

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 632 475**

51 Int. Cl.:

<b>H04W 76/02</b>	(2009.01)
<b>H04W 24/04</b>	(2009.01)
<b>H04W 36/08</b>	(2009.01)
<b>H04W 52/02</b>	(2009.01)
<b>H04W 52/24</b>	(2009.01)
<b>H04W 76/04</b>	(2009.01)
<b>H04W 4/00</b>	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2013 PCT/SE2013/051335**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2014 WO14077766**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2013 E 13801909 (6)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.04.2017 EP 2921024**

54 Título: **Método para modificar valores de parámetro para modo de extensión de largo alcance y nodo correspondiente**

30 Prioridad:

**13.11.2012 US 201261725921 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**13.09.2017**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**BALACHANDRAN, KUMAR;  
BERGMAN, JOHAN;  
DIMOU, KONSTANTINOS;  
ERIKSSON, ERIK y  
WALLÉN, ANDERS**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

ES 2 632 475 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

Método para modificar valores de parámetro para modo de extensión de largo alcance y nodo correspondiente

5 **Campo de la divulgación**

La presente divulgación se refiere a una red de comunicaciones celulares y se refiere más particularmente a la extensión de largo alcance en una red de comunicaciones celulares.

10 **Antecedentes**

Existe una creciente necesidad de soportar dispositivos eficaces y rentables, o terminales, en una red de comunicaciones celulares. Esto es especialmente cierto con el creciente interés y el desarrollo de la comunicación máquina a máquina (M2M). En los estándares del proyecto asociación 3ª generación (3GPP), a diferencia de los servicios tradicionales como la transmisión de voz y web, los servicios M2M a menudo tienen requisitos muy diferentes en la red de comunicaciones celulares debido a características específicas de los servicios M2M especificados en la especificación técnica (TS) 3GPP v.11.6.0, "Requisitos de servicio para las comunicaciones tipo máquina (MTC)", etapa 1". Otra característica distintiva en una red de comunicaciones celulares con comunicación M2M es el gran aumento en el número de dispositivos de comunicación tipo máquina (MTC). Tanto los diferentes requisitos de los servicios M2M como el gran número de dispositivos MTC plantean nuevos retos para desarrollar una tecnología de acceso por radio de coste, espectro y energía eficiente para aplicaciones M2M y dispositivos MTC en una red de comunicaciones celulares.

En las comunicaciones M2M, los dispositivos MTC (por ejemplo, contadores inteligentes, letreros, cámaras, sensores remotos, ordenadores portátiles y aparatos) están conectados a la red de comunicaciones celulares. La mayoría de los dispositivos MTC transmiten esporádicamente uno o sólo unos pocos paquetes cortos que contienen mediciones, informes y activadores, por ejemplo, temperatura, humedad, velocidad del viento, etc. En la mayoría de los casos, se espera que los dispositivos MTC sean estáticos o tengan baja movilidad. Un entendimiento común de los dispositivos MTC es que los dispositivos MTC deben ser de baja complejidad dirigidos a aplicaciones de gama baja (ingresos medios bajos por usuario, baja velocidad de datos, tolerancia a latencia alta). Se espera que el consumo de energía/potencia de los dispositivos MTC también sea bajo.

Varios factores afectan el coste de fabricación y funcionamiento de un dispositivo inalámbrico dado. Los principales factores de coste de producción son: (1) velocidad de procesamiento (principalmente en recepción), (2) número de antenas y (3) ancho de banda. Por lo tanto, el grupo de trabajo 1 de la red de acceso por radio (RAN) de 3GPP (es decir, RAN1) ha estudiado técnicas de reducción de costes del módem de equipo de usuario (UE) de evolución a largo plazo (LTE) para el aprovisionamiento de los UE de MTC de bajo coste basados en LTE. Los resultados del estudio están documentados en el informe técnico (TR) 3GPP 36.888 V2.0.0 (3GPP Tdoc RP-120714), "Estudio sobre la provisión de equipos de usuario de comunicaciones tipo máquina (UE) de bajo coste basadas en LTE." Desde entonces, se ha aprobado una descripción actualizada del tema de estudio (SID) (3GPP Tdoc RP-121441, "Estudio sobre la provisión de los UE de MTC de bajo coste basados en LTE") que amplía el alcance del estudio para incluir también el estudio de mejoras de cobertura. Más específicamente, la SID actualizada establece que:

Una mejora de 20dB en la cobertura en comparación con la huella definida de cobertura de células LTE diseñada para " los UE de LTE normal" debe ser dirigida a los UE de MTC de bajo coste, utilizando muy baja tasa de tráfico con latencia relajada (por ejemplo, tamaño del orden de 100 bytes/mensaje en UL y 20 bytes/mensaje en DL, y permitiendo latencia de hasta 10 segundos para DL y hasta 1 hora en enlace ascendente, es decir, sin voz). En la identificación de soluciones, cualquier otro trabajo relacionado acordado para la Versión 12 debe ser tenido en cuenta.

Este nuevo requisito sobre la cobertura mejorada para tráfico de tasa muy baja con latencia relajada de acuerdo con la SID actualizada debería agregarse a la lista de requisitos en el UE de MTC de bajo coste especificado en 3GPP TR 36.888 sección 5.1 que son:

- Soportar velocidades de datos equivalentes a las soportadas por EGPRS R'99 con un dispositivo EGPRS de múltiples intervalos de clase 2 (2 intervalos de tiempo de enlace descendente (118,4 Kilobits por segundo (Kbps)), 1 intervalo de tiempo de enlace ascendente (59,2 Kbps) y un máximo de 3 intervalos de tiempo activos) como mínimo. Esto no impide el soporte de velocidades de datos más altas siempre y cuando las metas de coste no se vean comprometidas.

- Permitir una eficiencia de espectro media significativamente mejorada para el tráfico MTC de baja velocidad de datos comparado con el logrado para terminales de sistema global R99 para comunicaciones móviles (GSM)/EGPRS en redes GSM/EGPRS hoy en día, e idealmente comparable con el de LTE. Las optimizaciones para los UE de MTC de bajo coste deben minimizar el impacto en la eficiencia del espectro alcanzable para otros terminales (terminales LTE normales) en las redes de versión 8-10 de LTE.

- Asegurar que la huella de cobertura de servicio de UE de MTC de bajo coste basada en LTE no sea peor que la huella de cobertura de servicio de un dispositivo MTC GSM/EGPRS (en una red GSM/EGPRS) o la de "los UE de LTE normales" (en una red LTE) asumiendo que están en la misma banda del espectro.

5 - Asegurar que el consumo total de energía no sea peor que los dispositivos MTC basados en GSM/servicio general de paquetes vía radio (GPRS).

- Asegurar una buena coexistencia de radiofrecuencia con la interfaz y las redes de radio LTE heredadas (versión 8-10).

10 - Operación de destino de los UE de MTC de bajo coste y los UE de LTE heredados en la misma portadora.

- Reutilizar la arquitectura de red de LTE/evolución de arquitectura de sistemas (SAE) existente.

15 - Las soluciones deben especificarse en términos de cambios en la versión 10 de las especificaciones LTE.

- El objeto de estudio considerará las optimizaciones tanto para el modo de duplexación por división de frecuencia (FDD) como para el modo de duplexación por división de tiempo (TDD).

20 - La fase inicial del estudio se centrará en soluciones que no necesariamente requieren cambios en el equipo físico de la estación base LTE.

- Los dispositivos MTC de bajo coste soportan una movilidad limitada (es decir, no soportan la transferencia sin fisuras ni la capacidad de operar en redes en diferentes países) y son módulos de bajo consumo de energía.

25 Por lo tanto, se desean sistemas y métodos para satisfacer no sólo los requisitos antes mencionados para dispositivos MTC y comunicación MTC, sino también para optimizar la comunicación MTC y el funcionamiento de dispositivos MTC en un modo de funcionamiento de extensión de largo alcance requerido para satisfacer la mejora de cobertura anteriormente mencionada.

30 Una red móvil ad-hoc (MANET) comprende nodos móviles que se comunican entre sí sin necesidad de infraestructura fija. En el documento EP 1928134 A2, se divulga un nodo para redes ad hoc inalámbricas que incluyen un módulo de radio de corto alcance, un módulo de radio de largo alcance y un módulo de control y enrutamiento. El módulo de control y enrutamiento está dispuesto para determinar si (a) el nodo ha de servir como una pasarela de corto alcance para conectar nodos en una red inalámbrica de corto alcance, o (b) el nodo ha de servir como una pasarela de largo alcance para cooperar con otra pasarela, con el fin de conectar dos o más redes inalámbricas de corto alcance utilizando el módulo de radio de largo alcance, con lo que se forma una red inalámbrica de largo alcance. En particular, el nodo puede buscar una estación base de largo alcance, por ejemplo, escuchando mensajes transmitidos por estaciones base de largo alcance y decidir servir como una pasarela de largo alcance si no se encuentra una estación base de largo alcance.

## Sumario

45 La presente divulgación se refiere a ajustar la monitorización de enlace de radio (RLM), la detección de fallo de enlace de radio (RLF), la recuperación de RLF, y/o la detección de fallo de establecimiento de conexión para dispositivos inalámbricos en una red de comunicaciones celulares dependiendo del modo de funcionamiento. En una realización, un nodo en la red de comunicaciones celulares determina si un dispositivo inalámbrico debe funcionar en un modo de funcionamiento de extensión de largo alcance o en un modo de funcionamiento normal. A continuación, el nodo aplica valores diferentes para al menos un parámetro dependiendo de si el dispositivo inalámbrico debe funcionar en el modo de extensión de largo alcance o en el modo normal. Al menos dicho parámetro es al menos uno de: uno o más parámetros RLM, uno o más parámetros de detección de RLF y uno o más parámetros de recuperación de RLF. De este modo, la señalización de sobrecarga y el consumo de energía dentro del dispositivo inalámbrico cuando funciona en el modo de extensión de largo alcance se reducen sustancialmente. En una realización, el dispositivo inalámbrico es un dispositivo de comunicación tipo máquina (MTC).

60 En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares de evolución a largo plazo (LTE), y al menos dicho parámetro incluye al menos uno de un grupo que consiste en: Qin, Qout, T301, T310, T311, N310, N311, T304 y T300. Qin, Qout, T301, T310, T311, N310, N311, T304 y T300 son parámetros utilizados para RLM, detección de RLF, recuperación de RLF y detección de fallo de establecimiento de conexión en LTE.

65 En una realización, al menos dicho parámetro incluye al menos un parámetro RLM. En una realización, al menos dicho parámetro RLM incluye una medición de umbral para generar una indicación con-sincro para el dispositivo inalámbrico y/o una medición de umbral para generar una indicación sin-sincro para el dispositivo inalámbrico. En una realización particular, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, y al menos dicho parámetro RLM incluye Qin y/o Qout. Qin y Qout son medidas de calidad (por ejemplo, valores de

relación señal-interferencia-ruido (SINR)) que representan, por ejemplo, la capacidad de recibir señalización de control en tasas de error de bloque específicas (BLER). En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro RLM incluye  $Q_{in}$  y un valor modificado para  $Q_{in}$  para el modo de extensión de largo alcance corresponde a una BLER para el canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) o un nuevo canal de control, que es mayor que una BLER para el PDCCH que corresponde a un valor normal de  $Q_{in}$  para el modo normal. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro RLM incluye  $Q_{in}$ , y un valor modificado para  $Q_{in}$  para el modo de extensión de largo alcance corresponde a una BLER que a menudo es mayor que 2%. En otra realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro RLM incluye  $Q_{out}$ , y un valor modificado para  $Q_{in}$  para el modo de extensión de largo alcance corresponde a una BLER que es mayor que una BLER que corresponde a un valor normal de  $Q_{out}$  para el modo normal. En otra realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos un parámetro RLM incluye  $Q_{out}$ , y un valor modificado para  $Q_{out}$  para el modo de extensión de largo alcance corresponde a una BLER que es mayor que 10%.

En una realización, al menos dicho parámetro incluye al menos un parámetro de detección de RLF. En una realización, al menos dicho parámetro de detección de RLF incluye un contador indicativo de un número máximo de indicaciones sin-sincro consecutivas antes de activar un temporizador para una detección de RLF. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de detección de RLF incluye  $N_{310}$  y un valor modificado para  $N_{310}$  para el modo de extensión de largo alcance es mayor que un valor normal para  $N_{310}$  para el modo normal. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de detección de RLF incluye  $N_{310}$ , y un valor modificado para  $N_{310}$  para el modo de extensión de largo alcance es mayor que 20.

En otra realización, al menos dicho parámetro de detección de RLF incluye un temporizador para detectar un fallo de enlace de radio activado en respuesta a un número máximo preconfigurado de indicaciones sin-sincro consecutivas para el dispositivo inalámbrico. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de detección de RLF incluye  $T_{310}$  y un valor modificado para  $T_{310}$  para el modo de extensión de largo alcance es mayor que un valor normal para  $T_{310}$  para el modo normal. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de detección de RLF incluye  $T_{310}$  y un valor modificado para  $T_{310}$  para el modo de extensión de largo alcance es mayor que 2000 milisegundos (ms).

En una realización, al menos dicho parámetro incluye al menos un parámetro de recuperación de RLF. En una realización, al menos dicho parámetro de recuperación de RLF incluye un temporizador para detectar un fallo de un intento de selección de célula después de detectar un fallo de enlace de radio. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de recuperación de RLF incluye  $T_{311}$  y un valor modificado para  $T_{311}$  para el modo de extensión de largo alcance es mayor que un valor normal para  $T_{311}$  para el modo normal. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de recuperación de RLF incluye  $T_{311}$ , y un valor modificado para  $T_{311}$  para el modo de extensión de largo alcance es mayor que 30000 ms.

En otra realización, al menos dicho parámetro de recuperación de RLF incluye un temporizador para detectar un fallo de un intento de restablecimiento de enlace de radio después de detectar un fallo de enlace de radio. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de recuperación de RLF incluye  $T_{301}$  y un valor modificado para  $T_{301}$  para el modo de extensión de largo alcance es mayor que un valor normal para  $T_{301}$  para el modo normal. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de recuperación de RLF incluye  $T_{301}$ , y un valor modificado para  $T_{301}$  para el modo de extensión de largo alcance es mayor que 2000 ms.

En una realización, al menos dicho parámetro incluye al menos un parámetro de recuperación de RLF utilizado para la recuperación de RLF después de un fallo de traspaso. En una realización, al menos dicho parámetro de recuperación de RLF incluye un temporizador para detectar un fallo de un intento de restablecimiento de enlace de radio después de detectar un fallo de enlace de radio durante el traspaso. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de recuperación de RLF incluye  $T_{304}$  y un valor modificado para  $T_{304}$  para el modo de extensión de largo alcance es mayor que un valor normal para  $T_{304}$  para el modo normal. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de recuperación de RLF incluye  $T_{304}$ , y un valor modificado para  $T_{304}$  para el modo de extensión de largo alcance es mayor que 8000 ms.

En una realización, al menos dicho parámetro incluye al menos un parámetro de detección de fallo de establecimiento de conexión utilizado por el dispositivo inalámbrico para detectar un establecimiento de conexión fallido. En una realización, al menos dicho parámetro de detección de fallo de establecimiento de conexión incluye un temporizador para detectar un establecimiento de conexión fallido. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de detección de fallo de

establecimiento de conexión incluye T300 y un valor modificado para T300 para el modo de extensión de largo alcance es mayor que un valor normal para T300 para el modo normal. En una realización, la red de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares LTE, al menos dicho parámetro de detección de fallo de establecimiento de conexión incluye T300 y un valor modificado para T300 para el modo de extensión de largo alcance es mayor que 8000 ms.

Los expertos en la técnica apreciarán el alcance de la presente divulgación y realizarán aspectos adicionales de la misma después de leer la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas en asociación con las figuras de dibujos que la acompañan.

**Breve descripción de las figuras de dibujo**

Las figuras de dibujo que se acompañan incorporadas en y que forman parte de esta descripción ilustran varios aspectos de la divulgación, y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la divulgación.

La figura 1 ilustra una red de comunicaciones celulares de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

las figuras 2A y 2B ilustran el funcionamiento de uno de los dispositivos inalámbricos de la figura 1 para realizar la monitorización de enlace de radio (RLM), la detección de fallo de enlace de radio (RLF) y la recuperación de RLF basándose en una serie de parámetros (es decir, temporizadores y/o contadores) que están configurados con diferentes valores dependiendo de si el dispositivo inalámbrico está funcionando en un modo de extensión de largo alcance o un modo normal de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 3 ilustra el funcionamiento de uno de los dispositivos inalámbricos de la figura 1 para realizar la detección y recuperación de RLF con respecto a un traspaso basándose en una serie de parámetros (es decir, temporizador/es) que están configurados con diferentes valores dependiendo de si el dispositivo inalámbrico está funcionando en un modo de extensión de largo alcance o un modo normal de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 4 ilustra el funcionamiento de uno de los dispositivos inalámbricos de la figura 1 para detectar un fallo de conexión basándose en una serie de parámetros (es decir, temporizador/es) que están configurados con diferentes valores dependiendo de si el dispositivo inalámbrico está funcionando en un modo de extensión de largo alcance o un modo normal de acuerdo con una realización del presente divulgación;

la figura 5 ilustra un proceso mediante el cual un nodo determina si un dispositivo inalámbrico ha de funcionar en un modo de extensión de largo alcance o un modo normal y aplica valores diferentes a uno o más parámetros utilizados por el dispositivo inalámbrico para RLM, detección de RLF, recuperación de RLF y/o detección de fallo del establecimiento de conexión de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 6 ilustra un proceso mediante el cual un nodo determina si un dispositivo inalámbrico ha de funcionar en un modo de extensión de largo alcance o en un modo normal de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 7 ilustra un proceso mediante el cual un nodo activa un proceso, o procedimiento, para determinar si un dispositivo inalámbrico ha de funcionar en un modo de extensión de largo alcance o en un modo normal de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 8 ilustra el funcionamiento de la red de comunicaciones celulares de la figura 1 donde una de las estaciones base envía una solicitud a uno de los dispositivos inalámbricos para que funcione en un modo de funcionamiento de extensión de largo alcance de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 9 ilustra un ejemplo de un mensaje de control de recursos de radio (RRC) que puede ser transmitido desde la estación base al dispositivo inalámbrico en el proceso de la figura 8 para solicitar que el dispositivo inalámbrico funcione en el modo de extensión de largo alcance de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 10 ilustra una realización que es similar a la de la figura 8 pero donde la estación base funciona además para detectar que existe la necesidad de que el dispositivo inalámbrico funcione en el modo de extensión de largo alcance de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 11 ilustra un proceso mediante el cual un nodo de red, tal como la estación base de la figura 10, determina si un dispositivo inalámbrico ha de funcionar en un modo de extensión de largo alcance o en un modo normal de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 12 ilustra un proceso mediante el cual un nodo determina si un dispositivo inalámbrico que está funcionando en un modo de extensión de largo alcance ha de cambiar a un modo normal o permanece en el modo de extensión de largo alcance de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

la figura 13 ilustra el funcionamiento de la red de comunicaciones celulares de la figura 1 para imponer a un dispositivo inalámbrico que está funcionando en un modo de extensión de largo alcance un modo normal de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

5 la figura 14 ilustra un proceso mediante el cual un nodo determina si un dispositivo inalámbrico ha de funcionar en un primer modo o en un segundo modo y para configurar uno o más parámetros para monitorizar un enlace inalámbrico del dispositivo inalámbrico para el fallo con diferentes valores dependiendo de si el dispositivo inalámbrico ha de funcionar en el primer modo o en el segundo modo de acuerdo con una realización de la presente divulgación;

10 la figura 15 es un diagrama de bloques de una estación base de acuerdo con una realización de la presente divulgación; y

15 la figura 16 es un diagrama de bloques de un dispositivo inalámbrico de acuerdo con una realización de la presente divulgación.

### Descripción detallada

20 Las realizaciones expuestas a continuación representan la información necesaria para permitir a los expertos en la técnica practicar las realizaciones e ilustrar el mejor modo de practicar las realizaciones. Después de leer la siguiente descripción a la luz de las figuras de dibujo que la acompañan, los expertos en la técnica entenderán los conceptos de la divulgación y reconocerán las aplicaciones de estos conceptos que no se tratan particularmente en este documento. Debe entenderse que estos conceptos y aplicaciones caen dentro del alcance de la descripción y de las reivindicaciones que la acompañan.

25 Los sistemas y métodos para ajustar la monitorización de enlace de radio (RLM), la detección de fallo de enlace de radio (RLF), la recuperación de RLF, y/o la detección de fallo de establecimiento de conexión para dispositivos inalámbricos en una red de comunicaciones celulares que están funcionando en un modo de funcionamiento de extensión de largo alcance son divulgados. A este respecto, la figura 1 ilustra una red 10 de comunicaciones celulares de acuerdo con una realización de la presente divulgación. En particular, en muchas de las realizaciones descritas en el presente documento, la red 10 de comunicaciones celulares es una red de comunicaciones celulares de evolución a largo plazo (LTE) (es decir, LTE o LTE avanzada). Como tal, la terminología LTE se utiliza a menudo a lo largo de esta divulgación. Sin embargo, los conceptos y realizaciones divulgados en el presente documento no están limitados a LTE, y pueden utilizarse en cualquier tipo adecuado de red celular o inalámbrica.

30 Como se ilustra, la red 10 de comunicaciones celulares incluye una red 12 de acceso por radio (RAN) que incluye un número de estaciones base 14. Las estaciones base 14 proporcionan acceso inalámbrico a dispositivos inalámbricos 16 dentro de áreas de cobertura (por ejemplo, células) de las estaciones base 14. Las estaciones base 14 están conectadas a una red central 18. En la terminología de LTE, los dispositivos inalámbricos 16 se denominan equipos de usuario (UE) y las estaciones base 14 se denominan nodos B evolucionados, o mejorados, (los eNB). Aunque en esta realización las estaciones base 14 son macro estaciones base, la RAN 12 puede incluir una mezcla de macro estaciones base y estaciones base de menor potencia (es decir, pico estaciones base, femto estaciones base, los eNB domésticos, etc.). Al menos algunos de los dispositivos inalámbricos 16 son dispositivos de comunicación tipo máquina (MTC) y realizan comunicación de máquina a máquina (M2M). Algunos ejemplos de dispositivos MTC son medidores inteligentes, letreros, cámaras, sensores remotos, ordenadores portátiles y aparatos.

35 Los dispositivos inalámbricos 16, o al menos los dispositivos inalámbricos 16 que son capaces de comunicación M2M (es decir, los dispositivos MTC), están configurados para funcionar en un modo de funcionamiento normal o en un modo de funcionamiento de extensión de largo alcance. En una realización, el modo normal y el modo de extensión de largo alcance son dos modos diferentes (es decir, un primer modo y un segundo modo), donde, en el modo de extensión de largo alcance, el dispositivo inalámbrico 16 está configurado para mantener la comunicación (es decir, enlace ascendente y/o enlace descendente) con la red 10 de comunicaciones celulares (a través de una de las estaciones base 14) en un intervalo extendido en comparación con el modo normal. Este intervalo extendido es un intervalo más allá del cual la comunicación entre el dispositivo inalámbrico 16 y una estación base 14 correspondiente sería normalmente difícil o imposible. En una realización, un dispositivo inalámbrico 16 funciona en el modo de extensión de largo alcance cuando una trayectoria de propagación de radio entre el dispositivo inalámbrico 16 y una estación base 14 más cercana (en términos de distancia de radio, por ejemplo, intensidad de señal recibida más alta, potencia recibida de señal de referencia más alta (RSRP), calidad recibida de señal de referencia más alta (RSRQ), o similar) es peor que un grado de umbral predefinido. En una realización particular, un dispositivo inalámbrico 16 funciona en el modo de extensión de largo alcance cuando una pérdida de trayectoria para una trayectoria de propagación entre el dispositivo inalámbrico 16 y una estación base 14 más cercana (en términos de distancia de radio, por ejemplo, la intensidad de señal recibida más alta, RSRP más alta, RSRQ más alta o similar) sobrepasa el valor de pérdida de trayectoria típico de N decibelios (dB) en la red 10 de comunicaciones celulares para una distancia inter-sitio típica del orden de cientos de metros.

65 Con el fin de habilitar el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance, uno o más mecanismos de

extensión de alcance son utilizados por la red 10 de comunicaciones celulares (por ejemplo, por las estaciones base 14) y/o los dispositivos inalámbricos 16 que son capaces de funcionar en el modo de extensión de largo alcance (por ejemplo, aquellos dispositivos inalámbricos 16 que son dispositivos MTC o que son capaces de comunicación M2M). Un dispositivo inalámbrico 16 está configurado para funcionar en el modo de extensión de largo alcance (específico para ese dispositivo inalámbrico 16) si dicho mecanismo de extensión de alcance o más son activados con respecto al dispositivo inalámbrico 16. De lo contrario, el dispositivo inalámbrico 16 está configurado para funcionar en el modo normal de funcionamiento. Dicho mecanismo de extensión de alcance o más aumentan una pérdida de propagación máxima aceptable mientras se mantiene el enlace de radio (enlace ascendente y/o enlace descendente) entre el dispositivo inalámbrico 16 y la red 10 de comunicaciones celulares (específicamente la RAN 12), lo que permite la comunicación dentro de un modo de extensión de largo alcance de la RAN 12. Los mecanismos de extensión de alcance que se utilizan para proporcionar el modo de extensión de largo alcance incluyen, por ejemplo, una potencia de transmisión incrementada en el dispositivo inalámbrico 16 y/o estación/estaciones base 14 (por ejemplo, la estación base 14 más próxima), una cantidad de recursos de señal de referencia incrementada en el enlace ascendente y/o enlace descendente, esquemas de repetición modificados en el enlace ascendente y/o enlace descendente, las restricciones de planificación en el enlace ascendente y/o enlace descendente, los diferentes esquemas de codificación y modulación en el enlace ascendente y/o enlace descendente, las señales de sincronización que es más probable que sean detectadas por el dispositivo inalámbrico 16 cuando funcionan en el modo de extensión de largo alcance, el uso de recursos de acceso aleatorio que mejoran la probabilidad de ser detectado por la RAN 12, o similar.

Un problema que surge con respecto a los dispositivos inalámbricos 16 que funcionan en el modo de extensión de largo alcance es que los mecanismos convencionales de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF y detección de fallos de establecimiento de conexión resultarán en una cantidad significativa de sobrecarga de señalización y consumo de energía en esos dispositivos inalámbricos 16. Más específicamente, los mecanismos de RLM, detección de RLF, recuperación RLF y detección de fallos de establecimiento de conexión convencionales, o normales, están diseñados para dispositivos inalámbricos que experimentan condiciones de radio normales, es decir, dispositivos inalámbricos localizados en lugares benignos que están sujetos a variaciones de canal debido al movimiento. Sin embargo, estos mecanismos convencionales no siempre son óptimos para dispositivos inalámbricos 16 que están funcionando en el modo de extensión de largo alcance tales como, por ejemplo, dispositivos inalámbricos 16 que son estacionarios y están localizados en lugares que resultan en condiciones de propagación de radio desafiantes (por ejemplo, dispositivos MTC localizados en puntos de cobertura muy malos como, por ejemplo, medidores de electricidad instalados en sótanos que informan periódicamente de mediciones de electricidad). Para estos tipos de dispositivos inalámbricos 16, los mecanismos convencionales para RLM, detección de RLF, recuperación RLF y detección de fallos de establecimiento de conexión pueden generar sobrecarga de señalización excesiva, eventos de RLF frecuentes e intentos de recuperación de RLF frecuentes, lo que daría lugar a altos niveles de consumo de energía.

Como se describe en detalle a continuación, se puede utilizar una o más de las realizaciones divulgadas en el presente documento para proporcionar RLM, detección de RLF, recuperación de RLF y detección de fallo de establecimiento de conexión eficientes para dispositivos inalámbricos 16 que experimentan condiciones de propagación de radio desafiantes tales como los dispositivos inalámbricos 16 que están funcionando en el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance. Esto asegura que estos dispositivos inalámbricos 16 puedan funcionar con un rendimiento de radio y eficiencia energética tan buenos como sea posible. Antes de proseguir, debe observarse que los problemas dados anteriormente no deben ser interpretados como limitativos del alcance de los conceptos o realizaciones divulgados en el presente documento.

Más particularmente, se puede utilizar una o más de las realizaciones divulgadas en el presente documento para proporcionar una solución global para RLM, detección de RLF (es decir, activación RLF), recuperación de RLF y detección de fallo de establecimiento de conexión para los dispositivos inalámbricos 16 que funcionan en la extensión de largo alcance y, más específicamente, un modo de extensión de largo alcance que requiere características de extensión de cobertura de largo alcance para tráfico de tasa muy bajo con latencia relajada, tales como los que están siendo estudiados por el Proyecto Asociación de 3ª Generación (3GPP) como se describe en 3GPP Tdoc RP-121441, "Estudio sobre la provisión de los UE de MTC de bajo coste basados en LTE". Aunque las realizaciones divulgadas en el presente documento o las implementaciones de las realizaciones divulgadas en el presente documento pueden utilizarse para resolver el problema anterior, las realizaciones divulgadas en el presente documento pueden utilizarse de maneras que no se refieren necesariamente al problema anterior.

Como se describe a continuación en detalle, una o más realizaciones divulgadas en la presente invención implican:

- Reducción de las mediciones de enlace de radio (por ejemplo, indicación sin-sincro) para los dispositivos inalámbricos 16 que funcionan en el modo de extensión de largo alcance.
- Ajustar  $Q_{in}$  y  $Q_{out}$  (o, de forma equivalente, la hipotética tasa de error de bloque (BLER) en el canal de control de enlace descendente físico (PDCCH) teniendo en cuenta errores de canal de indicador de formato de control físico con parámetros de transmisión especificados) apropiadamente para los dispositivo inalámbricos 16 que funcionan en el modo de extensión de largo alcance, posiblemente a nuevos valores no soportados actualmente dentro de las

especificaciones 3GPP existentes, sin generar activadores de RLF innecesarios. Los valores actuales soportados por las especificaciones 3GPP existentes se especifican en la 3GPP Especificación Técnica (TS) 36.133 V8.19.0, "Acceso por radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA); requisitos para el apoyo a la gestión de los recursos de radio"; 3GPP TS 36.213 V8.8.0, "Acceso por radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA), procedimientos de la capa física"; y 3GPP TS 36.331 V8.17.0, "Acceso por radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA), especificación del protocolo de control de recursos de radio (RRC)".

- Ajustar los temporizadores y contadores de la activación de RLF (es decir, la detección de RLF) y la recuperación de RLF tales como T301, T304, T310, T311, N310 y T300 apropiadamente para los dispositivos inalámbricos 16 que funcionan en el modo de extensión de largo alcance, posiblemente a nuevos valores no soportados actualmente dentro de las especificaciones 3GPP existentes. Los valores actualmente soportados para estos temporizadores y contadores se definen en 3GPP TS 36.331 V8.17.0, "Acceso por radio terrestre universal evolucionado (E-UTRA); especificación del protocolo de control de recursos de radio (RRC)".

En una realización, los valores de parámetro/s utilizados para RLM, detección de RLF, recuperación de RLF y detección de fallo de establecimiento de conexión se establecen de acuerdo con una clase de suscripción de los dispositivos inalámbricos 16. Por lo tanto, los valores ajustados para el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF y/o detección de fallo de establecimiento de conexión para el modo de extensión de largo alcance pueden predefinirse (estáticamente o preconfigurados por la red 10 de comunicaciones celulares) para una clase de suscripción específica que se utiliza para los dispositivos inalámbricos 16 que funcionan en el modo de extensión de largo alcance. Alternativamente, los valores para el parámetro o parámetros pueden ser señalados por la red 10 de comunicaciones celulares en el caso de que la red 10 de comunicaciones celulares detecte la necesidad de que un dispositivo inalámbrico 16 funcione en el modo de extensión de largo alcance.

Las figuras 2A y 2B ilustran la RLM, la detección de RLF y la recuperación de RLF de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Las figuras 2A y 2B utilizan el dispositivo inalámbrico 16-1 como ejemplo puesto que el dispositivo inalámbrico 16-1 es un dispositivo MTC. Sin embargo, esta discusión también es aplicable a los otros dispositivos inalámbricos 16. Como se ilustra, el dispositivo inalámbrico 16-1 detecta un número, N310, de indicaciones de sincronización consecutivas basándose en un umbral sin-sincro  $Q_{out}$  (paso 100). Más específicamente, el dispositivo inalámbrico 16-1 genera una estimación de una calidad de enlace descendente para un enlace descendente desde la estación base 14-1 al dispositivo inalámbrico 16-1 y compara la estimación con el umbral sin-sincro  $Q_{out}$ . En LTE,  $Q_{out}$  representa una calidad de enlace que resultaría en una BLER de una hipotética transmisión PDCCH desde la estación base 14-1 al dispositivo inalámbrico 16-1 igual a un valor específico. Además, el valor convencional  $Q_{out}$  para esta BLER es 10%. Si la estimación de la calidad de enlace descendente corresponde a una BLER mayor que 10%, entonces el dispositivo inalámbrico 16-1 genera una indicación sin-sincro. Cada vez que el dispositivo inalámbrico 16-1 genera una indicación sin-sincro, se incrementa un contador V310. Utilizando el contador V310, el dispositivo inalámbrico 16-1 es capaz de detectar un número, N310, de indicaciones consecutivas sin-sincro (es decir, N310 señales sin sincronización consecutivas sin ninguna indicación con-sincro donde la calidad de enlace descendente estimada es mejor que  $Q_{in}$ , que representa una calidad de enlace que resultaría en una BLER para el PDCCH que es igual a un valor específico. Este valor específico para la BLER para el PDCCH para  $Q_{in}$  es convencionalmente 2%.

En respuesta a la detección de N310 indicaciones consecutivas sin-sincro, el dispositivo inalámbrico 16-1 inicia un temporizador T310 (paso 102). Al expirar el temporizador T310, el dispositivo inalámbrico 16-1 detecta un RLF (paso 104). Obsérvese que no se detectará un fallo de RLF si se genera un número, N311, de indicaciones consecutivas con-sincro antes de la expiración del temporizador T310. En el momento en que se detecta el RLF en el paso 104, el dispositivo inalámbrico 16-1 realiza un procedimiento de recuperación de RLF. Específicamente, el dispositivo inalámbrico 16-1 inicia un temporizador T311 (paso 106) y realiza un procedimiento de selección de células (paso 108). En este ejemplo, el temporizador T311 expira antes de la selección de células satisfactoria (paso 110). Como tal, la recuperación de RLF ha fallado, y el dispositivo inalámbrico 16-1 entra en el modo INACTIVO (paso 112).

La figura 2B es similar a la figura 2A pero donde la selección de células es satisfactoria. Más específicamente, el dispositivo inalámbrico 16-1 detecta un número, N310, de indicaciones sin-sincro consecutivas basadas en un umbral sin-sincro  $Q_{out}$ , como se ha discutido anteriormente (paso 200). En respuesta a la detección de N310 indicaciones consecutivas sin-sincro, el dispositivo inalámbrico 16-1 inicia un temporizador T310 (paso 202). Al expirar el temporizador T310, el dispositivo inalámbrico 16-1 detecta un RLF (paso 204). Obsérvese que no se detectará un fallo de RLF si se genera un número, N311, de indicaciones consecutivas con-sincro antes de la expiración del temporizador T310. En el momento en que se detecta el RLF en el paso 204, el dispositivo inalámbrico 16-1 realiza un procedimiento de recuperación de RLF. Específicamente, el dispositivo inalámbrico 16-1 inicia un temporizador T311 (paso 206) y realiza un procedimiento de búsqueda de células o selección de células (paso 208). En este ejemplo, la selección de células se completa satisfactoriamente antes de la expiración del temporizador T311 y, como tal, el dispositivo inalámbrico 16-1 detiene el temporizador T311 (paso 210) y activa un procedimiento de restablecimiento de conexión de RRC. En el procedimiento de restablecimiento de conexión RRC, el dispositivo inalámbrico 16-1 inicia un temporizador T301 (paso 212) e intenta restablecer la conexión RRC a la célula seleccionada (paso 214). En este ejemplo, el temporizador T301 expira antes del restablecimiento de conexión RRC satisfactorio (paso 216). Como tal, el restablecimiento de conexión RRC y, por tanto, la recuperación

de RLF ha fallado. El dispositivo inalámbrico 16-1 entra entonces en el modo INACTIVO o inicia un procedimiento de restablecimiento de conexión RRC (paso 218).

Los procesos de la figuras 2A y 2B utilizan un número de parámetros. Específicamente, los procesos utilizan los parámetros de RLM Qout (y, aunque no se muestran, Qin), N310 y N311; parámetro de detección de RLF T310; y los parámetros de recuperación de RLF T311 y T301. Como se describe a continuación, en una realización, uno o más de estos parámetros están configurados con diferentes valores dependiendo de si el dispositivo inalámbrico 16-1 está en el modo de extensión de largo alcance o en el modo normal. En el modo normal, los parámetros se establecen en valores convencionales como se especifica en los estándares LTE actuales. Por el contrario, en el modo de extensión de largo alcance, uno o más de los parámetros se ajustan a valores modificados que son más adecuados para el modo de extensión de largo alcance (por ejemplo, están más relajados).

La figura 3 ilustra el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 16-1 de la figura 1 para realizar la detección y recuperación de RLF con respecto a un traspaso de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La figura 3 utiliza el dispositivo inalámbrico 16-1 como un ejemplo puesto que el dispositivo inalámbrico 16-1 es un dispositivo MTC. Sin embargo, esta discusión también es aplicable a los otros dispositivos inalámbricos 16. Como se ilustra, la estación base 14-1, que en este ejemplo es una estación base de origen para el proceso de traspaso, decide que se ha de realizar un traspaso para el dispositivo inalámbrico 16-1 (etapa 300). La estación base 14-1 comunica con la estación base 14-2, que en este ejemplo es una estación base de destino para el traspaso, para preparar el traspaso (paso 302). La estación base 14-1 envía un mensaje RRCConnectionReconfiguration al dispositivo inalámbrico 16-1 que instruye al dispositivo inalámbrico 16-1 para realizar el traspaso (paso 304).

En respuesta, el dispositivo inalámbrico 16-1 inicia un temporizador T304 (paso 306) y realiza un procedimiento de acceso aleatorio para intentar un acceso aleatorio para la estación base 14-2 (paso 308). En este ejemplo, el temporizador T304 expira antes de completar el procedimiento de acceso aleatorio (es decir, antes del acceso aleatorio satisfactorio) (paso 310). La expiración del temporizador T304 corresponde a un fallo de traspaso. En respuesta, el dispositivo inalámbrico 16-1 inicia un procedimiento de restablecimiento de conexión de RRC con el fin de intentar restablecer una conexión de RRC (paso 312).

El proceso de la figura 3 utiliza un número de parámetros. Específicamente, el proceso utiliza un parámetro RLF T304. Como se discute antes, en una realización, el temporizador T304 se configura con diferentes valores dependiendo de si el dispositivo inalámbrico 16-1 está en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal. En el modo normal, el temporizador T304 se establece en un valor convencional como se especifica en los estándares LTE. Por el contrario, en el modo de extensión de largo alcance, el temporizador T304 se establece en un valor modificado que es más adecuado para el modo de extensión de largo alcance (por ejemplo, un valor más relajado, o mayor).

La figura 4 ilustra el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 16-1 de la figura 1 para detectar un fallo de establecimiento de conexión de acuerdo con una realización de la presente divulgación. La figura 4 utiliza el dispositivo inalámbrico 16-1 como un ejemplo puesto que el dispositivo inalámbrico 16-1 es un dispositivo MTC. Sin embargo, esta discusión también es aplicable a otros dispositivos inalámbricos 16. Como se ilustra, el dispositivo inalámbrico 16-1 inicia un procedimiento de establecimiento de conexión de RRC (paso 400). Este dispositivo inalámbrico 16-1 inicial un temporizador T300 y realiza un procedimiento de establecimiento de conexión de RRC para intentar establecer una conexión de RRC con la estación base 14 (paso 404). En este ejemplo, el temporizador T300 expira antes del establecimiento de conexión de RRC satisfactorio (paso 406). El dispositivo inalámbrico 16-1 almacena un informe de fallo correspondiente, que puede ser reportado subsiguientemente (paso 408).

Como los procesos de las figuras 2A y 2B y la figura 3, el proceso de la figura 4 utiliza un número de parámetros. Específicamente, el proceso utiliza un parámetro de detección de fallo de establecimiento de conexión, que también es referido en el presente documento como un parámetro asociado RLF, T300. Como se discute antes, en una realización, el temporizador T300 se configura con diferentes valores dependiendo de si el dispositivo inalámbrico 16-1 está en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal. En el modo normal, el temporizador T300 se establece en un valor convencional como se especifica en los estándares LTE actuales. Por el contrario, en el modo de extensión de largo alcance, el temporizador T300 se establece en un valor modificado que es más adecuado para el modo de extensión de largo alcance (por ejemplo, un valor más relajado, o mayor).

Mientras las figuras 2a y 2b, la figura 3, y la figura 4 ilustran algunos ejemplos específicos de procesos de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y detección de fallos de establecimiento de conexión, las figuras 5 a 13 se refieren a la determinación de si un dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal y aplicar los valores apropiados para uno o más parámetros para RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión basados en el modo de funcionamiento determinado para el dispositivo inalámbrico 16. A este respecto, la figura 5 ilustra un proceso por el que un nodo determina si un dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal y aplica diferentes valores a uno o más parámetros utilizados por el dispositivo inalámbrico 16 para RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Preferentemente, el nodo que realiza el proceso de la figura 5 es el

dispositivo inalámbrico 16, que puede ser cualquier tipo de dispositivo. Sin embargo, el proceso de la figura 5 puede alternativamente ser realizado por otro nodo, por ejemplo, un nodo de red tal como, por ejemplo, un nodo de red de radio (es decir, un nodo en la RAN 12 tal como, por ejemplo, una de las estaciones base 14) o un nodo de red central (es decir, un nodo en la red central 18 tal como, por ejemplo, una entidad de gestión de movilidad (MME)).

5 Además, en una realización particular, el proceso de la figura 5 es realizado por el dispositivo inalámbrico 16 mientras está en una conexión de RRC activa o una sesión de enlace de radio activa. En otra realización particular, el proceso de la figura 5 es realizado por el dispositivo inalámbrico 16 cuando está en un modo de RRC activo o en un modo de conexión de enlace de radio inactiva, o denominado de forma equivalente modo "inactivo".

10 Como se ilustra, el nodo determina primero si el dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo de extensión de largo alcance (paso 500). Notablemente, la determinación del paso 500 puede ser hecho si el dispositivo inalámbrico 16 ya está funcionando o no en el modo de extensión de largo alcance (por ejemplo, puede ser deseado comprobar si el dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo de extensión de largo alcance, por ejemplo periódicamente o cada vez que es necesario para el dispositivo inalámbrico 16 comunicarse con la red 10 de comunicaciones celulares). Las realizaciones de cómo el nodo hace la determinación en el paso 500 son discutidas a continuación. Sin embargo, la determinación no está limitada a las realizaciones discutidas a continuación. Como un ejemplo, en una o más realizaciones, la decisión de si el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal se hace basándose en una extensión en la que la comunicación entre el dispositivo inalámbrico 16 y la RAN 12 (en el enlace descendente, enlace ascendente, o ambas) se vuelve difícil. Algunos ejemplos de las condiciones, parámetros, y umbrales que son indicativos del grado de dificultad, o nivel de dificultad, de mantener la comunicación se describen a continuación. Aunque no es esencial, para ejemplos adicionales, el lector interesado se dirige al número de serie de solicitud de patente provisional US 61/725951, presentado el 13 de noviembre de 2012, titulado "Activación de modo de extensión de largo alcance específico".

25 Si el dispositivo inalámbrico 16 no ha de estar en el modo de extensión de largo alcance (es decir, ha de estar en el modo normal), el nodo aplica valor/es normales para uno o más parámetros de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión para el modo normal de funcionamiento (paso 502). Si el dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo de extensión de largo alcance, el nodo aplica valor/es modificados para uno o más parámetros de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF y/o detección de fallo de establecimiento de conexión para el modo de extensión de largo alcance (paso 504).

Más específicamente, en una realización, el nodo que realiza el proceso es el dispositivo inalámbrico 16, y el dispositivo inalámbrico 16 aplica el valor/es modificados modificando primero los valores para dicho parámetro o más de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y o detección de fallo de establecimiento de conexión desde sus valores normales al valor/es modificados para el modo de extensión de largo alcance y después aplica el parámetro/s teniendo el valor/es modificados para RLM, la detección de RLF, la recuperación de RLF, y/o la detección de fallo de establecimiento de conexión. Téngase en cuenta que los valores modificados pueden ser estáticamente definidos (por ejemplo, definidos por una nueva versión de los estándares LTE para el modo de extensión de largo alcance) o configurados por la red 10 de comunicaciones celulares. El dispositivo inalámbrico 16 utiliza entonces el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF y/o detección de fallo de establecimiento de conexión que tiene el valor/es modificados para el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance para RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión.

45 En otra realización, el nodo que realiza el proceso es un nodo de red (por ejemplo, una estación base 14 de servicio del dispositivo inalámbrico 16). En este caso, el nodo de red aplica el valor/es modificados para el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión para ordenar al dispositivo inalámbrico que funcione en el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance. En una realización particular, los valores modificados están predefinidos (por ejemplo, estáticamente) y almacenados por el dispositivo inalámbrico 16 de manera que el dispositivo inalámbrico 16 puede entonces configurar el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión con los valores modificados para el modo de extensión de largo alcance. En otra realización particular, el valor/es modificados son configurados por la red 10 de comunicaciones celulares y, por ejemplo, incluidos en la solicitud enviada al dispositivo inalámbrico 16 para funcionar en el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance. El dispositivo inalámbrico 16 utiliza entonces el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión que tiene el valor/es modificados para el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance para RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión.

60 Con respecto a LTE, el parámetro/s que se configuran con diferentes valores dependiendo de si el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal puede incluir, por ejemplo, uno o más de: Qin (y/o una BLER correspondiente), Qout (y/o una BLER correspondiente), N310, T310, T311, T301, T304, T300, y frecuencia de RLM. Los parámetros Qin y Qout son definidos, al menos para el modo normal, en 3GPP TS 36.133, sección 7.6.1. Específicamente, el umbral Qin es definido como "el nivel en el que la calidad de enlace de radio de enlace descendente puede ser significativamente recibido de forma más fiable que en Qout y corresponderá al 2% de tasa de error de bloque de una transmisión de PDCH hipotética teniendo en cuenta los errores de PCFICH con parámetros de transmisión especificados en la tabla 7.6.1-2". Los parámetros de transmisión

5 especificados en la tabla 7.6.1-2 son, por ejemplo, un formato de indicación de control de enlace descendente (DCI) de 1C, un número de símbolos OFDM de control de 2, 3 ó 4, un nivel de agregación (CCE) de 4, etc. El umbral  $Q_{out}$  es definido como “el nivel en el que el enlace de radio de enlace descendente no puede ser recibido de forma fiable y corresponderá al 10% de tasa de error de bloque de una transmisión de PDCCH hipotética teniendo en cuenta los errores de PCFICH con parámetros de transmisión especificados en la tabla 7.6.1-1”. Los parámetros de transmisión especificados en la tabla 7.6.1-1 son, por ejemplo, un formato DCI de 1A, un número de símbolos OFDM de control de 2, 3 ó 4, un nivel de agregación (CCE) de 4 u 8, etc.

10 De manera similar, los parámetros N310, T310, N311, T301, T304, T300 son definidos en los estándares LTE actuales, al menos para el modo normal, como se indicó en las tablas 1, 2, 3, 4 y 5 a continuación.

Tabla 1 - Como se define en 3GPP 36.331

Temporizador	Inicio	Parada	En expiración
T300	Transmisión de solicitud de conexión de RRC	Recepción de establecimiento de conexión de RRC o mensaje de rechazo de conexión de RRC, reelección de célula, y tras aborto de establecimiento de conexión por capas superiores	Realizar las acciones como se especifica en 3GPP TS 36.331 sección 5.3.3.6
T304	Recepción de mensaje de reconfiguración de conexión de RRC incluida la información de control de movilidad o recepción de movilidad desde el mensaje de orden E-UTRA incluida orden de cambio de célula	Criterio para la terminación satisfactoria del traspaso dentro de E-UTRA, traspaso a E-UTRA u orden de cambio de célula se espera (el criterio se especifica en la RAT de destino en caso de inter-RAT)	En caso de orden de cambio de células desde el traspaso de E-UTRA o intra E-UTRA, iniciar el procedimiento de restablecimiento de conexión de RRC, realizar las acciones definidas en las especificaciones aplicables para la RAT de origen
T310	Tras detectar problemas de capa física, es decir, al recibir N310 indicaciones sin-sincro consecutivas desde las capas inferiores	Tras recibir N311 indicaciones con-sincro consecutivas desde las capas inferiores, tras activar el procedimiento de traspaso y tras iniciar el procedimiento de restablecimiento de conexión	Si la seguridad no está activada: ir a RRC-IDLE si no: iniciar el procedimiento de restablecimiento de conexión
T311	Tras iniciar procedimiento de restablecimiento de conexión de RRC	Selección de una célula E-UTRA adecuada o una célula que usa otra RAT	Introducir RRC_IDLE

Tabla 2- Como se define en 3GPP 25.331

Temporizador	Inicio	Parada	En expiración
T300	Transmisión de solicitud de conexión	Recepción de ajuste de conexión de RRC	Retransmitir solicitud de conexión de RRC si $V300 < N300$ , si no ir al modo inactivo
T304	Transmisión de capacidad del UE	Recepción de confirmación de información de capacidad del UE	Retransmitir información de capacidad del UE si $V304 = < N304$ , si no iniciar un procedimiento de actualización de célula

T310	Transmitir una solicitud de capacidad de PUSCH	Recepción de asignación de canal compartido físico	Transmitir solicitud de capacidad de PUSCH si $V310 \leq N310$ , si no pasos de procedimiento
T311	Recepción de mensaje de asignación de canal compartido físico con la elección "asignación de PUSCH" establecida en asignación de PUSCH pendiente"	Recepción de mensaje de asignación de canal compartido físico con elección "asignación de PUSCH" establecida "asignación de asignación de PUSCH"	Puede iniciar un procedimiento de solicitud de capacidad de PUSCH

Tabla 3- Como se define en 3GPP 25.331

Contador	Restablecer	Incrementado	Cuando se alcanza valor máximo
V300	Iniciar el establecimiento de conexión de RRC de procedimiento	Tras expirar T300	Cuando $V300 > N300$ , el UE introduce el modo inactivo
V304	Cuando se envía el primer mensaje de información de capacidad del UE	Tras expirar T304	Cuando $V304 > N304$ el UE inicia el procedimiento de actualización de célula
V310	Cuando se envía el primer mensaje de solicitud de capacidad de PUSCH en un procedimiento de solicitud de capacidad de PUSCH	Tras expirar T310	Cuando $V310 > N310$ el UE para de retransmitir el mensaje de solicitud de capacidad de PUSCH

Tabla 4- Como se define en 3GPP 36-331

Constante	Uso
N310	Número máximo de indicaciones "sin-sincro" consecutivas recibidas desde capas inferiores
N311	Número máximo de indicaciones "con-sincro" consecutivas recibidas desde capas inferiores

5

Tabla 5- Como se define en 3GPP 25-331

Constante	Uso
N310	Número máximo de retransmisión del mensaje de solicitud de capacidad del PUSCH

10 En particular, como se indica en las tablas arriba, algunos de los parámetros se utilizan con distintos fines de acuerdo con diferentes partes de las especificaciones LTE. Por ejemplo, además de ser utilizados para detectar un fallo de restablecimiento de conexión de RRC después de un traspaso como se describió anteriormente con respecto a la figura 3, el temporizador T304 se utiliza con respecto a la transmisión de información de capacidad del UE. Si el dispositivo inalámbrico 16 no recibe un mensaje de confirmación de información de capacidad del UE antes de la expiración de T304, el dispositivo inalámbrico 16 retransmite la información de capacidad del UE hasta el número de retransmisiones máximo (N304). De este modo, para parámetros tal como el temporizador T304 que se refiere a la retransmisión de información o mensajes mediante el dispositivo inalámbrico 16, la relajación de los valores para los parámetros (por ejemplo, aumentar temporizadores o contadores) puede reducir el número de retransmisiones y/o fallos correspondientes en el dispositivo inalámbrico 16 cuando funciona en el modo de extensión de largo alcance.

20 Como se utiliza en el presente documento, los "valores normales" para los parámetros  $Q_{in}$ ,  $Q_{out}$ , N310, T310, T311, N311, T301, T304, T300, y frecuencia RLM son valores especificados en los estándares LTE actuales (es decir, estándares LTE publicados antes del 13 de noviembre de 2012). A este respecto, los valores típicos para estos parámetros son:

25 -  $Q_{in}$ : un valor (típicamente -4dB) de relación señal a interferencia y ruido (SINR) que corresponde a un 2% de BLER para el PDCCH,

-  $Q_{out}$ : un valor SINR (típicamente -8dB) que corresponde a un 10% de BLER para el PDCCH,

- N310: un valor en el intervalo de 0 a 20,
- T310: un valor en el intervalo de 0 a 2000 milisegundos (ms),
- N311: un valor en el intervalo de 1 a 10,
- T311: un valor en el intervalo de 0 a 30000 ms,
- T301: un valor en el intervalo de 0 a 2000 ms,
- T304: un valor en el intervalo de 0 a 8000 ms,
- T300: un valor desde el conjunto de valores: 400 ms, 600 ms, 800 ms, 1000 ms, 1200 ms, 1400 ms, 1600 ms, 1800 ms, 2000 ms, 3000 ms, 4000 ms, 6000 ms, y 8000 ms, y
- Frecuencia de RLM: cada intervalo de tiempo de transmisión (TTI).

Al contrario, como se utiliza en el presente documento, los “valores modificados” para los parámetros  $Q_{in}$ ,  $Q_{out}$ , N310, T310, T311, T301, T304, T300 y frecuencia de RLM para el modo de extensión de largo alcance son, o al menos incluyen posiblemente, valores que no se especifican en los estándares LTE actuales. A este respecto, los valores modificados para estos parámetros son, por ejemplo:

-  $Q_{in}$ :

- En una realización, el valor modificado párrafo  $Q_{in}$  es un valor SINR que es menor que el valor SINR para el  $Q_{in}$  para el modo normal. El valor de SINR inferior corresponde a una BLER más alta para el PDCCH para el modo de extensión de largo alcance que la BLER para el PDCCH para el modo normal (es decir, una BLER para el PDCCH para el modo de extensión de largo alcance que es mayor que 2%). Por ejemplo, el valor modificado para  $Q_{in}$  puede ser un valor SINR que corresponde a un N% de BLER para PDCCH donde N es una probabilidad específica para recibir el PDCCH correctamente dentro de 1 TTI cuando funciona en el modo de extensión de largo alcance y puede ser establecido por la red de comunicaciones celulares. En una realización en particular,  $Q_{in}$  para el modo de extensión de largo alcance es un valor SINR menor que -4 dB (que por lo general, corresponde a una BLER que es mayor que 2%). En otra realización,  $Q_{in}$  para el modo de extensión de largo alcance es un valor SINR que es menor que -4 dB y mayor que o igual a -15 dB (pero mayor que  $Q_{out}$ ).

- En otra realización, el valor modificado para  $Q_{in}$  es una SINR que corresponde a un 2% de BLER de un nuevo canal de control para el modo de extensión de largo alcance. Se desea que el canal nuevo de control funcione en el modo de extensión de largo alcance. Como un ejemplo, el nuevo canal de control puede ser proporcionado por la repetición del PDCCH normal X veces ( $X > 1$ ).

- En aún otra realización, el valor modificado para  $Q_{in}$  puede ser un valor SINR que es menor que el valor SINR para el  $Q_{in}$  para el modo normal y corresponde a un valor de BLER modificado de un nuevo canal de control, por ejemplo, un nuevo canal de control proporcionado como el canal de control normal con un factor de repetición mayor que uno.

-  $Q_{out}$ :

- En una realización, el valor modificado para  $Q_{out}$  es un valor SINR que es menor que el valor SINR para el  $Q_{out}$  para el modo normal. El valor SINR inferior corresponde a una BLER más alta para el PDCCH para el modo de extensión de largo alcance que la BLER para el PDCCH para el modo normal (es decir, una BLER para el PDCCH que es mayor que 10%). Por ejemplo, el valor modificado para  $Q_{out}$  puede ser un valor SINR que corresponde a un M% de BLER para PDCCH donde M es una probabilidad específica para recibir el PDCCH correctamente dentro de 1 TTI cuando funciona en el modo de extensión de largo alcance y puede ser establecido por la red de comunicaciones celulares. En una realización en particular,  $Q_{out}$  para el modo de extensión de largo alcance es un valor SINR menor que -8 dB (que por lo general corresponde a una BLER que es mayor que 10%). En otra realización,  $Q_{out}$  para el modo de extensión de largo alcance es un valor SINR que es menor que -8 dB y mayor que o igual a -20 dB (pero menor que el valor SINR para  $Q_{in}$  para el modo de extensión de largo alcance).

- En otra realización, el valor modificado para  $Q_{out}$  es una SINR que corresponde a un 10% de BLER de un nuevo canal de control para el modo de extensión de largo alcance. Se desea que el nuevo canal de control funcione en el modo de extensión de largo alcance. Como un ejemplo, el nuevo canal de control puede ser proporcionado por la repetición del PDCCH normal X veces ( $X > 1$ ).

- En aún otra realización, el valor modificado para  $Q_{out}$  puede ser un valor SINR que es menor que el valor SINR

## ES 2 632 475 T3

para el Qout para el modo normal y corresponde a un valor de BLER modificado de un nuevo canal de control, por ejemplo, un nuevo canal de control proporcionado como el canal de control normal con un factor de repetición mayor que uno.

5 - N310:

• En una realización, el valor modificado para N310 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de 0 a 100. En otra realización, el valor modificado para N310 para el modo de extensión de largo alcance es un valor mayor que 20. En aún otra realización, el valor modificado para N310 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de más de 20 y menos que o igual a 100.

- T310:

• En una realización, el valor modificado para T310 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de 0 a 100000 ms. En otra realización, el valor modificado para T310 para el modo de extensión de largo alcance es un valor mayor que 2000 ms. En aún otra realización, el valor modificado para T310 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de más de 2000 ms y menos que o igual a 100000 ms.

- N311:

• En una realización, el valor modificado para N311 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de 0 a 100. En otra realización, el valor modificado para N311 para el modo de extensión de largo alcance es un valor mayor que 10. En aún otra realización, el valor modificado para N311 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de más de 10 y menos de o igual a 100.

- T311:

• En una realización, el valor modificado para T311 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de 0 a 100000 ms. En otra realización, el valor modificado para T311 para el modo de extensión de largo alcance es un valor que es mayor que 30000 ms. En aún otra realización, el valor modificado para T311 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de más de 30000 ms y menos que o igual a 100000 ms.

- T301:

• En una realización, el valor modificado para T301 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de 0 a 100000 ms. En otra realización, el valor modificado para T301 para el modo de extensión de largo alcance es un valor que es mayor de 2000 ms. En aún otra realización, el valor modificado para T301 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de más de 2000 ms y menos que o igual a 100000 ms.

- T304:

• En una realización, el valor modificado para T304 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de 0 a 100000 ms. En otra realización, el valor modificado para T304 para el modo de extensión de largo alcance es un valor que es mayor que 8000 ms. En aún otra realización, el valor modificado para T304 para el modo de extensión de largo alcance es un valor que está en el intervalo de más de 8000 ms y menos que o igual a 100000 ms.

- T300:

• En una realización, el valor modificado para T300 para el modo de extensión de largo alcance es un valor en el intervalo de 400 a 100000 ms. En otra realización, el valor modificado para T300 para el modo de extensión de largo alcance es un valor que es mayor que 8000 ms. En aún otra realización, el valor modificado para T300 para el modo de extensión de largo alcance es un valor que está en el intervalo de más de 8000 ms y menos que o igual a 100000 ms.

- Frecuencia RLM:

• En una realización, el valor modificado para la frecuencia RLM es cada R-ésimo TTI, donde R es mayor que 1.

En una realización particular, el nodo aplica los valores modificados enumerados anteriormente para los parámetros de RLM Qout, Qin, y N310 así como los valores modificados para los parámetros de detección de RLF T310 y T304 si el dispositivo inalámbrico ha de estar en el modo de extensión de largo alcance y aplica los valores normales enumerados anteriormente para los parámetros de RLM Qout, Qin, y N310 así como los valores modificados para los parámetros de detección de RLF T310 y T304 si el dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo normal.

Téngase en cuenta que N311 puede también ser establecido en un valor diferente dependiendo de si el dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal. En otra realización particular, el nodo aplica los valores modificados enumerados anteriormente para los parámetros de recuperación de RLF T311 y T301 si el dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo de extensión de largo alcance y aplica los valores normales enumerados anteriormente para los parámetros de recuperación de RLF T311 y T301 si el dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo normal. En otra realización particular, el nodo aplica los valores modificados enumerados anteriormente para el parámetro T300 si el dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo de extensión de largo alcance y aplica el valor normal enumerado anteriormente para el parámetro de RLM T300 si el dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo normal.

En otra realización, adicionalmente o como alternativa a un valor/es modificantes para otros parámetros de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión, la frecuencia de RLM es modificada de manera que RLM se realiza menos frecuentemente (es decir, el valor modificado para la frecuencia RLM corresponde a una frecuencia de RLF inferior que para el modo normal). Más específicamente, para LTE, la frecuencia de RLM para el modo de extensión de largo alcance puede ser establecida en cada R-énésimo TTI, donde R es mayor que 1. Como un ejemplo, la frecuencia de RLM para el modo de extensión de largo alcance puede ser establecida de manera que la capa física en el dispositivo inalámbrico 16, en cada R-énésimo TTI donde la calidad de enlace de radio de la célula de servicio es evaluada, indica sin-sincro en capas más altas cuando la calidad de enlace de radio es peor que el umbral  $Q_{out}$ . Cuando la calidad de enlace de radio es mejor que el umbral  $Q_{in}$ , la capa física indica con-sincro en capas más altas en cada R-énésimo TTI donde la calidad de enlace de radio de la célula de servicio es evaluada. En un escenario, el dispositivo inalámbrico 16 monitoriza la calidad de enlace descendente de esta manera basándose en una señal de referencia específica de célula con el fin de detectar la calidad de radio de enlace descendente de la célula de servicio.

La figura 6 ilustra un proceso por el cual un nodo determina si un dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Este proceso puede ser realizado por un nodo de red (por ejemplo, un nodo de red de radio tal como, por ejemplo, una de las estaciones base 14 o un nodo de red central) o realizado por el dispositivo inalámbrico 16. Téngase en cuenta que el orden de los pasos en la figura 6 no es importante. En otras palabras, los distintos criterios pueden ser comprobados en cualquier orden deseado. Además, no todos los pasos pueden ser realizados. Específicamente, la determinación de si el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance puede ser hecho basándose en uno cualquiera o más de los criterios indicados en la figura 6.

Como se ha ilustrado, el nodo determina si RSRP desde un número predefinido (estáticamente definido o configurado por la red 10 de comunicaciones celulares), N, de células más fuertes en el dispositivo inalámbrico 16 son todas menos que un umbral RSRP predefinido (paso 600) (estáticamente definido o configurado por la red 10 de comunicaciones celulares). Si es así, el nodo determina que el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance (paso 602). En ese punto, el valor/es modificados para el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión se aplican con respecto al dispositivo inalámbrico 16, como se discute antes. De otro modo, el nodo determina si un número intentos de acceso aleatorio (RA) no satisfactorios por el dispositivo inalámbrico 16 es mayor que un umbral de intentos RA predefinidos (paso 604). Si es así, el nodo determina que el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance (paso 602). En este punto, el valor/es modificados para el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión son aplicados con respecto al dispositivo inalámbrico 16, como se ha discutido anteriormente. De otro modo, el nodo determina si un periodo de tiempo transcurrido desde la transmisión de la última (actual) solicitud de planificación por el dispositivo inalámbrico 16 es mayor que un umbral de retraso de solicitud de planificación predefinido (paso 606). Si es así, el nodo determina que el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance (paso 602). En este punto, el valor/es modificados para el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión son aplicados con respecto al dispositivo inalámbrico 16, como se ha discutido anteriormente. De otro modo, el nodo determina que el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo normal (paso 608).

En un ejemplo, los valores para el umbral RSRP, N, el umbral de intentos RA, y umbral de retraso de solicitud de planificación son -120 decibelios-milivatios (dBm), 1, 10, y 100 ms, respectivamente. Sin embargo, estos son solo ejemplos. Otros valores pueden ser utilizados. También, el valor para el umbral de retraso de solicitud de planificación puede ser significativamente mayor que el valor de un temporizado que es típicamente lanzado cuando una solicitud de planificación es transmitidas por el dispositivo inalámbrico 16, que es típicamente del orden de 5-10ms. Además, este periodo puede corresponder a más de una solicitud de planificación.

Debería señalarse que RLM, la detección de RLF (es decir, activación de RLF), y la recuperación de RLF son funciones ejecutadas cuando el dispositivo inalámbrico 16 está en el modo conectado de control de recurso de radio (RRC). Por consiguiente, los criterios de los pasos 600, 604, si se asume que el procedimiento de acceso aleatorio es una parte del modo conectado, y 606 son criterios para cuando el dispositivo inalámbrico 16 está en modo conectado. El criterio del paso 600 puede ser remplazado midiendo el RSRP desde la célula de servicio.

Mientras el proceso de la figura 6 no está limitado a este, puede ser utilizado en asociación con el proceso de la figura 5. Por ejemplo, el proceso de la figura 6 puede ser realizado por el nodo que realiza el proceso de la figura 5 con respecto al paso 500 de la figura 5. Como otro ejemplo, el proceso de la figura 6 puede ser realizado por un nodo (por ejemplo, un nodo de red) distinto al nodo que realiza el proceso de la figura 5 y la decisión resultante comunicada al nodo que realiza el proceso de la figura 5 (por ejemplo, a través de una solicitud para que el dispositivo inalámbrico 16 funcione en el modo de extensión de largo alcance). También, debería señalarse que, en otra realización, el dispositivo inalámbrico 16 realiza permanente o continuamente el proceso de la figura 6.

La figura 7 ilustra un proceso por el cual un nodo determina si un dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Este proceso puede ser realizado por un nodo de red (por ejemplo, un nodo de red de radio tal como, por ejemplo, una de las estaciones base 14 o un nodo de red central) o realizado por el dispositivo inalámbrico 16. Sin embargo, en una realización preferida, el proceso de la figura 7 es realizado por el dispositivo inalámbrico 16. Téngase en cuenta que el orden de los pasos en la figura 7 puede variar del que está ilustrado. Además, no todos los pasos pueden ser realizados. En particular, RLM puede ser realizado por el dispositivo inalámbrico 16 tanto en modo inactivo y conectado de RRC, aunque con diferente granularidad y periodicidad. El proceso de la figura 7 puede ser utilizado para determinar cuando el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance de manera que los valores modificados para uno o más parámetros de RLM sean aplicados, como se discute anteriormente.

Como se ilustra, el nodo determina si el dispositivo inalámbrico 16 está en modo inactivo (paso 700). Si no lo está, el proceso vuelve al paso 700. Si el dispositivo inalámbrico 16 está en modo inactivo, el nodo determina si el dispositivo inalámbrico 16 ha transmitido una solicitud de conexión de RRC (paso 702). Si no, el proceso vuelve al paso 700. Si el dispositivo inalámbrico 16 ha transmitido una solicitud de conexión de RRC, el nodo determina si el RSRP medido en el dispositivo inalámbrico 16 es menor que un umbral de RSRP predefinido (paso 704). Si no, el proceso vuelve al paso 700. Si el RSRP es menor que el umbral de RSRP predefinido, el nodo determina si el temporizador T300, que es lanzado, o iniciado, tras la transmisión de la solicitud de conexión de RRC del paso 702, ha expirado (paso 706). Si no, el proceso vuelve al paso 700. Si el temporizador T300 ha expirado, el nodo determina si un retraso extra predefinido que es adicional al temporizador T300 ha expirado (paso 708). Si no, el proceso vuelve al paso 700. Si el retraso extra ha expirado, el nodo determina que ese dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo de extensión de largo alcance (paso 710). De otro modo, el dispositivo inalámbrico 16 ha de estar en el modo normal de funcionamiento.

La figura 8 ilustra el funcionamiento del dispositivo inalámbrico 16-1 para realizar el proceso de la figura 5 en respuesta a una solicitud desde una de las estaciones base 14 de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Mientras que el dispositivo inalámbrico 16-1 es utilizado en este ejemplo porque es un dispositivo MTC, el proceso puede también ser utilizado para otros dispositivos inalámbricos 16. Como se ilustra, la estación base 14 envía una solicitud al dispositivo inalámbrico 16-1 para funcionar en el modo de extensión de largo alcance (paso 800). La estación base 14 puede enviar la solicitud en respuesta a decidir que el dispositivo inalámbrico 16-1 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance utilizando cualquier proceso adecuado o en respuesta a recibir una instrucción u otra información desde otro nodo (por ejemplo, otro nodo de red) para el dispositivo inalámbrico 16-1, o basándose en una medición previa, un intercambio de mensajes, o conocimiento en general que indica que el dispositivo inalámbrico 16-1 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance.

Tras recibir la solicitud, el dispositivo inalámbrico 16-1 realiza el proceso de la figura 5. Específicamente, el dispositivo inalámbrico 16-1 determina que el dispositivo inalámbrico 16-1 ha de funcionar en el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance basándose en la solicitud recibida desde la estación base 14 (paso 802). El dispositivo inalámbrico 16-1 aplica entonces el valor/es modificados para el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión para el modo de extensión de largo alcance, como se describió anteriormente (paso 804).

En una realización, la solicitud recibida desde la estación base 14 en el paso 800 de la figura 8 puede tomar la forma de un mensaje de RRC que contiene los valores modificados para los parámetros de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o fallo de establecimiento de conexión (o información que es indicativa de los valores modificados). Un ejemplo de tal mensaje de RRC se ilustra en la figura 9. De esta manera, los valores modificados para los parámetros de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión para el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance son configurados por la red 10 de comunicaciones celulares. Específicamente, en el ejemplo de la figura 9, el mensaje de RRC incluye un número de elementos de información (IE). En este ejemplo, el segundo IE (IE n<sup>o</sup>2) incluye valores para un número de parámetros para el modo de extensión de largo alcance que incluye valores para un número de parámetros de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión. En este ejemplo, el mensaje de RRC incluye un valor para un parámetro de frecuencia de RLM (es decir, una frecuencia en la que RLM ha de ser realizada), un valor para N310, un valor para Qout, un valor para T311, etc. En algunas realizaciones, el mensaje de RRC que contiene el IE con los parámetros modificados es transmitido junto con una solicitud que el UE ha de funcionar en modo de extensión de largo alcance. En otras realizaciones, los parámetros modificados a ser utilizados en modo de extensión de largo alcance son transmitidos en un mensaje separado, antes o después de

que el UE esté entrando en el modo de extensión de largo alcance.

La figura 10 ilustra una realización que es substancialmente la misma que la de la figura 8 pero donde la estación base 14 detecta la necesidad de que el dispositivo inalámbrico 16-1 funcione en el modo de extensión de largo alcance antes de enviar una solicitud al dispositivo inalámbrico 16-1. Mientras el dispositivo inalámbrico 16-1 se utiliza en este ejemplo porque es un dispositivo MTC, el proceso puede también ser utilizado para otros dispositivos inalámbricos 16. Como se ilustra, la estación base 14 detecta la necesidad de que el dispositivo inalámbrico 16-1 funcione en el modo de extensión de largo alcance cuando el dispositivo inalámbrico 16-1 es un dispositivo estacionario. Como un ejemplo, el dispositivo inalámbrico 16-1 puede proporcionar información de capacidad (por ejemplo, en un mensaje de RRC tal como una solicitud de conexión de RRC) a la estación base 14 (o previamente a alguna otra estación base 14), donde la información de capacidad puede incluir información que indica si el dispositivo inalámbrico 16-1 es estacionario. Sin embargo, cualquier proceso adecuado puede ser utilizado por la estación base 14 para detectar cuando el dispositivo inalámbrico 16-1 necesita funcionar en el modo de extensión de largo alcance.

Tras detectar que el dispositivo inalámbrico 16-1 necesita funcionar en el modo de extensión de largo alcance, la estación base 14 envía una solicitud al dispositivo inalámbrico 16-1 para funcionar en el modo de extensión de largo alcance (paso 902). Se señala aquí que considerando que la estación base 14 conoce la necesidad de utilizar técnicas de modo de extensión de largo alcance apropiadas cuando se comunica con el dispositivo inalámbrico 16-1, después esta señalización del paso 902 se hace utilizando estas técnicas específicas, tal como por ejemplo repeticiones, etc. Tras recibir la solicitud, el dispositivo inalámbrico 16-1 realiza el proceso de la figura 5. Específicamente, el dispositivo inalámbrico 16-1 determina que el dispositivo inalámbrico 16-1 ha de funcionar en el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance basándose en la solicitud recibida desde la estación base 14 (paso 904). El dispositivo inalámbrico 16-1 aplica entonces el valor/es modificados para el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión para el modo de extensión de largo alcance, como se describe antes (paso 906). En una realización, la solicitud recibida desde la estación base 14 en el paso 902 puede tomar la forma de un mensaje de RRC que contiene los valores modificados para los parámetros de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión (por ejemplo, el mensaje de RRC de la figura 9). De esta manera, los valores modificados para los parámetros de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión para el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance son configurados por la red 10 de comunicaciones celulares.

La figura 11 ilustra un proceso por el cual un nodo de red tal como, por ejemplo, la estación base 14 de la figura 10 detecta, o determina, que el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Téngase en cuenta que el orden de los pasos en la figura 11 no es importante. En otras palabras, los distintos criterios pueden ser comprobados en cualquier orden deseado. Además, no todos los pasos pueden ser realizados. Específicamente, la determinación de si el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance puede hacerse basándose en uno cualquiera o más de los criterios indicados en la figura 11.

Como se ilustra, el nodo de red determina si no se ha recibido respuesta desde el dispositivo inalámbrico 16 después de un número, M, de concesiones de planificación de enlace ascendente transmitidas al dispositivo inalámbrico 16 (paso 1000). Si es así, el nodo de red determina que el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance (paso 1002). En este punto, el valor/es modificados para el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión son aplicados con respecto al dispositivo inalámbrico 16 (por ejemplo, una solicitud para funcionar en el modo de extensión de largo alcance es enviada a un dispositivo inalámbrico 16), como se ha discutido anteriormente. De otro modo, el nodo de red determina si no se ha recibido respuesta desde el dispositivo inalámbrico 16 después de un número L, de solicitudes de búsqueda para el dispositivo inalámbrico 16 (paso 1004). Si es así, el nodo determina que el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance (paso 1002). En este punto, el valor/es modificados para el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión son aplicados con respecto al dispositivo inalámbrico 16, como se ha discutido anteriormente. De otro modo, el nodo de red determina una intensidad de señal recibida para cualquier mensaje transmitido, tanto datos, pilotos de enlace ascendente, o señalización L1 de enlace ascendente (por ejemplo, PUCCH), transmitido en el enlace ascendente desde el dispositivo inalámbrico 16 está por debajo de un umbral de intensidad de señal recibida de enlace ascendente predefinido (paso 1006). Si es así, el nodo de red determina que el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance (paso 1002). En este punto,

el valor/es modificados para el parámetro/s de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión son aplicados con respecto al dispositivo inalámbrico 16, como se ha discutido anteriormente. De otro modo, el nodo de red determina que el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo normal (paso 1008). Como un ejemplo, los valores de M, L, y el umbral de intensidad de señal recibida de enlace ascendente son 10, 10, y -120 dBm, respectivamente. Téngase en cuenta que, en una realización, el nodo de red realiza permanente o continuamente el proceso de la figura 11.

Las realizaciones hasta ahora se han centrado en determinar cuándo un dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance. En contraste, la figura 12 ilustra un proceso por el cual un nodo determina si conmutar un dispositivo inalámbrico 16 que está funcionando en el modo de extensión de largo alcance al modo normal (es decir, decide si desactivar el modo de extensión de largo alcance) de acuerdo con una realización de la presente divulgación. El nodo que realiza este proceso puede ser un nodo de red (por ejemplo, una de las estaciones base 14) o el dispositivo inalámbrico 16. Como se ilustra, el nodo determina primero si conmutar el dispositivo inalámbrico 16 al modo normal (es decir, si desactivar el modo de extensión de largo alcance) (paso 1100). Mientras cualquier criterio adecuado puede ser utilizado, en una realización, cualquiera de los criterios discutidos anteriormente para determinar si el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal puede ser utilizado. Si el dispositivo inalámbrico 16 ha de ser conmutado al modo normal, el nodo conmuta el dispositivo inalámbrico 16 al modo normal (paso 1102). Además de desactivar cualquier mecanismo de extensión de alcance, el nodo aplica los valores normales a los parámetros de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de conexión, como se ha discutido anteriormente con respecto a la figura 5. Al contrario, si el dispositivo inalámbrico 16 no ha de ser conmutado al modo normal, el nodo funciona de manera que el dispositivo inalámbrico 16 continúa en el modo de extensión de largo alcance (paso 1104).

De forma similar, la figura 13 ilustra un proceso por el que la red 10 de comunicaciones celulares obliga al dispositivo inalámbrico 16 a salir del modo de extensión de largo alcance de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Obligar al dispositivo inalámbrico 16 a salir del modo de funcionamiento de extensión de largo alcance puede ser deseable cuando, por ejemplo, la red 10 de comunicaciones celulares no permite el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance o la red 10 de comunicaciones celulares ha determinado que admitir que el dispositivo inalámbrico 16 entre en el modo de extensión de largo alcance impactaría en la capacidad del sistema. Esto puede configurarse, por ejemplo, durante ciertos momentos del día cuando el tráfico en el sistema es alto. Como se ilustra, la estación base 14 envía un mensaje al dispositivo inalámbrico 16-1 para obligar al dispositivo inalámbrico 16-1 a salir del modo de funcionamiento de extensión de largo alcance (paso 1200). Téngase en cuenta que, más que enviar el mensaje en el paso 1200, la red 10 de comunicaciones celulares puede realizar otras acciones que obligan al dispositivo inalámbrico 16-1 a salir del modo de funcionamiento de extensión de largo alcance. En respuesta, el dispositivo inalámbrico 16-1 determina que no ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance (paso 1202) y por lo tanto aplica los valores normales para los parámetros de RLM, detección de RLF, y recuperación de RLF para el modo de funcionamiento normal (paso 1204).

En cualquiera de las realizaciones anteriores, la decisión de si comunicar en el modo normal o el modo de extensión de largo alcance puede ser reevaluado a menudo. Una indicación de reevaluar las condiciones para funcionar en este modo específico es, por ejemplo, la detección de movilidad tanto en la red 10 de comunicaciones celulares, o el dispositivo inalámbrico 16.

Las características de las realizaciones mencionadas anteriormente pueden ser utilizadas de forma separada, o siendo combinadas en varias formas posibles. Por ejemplo, es posible que una realización sea ejecutada en el dispositivo inalámbrico 16, y que otra realización sea ejecutada simultáneamente en un nodo de red.

En vista de las modificaciones y variaciones anteriores, los expertos en la técnica apreciarán que las realizaciones en el presente documento incluyen un método de monitorizar un enlace inalámbrico entre un dispositivo inalámbrico 16 y una estación base 14 en una red 10 de comunicaciones celulares (o más generalmente un sistema de comunicación inalámbrica). A este respecto, la figura 14 ilustra un ejemplo de un proceso por el cual un dispositivo inalámbrico 16 monitoriza un enlace inalámbrico (por ejemplo, un enlace descendente y/o un enlace ascendente) utilizando diferente valor/es para parámetros correspondiente dependiendo de si el dispositivo inalámbrico 16 está funcionando en un primer modo (por ejemplo, un modo normal) o un segundo modo (por ejemplo, un modo de extensión de largo alcance) de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Como se ilustra, el dispositivo inalámbrico 16 determina si ha de funcionar en un primer modo de funcionamiento o un segundo modo de funcionamiento (paso 1300). En esta realización, cuando está en el segundo modo de funcionamiento, el dispositivo inalámbrico 16 es configurado para mantener un enlace inalámbrico con una estación base 14 correspondiente (por ejemplo, la estación base 14 de servicio) sobre un intervalo extendido desde la estación base 14 comparado a cuando funciona en el primer modo. El intervalo extendido en el segundo modo puede venir a expensas de una o más medidas de rendimiento del enlace inalámbrico (por ejemplo, recursos de radio aumentados necesitados, rendimiento máximo disminuido, consumo de energía aumentado, y/o eficiencia espectral del sistema disminuida). En una realización, el dispositivo inalámbrico 16 determina si ha de funcionar en el primer o segundo modo tomando autónomamente la decisión del modo. En otra realización, el dispositivo inalámbrico 16 determina si ha de funcionar en el primero o segundo modo recibiendo un mensaje u orden desde la estación base 14 indicando en qué modo ha de funcionar el dispositivo inalámbrico 16.

El dispositivo inalámbrico 16 configura después al menos un parámetro para monitorizar el enlace inalámbrico para fallo para tener diferentes valores dependiendo de si el dispositivo inalámbrico 16 es determinado para funcionar en el primero modo o en el segundo modo (paso 1302). En una realización, por ejemplo, al menos dicho parámetro es configurado para tener un valor específico de valor que es específico al segundo modo o que al menos explica el

funcionamiento del dispositivo inalámbrico 16 en el segundo modo. El dispositivo inalámbrico 16 monitoriza entonces el enlace inalámbrico para fallos de acuerdo con al menos dicho parámetro (paso 1304).

5 En muchas de las realizaciones anteriores, RLM, la detección de RLF, y la recuperación de RLF se realizan por el dispositivo inalámbrico 16. Sin embargo, en otras realizaciones, RLM, la detección de RLF, y la recuperación de RLF se realizan por la estación base 14. En este caso, determinar si el dispositivo inalámbrico 16 ha de funcionar en el primer o segundo modo de nuevo comprende tomar autónomamente la decisión de modo en la estación base 14 (y enviar la señalización de control al dispositivo inalámbrico 16 indicando esa decisión) o recibir un mensaje desde otro nodo, por ejemplo, el dispositivo inalámbrico 16, indicando el modo del dispositivo inalámbrico 16.

10 Como se discute anteriormente, a pesar de si el dispositivo inalámbrico 16 o la estación base 14 determina el modo de funcionamiento, el valor/es de al menos un parámetro son configurados para tener un valor que efectivamente impone requisitos más relajados en el enlace inalámbrico antes de que el fallo del enlace se declare cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el segundo modo (por ejemplo, el modo de extensión de largo alcance) comparado con el valor en el que el parámetro se configura cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el primer modo (por ejemplo, el modo normal). Configurar al menos dicho parámetro de esta forma explica la naturaleza esperada de la calidad de enlace inalámbrico en intervalo extendido y por ello evita ventajosamente declaraciones de fallo de enlace innecesarias.

15 En otras realizaciones, la configuración del valor/es para al menos dicho parámetro conlleva configurar al menos dicho parámetro para tener un valor que efectivamente aumenta la fiabilidad de una decisión sobre si el enlace inalámbrico ha fallado cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el segundo modo (por ejemplo, el modo de extensión de largo alcance) comparado con el valor en el que el parámetro se configura cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el primer modo. La configuración de al menos dicho parámetro puede por ejemplo aumentar efectivamente la cantidad de tiempo para determinar si el fallo del enlace inalámbrico debería ser declarado. En cualquier caso, configurar al menos dicho parámetro de esta manera explica el aumento esperado en la dificultad de estimar de forma fiable la calidad del enlace inalámbrico en intervalo extendido y por ello evita ventajosamente declaraciones de fallo de enlace incorrectas.

20 En cualquier caso, como se discute anteriormente, al menos dicho parámetro configurado en algunas realizaciones comprende una frecuencia con la que las mediciones de la calidad del enlace inalámbrico se realizan. En este caso, la configuración conlleva configurar la frecuencia para tener un valor inferior cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el segundo modo (por ejemplo, el modo de extensión de largo alcance) comparado con el valor en el que la frecuencia es configurada cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el primer modo (por ejemplo, el modo normal). Esto es, las mediciones de calidad de enlace se realizan con menos frecuencia cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el segundo modo que cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el primer modo. En algunas realizaciones, por ejemplo, las mediciones de calidad de enlace se realizan cada  $R$  TTI cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el segundo modo (donde  $R > 1$ ) y se realizan cada 1 TTI cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el primer modo, o mediciones de enlace de radio se realizan cada TTI y el valor medio medido sobre  $R$  TTI se utiliza.

25 Adicional o alternativamente, al menos dicho parámetro configurado en algunas realizaciones comprende un umbral de la calidad del enlace inalámbrico por debajo del cual un fallo del enlace inalámbrico es activado/declarado (es decir, detectado) (o por encima del cual la recuperación del enlace inalámbrico desde un fallo se declara). En este caso, la configuración conlleva configurar el umbral para tener un valor inferior cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el segundo modo (por ejemplo, el modo de extensión de largo alcance) comparado con el valor en el que el umbral se configura cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el primer modo (por ejemplo, el modo normal). En una realización, por ejemplo, el umbral comprende  $Q_{out}$  como se describe antes. Adicional o alternativamente, el umbral comprende  $Q_{in}$  como se describe anteriormente.

30 Adicional o alternativamente, al menos dicho parámetro configurado en algunas realizaciones comprende un temporizador cuyo valor define cuánto tiempo espera el dispositivo inalámbrico 16 para recibir una respuesta a un cierto mensaje enviado al sistema antes de realizar una cierta acción asociada con declarar el fallo o recuperación del enlace inalámbrico. En este caso, la configuración conlleva configurar el temporizador para tener un valor más largo cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el segundo modo (por ejemplo, el modo de extensión de largo alcance) comparado con el valor en el que el temporizador se configura cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el primer modo (por ejemplo, el modo normal). Esto es, el dispositivo inalámbrico 16 espera más tiempo en el segundo modo que cuando en el primer modo antes de realizar una acción asociada con declarar el fallo o recuperación del enlace inalámbrico. En una realización, por ejemplo, el temporizador comprende  $T_{300}$ ,  $T_{301}$ ,  $T_{304}$ ,  $T_{310}$ , y/o  $T_{311}$  como se describe anteriormente, o tal temporizador más un retraso extra.

35 Adicional o alternativamente, al menos dicho parámetro configurado en otras realizaciones comprende un umbral de conteo cuyo valor define cuántas veces retransmite el dispositivo inalámbrico 16 un cierto mensaje al sistema antes de realizar una cierta acción asociada con declarar el fallo o recuperación del enlace inalámbrico. En este caso, la configuración conlleva configurar el umbral de conteo para tener un valor mayor cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el segundo modo (por ejemplo, el modo de extensión de largo alcance) comparado con el valor en el

que el umbral de conteo se configura cuando el dispositivo inalámbrico 16 funciona en el primer modo (por ejemplo, el modo normal). Esto es, el dispositivo inalámbrico 16 retransmite cierto mensaje más veces antes de tomar una cierta acción cuando funciona en el segundo modo que en el primer modo.

5 Además, algunas o todas las realizaciones divulgadas en el presente documento pueden ser realizadas o aplicadas con respecto a los dispositivos inalámbricos 16 (por ejemplo, dispositivos MTC tales como sensores) que se sabe que son estacionarios. En una realización de ejemplo, estos dispositivos inalámbricos 16 proporcionan información (por ejemplo, información de capacidad) a la red 10 de comunicaciones celulares (por ejemplo, a sus estaciones base 14 de servicio) que indica que estos dispositivos inalámbricos 16 son estacionarios. Los dispositivos  
10 inalámbricos 16 que se sabe que son estacionarios y, en algunas realizaciones, presentan uno o más criterios adicionales (por ejemplo, trayectoria de propagación de radio pobre o dificultad en establecer o mantener comunicación con la red 10 de comunicaciones celulares) pueden ser accionados en el modo de extensión de largo alcance. Además, como se discute anteriormente, uno o más valores modificados son entonces aplicados para al menos un parámetro de RLM, detección de RLF, recuperación de RLF, y/o detección de fallo de establecimiento de  
15 conexión para los dispositivos inalámbricos 16 en el modo de extensión de largo alcance.

La figura 15 es un diagrama de bloques de una de las estaciones base 14 de la figura 1 de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Tenga en cuenta que la arquitectura de la figura 15 también se aplica a otros nodos de red pero no todos los nodos de red (por ejemplo, un nodo de red central) pueden incluir una interfaz  
20 inalámbrica. Como se ilustra, la estación base 14 incluye una interfaz inalámbrica 20 (por ejemplo, circuitos transceptores) y uno o más circuitos 22 de control y procesamiento. La estación base 14 puede incluir además una o más interfaces 24 de comunicación (por ejemplo, para interactuar con otros nodos de red). La interfaz inalámbrica 20 puede incluir diversos componentes de radiofrecuencia para recibir y procesar señales de radio de uno o más nodos inalámbricos (por ejemplo, los dispositivos inalámbricos 16) que utilizan técnicas de procesamiento de señal  
25 conocidas. Uno o más circuitos 22 de control y procesamiento pueden comprender uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales y similares. Uno o más circuitos 22 de control y procesamiento pueden comprender también otro equipo físico digital y una memoria (por ejemplo, memoria de sólo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), caché, flash, etc.) que almacena el código de programa para ejecutar uno o más protocolos de comunicación y para llevar a cabo una o más de las técnicas anteriores. Independientemente, uno o  
30 más circuitos 22 de control y procesamiento están configurados para realizar las funciones de la estación base 14 descrita en el presente documento. Como se muestra, en algunas realizaciones, uno o más circuitos 22 de control y procesamiento incluyen un controlador 26 de modo para controlar el modo de funcionamiento (por ejemplo, modo normal o modo de extensión de largo alcance) de uno o más dispositivos inalámbricos 16 y un circuito 28 de configuración de parámetros que funciona para configurar valor o valores para uno o más parámetros para el modo  
35 de funcionamiento de extensión de largo alcance o para el modo de funcionamiento normal de los dispositivos inalámbricos 16, controlados por el controlador 26 de modo como se ha discutido anteriormente.

La figura 16 es un diagrama de bloques de uno de los dispositivos inalámbricos 16 de la figura 1 de acuerdo con una realización de la presente divulgación. Como se ilustra, el dispositivo inalámbrico 16 incluye una interfaz inalámbrica  
40 30 (por ejemplo, circuitos transceptores) y uno o más circuitos 32 de control y procesamiento. La interfaz inalámbrica 30 puede incluir varios componentes de radiofrecuencia para recibir y procesar señales de radio desde una o más comunicaciones inalámbricas (por ejemplo, las estaciones base 14) utilizando técnicas de procesamiento de señal conocidas. Uno o más circuitos 32 de control y procesamiento pueden comprender uno o más microprocesadores, procesadores de señales digitales y similares. Uno o más circuitos 32 de control y procesamiento puede comprender  
45 también otro equipo físico digital y una memoria (por ejemplo ROM, RAM, caché, flash, etc.) que almacene el código de programa para ejecutar uno o más protocolos de comunicaciones y para llevar a cabo una o más de las técnicas anteriores. Independientemente, uno o más circuitos 32 de control y procesamiento están configurados para realizar las funciones del dispositivo inalámbrico 16 descrito en el presente documento. Como se muestra, en este ejemplo, uno o más circuitos 32 de control y procesamiento incluyen un controlador 34 de modo para controlar el modo de  
50 funcionamiento (por ejemplo, modo normal o modo de extensión de largo alcance) del dispositivo inalámbrico 16 (por ejemplo, autónomamente o bajo el control de la red 10 de comunicaciones celulares), un circuito 36 de configuración de parámetros que funciona para configurar valores para uno o más parámetros para el modo de funcionamiento de extensión de largo alcance o el modo normal de funcionamiento del dispositivo inalámbrico 16 controlado por el controlador 34 de modo y un circuito 38 de monitorización de enlace que funciona para monitorizar un enlace  
55 inalámbrico del dispositivo inalámbrico 16 (por ejemplo, para RLM, detección de RLF, recuperación de RLF y/o detección de fallo de establecimiento de conexión) como se ha descrito anteriormente.

Los expertos en la técnica apreciarán también que las realizaciones anteriores se han descrito como ejemplos no limitativos, y se han simplificado en muchos aspectos para facilitar la ilustración. A este respecto, no es necesario  
60 ningún estándar de comunicación particular para practicar las realizaciones de la presente invención. Por ejemplo, el sistema de la presente invención puede comprender una red de comunicaciones celulares, una red de sensores inalámbricos (WSN), o algún otro tipo de red MTC. Un dispositivo inalámbrico del presente documento puede comprender correspondientemente un terminal móvil, un UE, un ordenador portátil, un sensor inalámbrico, un dispositivo MTC, o similar. Por lo tanto, el término dispositivo inalámbrico está destinado generalmente a incluir  
65 dispositivos inalámbricos independientes, tales como teléfonos celulares y asistentes digitales personales inalámbricos, así como tarjetas o módulos inalámbricos diseñados para su acoplamiento o inserción en otro

dispositivo electrónico, tal como un ordenador personal, un medidor eléctrico, etc. De forma similar, una estación base en el presente documento puede comprender un Nodo B en redes de acceso múltiple de división de código de banda ancha (WCDMA) o un eNB en redes LTE, una pasarela o cualquier otro tipo de nodo que proporcione los dispositivos inalámbricos con acceso inalámbrico al sistema.

5 Además, los expertos en la técnica apreciarán que muchas de las realizaciones anteriores no se han descrito en el contexto de ningún estándar particular de comunicación inalámbrica. De hecho, no es necesario ningún estándar particular de comunicación inalámbrica para practicar las realizaciones de la presente divulgación. Es decir, la red de comunicaciones inalámbricas puede ser cualquiera de una serie de implementaciones de red estandarizadas tales como WCDMA, acceso por paquetes de alta velocidad (HSPA), LTE, LTE avanzado, acceso múltiple por división de código (CDMA) 2000 o similares.

10 Los expertos en la técnica reconocerán que la descripción anterior presenta ejemplos no limitativos de ventajas, características y realizaciones de la presente divulgación.

15 Los acrónimos siguientes se utilizan a lo largo de esta divulgación.

- 3GPP Proyecto Asociación de 3ª Generación
- 20 - ASIC Circuito integrado específico de aplicación
- BLER Tasa de error de bloqueo
- dB Decibelio
- 25 - dBm Decibelio-milivatio
- CDMA Acceso múltiple por división de códigos
- 30 - D2D Dispositivo a dispositivo
- DCI Indicación de control de enlace descendente
- EGPRS Servicio general de radio por paquetes mejorado
- 35 - ENB Nodo B evolucionado
- FDD Duplexación por división de frecuencia
- 40 - GPRS Servicio general de radio por paquetes
- GSM Sistema global para comunicaciones móviles
- HSPA Acceso a paquetes de alta velocidad
- 45 - IE Elemento de información
- Kbps Kilobits por segundo
- 50 - LTE Evolución a largo plazo
- M2M Máquina a máquina
- MME Entidad de gestión de movilidad
- 55 - Ms Milisegundo
- MTC Comunicación tipo máquina
- 60 - PCFICH Canal indicador de formato de control físico
- PDCCH Canal de control de enlace descendente físico
- RA Acceso aleatorio
- 65 - RAM Memoria de acceso aleatorio

- RAN Red de acceso por radio
- RLF Fallo de enlace de radio
- 5 - RLM Monitorización de enlace de radio
- ROM Memoria de sólo lectura
- 10 - RRC Control de recursos de radio
- RSRP Potencia recibida de señal de referencia
- RSRQ Calidad recibida de señal de referencia
- 15 - SAE Evolución de arquitectura del sistema
- SID Descripción del tema de estudio
- 20 - SINR Relación señal a interferencia y ruido
- TDD Duplexación por división de tiempo
- TR Informe técnico
- 25 - TS Especificaciones técnicas
- TTI Intervalo de tiempo de transmisión
- 30 - UE Equipo de usuario
- WCDMA Acceso múltiple por división de código de banda ancha
- WSN Red de sensores inalámbricos
- 35

Los expertos en la técnica reconocerán mejoras y modificaciones a las realizaciones preferidas de la presente divulgación. Todas estas mejoras y modificaciones se consideran dentro del alcance de los conceptos divulgados en este documento y las reivindicaciones que siguen.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1.- Un método de funcionamiento de un nodo en una red (10) de comunicaciones celulares que comprende un dispositivo inalámbrico y una estación base (14) en comunicación con un nodo (18) de red central, en el que el nodo es el dispositivo inalámbrico, la estación base o el nodo de red central, comprendiendo el método:
- 10 determinar si el dispositivo inalámbrico (16) ha de funcionar en un modo de extensión de largo alcance o en un modo normal, en el que el modo de extensión de largo alcance es un modo de funcionamiento en el que el dispositivo inalámbrico (16) está configurado para mantener la comunicación con la estación base (14) en un intervalo extendido comparado con el modo de funcionamiento normal; y
- 15 aplicar diferentes valores para al menos un parámetro seleccionado de un grupo consistente en: uno o más parámetros de monitorización de enlace de radio, uno o más parámetros de detección de fallo de enlace de radio, uno o más parámetros de recuperación de fallo de enlace de radio y uno o más parámetros de detección de fallo de establecimiento de conexión dependiendo de si el dispositivo inalámbrico (16) ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance o en el modo normal.
- 20 2.- El método de la reivindicación 1, que comprende además determinar que el dispositivo inalámbrico (16) ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance y en el que aplicar los diferentes valores comprende aplicar, para cada parámetro de al menos dicho parámetro, un valor modificado para el modo de extensión de largo alcance que es diferente al que se aplica para el modo de funcionamiento normal.
- 25 3.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que al menos un parámetro comprende al menos un parámetro utilizado por el dispositivo inalámbrico (16) para la monitorización de enlace de radio.
- 4.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que al menos un parámetro comprende al menos un parámetro utilizado por el dispositivo inalámbrico (16) para la detección de fallo de enlace de radio.
- 30 5.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el que al menos un parámetro comprende al menos un parámetro utilizado por el dispositivo inalámbrico (16) para la recuperación de fallo de enlace de radio.
- 35 6.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que al menos un parámetro comprende al menos un parámetro de detección de fallo de establecimiento de conexión utilizado por el dispositivo inalámbrico (16) para detectar un establecimiento de conexión fallido.
- 40 7.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que comprende además determinar que el dispositivo inalámbrico (16) ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance si hay dificultad en establecer comunicación entre el dispositivo inalámbrico (16) y la red (10) de comunicaciones celulares.
- 45 8.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende además realizar un procedimiento para determinar si el dispositivo inalámbrico (16) ha de estar en el modo de extensión de largo alcance o en el modo normal en respuesta a determinar que el dispositivo inalámbrico en el modo inactivo, el dispositivo inalámbrico (16) ha transmitido una solicitud de conexión RRC, el RSRP medido por el dispositivo inalámbrico (16) es menor que un umbral de RSRP predefinido, un temporizador T300 ha expirado y un retraso adicional ha expirado.
- 9.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el nodo (14, 16) es un nodo de red de la red (10) de comunicaciones celulares.
- 50 10.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que al menos un parámetro comprende un umbral de conteo cuyo valor define cuántas veces el dispositivo inalámbrico (16) transmite de nuevo un cierto mensaje antes de realizar una determinada acción asociada a declarar al menos una de: un fallo de enlace de radio y una recuperación de enlace de radio.
- 55 11.- El método de la reivindicación 1, en el que el nodo (14, 16) es un nodo de red de la red (10) de comunicaciones celulares, y el método comprende además determinar si el dispositivo inalámbrico (16) ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal si existe al menos una condición de un grupo que consiste en:
- 60 la red (10) de comunicaciones celulares no recibe una respuesta después de un número predefinido de concesiones de planificación de enlace ascendente transmitidas al dispositivo inalámbrico (16);
- la red (10) de comunicaciones celulares no recibe una respuesta después de un número predefinido de solicitudes de búsqueda para el dispositivo inalámbrico (16); y
- 65 una intensidad de señal recibida del enlace ascendente para el dispositivo inalámbrico (16) es menor que una intensidad de señal recibida de enlace ascendente de umbral predefinido.

12.- El método de la reivindicación 1, en el que aplicar los diferentes valores para al menos un parámetro comprende:

5 configurar al menos un parámetro con los diferentes valores dependiendo de si el dispositivo inalámbrico (16) ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance o en el modo normal; y

monitorizar un enlace de radio entre el dispositivo inalámbrico (16) y la red (10) de comunicaciones celulares para fallo de acuerdo con al menos un parámetro.

10 13.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, 10 y 12, en el que el nodo (14, 16) es el dispositivo inalámbrico (16).

15 14.- Un nodo para el funcionamiento en una red (10) de comunicaciones celulares que comprende un dispositivo inalámbrico y una estación base (14) en comunicación con un nodo(18) de red central, en el que el nodo es el dispositivo inalámbrico, la estación base o el nodo de red central, comprendiendo el nodo:

- una interfaz inalámbrica (20, 30); y

20 - uno o más circuitos (22, 32) de control y procesamiento asociados con la interfaz inalámbrica (20, 30) y configurados para:

25 determinar si el dispositivo inalámbrico (16) ha de funcionar en un modo de extensión de largo alcance o en un modo normal, en el que el modo de extensión de largo alcance es un modo de funcionamiento en el que el dispositivo inalámbrico (16) está configurado para mantener la comunicación con la estación base (14) en un intervalo extendido en comparación con el modo de funcionamiento normal; y

30 aplicar valores diferentes para al menos un parámetro seleccionado de un grupo que consiste en: monitorización de enlace de radio, detección de fallo de enlace de radio y recuperación de fallo de enlace de radio dependiendo de si el dispositivo inalámbrico (16) ha de funcionar en el modo de extensión de largo alcance o el modo normal.

15. El nodo de la reivindicación 14, configurado para funcionar de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2-13.

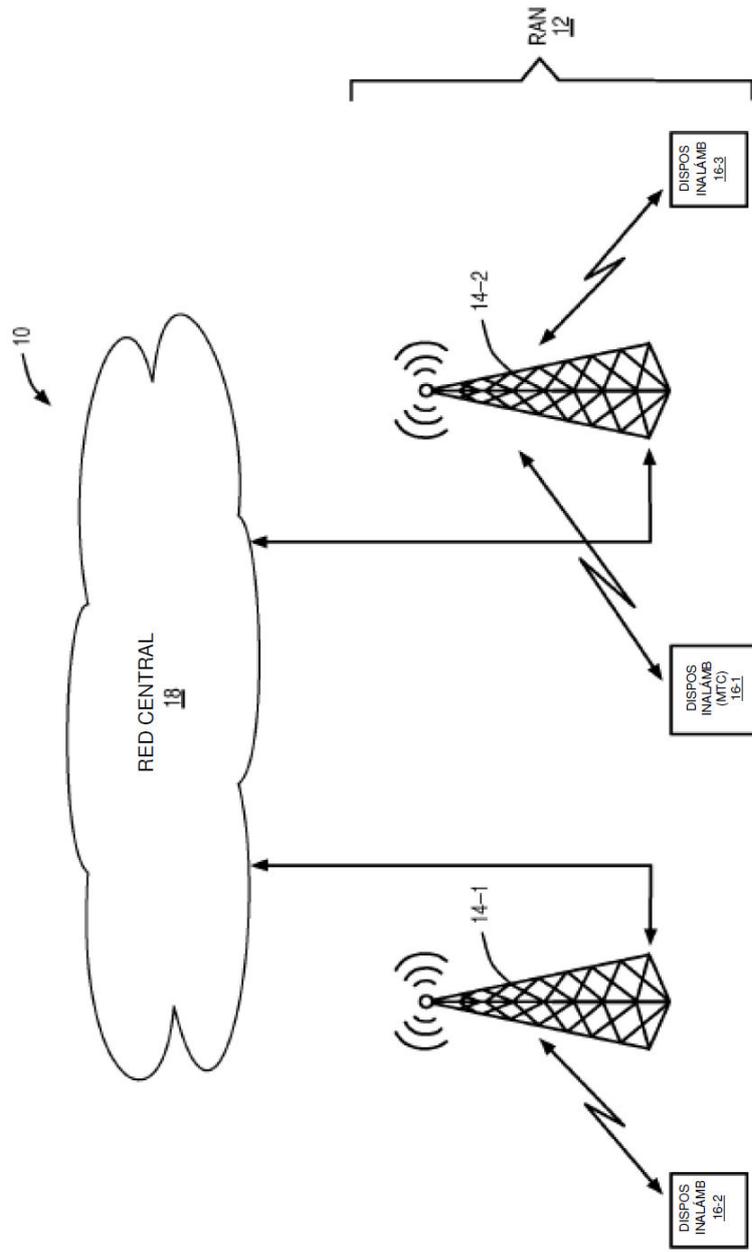


FIG. 1

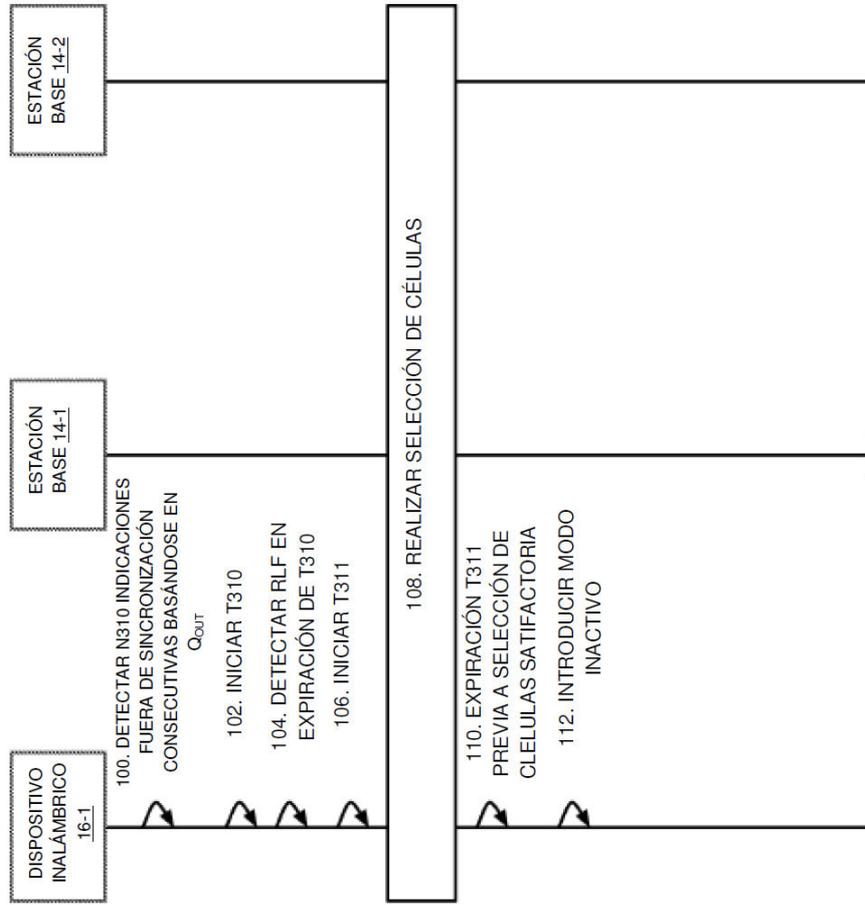


FIG. 2A

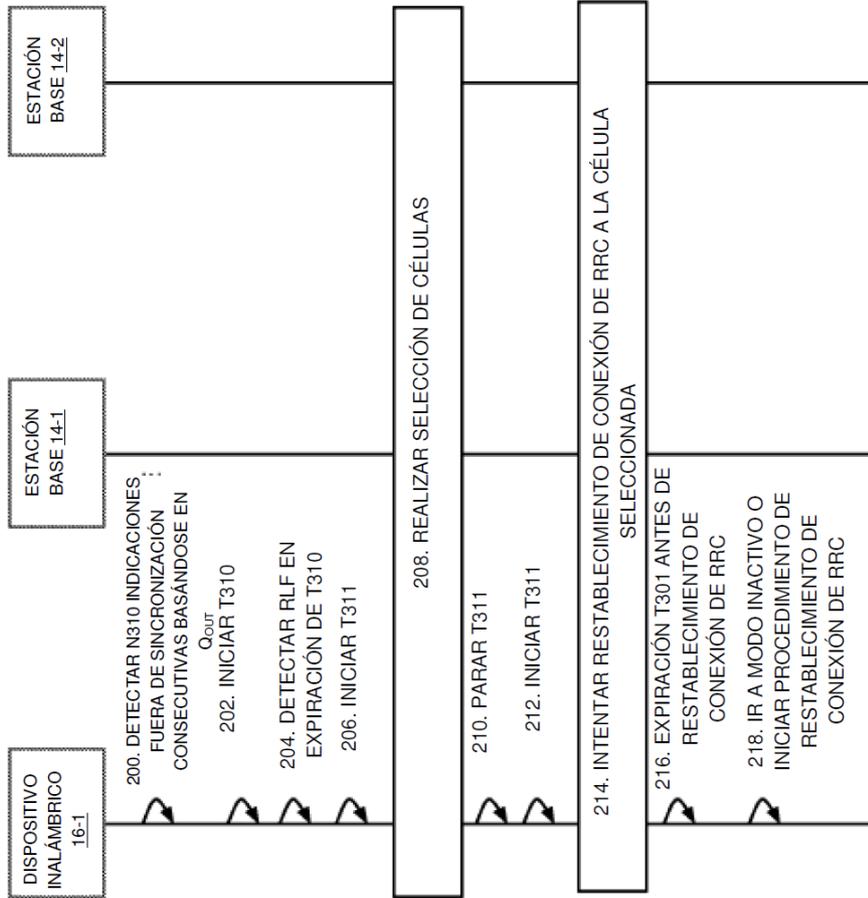


FIG. 2B

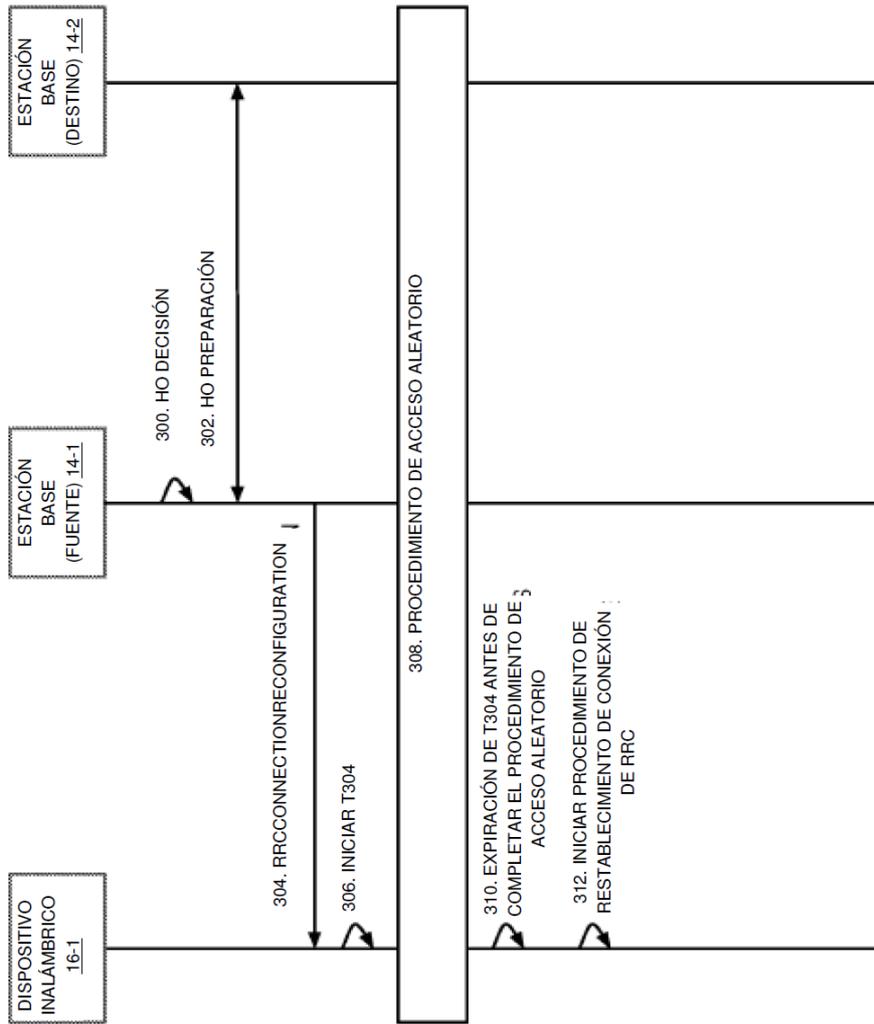


FIG. 3

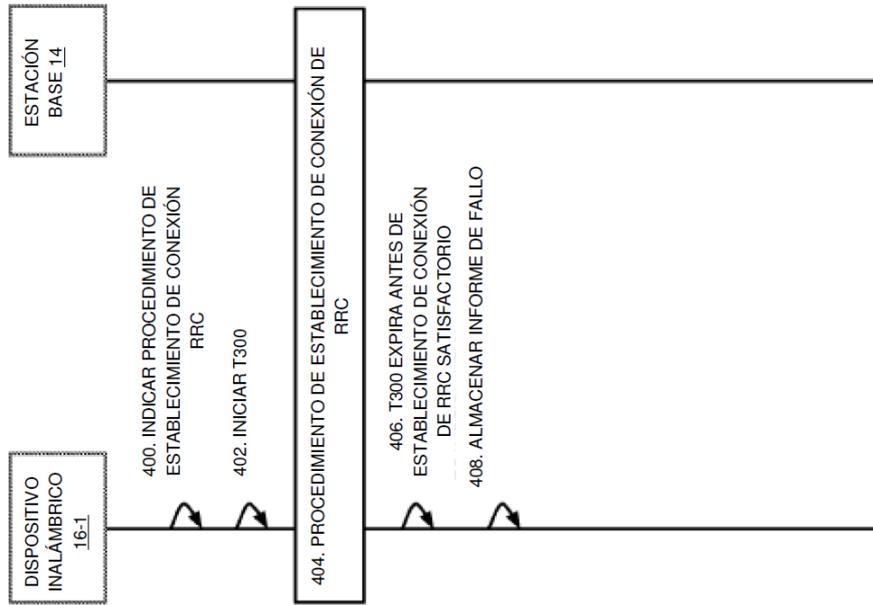


FIG. 4

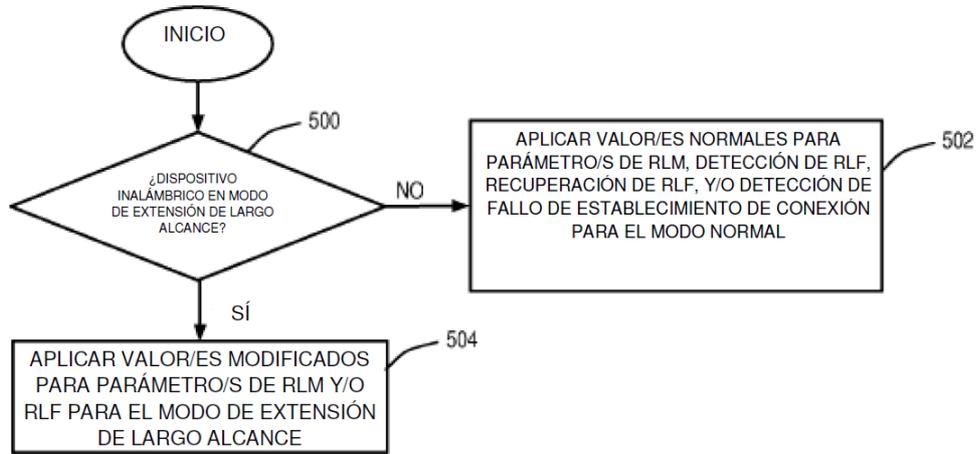


FIG. 5

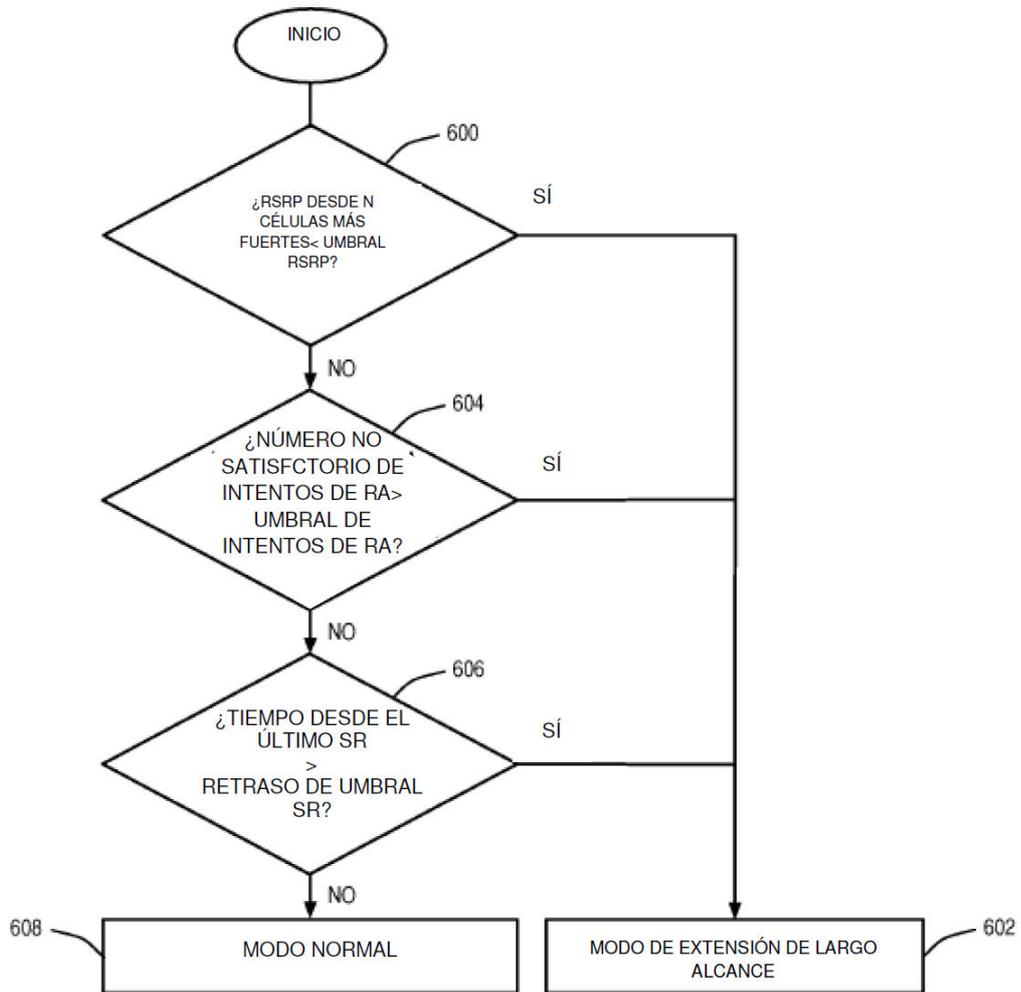


FIG. 6

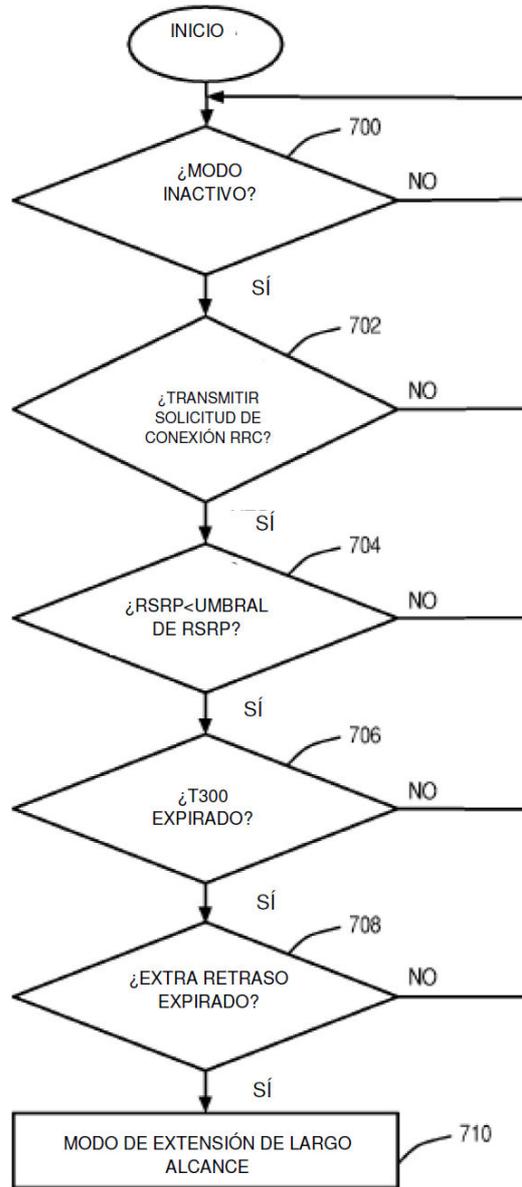


FIG. 7

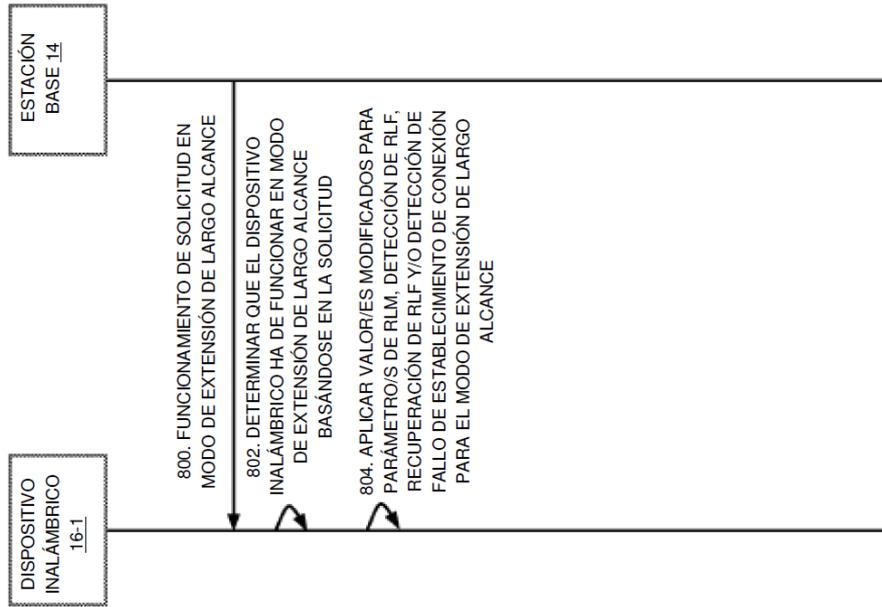
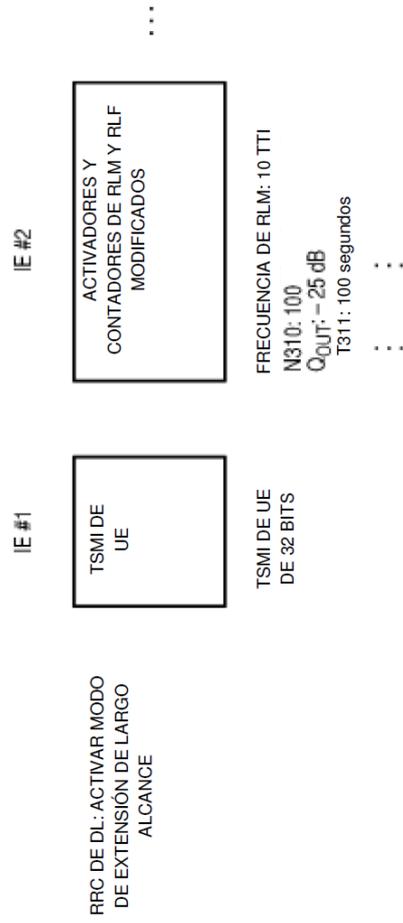


FIG. 8



**FIG. 9**

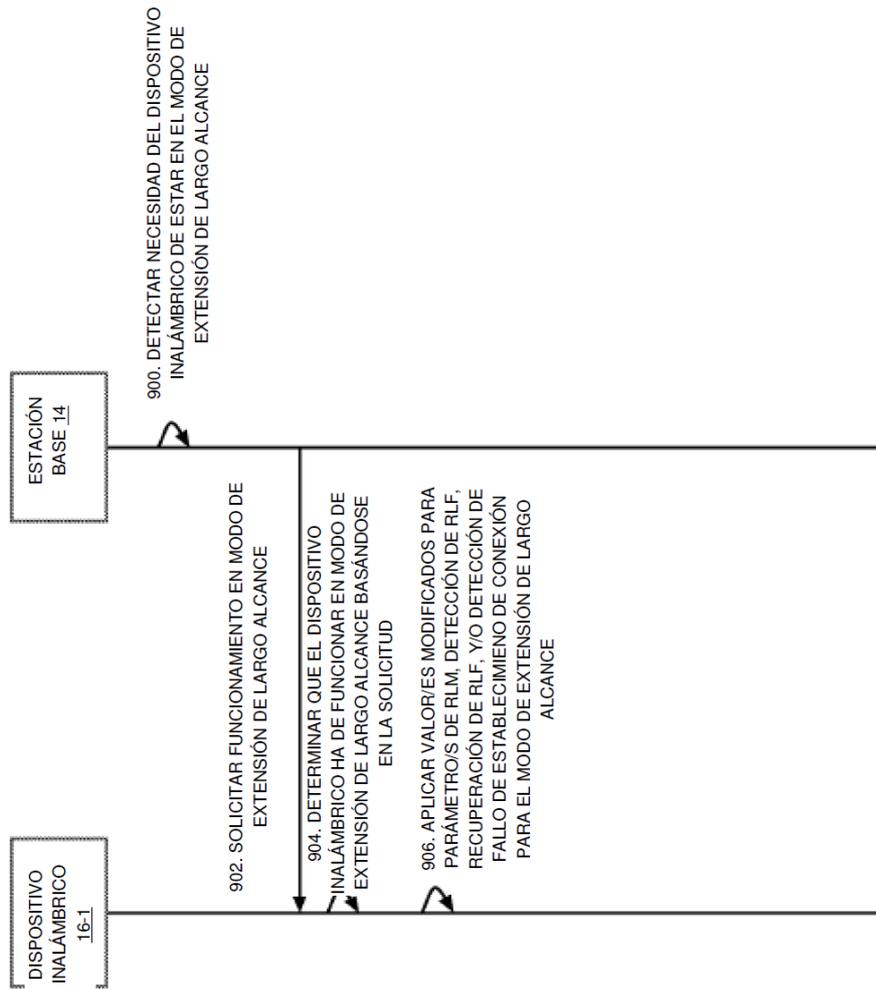


FIG. 10

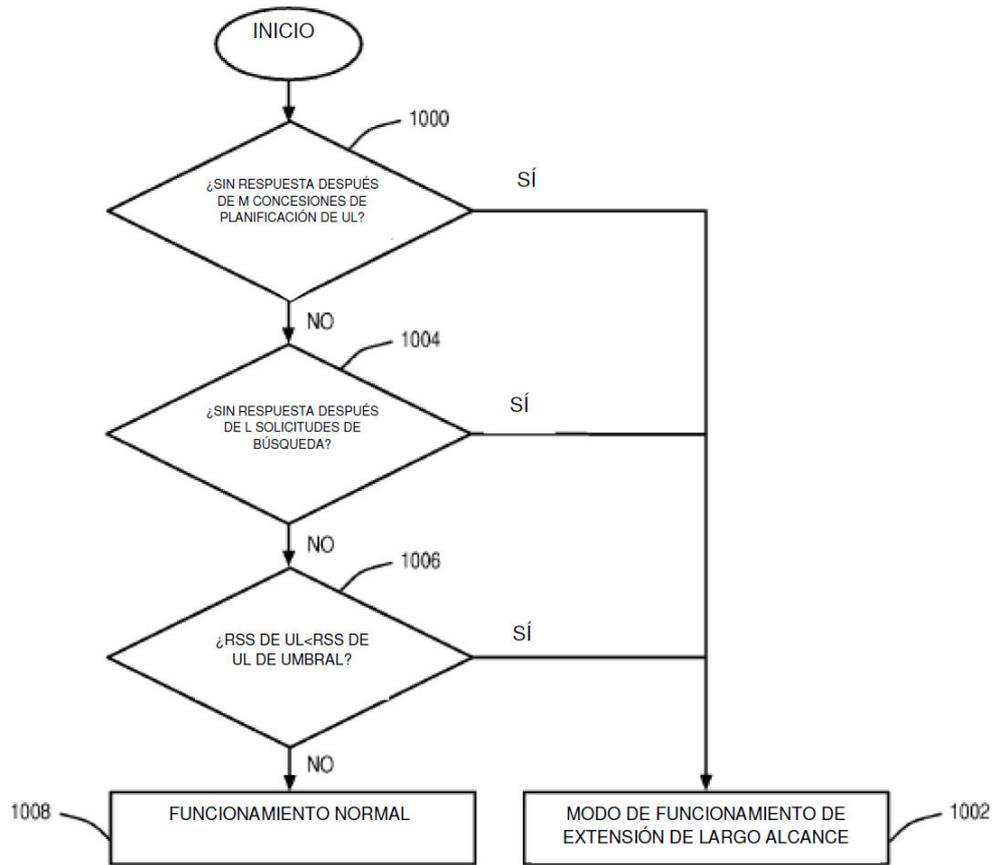


FIG. 11

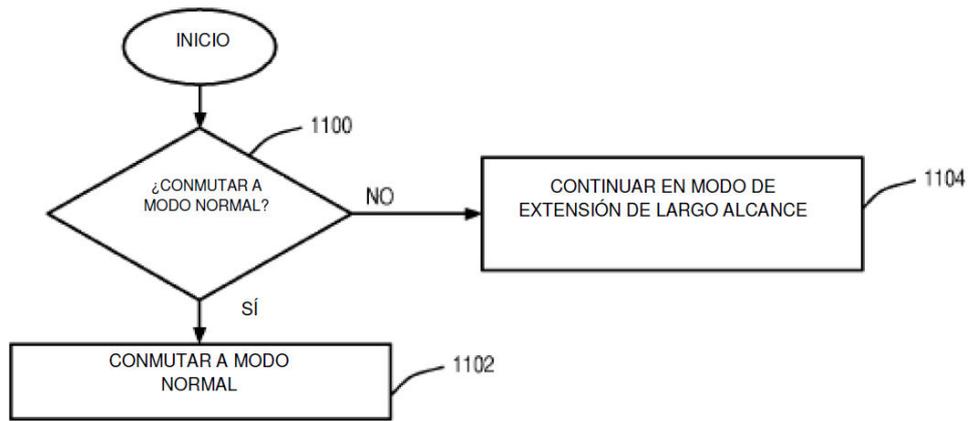


FIG. 12

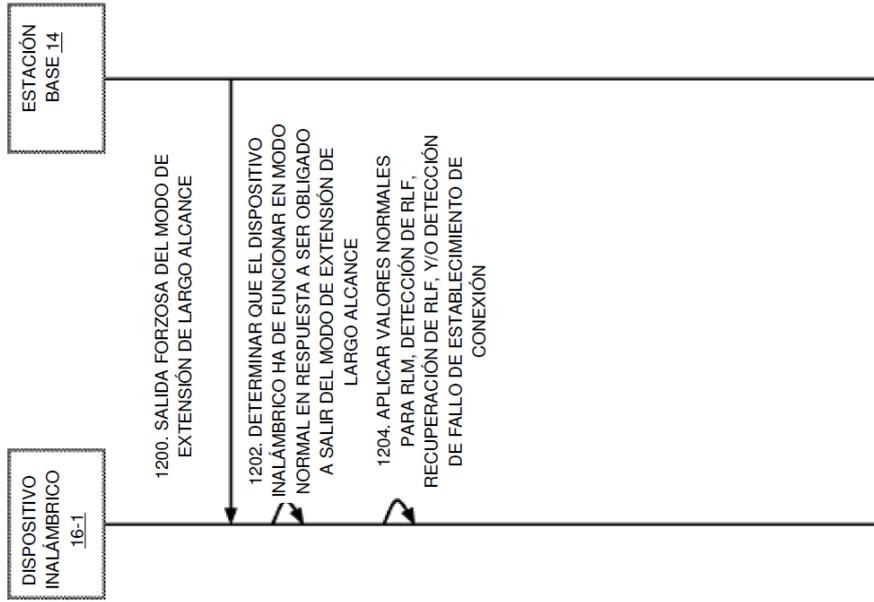
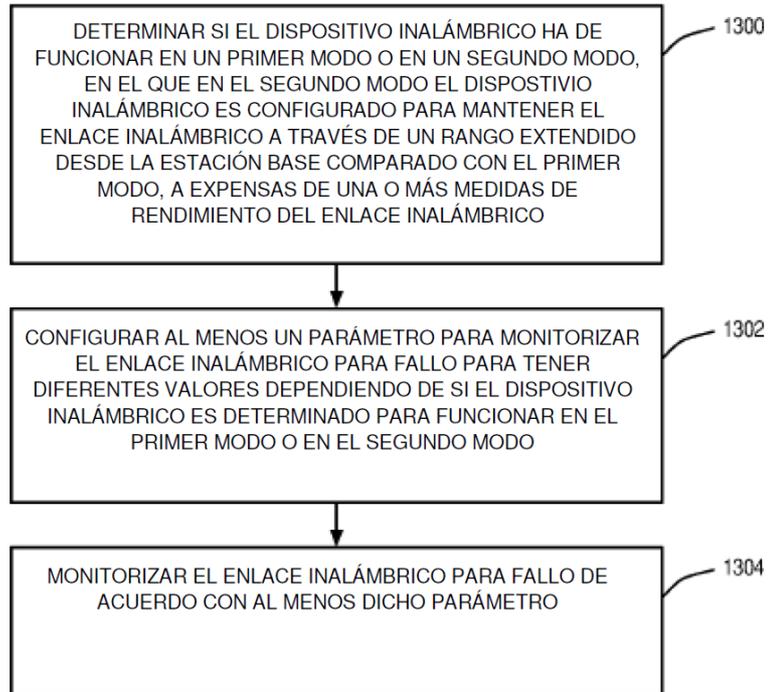


FIG. 13



**FIG. 14**

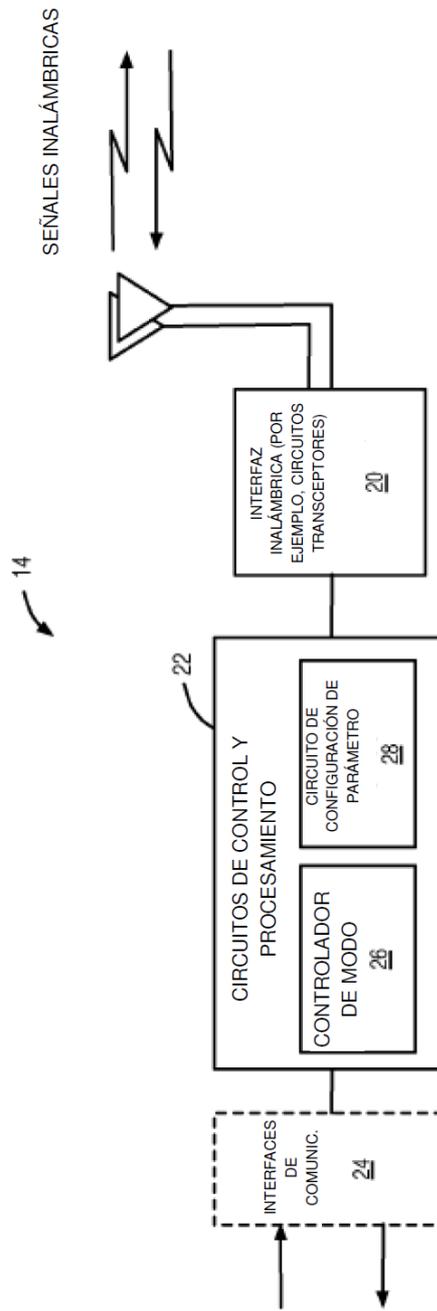


FIG. 15

