operaciones que son las misma tanto para CHO como para HO. La característica distintiva puede ser que el CHO es un HO activado por el cumplimiento de una condición y el HO no condicional es activado por la recepción de un *RRCReconfiguration* con un *reconfigurationWithSync*. Por lo tanto, las realizaciones también se pueden aplicar en el caso de que se cree un nuevo procedimiento denominado CHO o en caso de que un procedimiento HO no condicional legado sea activado por el cumplimiento de una condición.

La Figura 11 muestra un flujo de señalización de una técnica mejorada para proporcionar al UE configuraciones de medición para ser utilizadas durante las fases de monitoreo y ejecución de una operación de movilidad condicional (p. ej., CHO), según varias realizaciones de ejemplo de la presente divulgación. Si bien la técnica de ejemplo se ilustra en la Figura 11 mediante operaciones específica en un orden particular, las operaciones mostradas se pueden realizar en distintos órdenes de los mostrados y se pueden combinar y/o dividir en operaciones que tienen diferentes funcionalidades que las mostradas. Además, la técnica de ejemplo que muestra la Figura 11 puede ser complementaria de otras técnicas, métodos y/o procedimientos de ejemplo descritos en el presente documento, de modo que se pueden usar cooperativamente para proporcionar beneficios, ventajas y/o soluciones a varios problemas incluidos los descritos en el presente documento.

La Figura 11 se parece en varios aspectos al flujo de señalización que muestra la Figura 10, descrito arriba. Por lo tanto, se usan los mismos números de referencia y solo se describirán a continuación las diferencias principales.

Inicialmente, el UE está configurado con *measConfig* (p. ej., por medio de un RRCResume del nodo fuente), que se puede almacenar (p. ej., en *VarMeasConfig*) y usar para realizar varias mediciones. El UE puede informar al nodo fuente las mediciones realizadas según *measConfig*.

Posteriormente, el nodo fuente determina que se necesita una operación de movilidad condicional (p. ej., CHO) para el UE. El nodo fuente envía, a cada uno o más de los nodos objetivo candidatos, una solicitud para aceptar la operación de movilidad condicional relacionada con el UE. La solicitud puede incluir la *measConfig* actual del UE. La Figura 11 muestra un solo nodo objetivo candidato para mayor precisión y claridad. El nodo objetivo responde con una confirmación o acuse de recibo de la operación solicitada para el UE. La respuesta puede incluir la *measConfig** ha determinado como necesaria durante la ejecución de la operación de movilidad, i.e., después de que el UE ha detectado la condición que activa la operación de movilidad. La configuración *measConfig** puede ser una configuración completa o una configuración delta respecto de *measConfig*. Por ejemplo, una *measConfig** delta se puede preparar según los distintos códigos need y las reglas de la lista AddMod y/o los procedimientos descritos anteriormente.

El nodo fuente determina entonces la *measConfig'* necesaria de modo que el UE puede detectar y/o monitorear la condición que activa la operación de movilidad. Por ejemplo, una *measConfig'* delta se puede preparar según los códigos Need y las reglas de la lista AddMod y/o los procedimientos descritos con anteriormente. El nodo fuente también puede almacenar la *measConfig'*. En la realización que muestra la Figura 11, el nodo fuente determina la *measConfig'* después de recibir la *measConfig** del nodo objetivo. En otras realizaciones, el nodo fuente puede determinar *measConfig'* (p. ej., como una delta para *measConfig*) antes de enviar la solicitud al nodo objetivo. En tal caso, la solicitud al nodo objetivo también puede incluir la *measConfig'*, y el nodo

objetivo puede determinar la *measConfig** una delta respecto de *measConfig'* y *measConfig*.

Posteriormente, el nodo fuente envía al UE un comando de movilidad condicional que incluye una primera indicación de la operación de movilidad que se realizará, una segunda indicación de la condición desencadenante, la *measConfig'* relacionada con la detección de la condición desencadenante, y la *measConfig** relacionada con la ejecución de la operación de movilidad con el nodo objetivo. Al recibir este comando, el UE almacena la *measConfig'* separada de la *measConfig* recibida anteriormente. En otras palabras, el UE mantiene la *measConfig* en lugar de simplemente actualizarla con la delta en *measConfig'* como se realiza convencionalmente. Por ejemplo, *measConfig'* se puede almacenar en una *VarMeasConfig'* o *VarMeasConfigCHO* diferente. Como alternativa, la *measConfig'* se puede almacenar en la misma *VarMeasConfig* usada, pero en campos diferentes que se pueden distinguir por estar asociados con movilidad condicional (p. ej., CHO). El UE también usa *measConfig'* para comenzar a realizar mediciones para detectar la condición desencadenante indicada.

Ese puede ser el caso en *measConfig'* y *measConfig* se superponen. Por ejemplo, tanto *measConfig'* como *measConfig* pueden indicar que el UE debe realizar mediciones en una portadora dada, p. ej., f0. En algunas realizaciones, *measConfig'* puede señalar a *measConfig*, es decir, no necesariamente tiene que contener una configuración completamente separada. Además, dado que *measConfig* ya está almacenada, no es necesario almacenarla por segunda vez, salvo que haya alguna diferencia en la configuración (p. ej., la misma portadora, pero distintos parámetros de derivación de calidad de celda, etc.). En algunas realizaciones, *measConfig'* puede estar marcada con una indicación de ser liberada o no tras la ejecución del CHO. Esto se puede indicar para toda la configuración o parte de ella. Por ejemplo, cada campo de la configuración

puede tener llevar una bandera que indique si debe ser liberado o no tras la ejecución del CHO.

El UE también almacena la *measConfig** recibida, pero no la utiliza durante la detección desencadenante, donde se usa *measConfig'* en cambio. Obsérvese que *measConfig** puede incluir configuraciones para una o más celdas candidatas a las que prestan servicio uno o más de los nodos objetivo (p. ej., celdas vecinas a las que prestan servicio uno o más de otros nodos de red). Las configuraciones de medición para las respectivas celdas objetivo pueden variar de distintas maneras. Dado que el UE no sabe (antes de la detección desencadenante) en qué celda objetivo ejecutará la operación de movilidad condicional, debe almacenar cada una de estas configuraciones.

En algunas realizaciones, *measConfig** se puede identificar por el hecho de que es proporcionada por un campo/parámetro/IE/etc. diferente, o por el hecho de que es transmitida en un mensaje diferente del que proporciona la *measConfig*. Por ejemplo, *measConfig** puede ser proporcionada en un mensaje parecido a *RRCReconfiguration* preparado por una celda vecina que es una celda objetivo candidata

El UE también almacena la *measConfig** separada de *measConfig* recibida con anterioridad. En otras palabras, el UE mantiene *measConfig* en lugar de simplemente actualizarla con la delta en *measConfig** como se realiza convencionalmente. Por ejemplo, *measConfig** se puede almacenar en un *VarMeasConfig** o *VarMeasConfigCHO* diferente. Como alternativa, *measConfig** se puede almacenar en el mismo *VarMeasConfig* usado, pero que tiene campos diferentes de modo que se lo puede distinguir por estar asociado con una movilidad condicional diferente (p. ej., CHO).

Una vez que el UE detecta la condición desencadenante, ejecuta la operación de movilidad indicada por el comando de movilidad condicional. Al ejecutar la operación de movilidad, el UE deja de realizar mediciones en la celda fuente utilizando *measConfig'*, y actualiza el *VarMeasConfig* almacenado con la

*measConfig** (sea como una delta respecto de *measConfig/measConfig'* o como una configuración completa). En algunas realizaciones, el UE elimina y/o libera la *measConfig'* almacenada. En otras realizaciones, donde *measConfig** es computada por el nodo objetivo como una delta respecto de *measConfig'* y *measConfig*, el UE retiene la *measConfig'* dado que forma parte de la nueva configuración de medición. El UE también accede a la celda objetivo (incluido, p. ej., el mensaje *RRCReconfiguration-Complete*) y comienza a realizar e informar mediciones en la celda objetivo según *measConfig**. Dado que el nodo objetivo (i.e., que presta servicio a la celda objetivo) proporcionó la *measConfig**, es completamente consciente de las mediciones informadas por el UE durante la ejecución de la operación de movilidad, de modo que se evita cualquier discordancia.

En algunas realizaciones, el nodo objetivo puede enviar un mensaje (p. ej., liberación del contexto del UE) al nodo fuente para indicar que se ha ejecutado la operación de movilidad condicional se ha ejecutado. En respuesta a esta indicación, el nodo fuente puede eliminar y/o liberar cualquier configuración de medición asociada con el UE en la celda fuente, p. ej., *measConfig* y *measConfig'*.

La Figura 12 muestra un flujo de señalización de otra técnica mejorada para proporcionar al UE configuraciones de medición para ser utilizadas durante las fases de monitoreo y ejecución de una operación de movilidad condicional (p. ej., CHO), según varias realizaciones de ejemplo de la presente divulgación. Si bien la técnica de ejemplo se ilustra en la Figura 12 mediante operaciones específica en un orden particular, las operaciones mostradas se pueden realizar en distintos órdenes de los mostrados y se pueden combinar y/o dividir en operaciones que tienen diferentes funcionalidades que las mostradas. Además, la técnica de ejemplo que muestra la Figura 12 puede ser complementaria de otras técnicas, métodos y/o procedimientos de ejemplo descritos en el presente documento, de modo que se pueden usar cooperativamente para proporcionar

beneficios, ventajas y/o soluciones a varios problemas incluidos los descritos en el presente documento.

La Figura 12 se parece en varios aspectos a los flujos de señalización que muestran las Figuras 10-11 descritos arriba. Por lo tanto, se usan los mismos números de referencia y solo se describirán a continuación las diferencias principales. Una notable diferencia con la Figura 11 es que el UE solo almacena la configuración de medición actual y la red asegura que no haya ninguna discordancia entre la configuración de medición almacenada en el UE y la configuración de medición almacenada en la red para el UE.

Después de recibir el nodo objetivo envía la respuesta que incluye la *measConfig**, el nodo fuente determina entonces la *measConfig'* necesaria de modo que el UE puede detectar y/o monitorear la condición que activa la operación de movilidad. El nodo fuente envía el UE un comando de movilidad condicional que incluye una primera indicación de la operación de movilidad que se realizará, una segunda indicación de la condición desencadenante, y la *measConfig'* relacionada con la detección de la condición desencadenante. Sin embargo, el nodo fuente no envía al UE la *measConfig** (determinada por el nodo objetivo) relacionada con la ejecución de la operación de movilidad con el nodo objetivo.

En algunas realizaciones, el comando de movilidad condicional puede incluir una *measConfig* vacía que se usará cuando se realicen mediciones en la celda objetivo después de detectar la condición desencadenante. En tal caso, el UE puede inferir de la configuración vacía que se debe usar *measConfig'* para realizar las mediciones en la celda objetivo después de detectar la condición desencadenante. En tal caso, el nodo fuente también puede informar todos los nodos objetivo candidatos de la *measConfig'* que el nodo fuente ha configurado para tales mediciones de UE.

Al recibir este comando, el UE almacena la *measConfig'* separada de la *measConfig* recibida anteriormente. En otras palabras, el UE mantiene la

measConfig en lugar de simplemente actualizarla con la delta en *measConfig'* como se realiza convencionalmente. Por ejemplo, *measConfig'* se puede almacenar en una *VarMeasConfig'* o *VarMeasConfigCHO* diferente. Como alternativa, *measConfig'* se puede almacenar en el mismo *VarMeasConfig* usado, pero que tiene campos diferentes de modo que se lo puede distinguir por estar asociado con una movilidad condicional diferente (p. ej., CHO). El UE también usa *measConfig'* para comenzar a realizar mediciones para detectar la condición desencadenante indicada.

Una vez que el UE detecta la condición desencadenante, ejecuta la operación de movilidad indicada por el comando de movilidad condicional. Cuando se ejecuta la operación de movilidad, el UE deja de realizar mediciones en la celda fuente mediante *measConfig'*, accede a la celda objetivo (incluido, p. ej., el mensaje *RRCReconfiguration-Complete*), y comienza a realizar e informar mediciones en la celda objetivo según *measConfig'*. Dado que el nodo objetivo (es decir, el que presta servicio a la celda objetivo) recibió la *measConfig'*, es completamente consciente de las mediciones informadas por el UE durante la ejecución de la operación de movilidad, de modo que se evita la discordancia. Sin embargo, el nodo objetivo también puede determinar que es necesario reconfigurar las mediciones del UE en la celda objetivo. En tal caso, el nodo objetivo puede enviar un mensaje de reconfiguración al UE que incluye *measConfig**. Como alternativa, el nodo objetivo puede enviar una configuración distinta de *measConfig** (p. ej., *measConfig***), según se determine que esa configuración diferente será de alguna manera deseable y/o beneficiosa.

En las realizaciones ilustradas por la Figura 12, las configuraciones *measConfig*, *measConfig'*, *measConfig** y *measConfig** se pueden comunicar como delta o configuraciones completas de las distintas maneras descritas arriba respecto de la Figura 11.

Las realizaciones descritas arriba se pueden ilustra en detalle en referencia a las Figuras 13-15, que representan métodos de ejemplo (p. ej.,

procedimientos) realizados por un UE, un nodo de RAN fuente, y un nodo de RAN objetivo, respectivamente. En otras palabras, varias características de las operaciones descritas a continuación, con referencia a las Figuras 13-15, corresponden a varias realizaciones descritas arriba.

En particular, la Figura 13 ilustra un método de ejemplo (p. ej., procedimiento) para movilidad condicional en una RAN, según varias realizaciones de ejemplo de la presente divulgación. El método y/o procedimiento de ejemplo puede ser realizado por un equipo de usuario (p. ej., UE, dispositivo inalámbrico, dispositivo MTC, dispositivo NB-IoT, módem, etc. o componentes de estos) en comunicación con un nodo de red (p. ej., estación base, eNB, gNB, etc., o componentes de estos) que presta servicio a una celda en la RAN (p. ej., E-UTRAN, NG-RAN). Por ejemplo, el método de ejemplo que muestra la Figura 13 se puede implementar en un UE o dispositivo configurado según otras figuras descritas en el presente documento.

Si bien el método de ejemplo se ilustra en la Figura 13 mediante bloques específicos en un orden determinado, las operaciones correspondientes a los bloques se pueden realizar en distintos órdenes del mostrado y se pueden combinar y/o dividir en bloques que tienen distintas funcionalidades que las mostradas. Además, el método de ejemplo que muestra la Figura 13 puede ser complementario de cualquier otro método de ejemplo divulgado en el presente documento (p. ej., Figuras 14-15), de modo que se pueden usar cooperativamente para proporcionar varios beneficios, ventajas y/o soluciones a problemas, incluidos los que se describen en el presente documento. Los bloques y/u operaciones opcionales se indican con líneas de trazos.

En algunas realizaciones, el método de ejemplo puede incluir las operaciones del bloque 1310-1330. En el bloque 1310, el UE puede recibir, de un nodo de RAN fuente que presta servicio a la celda fuente del UE, una primera configuración de medición (p. ej., *measConfig*). En el bloque 1320, el UE puede almacenar la primera configuración de medición recibida (p. ej., en

varMeasConfig). En el bloque 1330, el UE puede realizar e informar las primeras mediciones en la celda fuente del UE según la primera configuración de medición. Estas operaciones se pueden realizar, por ejemplo, antes de que las operaciones del bloque 1340, descritas a continuación.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1340, donde el UE puede recibir, de uno o más nodos de RAN, uno o más mensajes relacionados con la movilidad que comprenden: una primera indicación de una operación de movilidad (p. ej., cualquiera de las operaciones de movilidad descrita anteriormente); una segunda indicación de una condición desencadenante de la operación de movilidad; una segunda configuración de medición relacionada con una celda fuente; y una tercera configuración de medición relacionada con una o más celdas objetivo. Por ejemplo, la segunda configuración de medición (p. ej., *measConfig'*) se puede usar para detectar el cumplimiento de la condición desencadenante en la celda fuente, y la tercera configuración de medición (p. ej., *measConfig**) se puede usar en una de las celdas objetivo después de ejecutar la operación de movilidad.

En algunas realizaciones, las operaciones del bloque 1340 puede incluir las operaciones del subbloque 1341, donde el UE puede almacenar al menos una parte de la segunda configuración de medición y la tercera configuración de medición separada de la primera configuración de medición (p. ej., en *varMeasConfig*, *varMeasConfig'*, *varMeasConfig**, y/o *varMeasConfigCHO*).

En algunas realizaciones, el uno o más mensajes relacionados con la movilidad pueden incluir un comando de movilidad condicional recibido de un nodo de RAN fuente. El comando de movilidad condicional puede incluir la primera y segunda indicación y la segunda y tercera configuración de medición. Además, la segunda y tercera configuración de medición incluyen configuraciones de medición respectivas para cada celda objetivo que es candidata para la operación de movilidad indicada. En otras palabras, cada una de la segunda configuración de medición y la tercera configuración de

medición puede incluir múltiples configuraciones de medición, es decir, una para cada una de las celdas objetivo candidatas.

En otras realizaciones, el uno o más mensajes relacionados con la movilidad puede incluir dos mensajes: un comando de movilidad condicional, recibido del nodo de RAN fuente, que incluye la primera y segunda indicación y la segunda configuración de medición; y un mensaje de reconfiguración, recibido de un nodo de RAN objetivo que presta servicio a una celda objetivo, que incluye la tercera configuración de medición.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones de los bloques 1350-1360, donde el UE puede, según la segunda configuración de medición, detectar el cumplimiento de la condición desencadenante respecto de una celda particular de las celdas objetivo y ejecutar la operación de movilidad respecto de la celda objetivo particular

En algunas realizaciones, detectar el cumplimiento de la condición desencadenante en el bloque 1350 puede incluir las operaciones del subbloque 1351, donde el UE puede realizar segundas mediciones en la celda fuente según la segunda configuración de medición. En algunas realizaciones, ejecutar la operación de movilidad del bloque 1360 puede incluir operaciones de uno o más de los subbloques 1361-1363. En el subbloque 1361, el UE puede dejar de realizar segundas mediciones según la segunda configuración de medición. En el subbloque 1362, el UE puede eliminar o liberar al menos una parte de una segunda configuración de medición almacenada. En el subbloque 1363, el UE puede almacenar la tercera configuración de medición.

En algunas realizaciones, la tercera configuración de medición puede ser recibida como una configuración de medición completa. En tales realizaciones, ejecutar la operación de movilidad del bloque 1360 puede incluir las operaciones del subbloque 1364, donde el UE puede reemplazar una primera configuración de medición almacenada con la tercera configuración de medición.

En otras realizaciones, la tercera configuración de medición puede ser recibida como delta respecto de una o más de una de la primera configuración de medición y la segunda configuración de medición. En tales realizaciones, ejecutar la operación de movilidad del bloque 1360 puede incluir las operaciones del subbloque 1365, donde el UE puede determinar una configuración de medición, para las terceras mediciones, según la tercera configuración de medición y una o más de una de la primera configuración de medición y la segunda configuración de medición.

En algunas realizaciones, tal como cuando el uno o más mensajes relacionados con la movilidad incluyen un comando de movilidad condicional y un mensaje de reconfiguración (descrito anteriormente), ejecutar la operación de movilidad del bloque 1360 puede incluir las operaciones de los subbloques 1366-1367. En el subbloque 1366, el UE puede realizar e informar terceras mediciones en la celda objetivo particular según la segunda configuración de medición (p. ej., recibida en el comando de movilidad condicional). En el subbloque 1367, el UE puede recibir posteriormente el mensaje de reconfiguración que comprende la tercera configuración de medición.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1370, donde el UE puede posteriormente realizar e informar terceras mediciones en la celda objetivo particular según la tercera configuración de medición.

Además, la Figura 14 ilustra otro método de ejemplo (p. ej., procedimiento) de movilidad condicional de un equipo de usuario (UE) en una red de acceso radioeléctrico (RAN), según varias realizaciones de ejemplo de la presente divulgación. El método de ejemplo puede ser realizado por un nodo de RAN fuente (p. ej., estación base, eNB, gNB, etc., o componentes de estos) que presta servicio a uno o más equipos de usuario (UE, p. ej., dispositivos inalámbricos, dispositivos MTC, dispositivos NB-IoT, módems, etc. o componentes de estos) en una celda de la RAN (p. ej., E-UTRAN, NG-RAN).

Por ejemplo, el método de ejemplo que muestra la Figura 14 puede ser implementado por un nodo de red configurado según otras figuras descritas en el presente documento.

Si bien el método de ejemplo se ilustra en la Figura 14 mediante bloques específicos en un orden determinado, las operaciones correspondientes a los bloques se pueden realizar en distintos órdenes del mostrado y se pueden combinar y/o dividir en bloques que tienen distintas funcionalidades que las mostradas. Además, el método de ejemplo que muestra la Figura 14 puede ser complementario de cualquier otro método de ejemplo divulgado en el presente documento (p. ej., Figuras 13 y 15), de modo que se pueden usar cooperativamente para proporcionar varios beneficios, ventajas y/o soluciones a problemas, incluidos los que se describen en el presente documento. Los bloques y/u operaciones opcionales se indican con líneas de trazos.

En algunas realizaciones, el método de ejemplo puede incluir las operaciones del bloque 1410-1430. En el bloque 1410, el nodo de RAN fuente puede enviar, al UE, una primera configuración de medición (p. ej., *measConfig*) relacionada con una celda fuente, para el UE, al que le presta servicio el nodo fuente de la RAN. En algunas realizaciones, las operaciones del bloque 1410 puede incluir las operaciones del subbloque 1412, donde el nodo de RAN fuente puede almacenar la primera configuración de medición (p. ej., en *varMeasConfig*). En el bloque 1420, el nodo de RAN fuente puede recibir las primeras mediciones realizadas por el UE en la celda fuente según la primera configuración de medición. En el bloque 1430, el nodo de RAN fuente puede determinar que la operación de movilidad es obligatoria para el UE, según las primeras mediciones.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1440, donde el nodo de RAN fuente puede enviar, a un nodo de RAN objetivo, una solicitud para aceptar una operación de movilidad (p. ej., CHO) relacionada con el UE. En algunas realizaciones, la solicitud puede incluir la primera

configuración de medición para el UE (p. ej., *measConfig*). La operación de movilidad puede ser la operación de movilidad que se determinó como obligatoria en el bloque 1430. El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1450, donde el nodo de RAN fuente puede recibir, del nodo de RAN objetivo, una confirmación de la operación de movilidad, la confirmación incluye una tercera configuración de medición UE (p. ej., *measConfig**) relacionada con una o más celdas objetivo a las que presta servicio el nodo de RAN.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1460, donde el nodo de RAN fuente puede determinar una segunda configuración de medición (p. ej., *measConfig'*) relacionada con una condición desencadenante de la operación de movilidad. Por ejemplo, la segunda configuración de medición se puede usar para detectar el cumplimiento de la condición desencadenante en la celda fuente. En algunas realizaciones, las operaciones del bloque 1460 puede incluir las operaciones del subbloque 1462, donde el nodo de RAN fuente puede almacenar la segunda configuración de medición (p. ej., en *varMeasConfig'* o *varMeasConfigCHO*). En algunas realizaciones, las operaciones del bloque 1460 puede incluir las operaciones del subbloque 1464, donde el nodo de RAN fuente puede enviar la segunda configuración de medición al nodo de RAN objetivo.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1470, donde el nodo de RAN fuente puede enviar, al UE, un mensaje relacionado con la movilidad que comprende: una primera indicación de una operación de movilidad (p. ej., cualquiera de las operaciones de movilidad descrita anteriormente); una segunda indicación de una condición desencadenante de la operación de movilidad; y la segunda configuración de medición (p. ej., *measConfig'*). En algunas realizaciones, el mensaje relacionado con la movilidad puede incluir también la tercera configuración de medición (p. ej., *measConfig**). Además, la segunda y tercera configuración de medición incluyen configuraciones de medición respectivas para cada celda

objetivo que es candidata para la operación de movilidad indicada. En otras palabras, cada una de la segunda configuración de medición y la tercera configuración de medición puede incluir múltiples configuraciones de medición, es decir, una para cada una de las celdas objetivo candidatas.

En algunas realizaciones, el método de ejemplo puede incluir también las operaciones de los bloques 1480-1490. En el bloque 1480, el nodo de RAN fuente puede recibir, del nodo de RAN objetivo, una tercera indicación de que la operación de movilidad se ha completado. En el bloque 1490, el nodo de RAN fuente puede, en respuesta a la tercera indicación, eliminar o liberar al menos una parte de la primera y la segunda configuración de medición almacenada.

En algunas realizaciones, se aplica al menos una de las siguientes condiciones: la segunda configuración de medición se determina como una delta respecto de la primera configuración de medición; la tercera configuración de medición se recibe como una delta respecto de la primera configuración de medición; y la tercera configuración de medición se recibe como una delta respecto de la primera y la segunda configuración de medición.

Además, la Figura 15 ilustra otro método de ejemplo (p. ej., procedimiento) de movilidad condicional de un equipo de usuario (UE) en una red de acceso radioeléctrico (RAN), según varias realizaciones de ejemplo de la presente divulgación. El método de ejemplo puede ser realizado por un nodo de RAN objetivo (p. ej., estación base, eNB, gNB, etc., o componentes de estos) (UE, p. ej., dispositivos inalámbricos, dispositivos MTC, dispositivos NB-IoT, módems, etc. o componentes de estos) que presta servicio a una celda objetivo en la RAN (p. ej., E-UTRAN, NG-RAN). Por ejemplo, el método de ejemplo que muestra la Figura 15 puede ser implementado por un nodo de red configurado según otras figuras descritas en el presente documento.

Si bien el método de ejemplo se ilustra en la Figura 15 mediante bloques específicos en un orden determinado, las operaciones correspondientes a los bloques se pueden realizar en distintos órdenes del mostrado y se pueden

combinar y/o dividir en bloques que tienen distintas funcionalidades que las mostradas. Además, el método de ejemplo que muestra la Figura 15 puede ser complementario de cualquier otro método de ejemplo divulgado en el presente documento (p. ej., Figuras 13-14), de modo que se pueden usar cooperativamente para proporcionar varios beneficios, ventajas y/o soluciones a problemas, incluidos los que se describen en el presente documento. Los bloques y/u operaciones opcionales se indican con líneas de trazos.

El método de ejemplo puede incluir las operaciones del bloque 1510, donde el nodo de RAN objetivo puede recibir, desde un nodo de RAN fuente, una solicitud para aceptar una operación de movilidad (p. ej., CHO) relacionada con el UE. La solicitud puede incluir una primera configuración de medición para el UE (p. ej., *measConfig*). El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1520, donde el nodo de RAN objetivo puede determinar una tercera configuración de medición (p. ej., *measConfig**) para el UE en relación con una o más celdas objetivo a las que presta servicio el nodo de RAN. La tercera configuración puede estar relacionada con (p. ej., una delta respecto de) la primera configuración de medición.

El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1530, donde el nodo de RAN objetivo puede enviar, al nodo de RAN fuente, una confirmación de la operación de movilidad, la confirmación incluye la tercera configuración de medición. En varias realizaciones, la tercera configuración de medición se puede enviar como una configuración de medición completa, o como una delta respecto de la primera configuración de medición y/o la segunda configuración de medición. El método de ejemplo también puede incluir las operaciones del bloque 1570, donde el nodo de RAN objetivo puede recibir, del UE, mediciones realizadas en una celda particular de las celdas objetivo según la tercera configuración de medición.

En algunas realizaciones, el método de ejemplo puede incluir también las operaciones del bloque 1550-1560. En el bloque 1550, el nodo de RAN objetivo

puede recibir mediciones realizadas por el UE para la celda objetivo particular según la segunda configuración de medición. En el bloque 1560, el nodo de RAN objetivo puede enviar posteriormente, al UE, un mensaje de reconfiguración que incluye la tercera configuración de medición.

En estas realizaciones, el método de ejemplo puede incluir también las operaciones del bloque 1540, donde el nodo de RAN objetivo puede recibir, del nodo de RAN fuente, una segunda configuración de medición para el UE. La segunda configuración de medición (p. ej., *measConfig'*) puede ser recibida como delta respecto de la primera configuración de medición (p. ej., *measConfig*). En tales realizaciones, la tercera configuración de medición, incluida en el mensaje de reconfiguración, es una delta respecto de la primera configuración de medición y la segunda configuración de medición.

En algunas realizaciones, el método de ejemplo puede incluir también las operaciones del bloque 1580, donde el nodo de RAN objetivo puede enviar, al nodo de RAN fuente, una indicación de que la operación de movilidad se ha completado.

A pesar de que el objeto descrito en el presente documento se puede implementar en cualquier tipo de sistema adecuado que utilice cualquier componente apropiado, las realizaciones divulgadas aquí se describen en relación con una red inalámbrica, tales como la red inalámbrica ilustrada en la Figura 16. Para simplificar, la red inalámbrica de la Figura 16 solo describe la red 1606, los nodos de red 1660 y 1660b, así como los WD 1610, 1610b y 1610c. En la práctica, una red inalámbrica también puede incluir otros elementos adecuados para facilitar la comunicación entre los dispositivos inalámbricos o entre un dispositivo inalámbrico y otro dispositivo de comunicación, tal como una línea telefónica fija, un proveedor de servicios o cualquier otro nodo de red o dispositivo terminal. De los componentes ilustrados, el nodo de red 1660 y el dispositivo inalámbrico (WD) 1610 se describen con detalles adicionales. La red inalámbrica puede proporcionar comunicación y otros tipos de servicios a uno o

más dispositivos inalámbricos para facilitar el acceso a los dispositivos inalámbricos y/o el uso de los servicios proporcionados mediante la red inalámbrica.

La red inalámbrica puede comprender y/o interactuar con cualquier tipo de comunicación, telecomunicación, datos, móvil y/o red radioeléctrica u otro tipo parecido de sistema. En algunas realizaciones, la red inalámbrica se puede configurar para funcionar según estándares específicos u otros tipos de reglas o procedimientos predefinidos. Por tanto, ciertas realizaciones de la red inalámbrica pueden implementar estándares de comunicación, tales como Sistema Mundial para Comunicaciones Móviles (GSM), Sistema de telecomunicaciones móviles universales (UMTS), Evolución a largo plazo (LTE) u otros estándares adecuados como 2G, 3G, 4G, o 5G; estándares de redes inalámbricas de área local (WLAN), tales como los estándares IEEE 802.11 y/o cualquier otro estándar de comunicación inalámbrico adecuado, tales como los estándares de Interoperabilidad Mundial para Acceso por Microondas (WiMax), Bluetooth, Onda Z y/o ZigBee.

La red 1606 puede comprender una o más redes de retroceso, redes centrales, redes IP, redes telefónicas públicas conmutadas (PSTN), redes de paquetes de datos, redes ópticas, redes de área amplia (WAN), redes de área local (LAN), redes inalámbricas de área local (WLAN), redes cableadas, redes inalámbricas, redes de área metropolitana y otras redes para permitir la comunicación entre dispositivos.

El nodo de red 1660 y el WD 1610 comprenden varios componentes descritos en mayor detalle a continuación. Estos componentes trabajan juntos para proporcionar funcionalidad de nodo de red y/o dispositivo inalámbrico, tal como proporcionar conexiones inalámbricas en una red inalámbrica. En diferentes realizaciones, la red inalámbrica puede comprender cualquier número de redes cableadas o inalámbricas, nodos de red, estaciones base, controladores, dispositivos inalámbricos, estaciones de retransmisión y/o

cualquier otro componente o sistema que pueda facilitar o participar en la comunicación de datos y/o señales ya sea a través de conexiones cableadas o inalámbricas.

Los ejemplos de nodos de red incluyen, a mero título enunciativo, puntos de acceso (AP) (p. ej., puntos de acceso radioeléctrico), estaciones base (BS) [p. ej., estaciones de base radioeléctrica, Nodo B, Nodo B evolucionado (eNB) y Nodo B NR (gNB)]. Las estaciones base pueden clasificarse según la cantidad de cobertura que proveen (o, dicho de otra manera, su nivel de potencia de transmisión) y luego también pueden denominarse estaciones base femto, estaciones base pico, micro estaciones base o macro estaciones base. Una estación base puede ser un nodo de retransmisión o un nodo donante de retransmisión que controle una retransmisión. Un nodo de red también puede incluir una o más (o todas) partes de una estación base de radio distribuida, tales como unidades digitales centralizadas y/o unidades de radio remotas (RRU), a veces denominadas Cabezas de Radio Remotas (RRH). Dichas unidades radioeléctricas remotas pueden o no integrarse con una antena como una radio con antena integrada. Las partes de una estación base de radio distribuida también pueden denominarse nodos en un sistema de antena distribuida (DAS).

Otros ejemplos de nodos de red incluyen equipos de radio de múltiples estándares (MSR) tales como MSR BS, controladores de red tales como controladores de red radioeléctrica (RNC) o controladores de estación base (BSC), estaciones transceptoras base (BTS), puntos de transmisión, nodos de transmisión, entidades de coordinación multicelda/multidifusión (MCE), nodos de red central (p. ej., MSC, MME), nodos O&M, nodos OSS, nodos SON, nodos de posicionamiento (p. ej., E-SMLC) y/o MDT. Como otro ejemplo, un nodo de red puede ser un nodo de red virtual como se describe en mayor detalle a continuación. Sin embargo, de forma más general, los nodos de red pueden representar cualquier dispositivo adecuado (o grupo de dispositivos) capaz, configurado, dispuesto y/u operable para habilitar y/o proporcionar un dispositivo

inalámbrico con acceso a la red inalámbrica o para proporcionar algún servicio a un dispositivo inalámbrico que ha accedido a la red inalámbrica.

En la Figura 16, el nodo de red 1660 incluye circuitería de procesamiento 1670, medio legible por dispositivo 1680, interfaz 1690, equipo auxiliar 1684, fuente de alimentación 1686, circuitería de alimentación 1687 y antena 1662. Aunque el nodo de red 1660 ilustrado en el ejemplo de la red inalámbrica de la Figura 16 puede representar un dispositivo que incluye la combinación ilustrada de componentes de *hardware*, otras realizaciones pueden comprender nodos de red con diferentes combinaciones de componentes. Debe entenderse que un nodo de red comprende cualquier combinación adecuada de *hardware* y/o *software* necesaria para realizar las tareas, características, funciones y métodos y/o procedimientos descritos en el presente documento. Además, aunque los componentes del nodo de red 1660 se representan como cuadros individuales ubicados dentro de un cuadro más grande, o anidados dentro de cuadros múltiples, en la práctica un nodo de red puede comprender varios componentes físicos diferentes que forman un solo componente ilustrado (p. ej., un medio legible por dispositivo 1680 puede comprender múltiples discos duros separados, así como múltiples módulos de RAM).

De manera parecida, el nodo de red 1660 puede estar compuesto de varios componentes físicamente separados (p. ej., un componente NodoB y un componente RNC, o un componente BTS y un componente BSC, etc.), que pueden tener sus propios componentes respectivos. En ciertos casos en los que el nodo de red 1660 comprende varios componentes separados (p. ej., componentes BTS y BSC), uno o más de los componentes separados pueden compartirse entre varios nodos de red. Por ejemplo, un solo RNC puede controlar varios Nodos B. En tal caso, cada par único de Nodo B y RNC, en algunos casos, puede considerarse un solo nodo de red separado. En algunas realizaciones, el nodo de red 1660 puede configurarse para ser compatible con varias tecnologías de acceso radioeléctrico (RAT). En tales realizaciones,

algunos componentes pueden duplicarse (p. ej., medio legible por dispositivo 1680 separado para las diferentes RAT) y algunos componentes pueden reutilizarse (p. ej., la misma antena 1662 puede ser compartida por las RAT). El nodo de red 1660 también puede incluir varios conjuntos de los diversos componentes ilustrados para diferentes tecnologías inalámbricas integradas en el nodo de red 1660, tales como, por ejemplo, tecnologías inalámbricas GSM, WCDMA, LTE, NR, wifi o Bluetooth. Estas tecnologías inalámbricas pueden integrarse en el mismo o diferente chip o conjunto de chips y otros componentes dentro del nodo de red 1660.

la circuitería de procesamiento 1670 pueden estar configurados para realizar cualquier operación de determinación, cálculo o parecida (p. ej., ciertas operaciones de obtención) descritas en el presente documento como provistas por un nodo de red. Estas operaciones realizadas la circuitería de procesamiento 1670 pueden incluir el procesamiento de la información obtenida la circuitería de procesamiento 1670, por ejemplo, al convertir la información obtenida en otra información, comparar la información obtenida o la información convertida en información almacenada en el nodo de red, y/o realizar una o más operaciones según la información obtenida o la información convertida, y como resultado de dicho procesamiento, haciendo una determinación.

La circuitería de procesamiento 1670 puede comprender una combinación de uno o más de un microprocesador, controlador, microcontrolador, unidad central de procesamiento, procesador de señal digital, circuito integrado específico de la aplicación, matriz de puertas programables en el campo o cualquier otro dispositivo informático, recurso o combinación de *hardware*, *software* y/o lógica codificada operable para proporcionar diversas funcionalidades del nodo de red 1660, sea solo o junto con otros componentes del nodo de red 1660 (p. ej., medio legible por dispositivo 1680). Dicha funcionalidad puede incluir cualquiera de las diversas características, funciones o beneficios inalámbricos analizados en el presente documento.

Por ejemplo, la circuitería de procesamiento 1670 pueden ejecutar instrucciones almacenadas en el medio legible por dispositivo 1680 o en la memoria dentro de la circuitería de procesamiento 1670. En algunas realizaciones, la circuitería de procesamiento 1670 pueden incluir un sistema en un chip (SOC). Como ejemplo más específico, las instrucciones —también conocidas como un producto de programa informático— almacenadas en el medio 1680 pueden incluir instrucciones que, cuando se ejecutan mediante circuitería de procesamiento 1670, pueden configurar el nodo de red 1660 para realizar operaciones correspondientes a varios métodos ejemplares (p. ej., procedimientos) descrito en el presente documento.

En algunas realizaciones, la circuitería de procesamiento 1670 puede incluir uno o más de la circuitería de transceptor de radiofrecuencia (RF) 1672 y la circuitería de procesamiento de banda de base 1674. En algunas realizaciones, la circuitería del transceptor de radiofrecuencia (RF) 1672 y la circuitería de procesamiento de banda de base 1674 pueden estar en chips (o conjuntos de chips), placas o unidades separadas, tales como unidades de radio y unidades digitales. En realizaciones alternativas, parte o la totalidad de la circuitería del transceptor RF 1672 y la circuitería de procesamiento de banda de base 1674 pueden estar en el mismo chip o conjunto de chips, placas o unidades

En determinadas realizaciones, parte o toda la funcionalidad descrita en el presente documento tal como es proporcionada por un nodo de red, estación base, eNB u otro dispositivo de red de este tipo puede llevarse a cabo procesando circuitos 1670 que ejecutan instrucciones almacenadas en el medio legible por dispositivo 1680 o la memoria dentro de la circuitería de procesamiento 1670. En realizaciones alternativas, parte o la totalidad de la funcionalidad se puede proporcionar la circuitería de procesamiento 1670 sin ejecutar instrucciones almacenadas en un medio legible por dispositivo separado o aparte, tal como conectado directamente. En cualquier de esas realizaciones, independientemente de que ejecute instrucciones almacenadas en un medio de

almacenamiento legible por dispositivo o no, la circuitería de procesamiento 1670 se puede configurar para realizar la funcionalidad descrita. Los beneficios proporcionados por dicha funcionalidad no se limitan a la circuitería de procesamiento 1670 sola o a otros componentes del nodo de red 1660, sino que comprenden el nodo de red 1660 en su totalidad, y/o a los usuarios finales y la red inalámbrica en general.

El medio legible por dispositivo 1680 puede comprender cualquier forma de memoria legible por computadora volátil o no volátil, que incluye, a mero título enunciativo, almacenamiento persistente, memoria de estado sólido, memoria montada remotamente, medios magnéticos, medios ópticos, memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria de solo lectura (ROM), medios de almacenamiento masivo (por ejemplo, un disco duro), medios de almacenamiento extraíbles [por ejemplo, una unidad flash, un disco compacto (CD) o un disco de video digital (DVD)], y/o cualquier otro dispositivo de memoria volátil o no volátil, no transitorio, legible por dispositivo y/o ejecutable por computadora, que almacene información, datos y/o instrucciones que puedan ser utilizado por la circuitería de procesamiento 1670. El medio legible por dispositivo 1680 puede almacenar cualquier instrucción, datos o información adecuados, incluido un programa informático, *software*, una aplicación que incluya una o más lógica, reglas, código, tablas, etc., y/u otras instrucciones que puedan ser ejecutadas por la circuitería de procesamiento 1670 y utilizadas por el nodo de red 1660. El medio legible por dispositivo 1680 puede usarse para almacenar cualquier cálculo hecho por la circuitería de procesamiento 1670 y/o cualquier dato recibido a través de la interfaz 1690. En algunas realizaciones, la circuitería de procesamiento 1670 y el medio legible por dispositivo 1680 pueden considerarse integrados.

La interfaz 1690 se usa en la comunicación cableada o inalámbrica de señalización y/o datos entre el nodo de red 1660, la red 1606 y/o los WD 1610. Como se ilustra, la interfaz 1690 comprende puertos/terminales 1694 para enviar

y recibir datos, por ejemplo, hacia y desde la red 1606 a través de una conexión cableada. La interfaz 1690 también incluye la circuitería de radio *front end* 1692 que puede estar acoplados a, o en determinadas realizaciones, ser parte de la antena 1662. La circuitería de radio *front end* 1692 comprende filtros 1698 y amplificadores 1696. La circuitería de radio *front end* 1692 puede conectarse a la antena 1662 y la circuitería de procesamiento 1670. La circuitería de radio *front end* puede configurarse para condicionar las señales comunicadas entre la antena 1662 y la circuitería de procesamiento 1670. La circuitería de radio *front end* 1692 puede recibir datos digitales que deben enviarse a otros nodos de red o WD a través de la conexión inalámbrica. La circuitería de radio *front end* 1692 puede convertir los datos digitales en una señal de radio que cuenta con el canal adecuado y los parámetros de ancho de banda, que utilizan una combinación de los filtros 1698 y/o los amplificadores 1696. A continuación, la señal de radio se puede transmitir a través de la antena 1662. De manera parecida, cuando recibe los datos, la antena 1662 puede recopilar señales de radio que, luego, se convierten en datos digitales a través de la circuitería de radio *front end* 1692. Los datos se pueden transferir a la circuitería de procesamiento 1670. En otras realizaciones, la interfaz puede comprender diferentes componentes y/o diferentes combinaciones de componentes.

En determinadas realizaciones alternativas, el nodo de red 1660 puede no incluir la circuitería de radio *front end* 1692 separados; en cambio, la circuitería de procesamiento 1670 pueden comprender la circuitería de radio *front end* y pueden conectarse a la antena 1662 sin circuitería de radio *front end* 1692 separada. De manera parecida, en algunas realizaciones, todas o algunas de la circuitería del transceptor de RF 1672 pueden considerarse parte de la interfaz 1690. En otras realizaciones, la interfaz 1690 puede incluir uno o más puertos o terminales 1694, circuitería de radio *front end* 1692 y circuitería de transceptor de RF 1672, como parte de una unidad de radio (no mostrada), y

la interfaz 1690 puede comunicarse con la circuitería de procesamiento de banda de base 1674, que forman parte de una unidad digital (no mostrada).

La antena 1662 puede incluir una o más antenas, o conjuntos de antenas, configurados para enviar y/o recibir señales inalámbricas. La antena 1662 puede estar acoplada a la circuitería de radio *front end* 1690 y puede ser cualquier tipo de antena capaz de transmitir y recibir datos y/o señales de forma inalámbrica. En algunas realizaciones, la antena 1662 puede comprender una o más antenas omnidireccionales, sectoriales o de panel operables para transmitir/recibir señales de radio entre, por ejemplo, 2 GHz y 66 GHz. Se puede usar una antena omnidireccional para transmitir/recibir señales de radio en cualquier dirección, se puede usar una antena sectorial para transmitir/recibir señales de radio desde dispositivos dentro de un área particular, y una antena de panel puede ser una antena de línea de visión utilizada para transmitir/recibir señales de radio en una línea relativamente recta. En algunos casos, el uso de más de una antena puede denominarse MIMO. En determinadas realizaciones, la antena 1662 puede estar separada del nodo de red 1660 y puede conectarse al nodo de red 1660 a través de una interfaz o puerto.

La antena 1662, la interfaz 1690 y/o la circuitería de procesamiento 1670 pueden configurarse para realizar cualquier operación de recepción y/o ciertas operaciones de obtención descritas en el presente documento como realizadas por un nodo de red. Cualquier información, datos y/o señales pueden recibirse desde un dispositivo inalámbrico, otro nodo de red y/o cualquier otro equipo de red. De manera parecida, la antena 1662, la interfaz 1690 y/o la circuitería de procesamiento 1670 pueden configurarse para realizar cualquier operación de transmisión descrita en el presente documento como realizada por un nodo de red. Cualquier información, datos y/o señales pueden transmitirse a un dispositivo inalámbrico, otro nodo de red y/o cualquier otro equipo de red.

La circuitería de alimentación 1687 puede comprender, o estar acoplados a, circuitos de gestión de alimentación y puede estar configurados para

suministrar energía a los componentes del nodo de red 1660 para realizar la funcionalidad descrita en el presente documento. La circuitería de alimentación de alimentación 1687 puede recibir energía de la fuente de alimentación 1686. La fuente de alimentación 1686 y/o la circuitería de alimentación 1687 pueden configurarse para proporcionar energía a los diversos componentes del nodo de red 1660 en una forma adecuada para los componentes respectivos (p. ej., a un nivel de voltaje y corriente necesario para cada componente respectivo). La fuente de alimentación 1686 puede estar incluida o ser externa a la circuitería de alimentación 1687 y/o al nodo de red 1660. Por ejemplo, el nodo de red 1660 puede conectarse a una fuente de alimentación externa (p. ej., una toma de corriente) a través de una circuitería de entrada o interfaz, tal como un cable eléctrico, por lo que la fuente de alimentación externa suministra energía a la circuitería de alimentación 1687. Como otro ejemplo, la fuente de energía 1686 puede comprender una fuente de alimentación en forma de batería o paquete de baterías que está conectado o integrado en la circuitería de alimentación 1687. La batería puede proporcionar energía de respaldo si falla la fuente de alimentación externa. También se pueden usar otros tipos de fuentes de energía, tales como dispositivos fotovoltaicos.

Otras realizaciones del nodo de red 1660 pueden incluir otros componentes con respecto a los que se muestran en la Figura 16 que pueden ser responsables de proporcionar ciertos aspectos de la funcionalidad del nodo de red, incluida cualquiera de las funciones descritas en el presente documento y/o cualquier funcionalidad necesaria para respaldar el objeto descrito en el presente documento. Por ejemplo, el nodo de red 1660 puede incluir un equipo de interfaz de usuario para permitir y/o facilitar la entrada de información en el nodo de red 1660 y para permitir y/o facilitar la salida de información desde el nodo de red 1660. Esto puede permitir y/o facilitar que un usuario realice diagnósticos, mantenimiento, reparación y otras funciones administrativas para el nodo de red 1660.

En algunas realizaciones, un dispositivo inalámbrico (WD, p. ej., WD 1610) puede configurarse para transmitir y/o recibir información sin interacción humana directa. Por ejemplo, un WD se puede diseñar para que transmita información a una red en un horario predeterminado cuando lo activa un evento interno o externo, o en respuesta a las solicitudes de la red. Los ejemplos de WD incluyen, a mero título enunciativo, teléfonos inteligentes, teléfonos móviles, teléfonos celulares, teléfonos de voz por protocolo de Internet (VoIP), teléfonos inalámbricos de bucle local, computadoras de escritorio, asistentes digitales personales (PDA), cámaras inalámbricas, consolas o dispositivos de videojuegos, dispositivos de almacenamiento de música, aparatos de reproducción, dispositivos portátiles, extremos inalámbricos, estaciones móviles, tabletas, computadoras portátiles, equipos integrados en computadoras portátiles (LEE), equipos montados en computadoras portátiles (LME), dispositivos inteligentes, equipos locales del cliente inalámbricos (CPE), dispositivos de comunicación de móviles (MTC), dispositivos de Internet de las cosas (IoT), dispositivos terminales inalámbricos montados en vehículos, etc.

El WD puede admitir la comunicación de dispositivo a dispositivo (D2D), por ejemplo, implementando un estándar 3GPP para comunicación de enlace lateral, vehículo a vehículo (V2V), vehículo a infraestructura (V2I), vehículo a todo (V2X) y, en este caso, puede denominarse dispositivo de comunicación D2D. Como otro ejemplo específico, en una situación relacionada con Internet de las cosas (IoT), el WD puede representar una máquina u otro dispositivo que realiza la supervisión y/o las mediciones, y que transmite los resultados de dicha supervisión y/o mediciones a otro WD y/o nodo de red. En este caso, el WD puede ser un dispositivo de transmisión entre máquinas (M2M), al cual puede hacerse referencia como un dispositivo para tipo de comunicación de máquina (MTC) en el contexto de 3GPP. Como ejemplo específico, el WD puede ser un UE que implementa el estándar 3GPP de Internet de las cosas de banda estrecha (NB-IoT). Ejemplos particulares de esas máquinas o dispositivos son

los sensores; los medidores, tales como los medidores de potencia; la maquinaria industrial, los dispositivos personales o electrodomésticos (p. ej., heladeras, televisores, etc.) o dispositivos de uso personal portátiles (p. ej., relojes pulsera, rastreadores de salud y estado físico, etc.). En otras situaciones, un WD puede representar un vehículo u otro equipo capaz de supervisar y/o informar sobre su estado operativo u otras funciones asociadas con su operación. Conforme se describe arriba, un WD puede representar el extremo de una conexión inalámbrica, en cuyo caso el dispositivo puede denominarse terminal inalámbrica. Un WD, conforme se describe arriba, también puede tratarse de un móvil; en este caso, también puede denominarse dispositivo móvil o terminal móvil.

Como se ilustró, un dispositivo inalámbrico 1610 incluye la antena 1611, la interfaz 1614, la circuitería de procesamiento 1620, el medio legible por dispositivo 1630, el equipo de interfaz de usuario 1632, el equipo auxiliar 1634, la fuente de alimentación 1636 y la circuitería de alimentación 1637. El WD 1610 puede incluir varios conjuntos de uno o más de los componentes ilustrados para diferentes tipos de tecnología inalámbrica que son compatibles con un WD 1610, tales como las tecnologías inalámbricas GSM, WCDMA, LTE, NR, wifi, WiMAX o Bluetooth, solo para mencionar algunas. Estas tecnologías inalámbricas pueden integrarse en el mismo chip, en varios chips o en un conjunto de chips, como otros componentes dentro del WD 1610.

La antena 1611 puede incluir una o más antenas o conjuntos de antenas, que están configuradas para enviar y/o recibir señales inalámbricas; además, está conectada a la interfaz 1614. En determinadas realizaciones alternativas, la antena 1611 puede estar separada del WD 1610 y puede conectarse con el WD 1610 a través de un puerto o interfaz. La antena 1611, la interfaz 1614 y/o la circuitería de procesamiento 1620 pueden configurarse para que realicen cualquier operación de recepción o transmisión que realiza un WD, según se describe en el presente documento. Se puede recibir cualquier tipo de

información, datos y/o señales desde un nodo de red y/u otro WD. En algunas realizaciones, la circuitería de radio *front end* y/o la antena 1611 se pueden considerar como una interfaz.

Según la ilustración, la interfaz 1614 comprende la circuitería de radio *front end* 1612 y la antena 1611. La circuitería de radio *front end* 1612 comprende uno o más filtros 1618 y amplificadores 1616. La circuitería de radio *front end* 1614 se conecta a la antena 1611 y a la circuitería de procesamiento 1620, y puede estar configurada para condicionar las señales comunicadas entre la antena 1611 y la circuitería de procesamiento 1620. La circuitería de radio *front end* 1612 se puede acoplar a formar parte de la antena 1611. En algunas realizaciones, es posible que el WD 1610 no incluya la circuitería de radio *front end* 1612 por separado; en lugar de eso, la circuitería de procesamiento 1620 puede comprender la circuitería de radio *front end* y conectarse a la antena 1611. De manera parecida, en algunas realizaciones, todas o algunas de la circuitería del transceptor de radiofrecuencia (RF) 1622 se pueden considerar como parte de la interfaz 1614. La circuitería de radio *front end* 1612 puede recibir datos digitales que deben enviarse a otros nodos de red o WD a través de la conexión inalámbrica. La circuitería de radio *front end* 1612 puede convertir los datos digitales en una señal de radio que cuenta con el canal adecuado y los parámetros de ancho de banda, que utilizan una combinación de los filtros 1618 y/o los amplificadores 1616. A continuación, la señal de radio se puede transmitir a través de la antena 1611. De manera parecida, cuando recibe los datos, la antena 1611 puede recopilar señales de radio que, luego, se convierten en datos digitales a través de la circuitería de radio *front end* 1612. Los datos se pueden transferir a la circuitería de procesamiento 1620. En otras realizaciones, la interfaz puede comprender diferentes componentes y/o diferentes combinaciones de componentes.

La circuitería de procesamiento 1620 puede comprender una combinación de uno o más microprocesadores, controladores,

microcontroladores, unidades de procesamiento central, procesadores de señales digitales, circuito integrado específico de la aplicación, matrices de puertas programables en el campo o cualquier otro dispositivo informático, recurso o combinación de *hardware*, *software* y/o lógica encriptada operable a fin de proporcionar funcionalidad WD 1610, sea solo o en conjunto con otros componentes del WD 1610, tal como el medio legible por dispositivo 1630. Esa funcionalidad puede incluir cualquiera de las funciones inalámbricas o los beneficios que se analizan en el presente documento.

Por ejemplo, la circuitería de procesamiento 1620 puede ejecutar instrucciones almacenadas en el medio legible por dispositivo 1630 o en la memoria, dentro de la circuitería de procesamiento 1620, a fin de proporcionar la funcionalidad divulgada en el presente documento. Más específicamente, las instrucciones (también denominadas producto de programa informático) almacenadas en el medio 1630 pueden incluir instrucciones que, cuando las ejecuta el procesador 1620, pueden configurar el dispositivo inalámbrico 1610 para que realice operaciones correspondientes a varios métodos ejemplares (p. ej., procedimientos) descritos en el presente documento.

Como se ilustra, la circuitería de procesamiento 1620 incluye uno o más de una circuitería de transceptor de RF 1622, la circuitería de procesamiento de banda de base 1624 y la circuitería de procesamiento de aplicación 1626. En otras realizaciones, la circuitería de procesamiento puede comprender diferentes componentes y/o diferentes combinaciones de componentes. En determinadas realizaciones, la circuitería de procesamiento 1620 del WD 1610 puede comprender un sistema en chip (SOC). En algunas realizaciones, la circuitería del transceptor de RF 1622, la circuitería de procesamiento de banda de base 1624 y la circuitería de procesamiento de aplicación 1626 pueden estar en chips separados o en conjuntos de chips. En realizaciones alternativas, parte o toda la circuitería de procesamiento de banda de base 1624 y la circuitería de procesamiento de aplicación 1626, o una parte de estas, se pueden combinar

con un chip o un conjunto de chips, y la circuitería del transceptor de RF 1622 puede estar en un chip o en un conjunto de chips. En otras realizaciones alternativas, parte o toda la circuitería del transceptor RF 1622 y la circuitería de procesamiento de banda de base 1624, o una parte de estas, se pueden combinar con un chip o un conjunto de chips, y la circuitería de procesamiento de aplicación 1626 puede estar en un chip o en un conjunto de chips. En realizaciones adicionales, parte o toda la circuitería del transceptor de RF 1622, la circuitería de procesamiento de banda de base 1624 y la circuitería de procesamiento de aplicación 1626 se pueden combinar en el mismo chip o en un conjunto de chips. En algunas realizaciones, la circuitería del transceptor de RF 1622 puede formar parte de la interfaz 1614. La circuitería del transceptor de RF 1622 puede condicionar las señales de RF para la circuitería de procesamiento 1620.

En determinadas realizaciones, toda o parte de la funcionalidad que realiza un WD, según se describe en el presente documento, puede ser suministrada por la circuitería de procesamiento 1620, que ejecuta instrucciones almacenadas en un medio legible por dispositivo 1630; este puede ser un medio de almacenamiento legible por computadora en realizaciones específicas. En las realizaciones alternativas, toda la funcionalidad, o una parte de esta, se puede proporcionar mediante la circuitería de procesamiento 1620 sin ejecutar instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento legible por dispositivo discreto o separado, tal como conectado directamente. En una cualquiera de esas realizaciones particulares, independientemente de que ejecute instrucciones almacenadas en un medio de almacenamiento legible por dispositivo o no, la circuitería de procesamiento 1620 se puede configurar para realizar la funcionalidad descrita. Los beneficios que proporciona dicha funcionalidad no se limitan a la circuitería de procesamiento 1620 por sí solos ni a otros componentes del WD 1610, sino que también los aprovecha el WD 1610 en su totalidad, y/o los usuarios finales y la red inalámbrica en general.

la circuitería de procesamiento 1620 puede configurarse para que realicen cualquier operación de cálculo, determinación o parecida (p. ej., ciertas operaciones obtención) que realiza un WD, según se describe en el presente documento. Estas operaciones, según las realicen la circuitería de procesamiento 1620, pueden incluir información de procesamiento obtenida por la circuitería de procesamiento 1620; por ejemplo, convertir la información obtenida en otro tipo de información; comparar la información obtenida o convertida en información almacenada por el WD 1610, y/o realizar una o más operaciones según la información obtenida o convertida y, como resultado de dicho procesamiento, tomar una resolución.

El medio legible por dispositivo 1630 se puede operar para almacenar un programa informático; un *software*; una aplicación que incluye una o más funciones lógicas, reglas, códigos, tablas, etc., y/u otras instrucciones que puede ejecutar la circuitería de procesamiento 1620. El medio legible por dispositivo 1630 puede incluir memoria de computadora [p. ej., la memoria de acceso aleatorio (RAM) o la memoria solo de lectura (ROM)], medios de almacenamiento masivo (p. ej., un disco duro), medios de almacenamiento extraíble [p. ej., un disco compacto (CD) o un disco de video digital (DVD)], y/o cualquier otro dispositivo de almacenamiento de información volátil o no volátil, no transitorio legible por computadora y/o de memoria ejecutable por computadora que almacena información, datos y/o instrucciones que puede usar la circuitería de procesamiento 1620. En algunas realizaciones, la circuitería de procesamiento 1620 y el medio legible por dispositivo 1630 pueden considerarse integrados.

El equipo de interfaz de usuario 1632 puede incluir componentes que permiten y/o facilitan que un usuario humano interactúe con el WD 1610. Dicha interacción puede ser de varias formas, tales como visuales, auditivas, táctiles, etc. El equipo de interfaz de usuario 1632 se puede operar a fin de producir resultados para el usuario y permitirle y/o facilitarle enviar entradas al WD 1610.

El tipo de interacción puede variar según el tipo de equipo de interfaz de usuario 1632 instalado en el WD 1610. Por ejemplo, si el WD 1610 es un teléfono inteligente, la interacción puede ser mediante una pantalla táctil; si el WD 1610 es un medidor inteligente, la interacción puede ser mediante una pantalla que facilite el uso (p. ej., el número de galones usados) o un altavoz que emita una alerta audible (p. ej., si se detecta humo). El equipo de interfaz de usuario 1632 puede incluir interfaces, dispositivos y circuitos de entrada e interfaces, dispositivos y circuitos de salida. El equipo de interfaz de usuario 1632 puede estar configurado para permitir y/o facilitar la entrada de información al WD 1610 y se conecta a la circuitería de procesamiento 1620 para permitir y/o facilitar que estos circuitos de procesamiento 1620 procesen la información de entrada. El equipo de interfaz de usuario 1632 puede incluir, por ejemplo, un micrófono, una proximidad u otro sensor, teclas/botones, una pantalla táctil, una o más cámaras, un puerto USB u otra circuitería de entrada. El equipo de interfaz de usuario 1632 también está configurado para permitir y/o facilitar la salida de información del WD 1610, así como para permitir y/o facilitar que la circuitería de procesamiento 1620 procese información de salida del WD 1610. El equipo de interfaz de usuario 1632 puede incluir, por ejemplo, un altavoz, una pantalla, un circuito vibratorio, un puerto USB, una interfaz de auriculares u otra circuitería de salida. Mediante el uso de una o más interfaces, dispositivos y circuitos de entrada y de salida del equipo de interfaz de usuario 1632, el WD 1610 se puede comunicar con usuarios finales y/o la red inalámbrica, y permitirles y/o facilitarles beneficiarse de la funcionalidad descrita en el presente documento.

El equipo auxiliar 1634 se puede operar para que ofrezca una funcionalidad más específica que los WD no suelen realizar. Esto puede incluir sensores especializados para realizar mediciones con varios propósitos, interfaces para otros tipos de comunicaciones, tales como las comunicaciones

cableadas, etc. La inclusión y la clase de componentes del equipo auxiliar 1634 pueden variar según la realización y/o la situación.

En algunas realizaciones, la fuente de alimentación 1636 puede tener la forma de una pila o un paquete de pilas. También se pueden utilizar otros tipos de fuentes de alimentación, tales como las externas (p. ej., una toma de corriente), los dispositivos fotovoltaicos o las celdas de alimentación eléctrica. El WD 1610 también puede comprender además circuitería de alimentación 1637 para que alimente desde una fuente de alimentación 1636 varias partes del WD 1610 que necesitan alimentación de una fuente de alimentación 1636 a fin de llevar a cabo cualquier funcionalidad descrita o indicada en el presente documento. En determinadas realizaciones, la circuitería de alimentación 1637 puede comprender circuitería de gestión de alimentación. De manera adicional o alternativa, la circuitería de alimentación 1637 puede operarse para que reciban energía de una fuente de alimentación externa. En ese caso, el WD 1610 se puede conectar a la fuente de alimentación externa (como una toma de corriente) a través de una interfaz o circuitos de entrada, tal como un cable de alimentación eléctrica. En determinadas realizaciones, la circuitería de alimentación 1637 se puede operar para suministrar energía desde una fuente de alimentación externa hacia la fuente de alimentación 1636. Este proceso puede ser, por ejemplo, para cargar la fuente de alimentación 1636. La circuitería de alimentación 1637 puede llevar a cabo cualquier conversión u otra modificación a la alimentación de la fuente de alimentación 1636 a fin de que sea adecuada para alimentar los respectivos componentes del WD 1610.

La Figura 17 ilustra una realización de un UE, de conformidad con diversos aspectos descritos en el presente documento. De acuerdo a cómo se usa en el presente documento, un equipo de usuario o UE no tiene necesariamente un usuario en el sentido de un usuario humano que posee y/u opera el dispositivo relevante. En lugar de esto, un UE puede representar un dispositivo destinado a ser vendido u operado por un usuario humano, pero que

probablemente no estará asociado inicialmente con un usuario humano específico (p. ej., un controlador de aspersores inteligentes). De manera alternativa, un UE puede representar un dispositivo que no está destinado a ser vendido u operado por un usuario humano, pero que puede estar asociado u operado en beneficio de un usuario (p. ej., un medidor de potencia inteligente). El UE 17200 puede ser cualquier UE identificado por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), incluidos UE de NB-IoT, UE de comunicación por máquina (MTC) y/o un UE de MTC (eMTC) mejorado. El UE 1700, como se ilustra en la Figura 17, es un ejemplo de WD configurado para comunicación de conformidad con una o más normas promulgadas por el Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), tales como los estándares GSM, UMTS, LTE y/o 5G de 3GPP. Como se mencionó anteriormente, los términos WD y UE se pueden usar indistintamente. En consecuencia, a pesar de que la Figura 17 es un UE, los componentes analizados en el presente documento se aplican de igual modo a un WD y viceversa.

En la Figura 17, UE 1700 incluye la circuitería de procesamiento 1701 que está operativamente acoplado a la interfaz 1705 de entrada/salida, la interfaz de radiofrecuencia (RF) 1709, la interfaz de conexión de red 1711, la memoria 1715 que incluye memoria de acceso aleatorio (RAM) 1717, memoria de solo lectura (ROM) 1719, y medio de almacenamiento 1721 o similar, el subsistema de comunicación 1731, fuente de alimentación 1733 y/o cualquier otro componente o combinación de estos. El medio de almacenamiento 1721 incluye el sistema operativo 1723, el programa de aplicación 1725 y los datos 1727. En otras realizaciones, el medio de almacenamiento 1721 puede incluir otros tipos parecidos de información. Ciertos UE pueden utilizar todos los componentes que se muestran en la Figura 17, o solo un subconjunto de estos. El nivel de integración entre los componentes puede variar desde un UE a otro UE. Asimismo, determinados UE pueden contener instancias varias de un

componente, tales como procesadores múltiples, memorias, transceptores, transmisores, receptores, etc.

En la Figura 17, la circuitería de procesamiento 1701 se puede configurar para procesar instrucciones informáticas y datos. La circuitería de procesamiento 1701 se puede configurar para implementar cualquier máquina de estado secuencial operativa para ejecutar instrucciones de máquinas almacenadas como programas informáticos de lectura mecánica en la memoria, tales como uno o más máquinas de estados implementadas por *hardware* (p. ej., en lógica discreta, FPGA, ASIC, etc.); lógica programable junto con el *firmware* adecuado; uno o más programas almacenados; procesadores de uso general, tales como un microprocesador o Procesador Digitales de Señal (DSP), junto con el *software* adecuado, o una combinación de estos. Por ejemplo, la circuitería de procesamiento 1701 puede incluir dos unidades centrales de procesamiento (CPU). Los datos pueden ser información en un formato adecuado para uso de una computadora.

En la realización representada, la interfaz de entrada/salida 1705 se puede configurar para proporcionar una interfaz de comunicación a un dispositivo de entrada, dispositivo de salida, o un dispositivo de entrada y salida. UE 1700 se puede configurar para usar un dispositivo de salida mediante una interfaz de entrada/salida 1705. Un dispositivo de salida puede usar el mismo tipo de puerto de interfaz como un dispositivo de entrada. Por ejemplo, un puerto USB se pueden usar para proporcionar entrada a y salida desde UE 1700. El dispositivo de salida puede ser un parlante, una tarjeta de sonido, una tarjeta de video, una pantalla, un monitor, una impresora, un actuador, un emisor, una tarjeta inteligente, otro dispositivo de salida o una combinación de estos. UE 1700 se puede configurar para usar un dispositivo de entrada mediante la interfaz de entrada/salida 1705 para permitir y/o facilitar que un usuario capture información al UE 1700. El dispositivo de entrada puede incluir una pantalla táctil o sensible a la proximidad, una cámara (p. ej., una cámara digital, una cámara

de video digital, una cámara web, etc.), un micrófono, un sensor, un mouse, una rueda de desplazamiento (trackball), un control direccional, un trackpad, una rueda de desplazamiento, una tarjeta inteligente y similares. La pantalla sensible a la proximidad puede incluir un sensor táctil capacitivo o resistivo para detectar entrada de un usuario. Un sensor puede ser, por ejemplo, un acelerómetro, un giroscopio, un sensor de inclinación, un sensor de fuerza, un magnetómetro, un sensor óptico, un sensor de proximidad, otro sensor parecido o una combinación de estos. Por ejemplo, el dispositivo de entrada puede ser un acelerómetro, un magnetómetro, una cámara digital, un micrófono o un sensor óptico.

En la Figura 17, la interfaz de RF 1709 se puede configurar para suministrar una interfaz de comunicación a componentes RF, tales como un transmisor, un receptor o una antena. La interfaz de conexión de red 1711 se puede configurar para suministrar una interfaz de comunicación a la red 1743a. La red 1743a puede comprender redes cableadas y/o inalámbricas, tales como una red de área local (LAN), una red de área extendida (WAN), una red informática, una red inalámbrica, una red de telecomunicaciones, otra red parecida o una combinación de estas. Por ejemplo, la red 1743a pueden comprender una red wifi. La interfaz de conexión de red 1711 se puede configurar para incluir una interfaz receptora o emisora utilizada para comunicar con uno o más dispositivos a lo largo de una red de comunicación según uno o más protocolos de comunicación, tales como Ethernet, TCP/IP, SONET, ATM, o parecidos. La interfaz de conexión de red 1711 puede implementar una funcionalidad receptora o emisora adecuada a los enlaces de red de comunicación (p. ej., óptica, eléctrica y similares). Las funciones emisoras y receptoras pueden compartir componentes de circuito, *software* o *firmware*, o alternativamente, se pueden implementar por separado.

La RAM 1717 se puede configurar a la interfaz mediante bus 1702 a la circuitería de procesamiento 1701 para suministrar almacenamiento o almacenamiento en caché de datos o instrucciones informática durante la

ejecución de programas de *software*, tales como el sistema operativo, programas de aplicación y controladores de dispositivo. La ROM 1719 se puede configurar para suministrar instrucciones informática o datos a la circuitería de procesamiento 1701. Por ejemplo, la ROM 1719 se puede configurar para almacenar código de sistema de nivel bajo invariable o datos para funciones básicas de sistema, tales como entradas y salidas básicas (I/O), inicio, o recepción de pulsaciones de un teclado almacenadas en una memoria no volátil. El medio de almacenamiento 1721 se pueden configurar para incluir memoria, tales como RAM, ROM, memoria de solo lectura programable (PROM), memoria de solo lectura programable y borrrable (EPROM), memoria de solo lectura programable y borrrable electrónicamente (EEPROM) discos magnéticos, discos ópticos, disquetes, discos rígidos, cartuchos removibles o memorias flash.

En un ejemplo, el medio de almacenamiento 1721 se puede configurar para incluir el sistema operativo 1723, el programa de aplicación 1725, tal como una aplicación de navegador, un motor de widget o gadget u otra aplicación, y el archivo de datos 1727. El medio de almacenamiento 1721 puede almacenar, para uso del UE 1700, cualquiera de una o más de una serie de diversos sistemas operativos o combinaciones de sistemas operativos. Por ejemplo, el programa de aplicación 1725 puede incluir instrucciones de programa ejecutables (también denominadas producto de programa informático) que, cuando las ejecuta el procesador 1701, pueden configurar el UE 1700 para que realice operaciones correspondientes a varios métodos ejemplares (p. ej., procedimientos) descritos en el presente documento.

El medio de almacenamiento 1721 se puede configurar para incluir un número de unidades de accionamiento físicas, tales como una matriz redundante de discos independientes (RAID), unidad de disquete, memoria flash, memoria flash USB, unidad de disco rígido externo, memoria USB, memoria USB (*pen drive*), memoria *key drive*, disco digital versátil de alta densidad (HD-DVD) unidad de disco óptica, unidad de disco rígido interno, unidad de disco óptica Blu-Ray,

unidad de disco óptico de almacenamiento holográfico de datos digitales (HDDS), módulo de memoria con contactos duales externa (DIMM), memoria de acceso aleatorio dinámica sincrónica (SDRAM), DIMM SDRAM micro externa, memoria de tarjeta inteligente, tal como una tarjeta SIM o un módulo de identidad de suscriptor desmontable (SIM/RUIM) o una combinación de estos. El medio de almacenamiento 1721 puede permitir y/o facilitar al UE 1700 acceder a instrucciones ejecutables por computadora, programas de aplicación o parecidos, almacenados en medios de memoria transitorios o no transitorios, para descargar datos o cargar datos. Un producto de fabricación, tal como uno que utiliza un sistema de comunicación se puede materializar tangiblemente en el medio de almacenamiento 1721, el cual puede comprender un medio legible por dispositivo.

En la Figura 17, la circuitería de procesamiento 1701 se puede configurar para comunicar con la red 1743b usando un subsistema de comunicación 1731. La red 1743a y la red 1743b pueden ser la misma red o redes o una red o redes diferentes. El subsistema de comunicación 1731 se puede configurar para incluir uno o más transceptores utilizados para comunicar con la red 1743b. Por ejemplo, el subsistema de comunicación 1731 puede configurarse para que incluya uno o más transceptores utilizados para comunicarse con uno o más transceptores remotos de otro dispositivo con capacidades de comunicación inalámbrica, tal como otro WD, UE o estación de base de una red de acceso radioeléctrico (RAN), según uno o más protocolos de comunicación tales como IEEE 802.17, CDMA, WCDMA, GSM, LTE, UTRAN, WiMax, o similares. Cada transceptor puede incluir el transmisor 1733 y/o receptor 1735 para implementar la funcionalidad emisora o receptora, respectivamente, adecuada a los enlaces RAN (p. ej., distribuciones de frecuencia y parecidas). Asimismo, el transmisor 1733 y el receptor 1735 de cada transceptor pueden compartir componentes de circuito, *software* o *firmware*, o alternativamente, se pueden implementar por separado.

En la realización ilustrada, las funciones de comunicación del subsistema de comunicación 1731 pueden incluir comunicación de datos, comunicación de voz, comunicación multimedia, comunicaciones de corto alcance, tales como Bluetooth, comunicación de campo cercano, comunicación según la ubicación, tal como el uso de un sistema de posicionamiento global (GPS) para determinar una ubicación, otro tipo de función de comunicación o cualquier combinación de estos. Por ejemplo, el subsistema de comunicación 1731 puede incluir comunicación móvil, comunicación wifi, comunicación Bluetooth y comunicación GPS. La red 1743b puede comprender redes cableadas y/o inalámbricas, tales como una red de área local (LAN), una red de área extendida (WAN), una red informática, una red inalámbrica, una red de telecomunicaciones, otra red parecida o una combinación de estas. Por ejemplo, la red 1743b puede ser una red móvil, una red wifi y/o una red de campo cercano. La fuente de alimentación 1713 se puede configurar para suministrar energía de corriente alternativa (AC) o corriente continua (DC) a componentes del UE 1700.

Las características, beneficios y/o funciones que se describen en el presente documento se pueden implementar en uno de los componentes del UE 1700 o divididos a lo largo de varios componentes del UE 1700. Además, las características, beneficios y/o funciones que se describen en el presente documento se pueden implementar en cualquier combinación de *hardware*, *software* o *firmware*. En un ejemplo, el subsistema de comunicación 1731 se puede configurar para incluir cualquiera de los componentes que se describen en el presente documento. Asimismo, la circuitería de procesamiento 1701 se puede configurar para comunicar con cualquiera de tales componentes mediante el bus 1702. En otro ejemplo, cualquiera de dichos componentes se puede representar mediante instrucciones de programa almacenadas en memoria, de modo tal que cuando sean ejecutadas por la circuitería de procesamiento 1701, estas realicen las funciones correspondientes que se describen en el presente documento. En otro ejemplo, la funcionalidad de cualquiera de tales

componentes se puede dividir entre la circuitería de procesamiento 1701 y el subsistema de comunicación 1731. En otro ejemplo, las funciones de uso intenso que no sean del propio programa de cualquiera de tales componentes se pueden implementar en el *software* o *firmware* y las funciones de uso intenso del propio programa se pueden implementar en el *hardware*.

La Figura 18 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra un entorno de virtualización 1800, en el cual las funciones implementadas por algunas realizaciones se pueden virtualizar. En este contexto, la virtualización significa crear versiones virtuales de los aparatos o dispositivos, que puede incluir la virtualización del *hardware*, plataformas, dispositivos de almacenamiento y recursos de interconexión. Conforme se usa en el presente documento, la virtualización se puede aplicar a un nodo (p. ej., una estación base virtualizada o un nodo de acceso radioeléctrico virtualizado) o a un dispositivo (p. ej., un UE, un dispositivo inalámbrico o cualquier otro tipo de dispositivo de comunicación) o los componentes de este y se refiere a una implementación en la cual al menos uno o más componentes virtuales (p. ej., mediante una o más aplicaciones, componentes, funciones, máquinas virtuales o contenedores que se ejecutan en uno o más nodos de procesamiento físicos en una o más redes).

En algunas realizaciones, algunas o todas las funciones que se describen en el presente documento se pueden implementar como componentes virtuales ejecutados por una o más máquinas virtuales implementadas en uno o más entornos virtuales 1800, alojados por uno o más nodos de *hardware* 1830. Asimismo, en realizaciones en las cuales el nodo virtual no es un nodo de acceso radioeléctrico o no requiere conectividad de radio (p. ej., un nodo de red central), el nodo de red se podrá virtualizar por completo.

Las funciones se pueden implementar por una o más aplicaciones 1820 (que se pueden denominar de manera alternativa instancias de *software*, dispositivos virtuales, funciones de red, nodos virtuales, funciones de red virtuales, etc.) operativas para implementar algunas de las características,

funciones y/o beneficios de algunas de las realizaciones que se divulgan en el presente documento. Las aplicaciones 1820 se ejecutan en un entorno de virtualización 1800, el cual proporciona *hardware* 1830 que comprende la circuitería de procesamiento 1860 y la memoria 1890. La memoria 1890 contiene instrucciones 1895 ejecutadas por una circuitería de procesamiento 1860, mediante el cual la aplicación 1820 es operativa para suministrar una o más características, beneficios y/o funciones que se divulgan en el presente documento.

El entorno de virtualización 1800 puede incluir dispositivos de *hardware* de red (o nodos) 1830 para fines generales o especiales que comprenden un conjunto de uno o más procesadores o circuitería de procesamiento 1860, que pueden ser procesadores disponibles comercialmente (COTS), circuitos integrados de aplicación específica (ASIC) dedicados o cualquier otro tipo de circuitería de procesamiento incluidos componentes de *hardware* digitales o analógicos o procesadores para fines especiales. Cada dispositivo de *hardware* puede comprender memoria 1890-1, la cual puede ser una memoria no persistente para almacenar instrucciones temporalmente 1895 o *software* ejecutado por la circuitería de procesamiento 1860. Por ejemplo, las instrucciones 1895 pueden incluir instrucciones de programa (también denominadas producto de programa informático) que, cuando las ejecuta la circuitería de procesamiento 1860, pueden configurar el nodo de *hardware* 1820 para que realice operaciones correspondientes a varios métodos de ejemplo (p. ej., procedimientos) descritos en el presente documento. Dichas operaciones también se pueden atribuir a los nodos virtuales 1820 que están alojados en el nodo de *hardware* 1830.

Cada dispositivo de *hardware* puede comprender uno o más controladores de interfaz de red (NIC) 1870, también conocido como tarjetas de interfaz de red, que incluye interfaz de red física 1880. Cada dispositivo de *hardware* también puede incluir un medio de almacenamiento legible por

máquinas, persistente y no transitorio 1890-2, que tiene almacenado *software* 1895 y/o instrucciones ejecutables por la circuitería de procesamiento 1860 en este. *Software* 1895 puede incluir cualquier tipo de *software*, incluido el *software* para instanciar una o más capas de virtualización 1850 (también denominado como hipervisores), *software* para ejecutar máquinas virtuales 1840, así como *software* con capacidad para ejecutar funciones, características y/o beneficios que se describen en relación con algunas realizaciones descritas en el presente documento.

Las máquinas virtuales 1840 comprenden procesamiento virtual, memoria virtual, interconexión o interfaz virtual y almacenamiento virtual, y se pueden ejecutar por una capa de virtualización 1850 o hipervisor correspondiente. Las distintas realizaciones de la instancia del dispositivo virtual 1820 se pueden implementar en una o más máquinas virtuales 1840, y las implementaciones se pueden hacer de diferentes formas.

Durante la operación, la circuitería de procesamiento 1860 ejecuta *software* 1895 para instanciar el hipervisor o la capa de virtualización 1850, que a veces se pueden referir como un monitor de máquina virtual (VMM). La capa de virtualización 1850 puede presentar una plataforma de operación virtual que aparece como un *hardware* de interconexión a una máquina virtual 1840.

Tal como se muestra en la Figura 18, *hardware* 1830 puede ser un nodo de red autónomo con componentes genérico o específicos. *Hardware* 1830 puede comprender la antena 18225 y puede implementar algunas funciones mediante la virtualización. Alternativamente, el *hardware* 1830 puede ser parte de un conjunto de *hardware* más grande [p. ej., tal como en un centro de datos o equipo de las instalaciones del cliente (CPE)], donde muchos nodos de *hardware* funcionen en conjunto y se administran mediante administración y orquestación (MANO) 18100, el cual, entre otros, supervisa la administración del ciclo de vida de las aplicaciones 1820.

En algunos contextos, la virtualización del *hardware* se refiere como una virtualización de las funciones de red (NFV). La NFV se puede usar para consolidar muchos tipos de equipo de red en el *hardware* del servidor de gran volumen estándar de la industria, interruptores físicos y almacenamiento físico, la cual se puede ubicar en centros de datos y en equipos de las instalaciones del cliente.

En el contexto de la NFV, la máquina virtual 1840 puede ser una implementación de *software* de una máquina virtual que ejecuta programas como si se ejecutaran en una máquina física no virtualizada. Cada máquina virtual 1840, y esa parte del *hardware* 1830 que ejecuta esa máquina virtual, siendo un *hardware* dedicado a esta máquina virtual y/o *hardware* compartido por esa máquina virtual con otras máquinas virtuales 1840, forma elementos de una red virtual separada (VNE).

Aún en el contexto de la NFV, la Función de Red Virtual (VNF) es responsable de administrar las funciones de red específica que se ejecutan en una o más máquinas virtuales 1840 sobre la infraestructura de interconexión de *hardware* 1830 y corresponde a la aplicación 1820 en la Figura 18.

En algunas realizaciones, una o más unidades de radio 18200 que cada una incluye uno o más transmisores 18220 y uno o más receptores 18210 se pueden acoplar a una o más antenas 18225. Las unidades de radio 18200 pueden comunicar directamente con nodos de *hardware* 1830 mediante una o más interfaces de red adecuadas y se pueden usar en combinación con los componentes virtuales para suministrar un nodo virtual con capacidades de radio, tales como un nodo de acceso radioeléctrico o una estación base. Los nodos dispuestos de esta manera también pueden comunicarse con uno o más UE, tal como se describe en otras partes del presente documento.

En algunas realizaciones, algunas señalizaciones se pueden efectuar con el uso del sistema de control 18230, que se puede usar alternativamente para la

comunicación entre los nodos de *hardware* 1830 y las unidades radioeléctricas 18200.

Con referencia a la FIGURA 19, de conformidad con una realización, un sistema de comunicaciones incluye la red de telecomunicaciones 1910, tal como una red celular de tipo 3GPP, que comprende la red de acceso 1911, tal como una red de acceso radioeléctrico, y la red central 1914. La red de acceso 1911 comprende una pluralidad de estaciones base 1912a, 1912b, 1912c, tales como NB, eNb, gNB u otros tipos de puntos de acceso inalámbricos, cada uno define un área de cobertura correspondiente 1913a, 1913b, 1913c. Cada estación base 1912a, 1912b, 1912c puede conectarse a la red central 1914 a través de una conexión cableada o inalámbrica 1915. Un primer UE 1991 ubicado en el área de cobertura 1913c se puede configurar para que se conecte de manera inalámbrica o para que sea localizado por la correspondiente estación base 1912c. Un segundo UE 1992 en el área de cobertura 1913a puede conectarse de manera inalámbrica a la correspondiente estación base 1912a. Si bien en este ejemplo se ilustran una pluralidad de UE 1991, 1992, las realizaciones divulgadas son igualmente aplicables a una situación en la que un UE único está en el área de cobertura o donde un UE único se conecta con

La red de telecomunicación 1910 se conecta por sí sola al equipo central 1930, que puede estar comprendido en el *hardware* y/o *software* de un servidor independiente, un servidor implementado en la nube, un servidor distribuido o como recursos de procesamiento en una granja de servidores. El equipo central 1930 puede encontrarse bajo la propiedad o el control de un proveedor de servicios o puede ser operado por un proveedor de servicios o en representación del proveedor de servicios. Las conexiones 1921 y 1922 entre la red de telecomunicación 1910 y el equipo central 1930 se pueden extender directamente desde la red central 1914 a un equipo central 1930 o pueden navegar mediante una red intermedia opcional 1920. La red intermedia 1920 puede consistir en una red pública, privada o central, o una combinación de más

de una de estas; la red intermedia 1920, si aplica, puede ser una red troncal o el Internet, en particular, la red intermedia 1920 puede comprender dos o más subredes (no se muestran).

El sistema de comunicación de la Figura 19 en su conjunto permite la conectividad entre los UE conectados 1991, 1992 y el equipo central 1930. La conectividad se puede describir como una conexión de libre transmisión (OTT) 1950. El equipo central 1930 y los UE conectados 1991, 1992 se configuran para comunicar datos y/o señalización mediante la conexión OTT 1950, usando la red de acceso 1911, la red central 1914, cualquier red intermedia 1920 y otra posible infraestructura (no se muestra) como intermediarios. La conexión OTT 1950 puede ser transparente en el sentido de que los dispositivos de comunicación participantes, mediante los cuales pasa la conexión OTT 1950, no tienen conocimiento del enrutamiento de las comunicaciones de enlace ascendente y descendente. Por ejemplo, la estación base 1912 puede no estar informada o no requiera estar informada sobre el enrutamiento pasado de una comunicación de enlace descendente entrante con datos que se originan del equipo central 1930 a enviar (p. ej., traspasados) a un UE conectado 1991. Similarmente, la estación de base 1912 no necesita tener conocimiento del enrutamiento futuro de una comunicación de enlace ascendente continuo que se origina del UE 1991 hacia el equipo central 1930.

Las implementaciones de ejemplo, de conformidad con una realización, del UE, de la estación base y del equipo central analizados en los párrafos anteriores, se describirán ahora con referencia a la Figura 20. En el sistema de comunicación 2000, el equipo central 2010 comprende el *hardware* 2015 que incluye una interfaz de comunicación 2016 configurada para establecer y mantener una conexión cableada o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación 2000. El equipo central 2010 además comprende la circuitería de procesamiento 2018, que pueden tener capacidades de almacenamiento y/o procesamiento. En particular,

la circuitería de procesamiento 2018 puede comprender uno o más procesadores programables, circuito integrado específico de la aplicación, matrices de puertas programables en el campo o combinaciones de estos, no se muestran, adaptados para ejecutar instrucciones. El equipo central 2010 puede además comprender un *software* 2011, que está almacenado en, o es accesible mediante, el equipo central 2010 y ejecutable por la circuitería de procesamiento 2018. El *software* 2011 incluye una aplicación central 2012. La aplicación central 2012 puede ser operable para proporcionar un servicio a un usuario remoto, tal como el UE 2030, conectando a través de la conexión OTT 2050, terminando en el UE 2030 y el equipo central 2010. Al proporcionar el servicio al usuario remoto, la aplicación central 2012 puede proporcionar datos de usuario que se transmiten al usar la conexión OTT 2050.

El sistema de comunicación 2000 además puede incluir la estación de base 2020 proporcionada en un sistema de telecomunicación y comprende el *hardware* 2025, permitiéndole comunicarse con el equipo central 2010 y con el UE 2030. El *hardware* 2025 puede incluir una interfaz de comunicación 2026 para configurar y mantener una conexión cableada o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación 2000, así como una interfaz de radio 2027 para configurar y mantener al menos una conexión inalámbrica 2070 con el UE 2030 ubicado en un área de cobertura (no mostrada en la Figura 20) servida por la estación base 2020. La interfaz de comunicación 2026 se puede configurar para facilitar la conexión 2060 al equipo central 2010. La conexión 2060 puede ser directa o puede pasar a través de una red central (no mostrada en la Figura 20) del sistema de telecomunicaciones y/o a través de una o más redes intermedias fuera del sistema de telecomunicaciones. En la realización que se exhibe, el *hardware* 2025 de la estación de base 2020 además puede incluir la circuitería de procesamiento 2028, la cual puede comprender uno o más procesadores programables, circuito integrado específico de la aplicación, matrices de puertas

programables en el campo o combinaciones de estos (no se muestran) adaptados para ejecutar instrucciones.

La estación base 2020 también incluye el *software* 2021 almacenado internamente o accesible a través de una conexión externa. Por ejemplo, el *software* 2021 pueden incluir instrucciones de programa (también denominadas producto de programa informático) que, cuando las ejecuta la circuitería de procesamiento 2028, pueden configurar la estación base 2020 para que realice operaciones correspondientes a varios métodos de ejemplo (p. ej., procedimientos) descritos en el presente documento.

El sistema de comunicación 2000 también puede incluir el UE 2030 al que ya se ha hecho referencia, cuyo *hardware* 2035 puede incluir la interfaz de radio 2037 configurada para establecer y mantener la conexión inalámbrica 2070 con una estación base que presta servicio a un área de cobertura en el que el UE 2030 se encuentra ubicado en la actualidad. El *hardware* 2035 del UE 2030 además puede incluir la circuitería de procesamiento 2038, la cual puede comprender uno o más procesadores programables, circuito integrado específico de la aplicación, matrices de puertas programables en el campo o combinaciones de estos (no se muestran) adaptados para ejecutar instrucciones.

El UE 2030 también incluye un *software* 2031, que está almacenado o es accesible mediante el UE 2030, y se puede ejecutar por la circuitería de procesamiento 2038. El *software* 2031 incluye una aplicación de cliente 2032. La aplicación de cliente 2032 puede ser operable para proporcionar un servicio a un usuario humano o no humano por medio del UE 2030, con el soporte de equipo central 2010. En el equipo central 2010, una aplicación central en ejecución 2012 puede comunicarse con la aplicación de cliente en ejecución 2032 por medio de la conexión OTT 2050, terminando en el UE 2030, y el equipo central 2010. Al proporcionar el servicio al usuario, la aplicación de cliente 2032 puede recibir datos de solicitud desde la aplicación central 2012 y proporcionar datos de usuario en respuesta a los datos de solicitud. La conexión

OTT 2050 puede transferir los datos de solicitud y los datos de usuario. La aplicación de cliente 2032 puede interactuar con el usuario para generar los datos de usuario que proporciona. El *software* 2031 también puede incluir instrucciones de programa (también denominadas producto de programa informático) que, cuando las ejecuta la circuitería de procesamiento 2038, pueden configurar el UE 2030 para que realice operaciones correspondientes a varios métodos de ejemplo (p. ej., procedimientos) descritos en el presente documento.

Se observa que el equipo central 2010, la estación base 2020 y el UE 2030 ilustrados en la Figura 20 pueden ser parecidos o idénticos al equipo central 1230, una de las estaciones base 1612a, 1612b, 1612c y uno de los UE 1691, 1692 de la Figura 16, respectivamente. Es decir, el funcionamiento interno de estas entidades puede ser el que se muestra en la Figura 20 e, independientemente, la topología de red circundante puede ser la de la Figura 16.

En la Figura 20, la conexión OTT 2050 se ha dibujado de forma abstracta para ilustrar la comunicación entre el equipo central 2010 y el UE 2030, mediante la estación base 2020, sin referencia explícita a cualquier dispositivo intermediario y el enrutamiento preciso de los mensajes mediante estos dispositivos. La infraestructura de la red puede determinar el enrutamiento, que puede estar configurada para ocultarse del UE 2030, del proveedor de servicios que opera el equipo central 2010 o de ambos. Si bien la conexión OTT 2050 está activa, la infraestructura de la red puede además tomar decisiones mediante las cuales cambia dinámicamente el enrutamiento (p. ej., basándose en la consideración del equilibrio de carga o la reconfiguración de la red).

La conexión inalámbrica 2070 entre el UE 2030 y la estación base 2020 es de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones que se describen a lo largo de esta divulgación. Una o más de las varias realizaciones mejoran el rendimiento de los servicios OTT prestados al UE 2030 usando la conexión

OTT 2050, donde la conexión inalámbrica 2070 forma el último segmento. Más precisamente, las realizaciones ejemplares descritas en el presente documento pueden mejorar la flexibilidad de la red para monitorear la calidad de servicio (QoS) de extremo a extremo de los flujos de datos, incluidos sus correspondientes portadores de radio, asociados con sesiones de datos entre un equipo de usuario (UE) y otra entidad, tal como una aplicación de datos OTT o un servicio externo a la red 5G. Estas y otras ventajas pueden facilitar el diseño, implementación y despliegue más oportunos de soluciones de 5G/NR. Además, tales realizaciones pueden facilitar un control flexible y oportuno de la QoS de la sesión de datos, lo que puede conducir a mejoras en la capacidad, el rendimiento, la latencia, etc. que prevé el 5G/NR y son importantes para el crecimiento de los servicios de OTT.

Se puede proporcionar un procedimiento de medición con el fin de controlar la velocidad de datos, la latencia y otros aspectos operativos de red en los que mejoran una o más realizaciones. Además, podría haber una funcionalidad de red opcional para reconfigurar la conexión OTT 2050 entre el equipo central 2010 y el UE 2030, en respuesta a las variaciones en los resultados de medición. El procedimiento de medición y/o la funcionalidad de red para reconfigurar la conexión OTT 2050 se podría implementar en el *software* 2011 y el *hardware* 2015 del equipo central 2010 o en el *software* 2031 y el *hardware* 2035 del UE 2030, o ambos. En realizaciones, los sensores (no se muestran) se podrían emplear en o en asociación con dispositivos de comunicación mediante los cuales atraviesa la conexión OTT 2050, los sensores podrían participar en el procedimiento de medición al suministrar valores de las cantidades supervisadas que se ejemplifican arriba o al suministrar valores de otras cantidades físicas de las cuales el *software* 2011, 2031 podría computar o estimar las cantidades supervisadas. La reconfiguración de la conexión OTT 2050 podría incluir un formato de mensaje, configuraciones de retransmisión, enrutamiento preferido, etc.; no es necesario que la

reconfiguración afecte la estación base 2020, y podría ser desconocido o imperceptible a la estación base 2020. Dichos procedimientos y funcionalidades pueden ser conocidos y practicados en la técnica. En determinadas realizaciones, las mediciones pueden involucrar mediciones del equipo central 2010 que facilitan la señalización del UE de propiedad del rendimiento, tiempos de propagación, latencia y parecidos. Las mediciones se pueden implementar en aquel *software* 2011 y 2031 que genera la transmisión de mensajes, en particular mensajes vacíos o “ficticios”, usando la conexión OTT 2050, mientras supervisa los tiempos de propagación, errores, etc.

La Figura 21 es un esquema de operaciones que muestra un método y/o procedimiento ejemplar que se implementa en un sistema de comunicación, de conformidad con una realización. El sistema de comunicación incluye un equipo central, una estación base y un UE que, en algunas realizaciones de ejemplo, pueden ser aquellas descritas con referencia a otras figuras del presente documento. Para simplificar la presente divulgación, solo se incluirán en esta sección las referencias de los dibujos a la Figura 21. En el paso 2110, el equipo central suministra datos de usuario. En el subpaso 2111 (que puede ser opcional) del paso 2110, el equipo central proporciona los datos de usuario ejecutando una aplicación central. En el paso 2120, el equipo central inicia una transmisión que transporta los datos de usuario al UE. En el paso 2130 (que puede ser opcional), la estación base transmite al UE los datos de usuario que se transportaron en la transmisión que inició el equipo central, de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta divulgación. En el paso 2140 (que también puede ser opcional), el UE ejecuta una aplicación de cliente asociada con la aplicación central ejecutada por el equipo central.

La Figura 22 es un esquema de operaciones que muestra un método y/o procedimiento ejemplar que se implementa en un sistema de comunicación, de conformidad con una realización. El sistema de comunicación incluye un equipo central, una estación base y un UE, que pueden ser aquellos descritos con

referencia a otras figuras del presente documento. Para simplificar la presente divulgación, solo se incluirán en esta sección las referencias de los dibujos a la Figura 22. En el paso 2210 del método, el equipo central suministra datos de usuario. En un subpaso opcional (no se muestra) el equipo central proporciona los datos de usuario al ejecutar una aplicación central. En el paso 2220, el equipo central inicia una transmisión que transporta los datos de usuario al UE. La transmisión puede pasar a través de la estación base de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta divulgación. En el paso 2230 (que puede ser opcional), el UE recibe los datos de usuario transportados en la transmisión.

La Figura 23 es un esquema de operaciones que muestra un método y/o procedimiento ejemplar que se implementa en un sistema de comunicación, de conformidad con una realización. El sistema de comunicación incluye un equipo central, una estación base y un UE, que pueden ser aquellos descritos con referencia a otras figuras del presente documento. Para simplificar la presente divulgación, solo se incluirán en esta sección las referencias de los dibujos a la Figura 23. En el paso 2310 (que puede ser opcional), el UE recibe datos de entrada proporcionados por el equipo central. De manera alternativa o adicional, en el paso 2320, el UE suministra datos de usuario. En el subpaso 2321 (que puede ser opcional) del paso 2320, el UE proporciona los datos de usuario ejecutando una aplicación de cliente. En el subpaso 2311 (que puede ser opcional) del paso 2310, el UE ejecuta una aplicación de cliente que proporciona los datos de usuario en reacción a los datos de entrada recibidos proporcionados por el equipo central. Al proporcionar los datos de usuario, la aplicación de cliente ejecutada puede considerar además la entrada de usuario recibida del usuario. Independientemente de la forma específica en que se proporcionaron los datos de usuario, el UE inicia, en el subpaso 2330 (que puede ser opcional), la transmisión de los datos de usuario al equipo central. En el paso 2340 del método, el equipo central recibe los datos de usuario transmitidos desde el UE,

de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de la presente divulgación.

La Figura 24 es un esquema de operaciones que muestra un método y/o procedimiento ejemplar que se implementa en un sistema de comunicación, de conformidad con una realización. El sistema de comunicación incluye un equipo central, una estación base y un UE, que pueden ser aquellos descritos con referencia a otras figuras del presente documento. Para simplificar la presente divulgación, solo se incluirán en esta sección las referencias de los dibujos a la Figura 24. En el paso 2410 (que puede ser opcional), de conformidad con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta divulgación, la estación base recibe datos de usuario del UE. En el paso 2420 (que puede ser opcional), la estación base inicia una transmisión de los datos de usuario recibidos al equipo central. En el paso 2430 (que puede ser opcional), el equipo central recibe los datos de usuario transportados en la transmisión iniciada por la estación base.

Como describe en el presente documento, el dispositivo y/o aparato pueden estar representados por un chip de semiconductor, un *chipset*, o un módulo (de *hardware*) que comprende tal chip o *chipset*; esto, sin embargo, no excluye la posibilidad de implementar una funcionalidad de un dispositivo o aparato, en lugar de implementar un *hardware*, como un módulo de *software* tal como un programa informático o un producto de programa informático que comprende partes ejecutables de código de *software* para su ejecución en un procesador. Además, la funcionalidad de un dispositivo o aparato puede ser implementada por cualquier combinación de *hardware* y *software*. Un dispositivo o aparato también pueden considerarse como una unidad de numerosos dispositivos y/o aparatos, ya sea funcionalmente en cooperación mutua o independientemente uno del otro. Además, los dispositivos y aparatos pueden implementarse de una manera distribuida por todo un sistema, siempre que se

conservar la funcionalidad del dispositivo o aparato. Tales principios y otros similares se consideran tal como es conocido por los expertos en la materia.

Además, las funciones descritas en el presente documento se describen como realizadas por un dispositivo inalámbrico o un nodo de red pueden distribuirse en una pluralidad de dispositivos inalámbricos y/o nodos de red. En otras palabras, se contempla que las funciones del nodo de red y dispositivo inalámbrico descritas en el presente documento no se limitan al rendimiento de un solo dispositivo físico y, de hecho, se pueden distribuir entre varios dispositivos físicos.

A menos que se defina de modo contrario, todos los términos (incluidos los términos técnicos y científicos) usados en el presente documento tienen el mismo sentido que entiende comúnmente una persona con experiencia en la técnica a la cual pertenece esta divulgación. Se comprenderán aún más los términos usados en el presente documento si se interpretan como que tienen un significado que es coherente con su significado en el contexto de esta memoria y la técnica relevante y no se interpretará en un sentido idealizado o extremadamente formal a menos que se defina de manera expresa en el presente documento.

Además, ciertos términos usados en la presente divulgación, incluida la memoria, los dibujos y las realizaciones ejemplares de estos, pueden usarse como sinónimos en ciertas instancias, incluidos, a mero título enunciativo, p. ej., datos e información. Se entiende que, aunque estas palabras y/u otras palabras que pueden ser sinónimos entre sí puedan usarse en el presente documento como sinónimos, puede haber instancias en que tales palabras no se pretendan usar como sinónimos. Además, en la medida en que los conocimientos de la técnica anterior no hayan sido incorporados explícitamente como referencia en el presente documento, estos se incorporan explícitamente en su totalidad en el presente documento. Todas las publicaciones mencionadas se incorporan en su totalidad en el presente documento como referencia.

Como se usan en el presente documento, a menos que se indique expresamente lo contrario, las frases “al menos uno de” y “uno o más de uno”, seguidas de una lista conjuntiva de elementos enumerados (p. ej., “A y B”, “A, B y C”), pretenden significar “al menos un elemento, y cada elemento se selecciona de la lista que consiste en” los elementos enumerados. Por ejemplo, “al menos uno de A y B” pretende significar cualquiera de los siguientes: A; B; A y B. Del mismo modo, “uno o más de A, B y C” pretende significar cualquiera de los siguientes: A; B; C; A y B; B y C; A y C; A, B y C.

Como se usa en el presente documento, a menos que se indique expresamente lo contrario, la frase “una pluralidad de”, seguida de una lista conjuntiva de elementos enumerados (p. ej., “A y B”, “A, B y C”), pretende significar “varios elementos, y cada elemento se selecciona de la lista que consiste en” los elementos enumerados. Por ejemplo, “una pluralidad de A y B” pretende significar cualquiera de los siguientes: más de un A; más de un B; o al menos un A y al menos un B.

Lo anterior ilustra meramente los principios de la divulgación. Diversas modificaciones y alteraciones a las realizaciones descritas serán evidentes para los expertos en la materia en vista de las enseñanzas del presente documento. Se apreciará, por lo tanto, que los expertos en la materia serán capaces de idear numerosos sistemas, arreglos y procedimientos que, aunque no se muestren o describan explícitamente en el presente documento, realizan los principios de la divulgación y pueden quedar, por lo tanto, dentro del espíritu y alcance de la divulgación. Varias realizaciones ejemplares se pueden usar juntas, así como de manera indistinta, como lo comprenden los expertos en la técnica.

Las realizaciones de ejemplo de las técnicas y aparatos descritos en el presente documento incluyen, a mero título enunciativo, los siguientes ejemplos enumerados:

1. Un método realizado por un equipo de usuario (UE) para movilidad condicional en una red de acceso radioeléctrico (RAN), el método comprende:

recibir, de la RAN, uno o más mensajes relacionados con la movilidad que comprenden:

- una primera indicación de una operación de movilidad;
- una segunda indicación de una condición desencadenante de la operación de movilidad;
- una segunda configuración de medición relacionada con una celda fuente; y
- una tercera configuración de medición relacionada con una o más celdas objetivo;
- detectar la condición desencadenante respecto de una de las celdas objetivo según la segunda configuración de medición; y
- ejecutar la operación de movilidad, respecto de la celda objetivo, según la tercera configuración de medición.

2. El método de la realización 1, donde detectar el evento desencadenante comprende realizar segundas mediciones en la celda fuente según la segunda configuración de medición.

3. El método de cualquiera de las realizaciones 1-2, donde recibir el comando de movilidad condicional comprende además almacenar la segunda y tercera configuración de medición.

4. El método de cualquiera de las realizaciones 1-3, donde ejecutar la operación de movilidad comprende una o más de las siguientes operaciones:

- dejar de realizar mediciones en la celda fuente;
- eliminar una segunda configuración de medición almacenada; y
- realizar e informar terceras mediciones en la celda objetivo según la tercera configuración de medición.

5. El método de cualquiera de las realizaciones 1-4, que comprende además recibir, de un nodo fuente que presta servicio al UE, una primera configuración de medición.

6. El método de la realización 5, que comprende además realizar e informar las primeras mediciones en la celda fuente según la primera configuración de medición.

7. El método de cualquiera de las realizaciones 5-6, donde recibir la primera configuración de medición comprende almacenar la primera configuración de medición.

8. El método de cualquiera de las realizaciones 5-7, donde:

la tercera configuración de medición es recibida como una configuración de medición completa; y

ejecutar la operación de movilidad comprende además reemplazar una primera configuración de medición almacenada por la tercera configuración de medición.

9. El método de cualquiera de las realizaciones 5-7, donde al menos se aplica una de las siguientes condiciones:

la segunda configuración de medición se recibe como una delta respecto de la primera configuración de medición;

la tercera configuración de medición se recibe como una delta respecto de la primera configuración de medición; y

la tercera configuración de medición se recibe como una delta respecto de la primera y la segunda configuración de medición.

10. El método de cualquiera de las realizaciones 1-9, donde el uno o más mensajes relacionados con la movilidad comprenden un comando de movilidad condicional, recibido de un nodo fuente, que comprende la primera y segunda indicación y la segunda y tercera configuración de medición.

11. El método de las realizaciones 1-9, donde el uno o más mensajes relacionados con la movilidad incluyen:

un comando de movilidad condicional, recibido de un nodo fuente, que incluye la primera y segunda indicación y la segunda configuración de medición, y

un mensaje de reconfiguración, recibido de un nodo objetivo, que comprende la tercera configuración de medición.

12. El método de la realización 11, donde ejecutar la operación de movilidad según la tercera configuración comprende:

realizar e informar terceras mediciones en la celda objetivo según la segunda configuración de medición; y

luego recibir el mensaje de configuración que comprende la tercera configuración de medición.

13. Un método, realizado por un nodo fuente, para la movilidad condicional de un equipo de usuario (UE) en una red de acceso radioeléctrico (RAN), el método comprende:

enviar, a un nodo objetivo, una solicitud para aceptar una operación de movilidad condicional relacionada con el UE;

recibir, del nodo objetivo, una confirmación de la operación de movilidad condicional, la confirmación incluye una tercera configuración de medición relacionada con una o más celdas objetivo a las que presta servicio el nodo objetivo;

determinar una segunda configuración de medición relacionada con una condición desencadenante de la operación de movilidad condicional; y

enviar, al UE, un comando de movilidad condicional que comprende:

una indicación de la operación de movilidad;

una indicación de la condición desencadenante; y

la segunda configuración de medición.

14. El método de la realización 13, donde el comando de movilidad condicional incluye también la tercera configuración de medición.

15. El método de la realización 13, que comprende además enviar la segunda configuración de medición al nodo objetivo.

16. El método de cualquiera de las realizaciones 13-15, que comprende además enviar, al UE, una primera configuración de medición relacionada con

una celda fuente, donde la solicitud al nodo objetivo incluye también la primera configuración de medición.

17. El método de cualquiera de las realizaciones 13-16, que comprende además determinar que una operación de movilidad condicional sea obligatoria para el UE.

18. El método de cualquiera de las realizaciones 16-17, donde determinar que una operación de movilidad condicional es obligatoria comprende recibir las primeras mediciones realizadas por el UE según la primera configuración de medición.

19. El método de cualquiera de las realizaciones 11-18, que comprende además recibir, del nodo objetivo, una indicación de que la operación de movilidad condicional ha sido ejecutada.

20. El método de cualquiera de las realizaciones 11-19, donde enviar la primera configuración de medición comprende almacenar la primera configuración de medición.

21. El método de cualquiera de las realizaciones 11-20, donde determinar la segunda configuración de medición comprende almacenar la segunda configuración de medición.

22. El método de cualquiera de las realizaciones 11-21, que comprende además eliminar la primera y segunda configuración almacenada.

23. El método de cualquiera de las realizaciones 11-22, donde al menos se aplica una de las siguientes condiciones:

la segunda configuración de medición se determina como una delta respecto de la primera configuración de medición;

la tercera configuración de medición se recibe como una delta respecto de la primera configuración de medición; y

la tercera configuración de medición se recibe como una delta respecto de la primera y la segunda configuración de medición.

24. Un método, realizado por un nodo objetivo, para la movilidad condicional de un equipo de usuario (UE) en una red de acceso radioeléctrico (RAN), el método comprende:

recibir, de un nodo fuente, una solicitud para aceptar una operación de movilidad condicional relacionada con el UE, la solicitud incluye una primera configuración de medición para el UE;

según la primera configuración de medición, determinar una tercera configuración de medición para el UE en relación con una o más celdas objetivo al que presta servicio el nodo objetivo;

enviar, al nodo fuente, una confirmación de la operación de movilidad condicional, la confirmación incluye la tercera configuración de medición; y

ejecutar la operación de movilidad condicional con el UE en una de las celdas objetivo, según la tercera configuración de medición.

25. El método de la realización 24, que comprende además enviar, al nodo fuente, una indicación de que la operación de movilidad condicional ha sido ejecutada.

26. El método de cualquiera de las realizaciones 24-25, donde la tercera configuración de medición se envía como una delta respecto de la primera configuración de medición.

27. El método de cualquiera de las realizaciones 24-25, donde la tercera configuración de medición se envía como una configuración de medición completa.

28. El método de cualquiera de las realizaciones 24-27, donde ejecutar la operación de movilidad condicional comprende recibir mediciones realizadas por el UE en una de las celdas objetivo según la tercera configuración de medición.

29. El método de cualquiera de las realizaciones 24-27, donde ejecutar la operación de movilidad condicional comprende:

recibir mediciones realizadas por el UE en una de las celdas objetivo según la segunda configuración de medición; y

enviar luego, al UE, un mensaje de reconfiguración que comprende la tercera configuración de medición.

30. El método de la realización 29, que comprende además recibir, del nodo fuente, una segunda configuración de medición para el UE, donde la segunda configuración de medición se recibe como una delta respecto de la primera configuración de medición.

31. El método de la realización 30, donde la tercera configuración de medición se envía como una delta respecto de la primera y la segunda configuración de medición.

32. Un equipo de usuario (UE) configurado para dar soporte a la movilidad condicional en una red de acceso radioeléctrico (RAN), el UE comprende:

circuitería de comunicación configurada para comunicarse con uno o más nodos de red en la RAN;

circuitería de procesamiento asociada operativamente a la circuitería de comunicación y configurada para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las realizaciones 1-12.

33. Un equipo de usuario (UE) configurado para dar soporte a la movilidad condicional en una red de acceso radioeléctrico (RAN), el UE está dispuesto para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las realizaciones 1-12.

34. Un medio legible por computadora no transitorio que almacena instrucciones ejecutables por computadora que, cuando las ejecuta la circuitería de procesamiento que comprende un equipo de usuario (UE), configuran el UE para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las reivindicaciones 1-12.

35. Un nodo de red en una red de acceso radioeléctrico (RAN), que comprende:

circuitería de comunicación configurada para comunicarse con uno o más de otros nodos de red y uno o más equipos de usuario (UE);

circuitería de procesamiento asociada operativamente a la circuitería de comunicación y configurada para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las realizaciones 13-31.

36. Un nodo de red configurado para dar soporte a la movilidad condicional de equipo de usuario (UE) entre celdas en una red de acceso radioeléctrico (RAN), el nodo de red está dispuesto para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las realizaciones 13-31.

37. Un medio legible por computadora no transitorio que almacena instrucciones ejecutables por computadora que, cuando las ejecuta la circuitería de procesamiento que comprende un nodo de red en una red de acceso radioeléctrico (RAN), configura el nodo de red para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las reivindicaciones 13-31.

38. Un sistema de comunicación que incluye un equipo central, el equipo central comprende:

a. circuitería de procesamiento configurada para suministrar datos de usuario, y

b. una interfaz de comunicación configurada para enviar los datos de usuario a una red celular para su transmisión a un equipo de usuario (UE) por medio de una red central (CN) y una red de acceso radioeléctrico (RAN);

donde:

c. la RAN comprende el primer y segundo nodo;

d. el primer nodo comprende un transceptor de comunicación y circuitería de procesamiento configurados para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las realizaciones 1-13; y

e. el segundo nodo comprende un transceptor de comunicación y circuitería de procesamiento configurados para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las realizaciones 14-20.

39. El sistema de comunicación de la realización anterior, que comprende además el UE.

40. El sistema de comunicación de cualquiera de las dos realizaciones anteriores, donde:

f. la circuitería de procesamiento del equipo central está configurada para ejecutar una aplicación central y suministrar, así, los datos de usuario, y

g. el UE comprende circuitería de procesamiento configurada para ejecutar una aplicación de cliente asociada con la aplicación central.

41. Un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un equipo central, una red celular y un equipo de usuario (UE); el método comprende:

a. en el equipo central, proporcionar datos de usuario;

b. en el equipo central, comenzar una transmisión que lleva los datos de usuario al UE a través de una red celular que comprende una red de acceso radioeléctrico (RAN); y

c. operaciones, realizadas por un primer y segundo nodo de la RAN, correspondientes a cualquiera de los métodos de las realizaciones 1-20.

42. El método de la realización anterior, donde el mensaje de datos comprende los datos de usuario, y que comprende además transmitir los datos de usuario al UE por medio del primer nodo o del segundo nodo.

43. El método de cualquiera de las dos realizaciones anteriores, donde los datos del usuario se proporcionan en el equipo central mediante la ejecución de la aplicación central, el método comprende además, en el UE, ejecutar la aplicación de cliente asociada con la aplicación central.

44. Un sistema de comunicación que incluye un equipo central que comprende una interfaz de comunicación configurada para recibir datos de usuario que se originan en una transmisión de un equipo de usuario (UE) por medio de un primer nodo o un segundo nodo en una red de acceso radioeléctrico (RAN), donde:

a. el primer nodo comprende una interfaz de comunicación y circuitería de procesamiento configuradas para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las realizaciones 1-13; y

b. el segundo nodo comprende una interfaz de comunicación y circuitería de procesamiento configuradas para realizar operaciones correspondientes a cualquiera de los métodos de las realizaciones 14-20.

45. El sistema de comunicación de la realización anterior, que incluye además el UE.

46. El sistema de comunicación de cualquiera de las dos realizaciones anteriores, donde:

c. la circuitería de procesamiento del equipo central está configurada para ejecutar una aplicación central;

d. el UE está configurado para ejecutar una aplicación de cliente asociada a la aplicación central y proporcionar, así, los datos de usuario que serán recibidos por el equipo central.