

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 948 665**

51 Int. Cl.:

H04W 36/00 (2009.01)

H04W 4/10 (2009.01)

H04W 36/30 (2009.01)

H04W 8/00 (2009.01)

H04W 88/04 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2015 E 21200344 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.06.2023 EP 3955641**

54 Título: **Cambio entre operaciones basadas en red y basadas en relés para llamadas de voz de misión crítica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.09.2023

73 Titular/es:

**BLACKBERRY LIMITED (100.0%)
2200 University Avenue East
Waterloo, Ontario N2K 0A7, CA**

72 Inventor/es:

**VUTUKURI, ESWAR;
SUZUKI, TAKASHI y
FAURIE, RENE**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 948 665 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cambio entre operaciones basadas en red y basadas en relés para llamadas de voz de misión crítica

Antecedentes

Campo técnico

5 La presente exposición se relaciona con el uso de relés de equipo de usuario a red (UNR) de servicios basados en proximidad (ProSe) en el ámbito de la comunicación de dispositivo a dispositivo y, más en particular, a la continuidad del servicio para un dispositivo habilitado para ProSe alternando entre un modo de operación por el cual el dispositivo obtiene acceso a los servicios directamente desde la red celular y un modo de operación por el cual el dispositivo obtiene acceso a los servicios a través de un UNR.

10 Descripción de la técnica relacionada

En general, se espera que los dispositivos compatibles con ProSe (por ejemplo, dispositivos compatibles con ProSe y pulsar para hablar de misión crítica (MCPTT)) sean móviles. Además, es posible que la cobertura de red no esté disponible en todas partes. Así, el equipo de usuario (UE) (por ejemplo, dispositivos móviles, tales como teléfonos celulares, tabletas, ordenadores portátiles, etc.) entra y sale de la cobertura de red. Cuando está en la cobertura de red, un UE puede recibir los servicios proporcionados por la red en el modo de operación de red (NMO), en donde la red proporciona directamente los servicios tales como MCPTT sobre el servicio de evolución a largo plazo (LTE) a los UE MCPTT que están dentro de la cobertura de radio de un nodo B evolucionado (eNB) (es decir, una estación base LTE). Mientras está fuera de la cobertura de red, un UE ProSe dentro de la cobertura de un relé de UE a red (UNR), un nodo que retransmite los servicios de red a otros UE, depende de este UNR para mantener el acceso a los servicios MCPTT y puede introducir el modo de operación de red mediante relé (NMO-R) para este propósito.

En algunos casos, un UE puede experimentar una interrupción del servicio y una latencia inaceptable (por ejemplo, para los servicios de seguridad pública) cuando se traslada de un lugar donde hay cobertura de red (NMO) a un lugar donde no hay cobertura de red mientras está en cobertura de un UNR (es decir, con oportunidad NMO-R). Específicamente, la interacción entre el eNB y el UE o el eNB y el UNR para facilitar este cambio entre NMO y NMO-R no se ha especificado en detalle y queda abierto cómo se lograrán estos mecanismos a nivel de radio.

Como ejemplo, después de la desconexión de una red LTE debido a un fallo de enlace de radio (RLF) y antes de que el UE recupere el servicio a través de un relé, puede haber un retardo significativo en la interrupción del servicio. Este retardo es del orden de 0,5 a 18 segundos y dicho retardo puede ser un problema para la mayoría de los servicios de misión crítica a los que se dirige el proyecto de asociación de tercera generación (3GPP).

30 Similar a la situación anterior, un UE que opera en NMO-R puede necesitar hacer la transición de NMO-R a NMO sin un tiempo de interrupción de servicio prolongado. Por ejemplo, permaneciendo conectado mediante un UNR, cuando la cobertura de red está disponible, puede resultar en un consumo excesivo de batería por parte del UNR y una calidad de servicio reducida. También se acepta generalmente que el comportamiento del UE sea predecible y determinista en tales escenarios.

35 La movilidad continua existente proporcionada por los mecanismos de traspaso es inadecuada/inapropiada porque la celda de servicio puede no ser consciente de la existencia de un relé adecuado y/o puede no ser capaz de iniciar una fase de preparación del traspaso con el relé. La movilidad en modo conectado a las celdas del grupo cerrado de abonados (CSG) se basa en el descubrimiento basado en el UE y la fase de preparación basada en la red seguida de un traspaso, que no es posible porque el traspaso de un UE a un UNR no es factible. La repetición de selección autónoma en modo conectado, aunque está permitida en el sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), en el sistema global para comunicaciones móviles (GSM) y en el servicio general de paquetes de radio (GPRS) (es decir, en el modo de transferencia de paquetes), no está permitida en LTE. En cualquier caso, los mecanismos que utilizan el descubrimiento de celda contigua existente no pueden utilizarse para la repetición de selección autónoma a UNR porque esto dará como resultado un mayor consumo de energía.

45 El documento WO2015004142A1 se refiere a un método para decidir traspasar un equipo de usuario en una red de comunicaciones móviles, en donde la red de comunicaciones móviles comprende una red de acceso y una red central, en donde la red de acceso comprende una pluralidad de estaciones base, en donde al menos una de las estaciones base está conectada a uno o más relés de servicio de proximidad que proporcionan funcionalidad de servicio de proximidad como comunicación de dispositivo a dispositivo, y en donde dicho equipo de usuario está directa y/o indirectamente mediante uno de dichos relés de servicio de proximidad, conectado a una de las estaciones base, que comprende las etapas de a) almacenar información de contexto de dicho equipo de usuario y dichos uno o más relés de servicio de proximidad en una o más entidades de red central y/o entidades de red de acceso, b) determinar la ubicación de dicho equipo de usuario basándose en informes de medición de dicho equipo de usuario, c) Comprobar si uno o varios de los relés de servicio de proximidad conectados a la misma y/o a otra estación base, preferiblemente contigua, pueden proporcionar una conexión de servicio de proximidad para dicho equipo de usuario basándose en la información de contexto almacenada y/o basándose en parámetros de conexión disponibles, d) Hacer coincidir las ubicaciones de dicho equipo de usuario y uno o más de dichos relés de servicio de

proximidad basándose en informes de medición de dicho uno o más relés de servicio de proximidad, e) Determinar si dicho equipo de usuario puede ser atendido por uno o más de los relés de servicio de proximidad con una mayor calidad de comunicación, y f) Decidir traspasar el equipo de usuario a uno de los relés de servicio de proximidad basándose en los resultados de las etapas c)-e) para establecer una conexión de servicio de proximidad entre dicho relé de servicio de proximidad y dicho equipo de usuario.

LG ELECTRONICS: "Mejoras para operaciones de relé eficientes", 3GPP TSG RAN WG1 Reunión #74 Barcelona, España, 19 - 23 de agosto de 2013, XP050716500 está relacionado con mejoras para la operación de relés centrándose en el caso de relés de UE de red. Para una operación de relés eficiente: el UE del relé necesita proporcionar una señal de referencia para los UE fuera de la cobertura de red para que se sincronicen en el tiempo con la WAN U; Se necesita la capacidad de configuración de red sobre las asignaciones de recursos para las comunicaciones D2D entre el UE de relé y el UE fuera de la cobertura de red y la habilitación de la operación de relés. La asignación de recursos y la habilitación de la operación de relés por red se pueden optimizar aún más utilizando la información de medición reportada por los UE. Además, con respecto a las asignaciones de recursos D2D, se debería considerar cuidadosamente el impacto en la operación de WAN UL existente.

15 Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan y constituyen parte de esta memoria descriptiva, ilustran realizaciones de la presente exposición y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la exposición. Las realizaciones ilustradas en la presente memoria son solamente para fines ejemplares y no se limitan a las disposiciones e instrumentos precisos que se muestran, en donde:

20 La fig. 1 es un diagrama de bloques de un sistema ejemplar para proporcionar extensión de cobertura utilizando relés de usuario a red (UNR) de ProSe según un aspecto de la presente exposición;

La fig. 2 es un diagrama de flujo que ilustra un proceso ejemplar para activar el cambio de un equipo de usuario (UE) que opera en modo de operación de red (NMO) a modo de operación de red mediante relé (NMO-R) según un aspecto de la presente descripción;

25 La fig. 3 es un diagrama de bloques que ilustra una asociación de varias capas de protocolos pares en NMO y NMO-R;

La fig. 4 es un diagrama de flujo de eventos ejemplar que ilustra un proceso activado por la red para cambiar un UE que opera en NMO en el estado RRC_CONNECTED a NMO-R utilizando un enfoque MBB según un aspecto de la presente exposición;

30 La fig. 5 es un diagrama de flujo de eventos ejemplar que ilustra un proceso activado por la red para cambiar un UE que opera en NMO en el estado RRC_CONNECTED a NMO-R utilizando un enfoque BBM según un aspecto de la presente exposición;

La fig. 6 es un diagrama de flujo de eventos ejemplar que ilustra un proceso para interrogar a una o más UNR sobre su capacidad para soportar un UE entrante adicional según un aspecto de la presente exposición;

35 La fig. 7 es un diagrama de bloques de un UE ejemplar según un aspecto de la presente exposición; y

La fig. 8 es un diagrama de bloques de un eNB ejemplar según un aspecto de la presente exposición.

Compendio

Se proporciona un método, un producto de programa informático y una celda de servicio como se detalla en las reivindicaciones adjuntas.

40 Descripción detallada

Según un aspecto, se proporciona un producto de programa informático para habilitar el cambio entre modos de operación para un dispositivo en una red celular. El producto de programa informático incluye un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio que tiene incorporado un código de programa legible por ordenador. El código de programa legible por ordenador contiene instrucciones para proporcionar un servicio al dispositivo y determinar, mientras se proporciona el servicio al dispositivo, que el dispositivo se está acercando a un límite de cobertura. El código de programa legible por ordenador contiene instrucciones adicionales para, en respuesta a la determinación de que el dispositivo se está acercando al límite de cobertura, enviar un comando de descubrimiento de relé al dispositivo; recibir un informe de medición del dispositivo que indica los nodos descubiertos capaces de actuar como nodos de relé; seleccionar un nodo adecuado para que actúe como nodo de relé; e instruir al dispositivo para que inicie un mecanismo para cambiar para que se reciba el servicio a través del nodo de relé.

Según otro aspecto, se proporciona una celda de servicio para habilitar el cambio entre modos de operación para un dispositivo que opera en una red celular. La celda de servicio incluye un procesador y un subsistema de comunicación. El subsistema de comunicación está acoplado comunicativamente con el procesador. El subsistema de comunicación proporciona un servicio al dispositivo y, en respuesta al procesador, determina que el dispositivo se está acercando a un límite de cobertura: envía un comando de detección de relé al dispositivo y recibe un informe de medición del dispositivo que indica los nodos descubiertos capaces de actuar como nodos de relé. Mientras el subsistema de comunicación proporciona el servicio al dispositivo, el procesador determina que el dispositivo se acerca al límite de cobertura. En respuesta a la recepción del informe de medición del dispositivo, el procesador selecciona un nodo adecuado para que actúe como un nodo de relé e instruye al dispositivo para que inicie un mecanismo para cambiar a la recepción del servicio mediante el nodo de relé.

Debería observarse que, aunque los ejemplos proporcionados en la presente memoria se relacionan con 3GPP y LTE, las soluciones propuestas no se limitan a esos ejemplos y pueden aplicarse a otros sistemas o tecnologías de acceso por radio, tales como (entre otros), red de acceso por radio 3GPP GSM EDGE (3GPP GERAN), o red de acceso por radio terrestre 3GPP UMTS (3GPP UTRAN), IEEE 802.11, CDMA2000, etc.

Además, los nombres utilizados para puntos de código, elementos de información y mensajes son solamente ejemplos y pueden utilizarse otros nombres. Además, aunque la descripción de la solución podría hacer referencia a una aplicación específica (por ejemplo, MCPTT), las soluciones presentadas aquí no se limitan a su aplicabilidad a ninguna aplicación en particular. Adicionalmente, los términos "UNR", "relé" y "nodo de relé" se utilizan indistintamente en la presente memoria.

Con referencia ahora a la fig. 1, los relés de usuario a red (UNR) se pueden utilizar para ampliar la cobertura de red para pulsar para hablar de misión crítica (MCPTT). Los UE-13, UE-4 y UE-5 están actuando como UNR 102a, 102b, 102c (denominados en general o colectivamente como UNR 102). Un UNR 102 se comunica con el eNB 108 de la red 100 LTE a través de la interfaz de radio LTE-Uu (Uu) y es capaz de conectar un equipo de usuario (UE) 104a-104j remoto (denominado en general o colectivamente como UE 104) que está fuera de la cobertura de red de radio a la red 100 LTE. La UNR 102 retransmite, a continuación, transmisiones de enlace descendente (red a UE) y de enlace ascendente (UE a red) a través de la interfaz de radio de enlace lateral ProSe UE a UE (PC5).

Como se ilustra, la red puede utilizar tipos de transmisión de multidifusión (por ejemplo, servicio de multidifusión de emisión multimedia (MBMS)) o de unidifusión (portadores de sistema de paquetes evolucionados (EPS)). En este ejemplo, el servidor 106 de aplicaciones de servicios de comunicación de grupo (AS GCS) es el servidor de aplicaciones MCPTT. El servicio de multidifusión se proporciona como MBMS mejorado (eMBMS) mediante la puerta de enlace 112 del centro de servicios de emisión-multidifusión/MBMS (BM-SC/MBMS). Los enlaces de transmisión de eMBMS entre el AS GAS 106 y el UE LTE 104, denominados LTE-Uu (Uu) se indican como líneas discontinuas gruesas. Los enlaces de transmisión de unidifusión se proporcionan mediante la puerta de enlace 110 de la red de paquetes de datos (PDN) y se indican como líneas continuas gruesas. El AS GCS 106 se comunica con la puerta de enlace 112 de BM-SC/MBMS y con la puerta de enlace 110 de PDN mediante una red 111 de proveedor de Internet (IP).

La red 100 puede proporcionar directamente el servicio MCPTT a los UE MCPTT que están dentro de la cobertura de radio de un eNB 108a, 108b, 108c (denominados general o colectivamente como eNB 108) en el modo de operación de red (NMO). En la fig. 1, los UE-2 104c, UE-3 104d y UE-6 104j están operando en NMO. Los UE-2 104c, UE-3 104d y UE-4 (UNR 102b) están dentro del intervalo de transmisión 114 de eNB 108b.

Por otro lado, los UE 104 fuera de cobertura pueden recibir el servicio MCPTT mediante los UNR 102 en un modo denominado modo de operación de red mediante relé (NMO-R). En la fig. 1, los UE-14 104a y UE-15 104b están operando en NMO-R a través de UE-13 (LTNR 102a), los UE-7 104e y UE-8 104f están operando en NMO-R a través de UE-4 (UNR 102b), mientras que los UE-9 104g, UE-10 104h y UE-11 104i están operando en NMO-R a través de UE-5 (UNR 102c). En la fig. 1, los enlaces descendentes UNR que se transmiten a través de PC5 se indican como líneas continuas delgadas.

Además, el hablante actual del grupo MCPTT utiliza el UE-14 104a, y el UE-13 (UNR 102a) es el UNR a cargo de transferir la voz del hablante al eNB 108a y eventualmente al servidor de aplicaciones GCS/MCPTT 106. El relé del enlace ascendente UNR a través de PC5 se indica como una línea de puntos delgada.

Debería observarse que tanto la provisión de servicios de seguridad pública del usuario final (por ejemplo, MCPTT) como las funciones de relé de UE a red pueden activarse en un solo UE. Sin embargo, en aras de la claridad, estas funciones se consideran además como funcionalidades independientes. También debería observarse que tanto el flujo de medios de la aplicación (por ejemplo, tramas de voz) como la señalización correspondiente (por ejemplo, mensajes de señalización del protocolo de inicio de sesión (SIP)) se retransmiten hacia/desde los UE fuera de cobertura (esto implica que el UE que solo escucha puede utilizar transmisión de enlace ascendente en ciertas fases de una llamada grupal).

Cambio de NMO a NMO-R

Para un UE que recibe el servicio MCPTT de la red en NMO, la transición a NMO-R comprende en gran medida dos fases distintas:

a) descubrimiento de un UNR adecuado; y

5 b) ejecución de un procedimiento para mover los portadores NMO a través de Uu a los portadores NMO-R a través de PC5.

10 Con referencia ahora a la fig. 2, se proporciona un diagrama de flujo 200 que ilustra un proceso ejemplar para cambiar un UE 104 de operar en modo NMO a operar en modo NMO-R. Debería observarse, en las siguientes descripciones, que el término "red" se utiliza para indicar el elemento de infraestructura del que recibe el servicio el dispositivo (ya sea el UE 104 o el UNR 102 dependiendo del contexto). Normalmente, este elemento de infraestructura será un eNB LTE 108.

15 Comenzando en el bloque S202, el UE 104, que opera en modo NMO, al satisfacer (en el bloque S204) las condiciones de activación para descubrir UNR 102, inicia (en el bloque S206) el descubrimiento de UNR. El descubrimiento de UNR puede ser activado, bien por el UE 104, o bien por la red, y los métodos para activar el descubrimiento tanto por el UE 104 como por la red se analizan con más detalle a continuación. El UE 104 comienza a intentar el descubrimiento de UNR basándose en el deterioro de la calidad/intensidad de señal de la celda de servicio y la ausencia de celdas contiguas adecuadas (es decir, no UNR) (es decir, límite de la cobertura de red de radio). La red puede activar el descubrimiento de UNR basándose en, por ejemplo, un intento fallido de traspaso (celda de destino sobrecargada, etc.). Si mientras se descubre un UNR, la calidad del servicio recibido mediante la red mejora o si se encuentra una celda contigua de destino adecuada (proporcionando así una forma para que el UE continúe con la NMO), el UE puede detener los procedimientos de descubrimiento de UNR y permanecer en NMO (es decir, volver al bloque S202). Al satisfacer (en el bloque S208) el descubrimiento y selección de un UNR 102 adecuado, el UE 104 inicia a continuación (en el bloque S210), mecanismos para cambiar a NMO-R en un momento apropiado.

25 Cuando el UE 104 está en NMO, está recibiendo servicio mediante la red. La aplicación (por ejemplo, la aplicación MCPTT) debería ignorar cualquier cambio en la capa inferior cuando el UE 104 cambia a NMO-R. Sin embargo, las capas PDCP, RLC, MAC y PHY en la pila LTE deben reconfigurarse en el modo de operación NMO-R al pasar a NMO-R. La asociación de varias capas de protocolos pares en NMO y NMO-R se muestra en la fig. 3.

Condiciones de activación para iniciar el descubrimiento de UNR

30 La detección de las condiciones de activación para cambiar de NMO a NMO-R, a su vez, inicia el descubrimiento de UNR 102 adecuados. Una secuencia ejemplar puede ser medir la celda de servicio, medir la celda contigua (NC), determinar que la celda de servicio está baja y no hay una NC adecuada, buscar los UNR 102 (es decir, realizar el descubrimiento) y finalmente cambiar a NMO-R al encontrar un UNR 102 adecuado. El UE 104 puede indicar a la red su preferencia por la red (o que se cumplen ciertos criterios) para cambiar a NMO-R, con o sin identificar un UNR 102 candidato durante este proceso. En modo RRC_CONNECTED, esta preferencia puede indicar una solicitud para que la red finalice la conexión RRC.

40 Ciertos dispositivos que tienen más de un transceptor pueden ser capaces de realizar un traspaso "Make-Before-Break" (término que indica una nueva conexión antes de que se interrumpa la existente) (MBB), que se da a conocer con mayor detalle a continuación. Tanto para los dispositivos con capacidad para MBB como para los que no tienen capacidad para MBB, el descubrimiento puede iniciarse antes de la liberación de la conexión RRC en la celda de servicio.

45 Un UE 104 puede descubrir uno o más relés 102 que soportan el servicio MCPTT (es decir, fase a) de la transición de NMO a NMO-R, mencionada anteriormente) en los que el UE 104 está interesado para ser capaz de cambiar a la operación NMO-R (es decir, fase b) de la transición de NMO a NMO-R, mencionada anteriormente). Sin embargo, la búsqueda de relés 102 en las cercanías del UE 104 genera un consumo de energía adicional en el UE 104. Realizar el descubrimiento mientras se está en NMO también puede provocar la interrupción del servicio o la degradación de los servicios recibidos a través de la red, dependiendo de las capacidades del UE 104.

50 Por lo tanto, un UE 104 en RRC_IDLE o RRC_CONNECTED con buenas condiciones de radio y que utiliza el servicio MCPTT en NMO con una calidad de servicio satisfactoria puede no activar el descubrimiento de UNR. En principio, si el UE 104 encuentra una celda contigua adecuada cuando la calidad de la celda de servicio se degrada, a continuación, el UE 104 sigue los procedimientos normales e informa de las mediciones de la celda de destino al eNB 108 (es decir, utilizando el informe de medición) y depende del eNB 108 para la continuidad potencial del servicio (por ejemplo, traspaso (HO), como es el caso actualmente en el modo RRC_CONNECTED).

55 Sin embargo, si el eNB 108, al recibir el informe de medición, toma la decisión de que el traspaso no es adecuado y, en su lugar, podría ser necesario NMO-R (por ejemplo, debido a una alta carga en la celda contigua informada, la calidad informada no es lo suficientemente buena, etc.), el eNB 108 puede activar el UE 104 para iniciar el

descubrimiento de los relés 102 en el UE 104.

Además, un UE 104 en NMO puede iniciar de forma autónoma el descubrimiento de UNR al determinar ciertas condiciones que exigen una necesidad inminente de transición a NMO-R. En tal caso, el UE 104 iniciará y completará el descubrimiento de UNR antes de que el UE 104 se desconecte abruptamente de la red (por ejemplo, al experimentar un fallo de enlace de radio). Las condiciones de activación para comenzar la búsqueda de UNR 102 pueden incluir una o más de:

Detección de una condición que indica degradación del servicio de red; y

Detección de condición de "límite de cobertura".

Un ejemplo de una condición que indica la degradación del servicio de red es la detección de la degradación del enlace de radio en la interfaz Uu. Esta degradación puede incluir la degradación de la calidad de la celda de servicio (por ejemplo, la calidad de recepción de la señal de radio (RSRQ) o el indicador de calidad del canal (CQI)) por debajo de un umbral predeterminado. Dicho umbral predeterminado se le puede señalar al UE 104 mediante la señalización RRC o puede configurarse previamente en el UE (por ejemplo, especificado en los estándares, configurado en la tarjeta de circuito integrado universal (UICC), etc.).

La anticipación de un fallo del enlace de radio (RLF) inminente es otro ejemplo de una condición que indica la degradación del servicio de red. La monitorización del enlace de radio se utiliza para detectar la calidad del enlace de radio entre el eNB 108 y el UE 104. El procedimiento RLF se utiliza para activar los procedimientos que el UE 104 iniciará al detectar el deterioro del enlace de radio entre el eNB 108 y el UE 104. Dos fases gobiernan el comportamiento asociado a RLF. La primera fase se inicia al detectar problemas de radio (es decir, al detectar un número predeterminado de indicaciones fuera de sincronización de la capa física) y conduce a la detección de RLF. El UE 104 sigue estando en estado RRC_CONNECTED y se basa en el temporizador u otros criterios (por ejemplo, conteo) (T_1). El temporizador se denomina T310 en 3GPP TS 36.331. La segunda fase se inicia al detectar RLF (es decir, posterior a la primera fase) o fallo de traspaso y también se basa en un temporizador (T_2) (es decir, un temporizador (denominado T311 en 3GPP TS 36.331) se inicia al detectar el RLF. Durante la fase dos, el UE 104 inicia un procedimiento de restablecimiento e intenta volver a conectarse a un eNB 108. Al expirar el temporizador (T311), el UE 104 entra en RRC_IDLE. La anticipación de RLF puede incluir uno o más de un temporizador indicativo de fallo del enlace de radio inminente (como T310 o T312) que está funcionando o se ha recibido un número predeterminado de indicaciones "fuera de sincronización". El número predeterminado de indicaciones fuera de sincronización se le puede indicar al UE 104 mediante señalización RRC o puede configurarse previamente en el UE 104 (por ejemplo, especificado en los estándares, configurado en la UICC, etc.).

Otro ejemplo de una condición que indica un servicio de red que se degrada es la degradación de la calidad del servicio. La aplicación o un protocolo subyacente, tal como el protocolo de convergencia de paquetes de datos (PDCP) o el control de enlace de radio (RLC) detecta que la calidad del servicio recibido se ha degradado por debajo de un umbral predeterminado. Por ejemplo, esta detección puede incluir la detección de un número o porcentaje predeterminado de tramas de voz perdidas/no decodificadas, tramas de datos de usuario o paquetes IP pertenecientes a un medio. Esta detección también puede incluir la determinación de que otros parámetros clave, tales como la tasa de error de bits residual en los paquetes de la aplicación, han excedido un umbral predeterminado, etc. Estos números y umbrales predeterminados pueden, bien ser señalados al UE 104 mediante señalización RRC o bien, configurarse previamente en el UE 104 (por ejemplo, especificado en los estándares, configurado en la UICC, etc.).

Otro ejemplo más de una condición que indica un servicio de red que se degrada es que el servicio deja de estar disponible. En otras palabras, la celda de servicio no proporciona el servicio (por ejemplo, la sesión MCPTT o la sesión eMBMS) en el que está interesado el UE 104 (por ejemplo, debido a la falta temporal de recursos).

Un ejemplo de detección de la condición "límite de cobertura" puede incluir la detección de una o más de las condiciones anteriores relacionadas con el servicio de red que se degrada en la celda de servicio mientras se determina que no hay una celda contigua adecuada que proporcione el servicio en el cual está interesado el UE 104. El límite de la cobertura se puede detectar basándose en las mediciones de la celda contigua y también mediante la información del sistema de las celdas contiguas para identificar si el servicio es soportado, por ejemplo, al leer el bloque de información del sistema (SIB) 13 para ver si el servicio relacionado (por ejemplo, el servicio MCPTT o la sesión de eMBMS, etc.) está disponible.

Cuando un UE 104 se acerca al límite de la cobertura, ninguna de las celdas detectadas, incluyendo las celdas de servicio y las celdas contiguas en las frecuencias medidas, se vería bien (es decir, no hay una celda adecuada como se define en 3GPP TS 36.304). Por ejemplo, la potencia recibida de esas celdas puede ser inferior a un umbral. Si ese es el caso y el UE 104 no ha activado ningún evento para el traspaso (por ejemplo, el evento A3 como se define en 3GPP TS 36.331), entonces NMO-R puede ser apropiado.

Según 3GPP TS 36.331, el evento A2 se activa si la señal de frecuencia de servicio se vuelve peor que un umbral. Sin embargo, si el informe de medición no contiene ninguna medición de celda contigua, puede ser indicativo de la condición de límite de cobertura. Además, no hay ningún evento para informar que las celdas que no están en

servicio se vuelven peores que un umbral. Se puede definir un nuevo evento, por ejemplo, A7, y se activará cuando una frecuencia que no esté en servicio se vuelva peor que un umbral. Cuando la red recibe ambas activaciones A2 y A7, la red puede asumir que el UE 104 se está acercando al límite de cobertura.

- 5 Obsérvese que algunas o todas las condiciones de activación anteriores pueden ser detectadas, bien por el UE 104, o bien, por el eNB 108, o bien, por ambos. Una vez satisfechas las condiciones de activación para iniciar el descubrimiento de UNR 102, el UE 104 procederá a la fase b) del procedimiento de transición a NMO-R (es decir, el UE 104 iniciará el procedimiento de descubrimiento de UNR).

Cambio de red activada/asistida a NMO-R

- 10 En este caso, se supone que el UE 104 está en estado RRC_CONNECTED en NMO. La red facilita que el UE realice un cambio a NMO-R. En un escenario, la red conoce las capacidades del UE y también su situación de cobertura (por ejemplo, basándose en los informes de medición enviados por el UE 104). Como en el cambio activado por UE a NMO-R, ambos enfoques, *make-before-break* (hacer el cambio antes de que se interrumpa la conexión existente) y *break-before-make* (interrumpir la conexión existente antes de hacer el cambio), también son factibles.

- 15 Cuando el UE 104 se acerca al límite de cobertura (es decir, se cumplen las condiciones de activación como se ha descrito anteriormente), el eNB 108 instruye al UE 104 para que comience a buscar un UNR 102 en las proximidades. Este escenario se representa en la fig. 4, que muestra el caso *make-before-break* en el que el UE 104 es capaz de soportar NMO-R mientras está en RRC_CONNECTED.

- 20 El eNB 108 detecta, en la etapa S801, que se han cumplido las condiciones de activación para iniciar el descubrimiento de UNR como se ha descrito anteriormente. El eNB 108 envía, en la etapa S802, un mensaje de comando de descubrimiento de relé al UE 104. Alternativamente, este comando puede ser un mensaje de configuración de medición mejorada. El UE 104 realiza, en la etapa S803, un procedimiento de descubrimiento de UNR. El UE 104 puede obtener opcionalmente, mediante este procedimiento, los identificadores relacionados con la celda (por ejemplo, C-RNTI) de los UNR 102 descubiertos. Los identificadores relacionados con la celda de los UNR 25 102 descubiertos pueden ser utilizados por el eNB 108 en etapas adicionales del procedimiento. El UE 104 reporta, en la etapa S804, información sobre uno o más UNR 102 descubiertos al eNB 108 (por ejemplo, las mediciones de potencia y calidad de la señal recibida, la dirección de origen L2, el nivel de la batería y el UE o los UE habilitados para ProSe disponibles, o el relé o relés ProSe en sus proximidades, utilizando señales de radio directas de E-UTRA mediante PC5. Debería observarse que el descubrimiento de nivel EPC (mediante el cual el núcleo de paquetes mejorado determina la proximidad de los UE y les informa de su proximidad respectiva) debería distinguirse del descubrimiento directo ProSe. El documento 3GPP TS 23.303 especifica dos modelos de descubrimiento, Modelo A y Modelo B.

- 35 El Modelo A ("Estoy aquí") define dos roles para los UE habilitados para ProSe/relés de ProSe que participan en el descubrimiento directo ProSe: el UE anunciante, anuncia cierta información que podría ser utilizada por los UE cercanos que tienen permiso para descubrir y el UE de monitorización, monitoriza cierta información de interés en la proximidad de los UE anunciantes. En este modelo, el UE anunciante emite mensajes de descubrimiento a intervalos de descubrimiento predefinidos y los UE de monitorización que están interesados en estos mensajes leen y procesan estos mensajes.

- 40 El Modelo B ("¿quién está ahí?"/"¿Está usted ahí?") define dos roles diferentes para los UE habilitados para ProSe/relés ProSe que participan en el descubrimiento directo ProSe: el UE descubridor transmite una solicitud que contiene cierta información sobre lo que está interesado en descubrir y el UE descubierto recibe el mensaje de solicitud y puede responder con cierta información relacionada con la solicitud del descubridor.

La siguiente información se puede utilizar para el descubrimiento y la selección de UNR ProSe:

Identificador del tipo de mensaje (por ejemplo, identificación del descubrimiento del Modelo A o del Modelo B);

- 45 ID de Relé ProSe (UE): identificador de capa de enlace que se utiliza para la comunicación directa y está asociado con una conexión PDN que ha establecido UNR ProSe;

ID de PLMN: identifica la red móvil terrestre pública (PLMN) a la que pertenecen las radiofrecuencias utilizadas en el enlace en el UE remoto. Si estas radiofrecuencias se comparten entre múltiples PLMN, o no se asignan a ninguna PLMN, a continuación, la elección de ID de PLMN está configurada por la PLMN local (HPLMN);

- 50 Código de relé de aplicaciones de ProSe: parámetro que identifica la conectividad que proporciona el UNR ProSe (por ejemplo, incluyendo la información del nombre del punto de acceso (APN));

Si el UE descubierto puede actuar como un relé (es decir, si un UE que ha sido descubierto puede actuar como un UNR); e

Indicadores de estado/mantenimiento (por ejemplo, que indican si el relé está temporalmente sin conectividad o si la batería se está agotando para que los UE remotos puedan buscar/repetir la selección de otro relé).

Volviendo ahora a la fig. 4, para habilitar la salida de NMO, el UE 104 envía, en la etapa S403, una indicación de NMO-R preferido (es decir, una preferencia de modo de relé) a la red. Esta indicación puede, implícita o explícitamente, expresar una solicitud de liberación de la conexión RRC. Por ejemplo, la liberación de la conexión RRC se puede realizar para un dispositivo que no soporta transmisión simultánea en Uu y PC5, por lo que no es capaz de cambiar a NMO-R en RRC_CONNECTED, mientras que esto no se realiza para un dispositivo capaz de transmisión simultánea en Uu y PC5. Al recibir la indicación de NMO-R preferido, en la etapa S404, la red puede determinar que la conexión RRC debería ser liberada.

Si la red determina, en la etapa S404, que se debería liberar la conexión RRC, la red envía, en la etapa S405, un mensaje de liberación de conexión RRC al UE 104. Se establece un nuevo valor de causa de liberación en el mensaje de liberación de conexión RRC para indicar al UE que no active el procedimiento de solicitud de servicio y mantenga los portadores EPS existentes. Opcionalmente, la red también puede incluir, en el mensaje de liberación de conexión RRC, identidades de cualquier otro relé 102 de destino que la red pueda considerar apropiado. La red conocerá la ubicación aproximada del UE 104 y puede, por ejemplo, ser consciente de los UNR 102 que operan en la proximidad del UE 104 e indicar las identidades de los UNR 102 para que el UE 104 los descubra. El UE 104 puede utilizar estas identidades UNR para realizar una etapa de descubrimiento posterior para encontrar si se puede encontrar un UNR 102 más adecuado. Estas identidades pueden incluirse en el mensaje de liberación de RRC o enviarse por separado del mensaje de liberación.

Al liberar la conexión RRC, el eNB 108 también puede iniciar la liberación del portador S1 para el UE 104. Alternativamente, el eNB 108 puede mantener los portadores S1 correspondientes y redirigir el tráfico del plano de usuario al UNR 102. La red puede optar por liberar el contexto de UE en este punto aunque el UE 104 mantiene el contexto de la conexión PDN localmente. Las etapas que se describen a continuación son independientes de cómo se desvía el tráfico al UNR 102 y de si la red libera o no el contexto del UE. En otras palabras, las etapas posteriores son independientes de si el UE 104 puede considerarse como conectado o desconectado en lo que respecta a la red. Si la red no libera la conexión RRC, el UE 104 permanece en NMO y no inicia el cambio a NMO-R, hasta/a menos que se experimente un RLF y el UE 104 pierda conectividad Uu de red.

El UE 104 realiza, en la etapa S406, los procedimientos descritos en las figs. 5 y/o 7 para cambiar a NMO-R, dependiendo de si el UE 104 está o no actualmente en una sesión MCPTT establecida.

Durante el establecimiento de la conexión uno a uno, el UE 104 puede solicitar al UNR 102 que retransmita la conexión o conexiones PDN existentes, como se muestra en la fig. 5. El UE 104 establece una conexión uno a uno con un UNR 102 capaz de retransmitir la conexión o conexiones PDN para que los servicios sean transportados a través de la interfaz PC5 y solicita, en la etapa S501, al UNR 102 que retransmita esta o estas conexiones PDN. Esta solicitud puede complementarse con información de contexto de UE relevante para el UNR 102. La información de contexto de UE relevante puede indicar la conexión o conexiones PDN y los APN relacionados. El contexto del UE también puede incluir la calidad de servicio (QoS) y otros parámetros relacionados con los portadores de EPS utilizados por el UE 104 mientras está en NMO.

El UNR 102 solicita, en la etapa S502, la modificación o asignación de recursos de portadores de red basándose en la información recibida del UE en la etapa S501 mediante la transmisión de la solicitud de asignación de recursos de portadores o la solicitud de modificación de recursos de portadores a la red. A cambio, la red puede modificar los portadores EPS ya establecidos entre UNR 102 y eNB 108 (por ejemplo, portadores que atienden las propias necesidades de comunicación de UNR 102 o portadores para retransmitir transmisiones para otros UE 104 fuera de cobertura) o asignar nuevos portadores EPS dedicados. Esta etapa asegura que el enlace Uu entre el UNR 102 y el eNB 108 pueda servir eficientemente al UE 104 fuera de cobertura.

El UNR 102 asigna, en la etapa S503, identidades de canales lógicos de portadores PC5 correspondientes a los portadores EPS que se han de retransmitir. El UNR 102 mantiene la siguiente información por portador de EPS que se ha de retransmitir para la operación de relé a través de PC5.

a. dirección de origen L2 del UE 104;

b. dirección IP del UE 104 asignada por el UNR 102;

c. Identidad del portador o portadores EPS que ha solicitado el UE 104;

d. Identidad del portador EPS de UNR que ahora está asociada con la identidad de portador EPS que ha solicitado el UE 104 (es decir, transportando los datos correspondientes); e

e. Identidad de canal lógico de enlace lateral asignada al portador EPS en c y d.

En la etapa S504, el UNR 102 responde al UE 104 con las identidades de canal lógico de enlace lateral correspondientes a los portadores EPS. El UE 104 establece los portadores PC5 y asocia las identidades de los canales lógicos con los portadores EPS correspondientes.

5 Se pueden considerar otras variantes del enfoque BBM presentado anteriormente, tal como, al recibir la indicación de NMO-R preferida en la etapa S403, la red puede optar por enviar una indicación recién definida de *cambio a NMO-R diferido en vez de liberación de conexión RRC* en la etapa S405, como resultado de lo cual el UE 104 permanece en NMO y no inicia la etapa S406, hasta/a menos que experimente un RLF.

10 Como otra alternativa, en lugar de enviar una indicación de *cambio a NMO-R diferido*, la red puede enviar la configuración ProSe aplicable en la celda al UE 104 para habilitar la operación NMO-R. Esta opción es aplicable cuando la frecuencia ProSe pertenece a la celda de servicio. Esta opción asume que el UNR 102 también está utilizando la misma configuración ProSe (por ejemplo, dado que el UNR 102 está conectado al mismo eNB 108 o a un eNB 108 cuya configuración ProSe conoce el eNB de servicio).

15 Además, el UE 104 inicia un temporizador en el envío de la indicación de *NMO-R preferido* a la red en la etapa S403. Si el temporizador transcurre antes de que el UE 104 reciba una *liberación de conexión RRC o un cambio a NMO-R diferido* (variante mencionada anteriormente), el UE 104 inicia la etapa S406 si las capacidades lo permiten.

El envío de la indicación de *NMO-R preferido* a la red puede dejarse opcional. Por defecto, si el UE 104 cambia a NMO-R sin transmitir esta indicación, el eNB 108 puede enviar el UE 104 a RRC_IDLE debido a la inactividad.

"Make-Before-Break" (realizar nueva conexión antes de que se interrumpa la existente) (MBB):

20 En el enfoque MBB, el UE 104 realiza el descubrimiento del relé o relés adecuados, puede interactuar con la red antes de proceder al establecimiento de NMO-R, a continuación, cambia a NMO-R. Este enfoque minimiza el tiempo de interrupción del servicio incurrido durante el establecimiento de NMO-R ya que el UE 104 soporta el descubrimiento de UNR 102 y el establecimiento de NMO-R mientras está en estado RRC_CONNECTED.

25 Con referencia a la fig. 6, el UE 104 detecta, en la etapa S601, una condición para iniciar el descubrimiento de UNR como se ha descrito anteriormente (es decir, un activador). El UE 104 realiza, en la etapa S602, el descubrimiento de UNR 102 en el intervalo de comunicación capaz de proporcionar conectividad para el servicio en el que está interesado el UE 104 y selecciona un relé apropiado, como se ha descrito anteriormente. El UE 104 puede enviar, en la etapa S603, una indicación de *NMO-R preferido* a la red para informar a la red de la intención del UE de cambiar a NMO-R en un corto plazo y obtener la autorización de la red para realizar el cambio.

30 La red puede responder, en la etapa S604, a la indicación de *NMO-R preferido* con una indicación de *proseguir con NMO-R* para permitir que el UE 104 proceda a cambiar inmediatamente. En algunas implementaciones, la indicación de *proseguir con NMO-R* puede incluir la configuración ProSe de la celda (esta opción es aplicable cuando la frecuencia ProSe es propiedad de la celda de servicio, posibilitando por ello, que el UE 104 adopte la configuración ProSe señalada para la operación NMO-R). Como ejemplo, al recibir la indicación de NMO-R preferido, la red puede incluir parámetros de configuración ProSe que permiten que el UE 104 seleccione de forma autónoma recursos de los grupos de recursos para transmitir mensajes de control y datos o descubrimiento de enlace lateral (es decir, selección de recursos autónomos de UE, también conocida como comunicación directa en modo 2 o descubrimiento de tipo 1), posibilitando por ello, que el UE 104 utilice los recursos cuando está fuera de cobertura. En caso de que la red no envíe tal indicación, el UE 104 permanece en NMO (lo que resultaría en un escenario *Break-Before-Make* (interrumpir la conexión existente antes de que se realice la nueva conexión)). En otra opción, la red puede incluir los detalles de los UNR 102 de destino (es decir, los ID 2 de capa ProSe de los relés 102 de destino) en la indicación de *proseguir con NMO-R*. La información de UNR de destino puede ayudar al UE 104 a realizar una etapa de descubrimiento adicional para descubrir un UNR 102 más adecuado si es apropiada. Se observa que las etapas S603 y/o S604 pueden ser opcionales.

45 Durante el establecimiento de la conexión uno a uno con el UNR 102, en la etapa S605, el UE también realiza las etapas descritas en la fig. 5. El UE 104, a continuación, opera en NMO-R mientras aún está en estado RRC_CONNECTED.

50 En la etapa S606, el UE 104 indica que ha completado el cambio a NMO-R a la red enviando una indicación de *NMO-R introducido*. Al recibir la indicación de *NMO-R introducido*, la red puede liberar, en la etapa S607, la conexión RRC y el UE 104 entra en RRC_IDLE. Se puede establecer un nuevo valor de causa de liberación en el mensaje de *liberación de conexión RRC* para indicar que no se active el procedimiento de solicitud de servicio y mantener los portadores EPS existentes. Cuando el UE 104 establece portadores PC5 correspondientes, estos portadores PC5 se asocian con los portadores EPS. Si el UE 104 no informa a la red del cambio, o si la red no libera la conexión RRC, el UE 104 permanece en RRC_CONNECTED hasta/a menos que se experimente un RLF y el UE 104 pierda la conectividad Uu de red.

55 Pueden considerarse otras variantes del enfoque *make-before-break* presentado anteriormente, tal como, al recibir la indicación de *NMO-R preferido* en la etapa S603, la red puede optar por enviar una indicación recién definida de *cambio a NMO-R diferido*, como resultado de lo cual el UE 104 permanece en NMO y no inicia el cambio a NMO-R,

hasta/a menos que se experimente un RLF. Además, el UE 104 puede iniciar un temporizador en el envío de la indicación de *NMO-R preferido* a la red, en la etapa S603. Si el temporizador transcurre antes de que el UE 104 reciba un *proseguir con NMO-R* o un *cambio a NMO-R diferido*, el UE 104 inicia el cambio a NMO-R.

Elección entre Break-Before-Make y Make-Before-Break

- 5 Las capacidades del UE pueden considerarse en la elección entre BBM y MBB. Un UE 104 que puede soportar NMO-R mientras está en estado RRC_CONNECTED puede adoptar un enfoque *make-before-break* (es decir, según la fig. 6) mientras que un UE 104 que no es capaz de soportar NMO-R en el estado RRC_CONNECTED empleará el enfoque *break-before-make* (según la fig. 4).

10 Para los UE 104 que pueden soportar tanto MBB como BBM, la elección entre los enfoques *break-before-make* y *make-before-break* puede depender además de la criticidad del servicio en uso (por ejemplo, de la prioridad de la llamada de grupo MCPTT en la que está involucrado el usuario), si el UE 104 "tiene la palabra" y está involucrado en la transmisión de enlace ascendente, la configuración ProSe, u otros criterios relacionados con QoS. Típicamente, *make-before-break* debería utilizarse en el caso de comunicaciones de alta prioridad o sensibles al retardo, o si el usuario de MCPTT es el hablante actual. Aunque se supone que el descubrimiento de UNR 104 se puede realizar en paralelo con NMO, el descubrimiento puede generar una penalización de energía como se ha destacado anteriormente. En caso de elegir una estrategia BBM, el UE 104 puede diferir el descubrimiento hasta que el UE 104 pierda efectivamente la cobertura de red (es decir, se interrumpe el tramo NMO). Esto minimiza aún más el número de intentos de descubrimiento y puede ser apropiado para portadores tolerantes al retardo donde se selecciona BBM.

20 Si los recursos ProSe para habilitar NMO-R están disponibles para el UE 104 solamente en uno de los estados RRC (por ejemplo, solamente en el estado RRC_CONNECTED, es decir, solamente en la asignación de recursos programada en funcionamiento), a continuación, el eNB 108 puede mantener el UE 104 en el estado RRC_CONNECTED. Por otro lado, si los recursos ProSe también están disponibles para el UE 104 en el estado RRC_IDLE (es decir, se aplica la selección de recursos autónomos del UE), a continuación, el eNB 108 puede elegir el envío del UE 104 al estado RRC_IDLE dependiendo de otros criterios como se ha mencionado anteriormente. Obsérvese que la disponibilidad de recursos ProSe asignados previamente en el estado RRC_IDLE puede ser útil para que el UE 104 sea capaz de recibir el servicio cuando el UE 104 está totalmente fuera de cobertura.

30 La elección anterior entre los dos enfoques puede realizarse en el UE 104 o en la red o puede ser una decisión cooperativa entre el UE 104 y la red basándose en alguna interacción entre ellos. Por ejemplo, el UE 104 puede seleccionar una preferencia para uno de los enfoques anteriores (es decir, *make-before-break* o *break-before-make*) y puede indicar esta preferencia a la red utilizando el mensaje de *NMO-R preferido*. La red puede, a continuación, considerar la preferencia/elección indicada por el UE 104 junto con otros criterios para decidir entre los enfoques como se ha mencionado anteriormente. Al decidirse por un enfoque, el enfoque elegido, a continuación, se ejecuta como en la fig. 4 o en la fig. 6. Específicamente, la red, al recibir una indicación de preferencia para NMO-R, responde enviando un mensaje de *liberación de conexión RRC* a un UE 104 que solamente soporta BBM y puede mantener el UE 104 en RRC_CONNECTED si el UE 104 soporta MBB. Si el UE 104 soporta MBB, la red puede decidir además enviar un mensaje de *liberación de conexión RRC* al UE 104 si se considera apropiado basándose en la criticidad de los portadores de NMO activos (por ejemplo, en el caso de portadores NMO tolerantes al retardo, la red puede optar por liberar la conexión RRC; esta opción será útil, por ejemplo, cuando la red está congestionada y la liberación del UE 104 más pronto ayudaría a liberar la congestión o reducir la situación de interferencia en la red, etc.).

Indicación de preferencia de UE

Cualquiera de los siguientes puede utilizarse para indicar la preferencia del UE para cambiar a NMO-R (es decir, indicaciones de *NMO-R preferido* o *NMO-R introducido* en las figuras anteriores):

- 45 Un mensaje RRC definido para transmitir esta información;

Indicando la preferencia del UE en la señalización relacionada con ProSe (es decir, dentro de la indicación de RRC ProSeUEInformation);

Como ejemplo, se podría incluir un nuevo código de causa en la indicación ProSeUEInformation para indicar a la red que se prefiere NMO-R;

- 50 Enviando un mensaje de solicitud de desconexión. El UE 104 también puede incluir una indicación que indique a la red que la solicitud de desconexión se debe a la preferencia de cambiar a NMO-R. En este caso, aunque el UE 104 envía un mensaje de solicitud de desconexión a la red, el UE 104 aún mantiene el contexto UE correspondiente y cambia los portadores Uu a los portadores PC-5 correspondientes una vez que se activa el NMO-R. Por lo tanto, desde la perspectiva de la red, el UE 104 puede considerarse como en estado "desconectado" mientras que el UE 104 puede almacenar parte o toda la información de contexto del UE. Alternativamente, la red también puede mantener el contexto del UE. En otras palabras, considere que el UE 104 está en estado conectado y la red adoptará este comportamiento diferente de retener el contexto del UE de un UE que envía un mensaje de

"desconexión" basándose en el código de causa indicado para la desconexión (es decir, un código de causa que indica que el UE 104 está solicitando desconectarse para entrar al modo NMO-R);

Utilizando un nuevo elemento de control MAC (MAC CE);

5 Utilizando una indicación para una configuración optimizada de energía en la interfaz de red (por ejemplo, utilizando un mensaje de información de asistencia del UE); o

Incluyendo un nuevo elemento de información o indicador que indique la preferencia por el cambio a NMO-R en cualquiera de los mensajes mencionados anteriormente.

UE en estado RRC_IDLE

10 Un UE 104 en estado RRC_IDLE puede estar recibiendo servicio MCPTT (por ejemplo, mediante eMBMS). En este caso, el UE 104 puede cambiar de forma autónoma a NMO-R al detectar condiciones de activación adecuadas para tal cambio como se muestra en la fig. 7. El UE 104 en RRC_IDLE detecta, en la etapa S701, que se ha activado una condición para cambiar de NMO a NMO-R como se ha descrito anteriormente (por ejemplo, degradación del enlace de radio, degradación de la calidad del servicio, etc.). El UE 104 realiza, en la etapa S702, el descubrimiento de UNR 102 en el intervalo de comunicación capaz de proporcionar conectividad para el servicio en el que el UE 104
15 está interesado y selecciona un relé 102 apropiado. El UE 104 realiza, en la etapa S703, las operaciones para el establecimiento de NMO-R según los procesos descritos en la fig. 4.

Cambio activado/asistido por la red a NMO-R

20 En este caso, se supone que el UE 104 está en estado RRC_CONNECTED en NMO. La red facilita que el UE realice un cambio a NMO-R. En un escenario, la red conoce las capacidades del UE y también su situación de cobertura (por ejemplo, basándose en los informes de medición enviados por el UE 104). Como en el cambio activado por el UE a NMO-R, ambos enfoques *make-before-break* y *break-before-make* también son factibles.

25 Cuando el UE 104 se acerca al límite de cobertura (es decir, se cumplen las condiciones de activación como se ha descrito anteriormente), el eNB 108 instruye al UE 104 para que comience a buscar un UNR 102 en las proximidades. Este escenario se representa en la fig. 8, que muestra el caso *make-before-break* en el que el UE 104 es capaz de soportar NMO-R mientras está en RRC_CONNECTED.

30 El eNB 108 detecta, en la etapa S801, que se han cumplido las condiciones de activación para iniciar el descubrimiento de UNR como se ha descrito anteriormente. El eNB 108 envía, en la etapa S802, un mensaje de comando de descubrimiento de relé al UE 104. Alternativamente, este comando puede ser un mensaje de configuración de medición mejorada. El UE 104 realiza, en la etapa S803, un procedimiento de descubrimiento de UNR. El UE 104 puede obtener opcionalmente, mediante este procedimiento, los identificadores relacionados con la celda (por ejemplo, C-RNTI) de los UNR 102 descubiertos. Los identificadores relacionados con la celda de los UNR 102 descubiertos pueden ser utilizados por el eNB 108 en etapas adicionales del procedimiento. El UE 104 reporta, en la etapa S804, información sobre una o más UNR 102 descubiertos al eNB 108 (por ejemplo, las mediciones de potencia y calidad de señal recibida, la dirección de origen L2, el nivel de la batería y la potencia de procesamiento disponible, el identificador de celda de servicio del UNR, etc.) Esta información se puede incluir en un informe de medición, sin embargo, se puede definir un nuevo mensaje (por ejemplo, un mensaje de respuesta de descubrimiento de relé). El UE 104 también puede proporcionar información adicional, tal como su propia ubicación, ya sea incluida en el mensaje anterior o además de los mensajes anteriores para facilitar que el eNB 108 encuentre y configure los UNR 102 en el área geográfica donde se encuentra el UE 104.

40 El eNB 108, en la etapa S805, selecciona uno de los relés 102 descubiertos e instruye al UE 104 para que establezca una comunicación de enlace lateral uno a uno (es decir, a través de PC5) con el relé 102 seleccionado si el UE 104 soporta comunicaciones de enlace lateral y Uu simultáneas con un comando de modo NMO-R. La indicación puede transmitirse en un mensaje de reconfiguración de conexión RRC. El UE 104 conoce los canales lógicos existentes a través de Uu y sus parámetros de QoS, por ejemplo, la prioridad del canal lógico y las tasas de bits atendidas por el eNB 108. El UE 104 puede establecer la misma cantidad de canales lógicos de enlace lateral a través de la interfaz PC5 con parámetros de QoS similares en cuanto a los canales lógicos utilizados a través de la interfaz Uu. Alternativamente, el eNB 108 puede instruir al UNR 102 para que establezca una comunicación de enlace lateral uno a uno con el UE 104. El eNB 108 conoce los canales lógicos establecidos a través de la interfaz Uu. La información sobre los canales lógicos puede transmitirse al UNR 102 para solicitar al UE 104 que configure el mismo número de canales lógicos con características QoS similares.

55 El UE 104, en la etapa S806, establece una comunicación de enlace lateral uno a uno con el UNR 102 como se ha descrito anteriormente. El UE 104 informa, en la etapa S807, al eNB 108 que el UE 104 ha establecido con éxito la comunicación de enlace lateral con una indicación de *NMO-R introducido*. Esta indicación puede ser un mensaje *completo de reconfiguración de conexión RRC*. La red decide, en la etapa S808, si es necesario mantener la conexión RRC. La red puede, en la etapa S809, enviar una *liberación de conexión RRC* al UE 104 para instruir al UE 104 para que entre en el estado RRC_IDLE. Tras la transición a RRC_IDLE, el UE 104 cambia de los canales lógicos a través de Uu a PC5.

Si el UE 104 no puede/no es capaz de soportar NMO-R en estado RRC_CONNECTED, una alternativa es adoptar la estrategia *break-before-make* (otras razones para elegir entre *make-before-break* y *break-before-make* como se ha descrito anteriormente también son aplicables para tomar esta decisión). En este caso, el UE 104 recibe un mensaje de liberación de conexión RRC antes del cambio a NMO-R. Este procedimiento se representa en la fig. 9.

5 Las etapas S901 a S904 son sustancialmente similares a las etapas S801 a S804 en la fig. 4 como se ha descrito anteriormente. En la etapa S905, el eNB 108 selecciona un UNR 102 e instruye al UE 104 para que establezca una comunicación de enlace lateral uno a uno con el UNR 102 seleccionado. La instrucción puede transmitirse, en la etapa S906, en la *liberación de conexión RRC* si el UE 104 no soporta comunicaciones Uu y de enlace lateral simultáneas. El UE 104 establece una comunicación de enlace lateral uno a uno con el UNR 102 como se ha descrito anteriormente, comenzando la operación NMO-R.

10 Para facilitar los escenarios anteriores, se pueden definir una o más indicaciones nuevas desde el eNB 108 al UE 104. Específicamente, para activar el descubrimiento de los relés 102 en el UE 104, una indicación denominada *comando de descubrimiento de relé* (véase, por ejemplo, la fig. 4, etapa S802) puede ser enviado por el eNB 108 al UE 104. El eNB 108 puede configurar uno o más UE en modo de relé antes de enviar este mensaje al UE 104 si el eNB 108 es consciente que no hay relés potenciales cerca del UE 104. El UE 104 comienza el descubrimiento de relé al recibir esta indicación (véase, por ejemplo, la fig. 4, etapa S803).

15 Para activar el UE 104 para cambiar a NMO-R, una indicación denominada *comando de modo NMO-R* puede ser enviado por el eNB 108 al UE 104 (véase, por ejemplo, la fig. 4, etapa S805). El UE 104 establece NMO-R al recibir esta indicación. Este comando puede incluir la identidad del relé 102 con el que debería asociarse el UE 104. 20 Cualquier identidad UNR tal como el C-RNTI del UE 102 de relé o el ID UE ProSe (es decir, el ID de capa 2 de origen) del UNR 102 puede utilizarse para este propósito.

25 El UE 104 puede confirmar la finalización de un cambio de NMO-R al eNB 108 enviando una indicación denominada *NMO-R introducido* (véase, por ejemplo, la fig. 4, etapa S807). El eNB 108 puede iniciar mecanismos para consolidar y potencialmente liberar la conexión RRC del UE 104 (por ejemplo, cuando no está activo ningún otro servicio configurado para utilizar la interfaz Uu) al recibir esta indicación (véase, por ejemplo, la fig. 4, etapa S808).

Cualquiera de las indicaciones anteriores puede incluirse en un mensaje RRC existente o nuevo, o puede transmitirse mediante un nuevo elemento de control MAC.

30 Además, el mensaje de *informe de medición*, definido por 3GPP TS 36.331, puede mejorarse para indicar también los relés descubiertos (véase, por ejemplo, la fig. 4, etapa S804). El ID de capa 2 de origen (ID UE ProSe), definido por 3GPP TS 23.303, o el C-RNTI del UNR 102 o el C-RNTI del UNR 102 pueden estar incluidos en el mensaje de *informe de medición* para este fin. La red puede seleccionar uno de los UNR 102 reportados como el candidato preferido para conectar el UE 104 y puede indicar esto en el comando de modo NMO-R (véase, por ejemplo, la fig. 4, etapa S805). Alternativamente, la red puede indicar un subconjunto de relés, o de lo contrario, una lista clasificada de relés, en el comando de modo NMO-R. La red puede priorizar los relés 102 dentro de su propia cobertura a través de los relés 102 que no están en su cobertura.

Como opción adicional, el eNB 108 puede interrogar a una o más UNR 102 sobre su capacidad para soportar un UE 104 entrante adicional. Esta información puede ser útil para equilibrar la carga entre los UNR 102. La comunicación entre el eNB 108 y los UNR 102 puede ser como se muestra en la fig. 10

40 El mensaje de solicitud de UE entrante en la etapa S1001 puede incluir el identificador de UE del posible UE 104 entrante. Si existe más de un UNR 102 posible bajo el control del eNB, el eNB 108 puede seleccionar un UNR 102 o preparar más de un UNR 102 para el UE 104 entrante proporcionando a los UNR 102 potenciales el identificador del UE. Este identificador del UE puede ser el ID UE ProSe del UE 104 o cualquier otra identidad por la cual el UNR 102 pueda identificar el UE 104 entrante en el enlace PC5. El ID UE del UE 104 entrante puede ser utilizado por el relé 102 para establecer la conexión de enlace lateral. Como respuesta a este mensaje, el UNR 102 podrá enviar el mensaje de *respuesta del UE entrante*, en la etapa S1002. Este mensaje puede incluir parámetros que el eNB 108 puede utilizar para seleccionar un UNR 102 entre varios candidatos de relé. Ejemplos de estos parámetros son aplicaciones soportadas/ID de aplicaciones, estado de batería, estado de movilidad, posición/ubicación geográfica en la celda, carga (por ejemplo, número de UE fuera de cobertura actualmente asociados con el UNR 102, o porcentaje de carga relativo), número de grupos MCPTT que reenvía el relé, una indicación explícita para rechazar el UE 104 entrante adicional, etc.

50 Basándose en estos parámetros, el eNB 108 puede seleccionar un UNR 102 apropiado e incluir la identidad (ID UE ProSe) de la retransmisión 102 seleccionada en el *comando de modo NMO-R* transmitido al UE 104 (véase, por ejemplo, la fig. 4, etapa S805). Alternativamente, la *solicitud de UE entrante* puede utilizarse para que el eNB 108 instruya al UNR 102 para que establezca una conexión uno a uno con el UE 104. En este caso, la solicitud puede incluir la dirección de origen L2 del UE y los canales lógicos que se han de establecer a través del enlace lateral.

55 2) El UE permanece en NMO-R hasta que se considere necesario un cambio a NMO basándose en los criterios de activación, tales como el deterioro de la operación en NMO-R, etc.

El UE 104 puede estar configurado previamente para elegir entre estos enfoques (por ejemplo, configurado en la UICC o mediante señalización explícita desde la red). Alternativamente, los estándares pueden imponer un comportamiento específico. El comportamiento también puede basarse en la capacidad del UE 104 (es decir, si el UE 104 puede soportar o no NMO-R mientras está en RRC_CONNECTED).

5 UE siempre cambia a NMO al encontrar cobertura

En este caso, un UE 104 fuera de cobertura que opera en NMO-R siempre cambia a NMO al pasar a la cobertura de red. Así, mientras esté fuera de cobertura, el UE 104 realizará una búsqueda de celdas (según algoritmos estandarizados de selección/repetición de selección de celdas) hasta que encuentre una celda adecuada y seleccione una celda adecuada cuando esté disponible (consúltese 3GPP TS 36.304). Al seleccionar la celda, el UE 104 puede entrar al modo conectado y actualizar su registro con el servidor 106 MCPTT mediante la red. Si el UE 104 soporta MBB, el UE 104 puede iniciar el establecimiento de NMO y tras registrarse con éxito en el servidor 106 MCPTT y reanudar el acceso al servicio, el UE 104 puede desconectarse del UNR 102 y cambiar a NMO. Este proceso se representa en la fig. 11

El UE 104 que opera en NMO-R a través del UNR 102 entra a la cobertura de red y selecciona una celda adecuada, en la etapa S1101. El UE 104 establece, en la etapa S1102, una conexión RRC para obtener el servicio MCPTT en la celda de servicio. El UE 104 accede, en la etapa S1103, al servicio MCPTT utilizando procedimientos IMS/SIP después de la autenticación y el establecimiento mutuos de una asociación segura (SA-R) entre el UE 104 y el servidor 106 MCPTT. Si es necesario, (es decir, no lo impide el servidor 106 MCPTT), el UE 104 puede tener que suprimir la información duplicada que podría recibirse temporalmente del relé 102 y de la red. El UE 104 envía, en la etapa S1104, una indicación de *desconexión de enlace lateral* al UNR 102 para detener el relé que transfiere información MCPTT para este UE 104. El UNR 102 detiene las transmisiones dirigidas hacia el UE 104, en la etapa S1105. El UNR 102 podrá responder a la indicación de *desconexión de enlace lateral* mediante una *confirmación de desconexión de enlace lateral*, en la etapa S1106. Si no hay más UE 104 que empleen la operación de relé por parte del LTNR 102, entonces el UNR 102 puede cesar su actividad de relé, en la etapa S1107, y enviar una indicación de *parada de modo UNR* al eNB 108 de servicio. Debería observarse que el eNB de servicio del UNR 102 puede o no ser el mismo que el eNB de servicio para el UE 104. Como ejemplo, la indicación de *parada de modo UNR* puede incluirse en un mensaje RRC, tal como *indicación de interés ProSe*, indicando que el UNR 102 ya no está interesado en ProSe.

El procedimiento descrito con respecto a la fig. 11 funciona cuando el UE 104 puede soportar NMO-R mientras está en estado RRC_CONNECTED. Sin embargo, si el UE 104 no es capaz de hacer esto, el UE 104 puede cambiar a NMO después de desconectarse del UNR 102. Esta elección de utilizar *break-before-make* o *make-before-break* puede implicar otras consideraciones como las mencionadas anteriormente.

La opción "break-before-make" se representa en la fig. 12. El UE 104 que opera en NMO-R a través del UNR 102 entra a la cobertura de red, en la etapa S1201 y selecciona una celda adecuada. El UE 104 envía, en la etapa S1202, una indicación de *desconexión de enlace lateral* al UNR 102 para detener el relé que transfiere información MCPTT para este UE 104. El UNR 102 detiene las transmisiones dirigidas hacia el UE 104, en la etapa S1203. El UNR 102 podrá responder a la indicación de *desconexión de enlace lateral*, en la etapa S1204 mediante una *confirmación de desconexión de enlace lateral*.

El UE 104 establece, en la etapa S1205, una conexión RRC para obtener el servicio MCPTT en la celda de servicio. Este procedimiento involucra el establecimiento, en la etapa S1205a, de los portadores EPS correspondientes a los servicios que el UE 104 está recibiendo a través del enlace PC-5. Una capa de estrato sin acceso (NAS) en el UE 104 activa, en la etapa S1205b, el procedimiento de solicitud de servicio para establecer los portadores EPS necesarias correspondientes a los portadores por los que el UE está recibiendo el servicio cuando está en NMO-R. El eNB 108 puede reenviar el mensaje de solicitud de servicio al MME para configurar portadores EPS apropiados para el UE 104. El eNB 108 responde enviando una configuración de RRC, en la etapa S1205c, al UE 104 y esta configuración de RRC incluye la configuración de los portadores EPS y DRB para dar servicio a la UE 104 en NMO. El UE 104, en la etapa S1205d, asocia los flujos de datos de aplicación correspondientes a los portadores PC-5 a los portadores Uu establecidos.

El UE 104 accede, en la etapa S1206, al servicio 106 MCPTT utilizando procedimientos IMS/SIP después de la autenticación y el establecimiento mutuos de una asociación segura (SA-R) entre el UE 104 y el servidor 106 MCPTT. Al establecer con éxito los portadores Uu, los flujos de datos de la aplicación pueden cambiarse a los portadores Uu establecidos. Si no hay más UE 104 que empleen la operación de relé, el UNR 102 puede detener su actividad de relé, en la etapa S1207, y enviar una indicación de *parada de modo UNR* a su eNB 108 de servicio. Debería observarse que el eNB de servicio del UNR 102 puede no ser el mismo eNB que el eNB de servicio del UE 104.

UE cambia condicionalmente a NMO (por ejemplo, deterioro del servicio NMO-R, señalización explícita de la red o UNR, etc.)

Condiciones de activación para cambiar al modo NMO

En este caso, el UE 104 fuera de cobertura no cambia a NMO automática o incondicionalmente al encontrar cobertura de red. En su lugar, el UE 104 continúa operando en NMO-R hasta que un activador hace que el UE 104 cambie a NMO-R. Los ejemplos de tales condiciones incluyen la degradación del enlace de radio en la interfaz PC5, que puede incluir la degradación de la calidad del enlace PC5 o la pérdida de sincronización en el enlace PC5, etc. Otra condición puede ser la degradación de la calidad del servicio donde una aplicación detecta que la calidad del servicio recibido se ha degradado por debajo de un umbral predeterminado. Por ejemplo, esta calidad de servicio puede incluir la detección de un número o porcentaje predeterminado de tramas de voz o tramas de video perdidas/no decodificadas, la determinación de que la tasa de error de bits residual en los paquetes de aplicación ha excedido un umbral predeterminado, etc. Otra condición puede ser que el servicio deje de estar disponible de tal manera que el UNR 102 ya no soporte el servicio en el que está interesado el UE 104 (por ejemplo, debido a la falta de recursos de PC5, etc.). Otros parámetros relacionados con UNR que indican deterioro también podrían activar el cambio, tal como un nivel de batería bajo reportado por el UNR 102 u otros mensajes explícitos recibidos del UNR 102 que requieren un cambio a NMO. Los ejemplos de tales mensajes explícitos pueden incluir comandos que indiquen la finalización del modo UNR del relé o la capacidad del relé excedida, etc.

Cambio a NMO

El diagrama de flujo 1300 de la fig. 13 ilustra un procedimiento de ejemplo para activar el cambio a NMO. El UE 104 comienza, en el bloque S1301, en NMO-R. Si se encuentra un eNB 108 adecuado capaz de soportar el UE 104 durante la operación NMO, en el bloque S 1302, y se cumplen las condiciones de activación para el cambio a NMO, en el bloque S1303, el UE 104 inicia, en el bloque S1304, mecanismos para cambiar de NMO-R a NMO.

El procedimiento para que el UE 104 cambie al modo de operación NMO se detalla en la fig. 14 y es algo similar a los procedimientos representados en las figs. 11 y 12. El UE 104 que opera en NMO-R a través del UNR 102 entra a la cobertura de red, en la etapa S1401, y selecciona una celda adecuada. El UE 104 determina, en la etapa S1402, que se cumplen las condiciones para cambiar a NMO como se describe anteriormente. El UE 104 establece, en la etapa S1403, una conexión RRC para obtener el servicio MCPTT en la celda de servicio (si el UE 104 aún no ha cambiado a RRC_CONNECTED por otras razones, tales como ser buscado por la red para una sesión de terminación móvil, etc.) y establece la conexión o conexiones PDN empleadas por los servicios transportados a través de la interfaz PC5. El procedimiento de solicitud de servicio lo inicia una capa NAS para establecer los portadores EPS necesarios para NMO.

El equipo

En la figura 16 se muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de un dispositivo 1600 de comunicación inalámbrica (tal como UE 104 y UNR 102). El dispositivo 1600 de comunicación inalámbrica incluye múltiples componentes, tales como un procesador 1602 que controla la operación general del dispositivo de comunicación inalámbrica. Las funciones de comunicación, incluyendo las comunicaciones de voz y datos, se realizan a través de un subsistema 1604 de comunicación. El subsistema 1604 de comunicación puede incluir una pluralidad de receptores y transmisores que operan en una o más frecuencias para permitir la conexión simultánea a dos o más entidades diferentes. Para los UE que tienen capacidades MBB, se pueden emplear al menos dos receptores y dos transmisores. Los datos recibidos por el dispositivo de comunicación inalámbrica son descomprimidos y descifrados por un decodificador 1606. El subsistema 1604 de comunicación recibe mensajes desde y envía mensajes a una red 1650 inalámbrica. La red 1650 inalámbrica puede ser cualquier tipo de red inalámbrica, incluyendo, entre otros, redes inalámbricas de datos, redes inalámbricas de voz y redes que soportan comunicaciones de voz y datos.

Una fuente de alimentación 1642, tal como una o más baterías recargables o un puerto para una fuente de alimentación externa, alimenta el dispositivo 1600 de comunicaciones inalámbricas.

El procesador 1602 interactúa con otros componentes, tales como la memoria de acceso aleatorio (RAM) 1608, la memoria 1610, una pantalla 1612 (que puede ser una pantalla sensible al tacto), uno o más accionadores 1620, un subsistema 1624 de entrada/salida (E/S) auxiliar, un puerto 1626 de datos, un altavoz 1628, un micrófono 1630, comunicaciones 1632 de corto alcance y otros subsistemas 1634 de dispositivos. La interacción del usuario con una interfaz gráfica de usuario se realiza a través de la pantalla 1612 sensible al tacto. La información, tal como texto, caracteres, símbolos, imágenes, iconos y otros elementos que pueden mostrarse o representarse en un dispositivo electrónico portátil, se muestra en la pantalla 1612 sensible al tacto a través del procesador 1602. El procesador 1602 puede interactuar con un acelerómetro 1636 que puede utilizarse para detectar la dirección de las fuerzas gravitatorias o las fuerzas de reacción inducidas por la gravedad.

Para identificar a un abonado para el acceso a la red, el dispositivo 1600 de comunicación inalámbrica utiliza una tarjeta 1638 UICC, tal como un módulo de identidad de abonado o un módulo de identidad de usuario extraíble (SIM/RUIM) para comunicarse con una red, tal como la red 1650 inalámbrica. Alternativamente, la información de identificación del usuario puede programarse en la memoria 1610.

El dispositivo 1600 de comunicación inalámbrica incluye un sistema operativo 1646 y programas o componentes 1648 de software, tal como la aplicación MCPTT 1644, que son ejecutados por el procesador 1602 y normalmente se almacenan en un almacén persistente y actualizable, tal como la memoria 1610. Las aplicaciones o programas adicionales pueden cargarse en el dispositivo 102, 104 de comunicación inalámbrica a través de la red 1650 inalámbrica, el subsistema 1624 de E/S auxiliar, el puerto 1626 de datos, el subsistema 1632 de comunicaciones de corto alcance o cualquier otro subsistema 1634 adecuado.

Una señal recibida, tal como un mensaje de texto, un mensaje de correo electrónico, un mensaje instantáneo o la descarga de una página web, es procesada por el subsistema 1604 de comunicación y enviada al procesador 1602. El procesador 1602 procesa la señal recibida para enviarla a la pantalla 1612 y/o al subsistema 1624 de E/S auxiliar. Un abonado puede generar elementos de datos, por ejemplo, mensajes de correo electrónico, que pueden transmitirse a través de la red 1650 inalámbrica a través del subsistema 1604 de comunicación. Para las comunicaciones de voz, la operación general del dispositivo 102, 104 de comunicación inalámbrica es similar. El altavoz 1628 emite información audible convertida a partir de señales eléctricas, y el micrófono 1630 convierte la información audible en señales eléctricas para su procesamiento.

La pantalla 1612 sensible al tacto puede ser cualquier pantalla sensible al tacto adecuada, tal como una pantalla sensible al tacto capacitivo, resistivo, de infrarrojos, de ondas acústicas superficiales (SAW), un medidor de tensión, una imagen óptica, una tecnología de señal dispersiva, reconocimiento de pulso acústico y etc., como se conoce en la técnica. Una pantalla sensible al tacto capacitiva incluye una superposición sensible al tacto capacitiva. La superposición puede ser un conjunto de múltiples capas en una pila que incluye, por ejemplo, un sustrato, una capa de protección a tierra, una capa de barrera, una o más capas de sensores táctiles capacitivos separadas por un sustrato u otra barrera y una cubierta. Las capas del sensor táctil capacitivo pueden ser de cualquier material adecuado, tal como óxido de indio y estaño (ITO) estampado.

Uno o más accionadores 1620 pueden presionarse o activarse aplicando suficiente fuerza a los accionadores 1620 para superar la fuerza de accionamiento del accionador. El accionador o accionadores 1620 pueden proporcionar una entrada al procesador 1602 cuando se accionan. El accionamiento del accionador o accionadores 1620 puede dar como resultado la provisión de una realimentación táctil.

Volviendo ahora a la fig. 17, se proporciona un diagrama de bloques de un eNB 108 ejemplar. El eNB 108 incluye al menos un procesador 1702 que controla la operación general del eNB 108. El subsistema 1704 de comunicación por cable permite que el eNB 108 interactúe con varios otros dispositivos, tales como servidores (por ejemplo, un servidor de aplicación MCPTT), enrutadores, puertas de enlace, etc., mediante una red cableada, tal como Internet. Las funciones de comunicación inalámbrica, incluyendo las comunicaciones de datos y voz, se realizan a través de un subsistema 1706 de comunicación inalámbrica.

El eNB 108 incluye una memoria 1708 que almacena instrucciones legibles por ordenador para un sistema operativo 1710, datos 1712 y programas o componentes 1714 de software que son ejecutados por el procesador 1702. Debería observarse que no se muestran otras funciones y componentes típicos de un eNB 108 aquí por simplicidad y brevedad.

Los aspectos de la presente exposición pueden incorporarse como un dispositivo o aparato, sistema, método o producto de programa informático. Por consiguiente, los aspectos de la presente exposición pueden adoptar la forma de una realización completamente basada en hardware, una realización completamente basada en software (que incluye firmware, software residente, micro-código, etc.) o una realización que combina software y hardware que, en general, puede ser denominado en la presente memoria como un "circuito", "módulo" o "sistema". Además, los aspectos de la presente exposición pueden tomar la forma de un producto de programa informático incorporado en uno o más medios legibles por ordenador que tienen incorporado un código de programa legible por ordenador. Un medio de almacenamiento legible por ordenador puede ser, por ejemplo, entre otros, un sistema, aparato o dispositivo electrónico, magnético, óptico, electromagnético, de infrarrojos o semiconductor, o cualquier combinación adecuada de los anteriores. Ejemplos más específicos (una lista no exhaustiva) pueden incluir los siguientes medios tangibles: una conexión eléctrica que tiene uno o más cables, un disquete de ordenador portátil, un disco duro, una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable borrable (EPROM o memoria Flash), una fibra óptica, una memoria de solo lectura de disco compacto portátil (CD-ROM), un dispositivo de almacenamiento óptico, un dispositivo de almacenamiento magnético o cualquier combinación adecuada de los anteriores. Los medios no tangibles o no transitorios pueden incluir una señal de datos propagados con un código de programa legible por ordenador incorporado, por ejemplo, en banda base o como parte de una onda portadora. Tal señal propagada puede tomar cualquiera de una variedad de formas, incluyendo, entre otros, electromagnética, óptica o cualquier combinación adecuada de las mismas. El código de programa informático o las instrucciones para realizar operaciones para aspectos de la presente exposición pueden ser cualquier combinación de uno o más lenguajes de programación, incluyendo un lenguaje de programación orientado a objetos y lenguajes de programación de procedimientos convencionales. El código del programa puede ejecutarse en uno o más dispositivos, tales como un ordenador y/o un servidor.

5 Los aspectos de la presente exposición se han descrito anteriormente con referencia a ilustraciones de diagramas
de flujo y/o diagramas de bloques de métodos, aparatos (sistemas) y productos de programa informático según
realizaciones de la exposición. A este respecto, el diagrama de flujo y los diagramas de bloques de las figuras
ilustran la arquitectura, la funcionalidad y la operación de posibles implementaciones de sistemas, métodos y
10 productos de programa informático según diversas realizaciones. Sin embargo, también debería observarse que, en
algunas implementaciones alternativas, las funciones indicadas en el bloque pueden ocurrir fuera del orden indicado
en las figuras. Por ejemplo, dos bloques mostrados en sucesión pueden, de hecho, ejecutarse sustancialmente al
mismo tiempo, o los bloques a veces pueden ejecutarse en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad
implicada. También se observará que cada bloque de los diagramas de bloques y/o la ilustración del diagrama de
15 flujo, y las combinaciones de bloques en los diagramas de bloques y/o la ilustración del diagrama de flujo, pueden
implementarse total o parcialmente mediante sistemas basados en hardware de propósito especial que realizan las
funciones especificadas o actos, o combinaciones de hardware de propósito especial e instrucciones de
informáticas. Además, también se comprenderá que cada bloque de las ilustraciones de diagramas de flujo y/o
20 diagramas de bloques, y combinaciones de bloques en las ilustraciones de diagramas de flujo y/o diagramas de
bloques, pueden implementarse total o parcialmente mediante instrucciones de programa informático. Estas
instrucciones de programa informático pueden proporcionarse a un procesador de un ordenador de propósito
general, un ordenador de propósito especial u otro aparato de procesamiento de datos programable para producir
una máquina, de tal manera que las instrucciones, que se ejecutan mediante el procesador del ordenador u otro
aparato de procesamiento de datos programable, crea medios para implementar las funciones/actos especificados
en el diagrama de flujo y/o el bloque o bloques del diagrama de bloques.

Finalmente, la terminología utilizada en la presente memoria tiene el propósito de describir realizaciones particulares
únicamente y no pretende ser limitativa. Es decir, la descripción de la presente exposición se ha presentado con
25 fines ilustrativos y descriptivos, pero no pretende ser exhaustiva ni limitarse a la forma dada a conocer. Muchas
modificaciones y variaciones serán evidentes sin desviarse del alcance de la descripción definida en las
reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un método para cambiar entre modos de operación para un dispositivo (104) en una red celular realizado por una celda (108) de servicio en la red celular, que comprende:
- la provisión de un servicio al dispositivo;
- 5 la determinación (S801), mientras se proporciona el servicio al dispositivo (104), de que el dispositivo se acerque a un límite de cobertura;
- en respuesta a la determinación de que el dispositivo (104) se está acercando al límite de cobertura, el envío (S802) de un comando de descubrimiento de relé al dispositivo (104);
- 10 la recepción (S804) de un informe de medición del dispositivo (104) que indica los nodos descubiertos capaces de actuar como nodos (102) de relé;
- la selección de un nodo adecuado para actuar como un nodo de relé de los nodos de relé descubiertos; y
- la enseñanza del inicio de un mecanismo para cambiar a la recepción del servicio a través del nodo de relé.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende además:
- 15 al seleccionar un nodo adecuado para actuar como un nodo (102) de relé, configurar el nodo como un nodo de relé antes de instruir el inicio del mecanismo para cambiar a la recepción del servicio a través del nodo (102) de relé.
3. El método de la reivindicación 1, en donde el servicio es un servicio de evolución a largo plazo de pulsar para hablar de misión crítica.
4. El método de la reivindicación 1, en donde el nodo (102) de relé es un equipo de usuario que actúa como un nodo de relé de equipo de usuario a red.
- 20 5. El método de la reivindicación 1, en donde el informe de medición comprende, para cada nodo (102) de relé descubierto, al menos uno de los siguientes parámetros:
- potencia de la señal recibida;
- mediciones de calidad;
- una dirección de origen L2;
- 25 un nivel de batería; o
- una potencia de procesamiento disponible.
6. El método de la reivindicación 1, en donde el mecanismo para cambiar a la recepción del servicio a través del nodo (102) de relé comprende:
- 30 el envío de una indicación de proseguir con el modo de relé al dispositivo (104);
- la recepción de una indicación de entrada en modo de relé desde el dispositivo (104);
- la determinación de que no es necesario mantener una conexión de control de recursos de radio entre el dispositivo y una celda de servicio; y
- el envío de un mensaje de liberación de conexión al dispositivo.
- 35 7. El método de la reivindicación 3, en donde el mecanismo para pasar a la recepción del servicio a través del relé adecuado comprende:
- el envío de una indicación de proseguir con el modo de relé al dispositivo (104); y
- el envío de un mensaje de liberación de conexión al dispositivo (104).
8. Un producto de programa informático para habilitar el cambio entre modos de operación para un dispositivo en una red celular, comprendiendo el producto de programa informático un medio de almacenamiento no transitorio legible por ordenador que tiene incorporado un código de programa legible por ordenador, comprendiendo el código de programa legible por ordenador instrucciones que cuando se ejecutan por una celda de servicio en la red celular hacen que la celda de servicio lleve a cabo las etapas de
- 40 provisión de un servicio al dispositivo;

- determinación (S801), mientras se proporciona el servicio al dispositivo (104), de que el dispositivo se acerque a un límite de cobertura;
- en respuesta a la determinación de que el dispositivo se acerca al límite de la cobertura, el envío (S802) de un comando de descubrimiento de relé al dispositivo (104);
- 5 recepción (S804) de un informe de medición del dispositivo (104) que indica los nodos descubiertos capaces de actuar como nodos de relé;
- selección de un nodo adecuado para actuar como un nodo de relé de los nodos (102) de relé descubiertos; y
- la enseñanza del inicio de un mecanismo para cambiar a la recepción del servicio a través del nodo (102) de relé.
- 10 9. El producto de programa informático de la reivindicación 8, que comprende además instrucciones para, al seleccionar un nodo adecuado para actuar como un nodo de relé (102), la configuración del nodo como un nodo de relé antes de la enseñanza del inicio del mecanismo para cambiar a la recepción del servicio a través del nodo (102) de relé.
10. El producto de programa informático de la reivindicación 8, en donde el servicio es un servicio de evolución a largo plazo de pulsar para hablar de misión crítica.
- 15 11. El producto de programa informático de la reivindicación 8, en donde el nodo (102) de relé es un equipo de usuario que actúa como un nodo de relé de equipo de usuario a red.
12. El producto de programa informático de la reivindicación 8, en donde el informe de medición comprende, para cada nodo (102) de relé descubierto, al menos uno de los siguientes parámetros:
- potencia de señal recibida;
- 20 mediciones de calidad;
- una dirección de origen L2;
- un nivel de batería; o
- una potencia de procesamiento disponible.
- 25 13. El producto de programa informático de la reivindicación 8, en donde el mecanismo para cambiar a la recepción del servicio mediante el relé adecuado comprende:
- el envío de una indicación de proseguir con del modo de relé al dispositivo (104);
- la recepción de una indicación de entrada en modo de relé desde el dispositivo (104);
- la determinación de que no es necesario mantener una conexión de control de recursos de radio entre el dispositivo y una celda de servicio; y
- 30 el envío de un mensaje de liberación de conexión al dispositivo (104).
14. El producto de programa informático de la reivindicación 10, en donde el mecanismo para cambiar a la recepción del servicio mediante el relé adecuado comprende:
- el envío de una indicación de proseguir con el modo de relé al dispositivo (104); y
- el envío de un mensaje de liberación de conexión al dispositivo (104).
- 35 15. Una celda (108) de servicio, que comprende:
- un procesador (1702);
- un subsistema (1706) de comunicación acoplado comunicativamente con el procesador (1702), el procesador configurado para realizar el método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7.

100

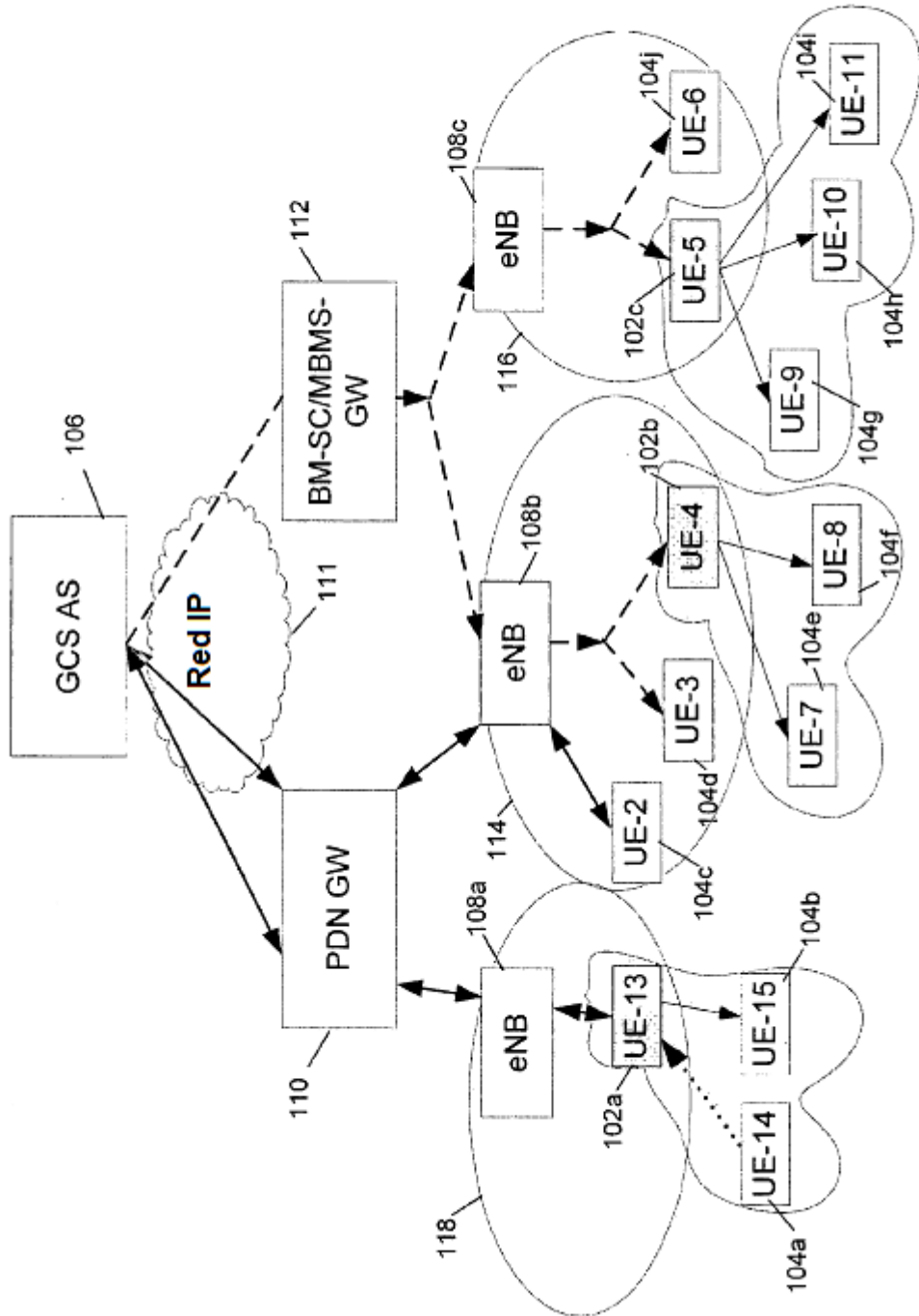


FIG. 1

200

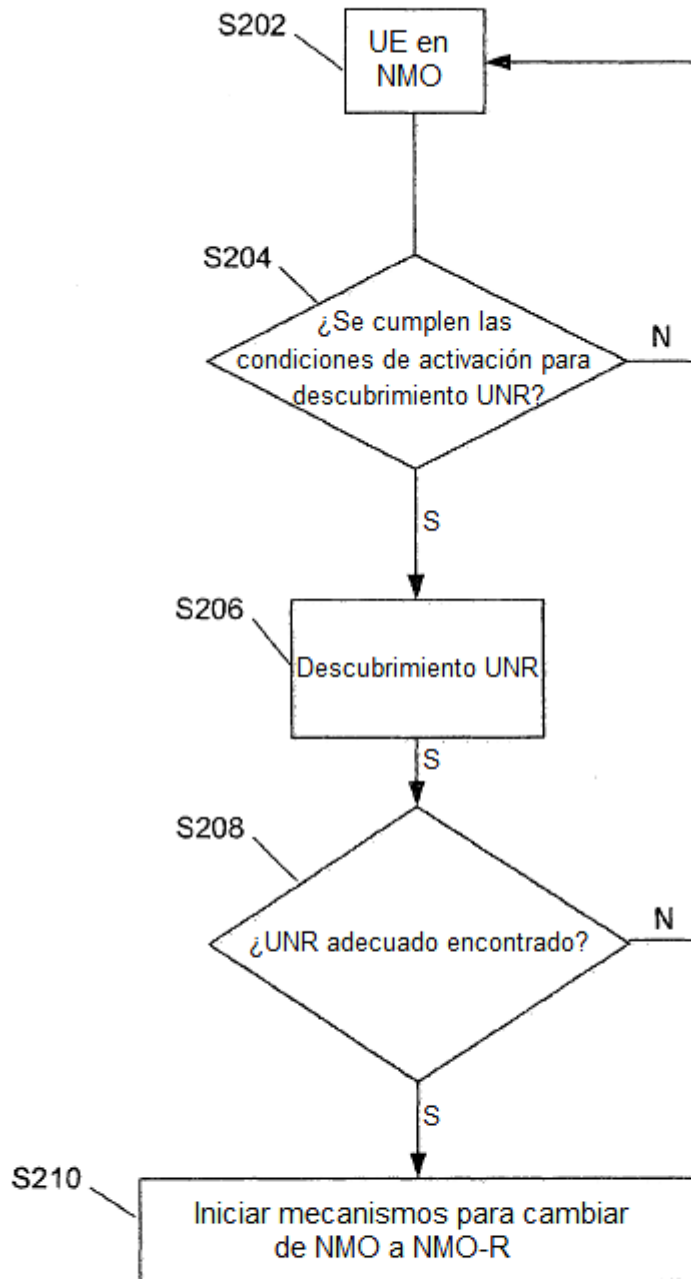


FIG. 2

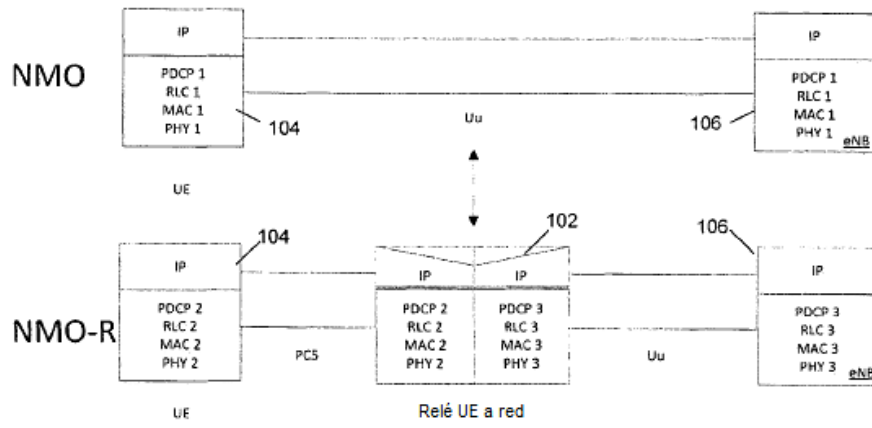


FIG. 3

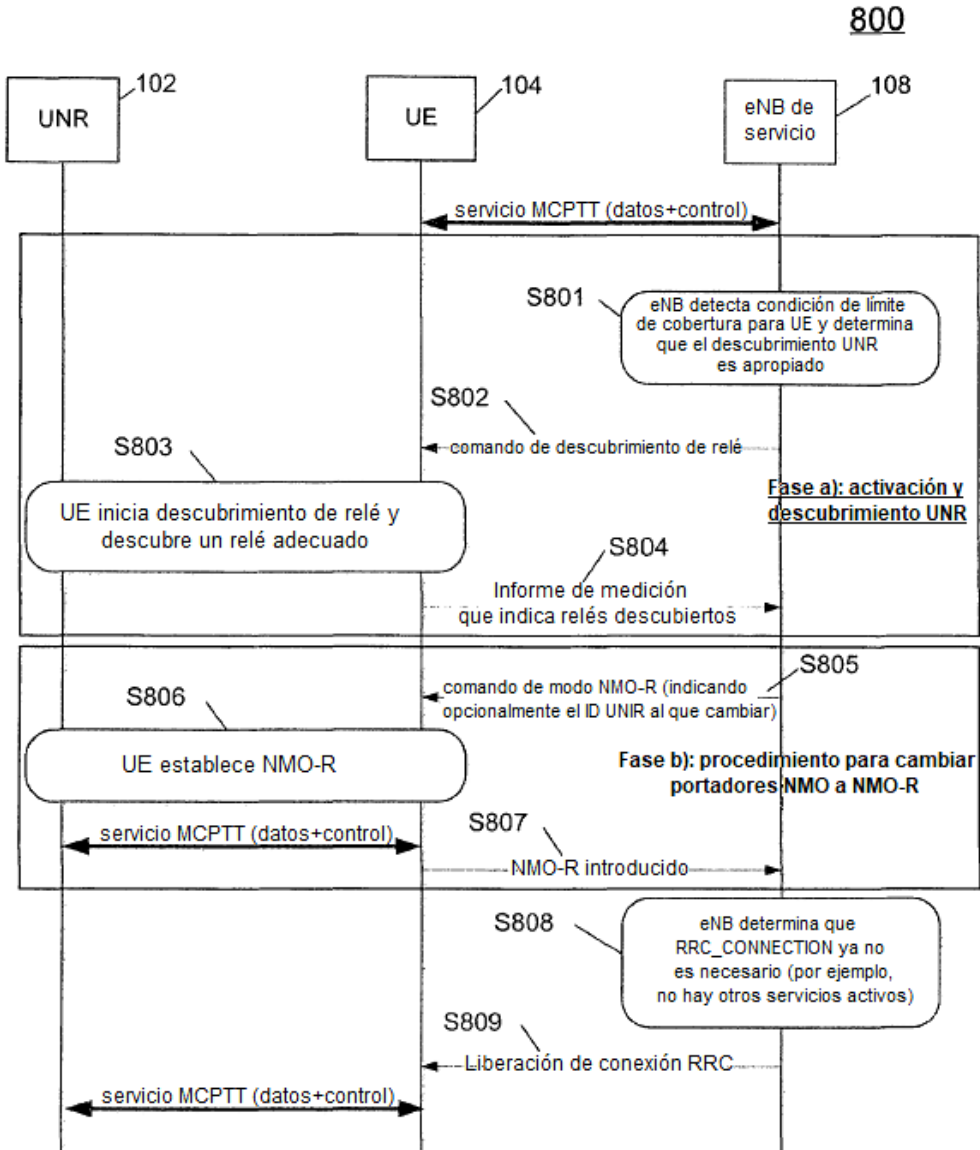


Fig. 4

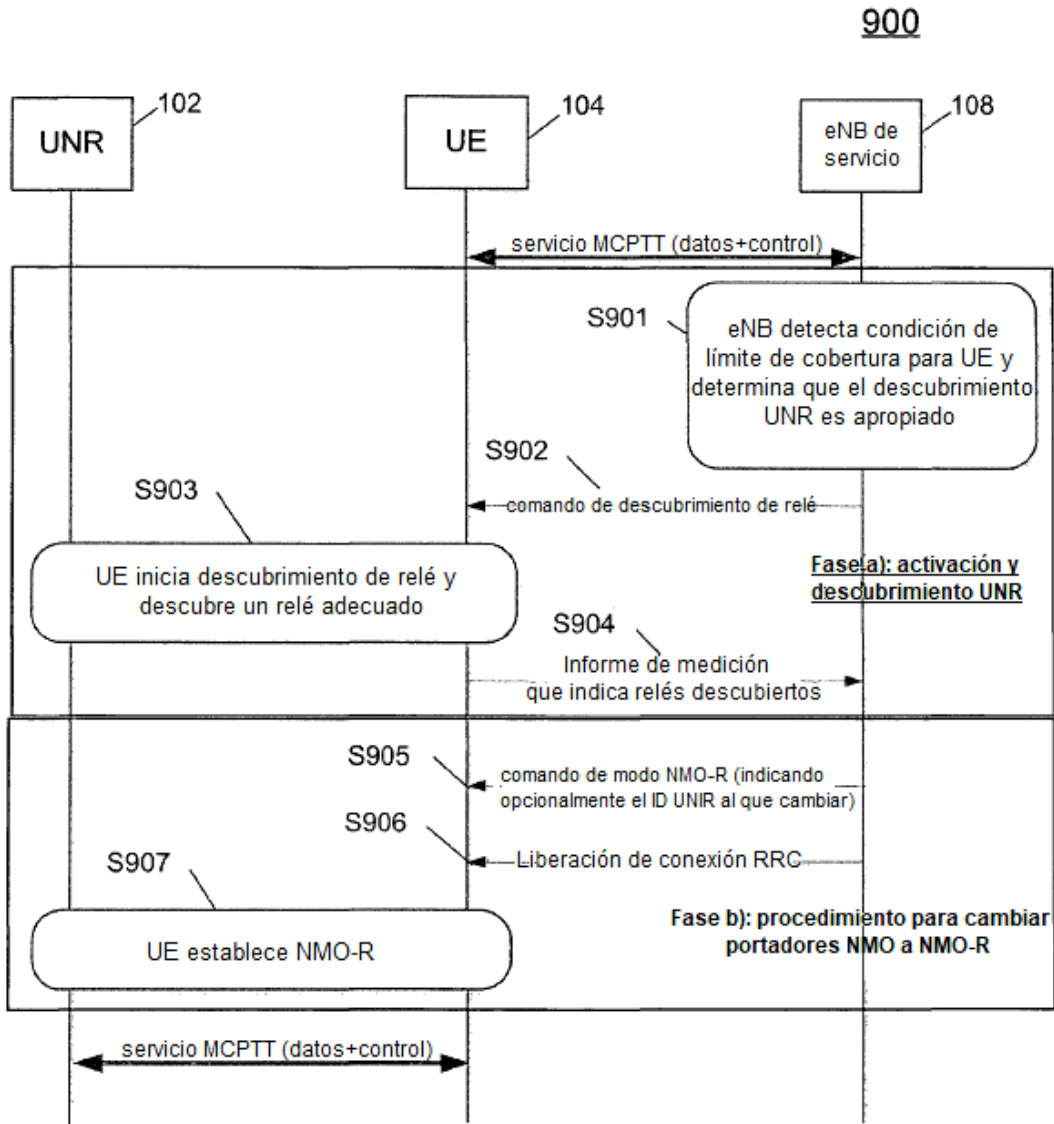


Fig. 5

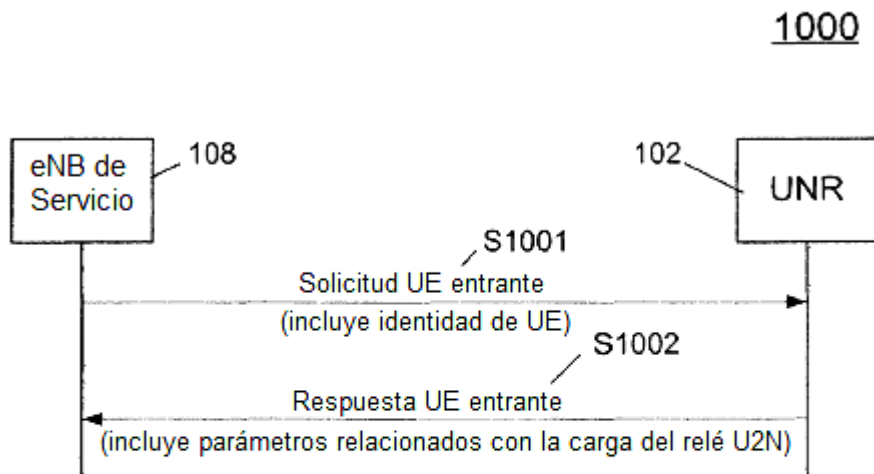


Fig. 6

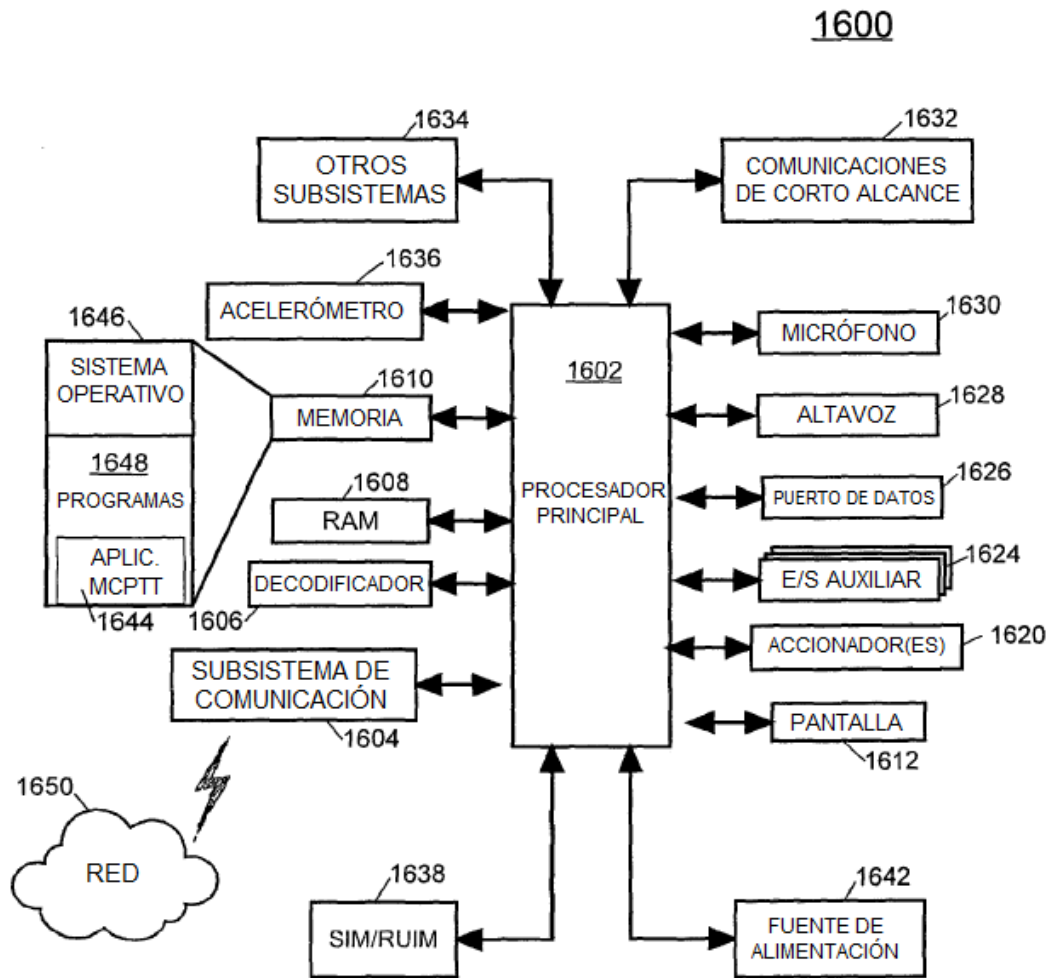


Fig. 7

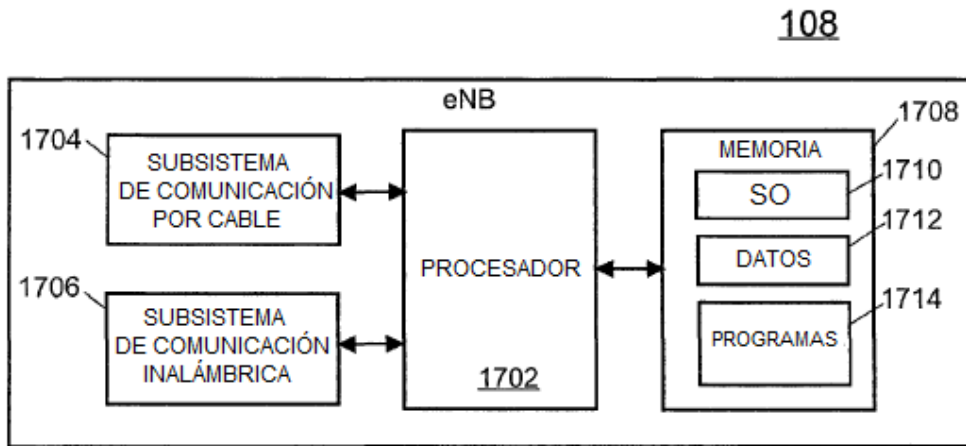


Fig. 8