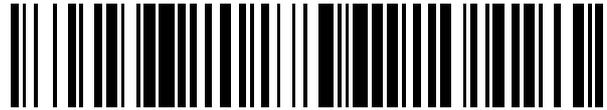


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 810 798**

51 Int. Cl.:

**H04W 74/08** (2009.01)  
**H04W 28/06** (2009.01)  
**H04W 28/04** (2009.01)  
**H04W 48/08** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.09.2016 PCT/JP2016/004157**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **11.05.2017 WO17077678**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.09.2016 E 16861756 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3373643**

54 Título: **Estación base, terminal inalámbrico y métodos de los mismos**

30 Prioridad:

**05.11.2015 JP 2015217963**

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

**09.03.2021**

73 Titular/es:

**NEC CORPORATION (100.0%)  
7-1, Shiba 5-chome Minato-ku  
Tokyo 108-8001, JP**

72 Inventor/es:

**FUTAKI, HISASHI**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 810 798 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

Estación base, terminal inalámbrico y métodos de los mismos

### Campo técnico

5 La presente divulgación se refiere a un sistema de comunicación por radio configurado para realizar un control de comunicación para mejorar la cobertura.

### Antecedentes de la técnica

10 En el Proyecto de Asociación de 3ª Generación (3GPP), se ha realizado una estandarización de las técnicas para mejorar el deterioro de la calidad de la comunicación debido al reciente fuerte aumento en el tráfico móvil y para lograr una comunicación más rápida. Además, se ha realizado una estandarización de las técnicas para evitar un aumento en la carga de señalización de control debido a las conexiones de una enorme cantidad de terminales Máquina a Máquina (M2M, por sus siglas en inglés) a una red Evolución a Largo Plazo (LTE, por sus siglas en inglés) o LTE avanzada (*LTE-Advanced*). Los terminales M2M son, por ejemplo, terminales que realizan una comunicación sin intervención humana. Los terminales M2M se colocan en diversos tipos de equipos, incluidas máquinas (por ejemplo, máquinas expendedoras, contadores de gas, contadores eléctricos, vehículos, vehículos ferroviarios y barcos) y sensores (por ejemplo, sensores ambientales, agrícolas y de tráfico). En LTE y LTE avanzada, las comunicaciones realizadas por los terminales M2M se denominan Comunicación de Tipo Máquina (MTC, por sus siglas en inglés) y un terminal que realiza una MTC se denomina terminal MTC (es decir, Equipo de Usuario MTC (MTC UE, por sus siglas en inglés)).

20 Si bien los proveedores de servicios M2M necesitan distribuir una enorme cantidad de terminales M2M, existe un límite en el costo admisible para cada terminal M2M. Por lo tanto, se requiere que los terminales M2M se implementen a bajo costo, y los terminales M2M puedan realizar una comunicación con un bajo consumo de energía, por ejemplo. Además, en un caso de uso, los MTC UE realizan la comunicación mientras están instalados de forma fija o estática en edificios. En este caso, la calidad de radio de los MTC UE puede ser siempre baja y, en consecuencia, la técnica de mejora de cobertura es especialmente necesaria para los MTC UE en comparación con los UE normales que tienen movilidad (por ejemplo, teléfonos móviles, teléfonos inteligentes, ordenadores tipo tableta y ordenadores personales portátiles (PC tipo *notebook*)). Además, las restricciones funcionales que contribuyen a la reducción del costo incluyen, por ejemplo, una potencia de transmisión máxima baja, un pequeño número de antenas de recepción (por ejemplo, solo una antena de recepción), que no se soporten esquemas de modulación de alto orden (por ejemplo, modulación de amplitud en cuadratura de 64 estados (64QAM, por sus siglas en inglés)), y un ancho de banda de funcionamiento estrecho (por ejemplo, 1,4 MHz), lo que reduce la velocidad máxima de transmisión de los MTC UE.

35 Por lo tanto, en el 3GPP, se ha realizado la estandarización de las técnicas para mejorar o aumentar las características de comunicación de los MTC UE (es decir, la cobertura), que se espera que sean más bajas que las de los UE normales (Bibliografía No Relacionada con Patentes 1). La siguiente descripción proporciona algunos ejemplos de las técnicas para mejorar la cobertura de los MTC UE discutidas en el 3GPP. Se puede decir que las técnicas de mejora de la cobertura (o el procesamiento de mejora de la cobertura) para los MTC UE descritas posteriormente son un procesamiento para mejorar o aumentar las características de comunicación o la calidad de comunicación de los MTC UE. El estado de un UE al que se han aplicado estas técnicas especiales de mejora de cobertura se conoce como Modo de Mejora de Cobertura (CE, por sus siglas en inglés), Modo de Extensión de Cobertura (CE, por sus siglas en inglés), Modo de Cobertura Mejorada (ECM, por sus siglas en inglés) o Modo de Cobertura Extendida (ECM, por sus siglas en inglés).

45 Las técnicas de mejora de cobertura pueden mejorar, por ejemplo, una característica de recepción de un Canal Físico de Radiodifusión (PBCH, por sus siglas en inglés), una característica de transmisión de un preámbulo del Canal Físico de Acceso Aleatorio (PRACH, por sus siglas en inglés) (es decir, característica de detección en una estación base radioeléctrica (un Nodo B evolucionado (eNB, por sus siglas en inglés))), una característica de recepción de un Canal de Control de Enlace Descendente Físico (PDCCH, por sus siglas en inglés), una característica de recepción de un Canal Compartido de Enlace Descendente Físico (PDSCH, por sus siglas en inglés), una característica de transmisión de un Canal de Control de Enlace Ascendente Físico (PUCCH, por sus siglas en inglés) y una característica de transmisión de un Canal Compartido de Enlace Ascendente Físico (PUSCH, por sus siglas en inglés). El PBCH es un canal de radiodifusión de enlace descendente utilizado por un eNB para transmitir información de radiodifusión común en una célula. El PRACH es un canal físico de enlace ascendente utilizado por un UE para un acceso inicial (es decir, un acceso aleatorio) a un eNB. El PDCCH es un canal físico de enlace descendente utilizado, por ejemplo, para programar información de datos de enlace descendente (asignación de DL) y transmisión de información de asignación de recursos radioeléctricos de datos de enlace ascendente (concesión de UL) por un eNB. El PDSCH es un canal físico de enlace descendente utilizado para la recepción de información y datos de sistema por un UE. El PUSCH es un canal físico de enlace ascendente utilizado para la transmisión de datos por un UE.

Un procesamiento que se está discutiendo para mejorar la característica de recepción del PBCH es transmitir repetidamente información de radiodifusión sobre el PBCH un número adicional de veces en comparación con el funcionamiento normal mediante un cierto número de veces (ver Bibliografía No Relacionada con Patentes 2). Un procesamiento que se está discutiendo para mejorar la característica de transmisión del PRACH es transmitir repetidamente el PRACH (es decir, preámbulo) un cierto número de veces (ver Bibliografía No Relacionada con Patentes 3). Además, un procesamiento que se está discutiendo para mejorar la característica de recepción del PDSCH y la característica de transmisión del PUCCH y el PUSCH es transmitir repetidamente el PDSCH, el PUCCH y el PUSCH a través de múltiples subtramas (ver Bibliografía No Relacionada con Patentes 4). Además, un procesamiento que se está discutiendo para mejorar la característica de recepción de un M-PDCCH, que es un PDCCH para transmitir información de control L1/L2 para MTC UE, es transmitir repetidamente el M-PDCCH a través de múltiples subtramas. De acuerdo con el procesamiento anterior, se mejorarán las características de comunicación de los MTC UE que se espera que sean inferiores a las de los UE normales. Cuando los datos de enlace descendente se programan mediante transmisión repetitiva del M-PDCCH, se ha discutido transmitir estos datos en una subtrama después de la subtrama en la que se realiza la última transmisión repetitiva del M-PDCCH. Se ha discutido además incluir el número de repeticiones del M-PDCCH (el número de repeticiones que se realizarán realmente) en la información de control de enlace descendente (DL, por sus siglas en inglés) contenida en este M-PDCCH.

El número de repeticiones de transmisión y el número de repeticiones de recepción que se requieren para mejorar las características de comunicación dependen del lugar donde está instalado un MTC UE y la pérdida de trayecto entre el MTC UE y el eNB. Por lo tanto, la técnica de mejora de cobertura proporciona una pluralidad de niveles de mejora de cobertura (niveles de CE). Los niveles de mejora de cobertura (niveles de CE) también pueden denominarse niveles de cobertura mejorada, niveles de extensión de cobertura, niveles de cobertura extendida o niveles de repetición (por ejemplo, niveles de repetición PRACH). Además, se puede configurar de antemano una relación uno a uno o una cierta relación relativa entre el nivel de CE y el nivel de repetición.

Por ejemplo, la técnica de mejora de cobertura proporciona tres niveles de CE además de la cobertura normal (extensión de cobertura cero). Los niveles de CE están asociados, respectivamente, con diferentes números de repeticiones de transmisión y con diferentes números de repeticiones de recepción. El número de repeticiones de transmisión y el número de repeticiones de recepción utilizados en un nivel de CE alto son mayores que los utilizados en un nivel de CE bajo. Cada MTC UE se asigna a un nivel de CE más alto a medida que aumenta la pérdida de trayecto entre el MTC UE y el eNB. En algunas implementaciones, un MTC UE mide una Potencia Recibida de Señal de Referencia (RSRP, por sus siglas en inglés) del eNB o mide una pérdida de trayecto estimada entre el MTC UE y el eNB, determina (o estima) un nivel de CE requerido basándose en la RSRP o pérdida de trayecto medida, y luego transmite un preámbulo de acceso aleatorio (preámbulo RACH) de acuerdo con el número máximo de repeticiones de transmisión asociadas con el nivel de CE determinado (ver Bibliografía No Relacionada con Patentes 1).

Además, la Bibliografía de Patentes 2 divulga una mejora de la cobertura de canales en un sistema de comunicación inalámbrico tal como Evolución a Largo Plazo.

#### Lista de citas

Bibliografía de patentes

[Bibliografía de Patentes 1] Publicación Internacional de Patente N° WO 2015/021315

[Bibliografía de Patentes 2] Publicación Internacional de Patente N° WO 2015/116732

[Bibliografía No Relacionada con Patentes]

[Bibliografía No Relacionada con Patentes 1] 3GPP TR 36.888 V12.0.0 (2013-06), "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Radio Access Network; Study on provision of low-cost Machine-Type Communications (MTC) User Equipments (UEs) based on LTE (Release 12)", junio de 2013

[Bibliografía No Relacionada con Patentes 2] 3GPP R1-135943, Vodafone, "Way Forward on P-BCH for MTC enhanced coverage", 3GPP TSG RAN WG1 # 75, San Francisco, EE.UU., 11-15 de noviembre de 2013

[Bibliografía No Relacionada con Patentes 3] 3GPP R1-135944, Vodafone, "Way Forward on PRACH for MTC enhanced coverage", 3GPP TSG RAN WG1 # 75, San Francisco, EE.UU., 11-15 de noviembre de 2013

[Bibliografía No Relacionada con Patentes 4] 3GPP R1-136001, Vodafone et al. "Way forward on PDCCH, PDSCH, PUCCH and PUSCH for MTC enhanced coverage", 3GPP TSG RAN WG1 # 75, San Francisco, EE.UU., 11-15 de noviembre de 2013

#### Compendio de la invención

Problema técnico

5 Un eNB necesita proporcionar un MTC UE que soporte la técnica de mejora de cobertura con una pluralidad de configuraciones de recursos radioeléctricos para una pluralidad de niveles de CE. Por ejemplo, el eNB usa información de sistema para los MTC UE (es decir, el Bloque de Información de Sistema x-bis (SIB x-bis, por sus siglas en inglés)), tal como SIB 1-bis o SIB2-bis, para transmitir en una célula una configuración de recursos radioeléctricos para un acceso inicial (es decir, acceso aleatorio) realizado por un MTC UE en un estado libre. Si la información de sistema necesita incluir explícitamente una pluralidad de configuraciones de recursos radioeléctricos para una pluralidad de niveles de CE, el tamaño de los datos de la información de sistema aumenta.

10 Uno de los objetivos que se han de alcanzar mediante las realizaciones divulgadas en la presente memoria es proporcionar un aparato, un método y un programa que contribuyan a reducir el tamaño de los datos (es decir, la sobrecarga de señalización) necesario para que una estación base notifique a un terminal radioeléctrico una pluralidad de configuraciones de recursos radioeléctricos para una pluralidad de niveles de mejora de cobertura. Cabe señalar que este objetivo es simplemente uno de los objetivos que se han de alcanzar mediante las realizaciones divulgadas en la presente memoria. Otros objetivos o problemas y características novedosas se harán evidentes a partir de las descripciones en la especificación y los dibujos adjuntos.

15 Solución al problema

La invención está definida por el objeto de las reivindicaciones independientes. En las reivindicaciones dependientes se exponen realizaciones concretas de la invención.

20 En un primer aspecto, una estación base incluye una memoria y al menos un procesador acoplado a la memoria. El al menos un procesador está configurado para transmitir a un terminal radioeléctrico un primer valor de un primer elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos e información sobre un factor de conversión. El primer valor está asociado con una cobertura normal o con un primer nivel de mejora de cobertura. El terminal radioeléctrico utiliza el valor del factor de conversión obtenido a partir de la información sobre el factor de conversión para obtener un segundo valor del primer elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos. El segundo valor está asociado con un segundo nivel de mejora de cobertura.

25 En un segundo aspecto, un método en una estación base incluye transmitir a un terminal radioeléctrico un primer valor de un primer elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos e información sobre un factor de conversión. El primer valor está asociado con una cobertura normal o con un primer nivel de mejora de cobertura. El terminal radioeléctrico utiliza el valor del factor de conversión obtenido a partir de la información sobre el factor de conversión para obtener un segundo valor del primer elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos. El segundo valor está asociado con un segundo nivel de mejora de cobertura.

30 En un tercer aspecto, un terminal radioeléctrico incluye una memoria y al menos un procesador acoplado a la memoria. El al menos un procesador está configurado para ejecutar al menos un módulo. El al menos un módulo incluye un módulo de recepción y un módulo de cálculo. El módulo de recepción está configurado para recibir desde una estación base un primer valor de un primer elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos. El primer valor está asociado con una cobertura normal o con un primer nivel de mejora de cobertura. El módulo de cálculo está configurado para obtener un segundo valor del primer elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos convirtiendo el primer valor usando un valor de un factor de conversión. El segundo valor está asociado con un segundo nivel de mejora de cobertura.

35 En un cuarto aspecto, un método en un terminal radioeléctrico incluye: (a) recibir desde una estación base un primer valor de un primer elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos, estando asociado el primer valor con una cobertura normal o con un primer nivel de mejora de cobertura; y (b) obtener un segundo valor del primer elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos convirtiendo el primer valor usando un valor de un factor de conversión, estando asociado el segundo valor con un segundo nivel de mejora de cobertura.

40 En un quinto aspecto, un programa incluye instrucciones (códigos de *software*) que, cuando se cargan en un ordenador, hacen que el ordenador lleve a cabo el método según el segundo o cuarto aspectos descritos anteriormente.

Efectos ventajosos de la invención

45 De acuerdo con los aspectos descritos anteriormente, es posible proporcionar un aparato, un método y un programa que contribuyan a reducir el tamaño de los datos (es decir, la sobrecarga de señalización) necesario para que una estación base notifique a un terminal radioeléctrico una pluralidad de configuraciones de recursos radioeléctricos para una pluralidad de niveles de mejora de cobertura.

**Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es un diagrama que muestra un ejemplo de configuración de una red de comunicación por radio según varias realizaciones;

la Figura 2 es un diagrama de secuencia que muestra un ejemplo de una operación de transmisión de información de sistema según una primera realización;

la Figura 3 es un diagrama que muestra un ejemplo de transmisión repetitiva de un preámbulo RACH;

5 la Figura 4 es un diagrama que muestra un ejemplo de valores de un elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos para una pluralidad de niveles de CE;

la Figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo de operaciones de un terminal radioeléctrico según la primera realización;

la Figura 6 es un diagrama que muestra un primer ejemplo de cálculos para la obtención de un elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos por el terminal radioeléctrico según la primera realización;

10 la Figura 7 es un diagrama que muestra un segundo ejemplo de los cálculos para la obtención de un elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos por el terminal radioeléctrico según la primera realización;

la Figura 8 es un diagrama que muestra un tercer ejemplo de los cálculos para la obtención de un elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos por el terminal radioeléctrico según la primera realización;

15 la Figura 9 es un diagrama que muestra un cuarto ejemplo de los cálculos para la obtención de un elemento de información de configuración de recursos radioeléctricos por el terminal radioeléctrico según la primera realización;

la Figura 10 es un diagrama que muestra un ejemplo de un procedimiento de acceso aleatorio según la primera realización.

la Figura 11 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de configuración de un terminal radioeléctrico según las diversas realizaciones; y

20 la Figura 12 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de configuración de una estación base según las diversas realizaciones.

### Descripción de las realizaciones

25 A continuación se describen en detalle realizaciones específicas con referencia a los dibujos. Los elementos iguales o correspondientes se indican con los mismos símbolos de referencia en todos los dibujos, y las descripciones repetitivas se omitirán según sea necesario para mayor claridad de explicación.

Las realizaciones descritas a continuación pueden implementarse independientemente o en combinación con cualquier otra. Estas realizaciones incluyen características novedosas diferentes entre sí. En consecuencia, estas realizaciones contribuyen a alcanzar objetivos o resolver problemas diferentes entre sí y también contribuyen a obtener ventajas diferentes entre sí.

30 Las siguientes descripciones de las realizaciones se centran principalmente en un Sistema de Paquetes Evolucionado (EPS, por sus siglas en inglés) que contiene LTE y Evolución de Arquitectura de Sistema (SAE, por sus siglas en inglés). Sin embargo, estas realizaciones no se limitan a la aplicación al EPS y se pueden aplicar a otras redes o sistemas de comunicación móvil como 3GPP UMTS, sistemas 3GPP2 CDMA2000 (1xRTT, Datos por Paquetes de Alta Velocidad (HRPD, por sus siglas en inglés)), sistema global para comunicaciones móviles (GSM (marca comercial))/sistemas de Servicio general de radio por paquetes (GPRS, por sus siglas en inglés) y sistemas WiMAX.

#### Primera realización

40 La Figura 1 muestra un ejemplo de configuración de una red de comunicación por radio según varias realizaciones que incluyen esta realización. En el ejemplo que se muestra en la Figura 1, la red de comunicación por radio incluye uno o más terminales radioeléctricos (es decir, MTC UE) 1 y una estación base (eNB) 2. Cada MTC UE 1 está equipado con al menos un transceptor inalámbrico y está configurado para realizar una comunicación celular con el eNB 2. El eNB 2 está configurado para gestionar una célula 21 y realizar una comunicación celular con los MTC UE 1 utilizando una tecnología de comunicación celular (por ejemplo, tecnología de Acceso por Radio Terrestre Universal Evolucionado (E-UTRA, por sus siglas en inglés)).

45 El eNB 2 que se muestra en la Figura 1 puede ser una Unidad de Banda Base (BBU, por sus siglas en inglés) utilizada en la arquitectura de la Red de Acceso por Radio Centralizada (C-RAN, por sus siglas en inglés). En otras palabras, el eNB 2 que se muestra en la Figura 1 puede ser un nodo RAN que se haya de conectar a una o más Cabezas de Radio Remotas (RRH, por sus siglas en inglés). En algunas implementaciones, el eNB 2 que sirve de BBU se encarga del procesamiento del plano de control y del procesamiento de señales digitales de banda base para el plano del usuario. Por otro lado, cada RRH se encarga del procesamiento de señales analógicas de Radiofrecuencia (RF) (por ejemplo, conversión de frecuencia y amplificación de señal). La C-RAN también se conoce como RAN basada en la nube (*Cloud* RAN). La BBU también se conoce como Controlador de Equipo

Radioeléctrico (REC, por sus siglas en inglés) o Unidad de Datos (DU, por sus siglas en inglés). La RRH también se conoce como Equipo Radioeléctrico (RE, por sus siglas en inglés), Unidad Radioeléctrica (RU, por sus siglas en inglés) o Unidad Radioeléctrica Remota (RRU, por sus siglas en inglés).

5 En el ejemplo que se muestra en la Figura 1, la distancia entre el eNB 2 y el MTC UE 1A es mayor que la distancia entre el eNB 2 y el MTC UE 1B. En consecuencia, se supone que el MTC UE 1A tiene una mayor pérdida de trayecto y su calidad de radio se degrada. Además, el MTC UE 1C está instalado dentro de una estructura (por ejemplo, un edificio) y, por lo tanto, se supone que su calidad de radio es inferior a la de un caso en el que el MTC UE 1C esté instalado en el exterior. Además, si las capacidades o funciones de los MTC UE 1 son limitadas en comparación con las de otros UE (por ejemplo, teléfonos inteligentes y ordenadores tipo tableta) que realizan comunicaciones de tipo humano, como la comunicación por voz y la navegación web, se espera que la degradación en la calidad de radio de los MTC UE 1 se volverá más grave. Por consiguiente, los MTC UE 1 según esta realización soportan la técnica de mejora de cobertura mencionada anteriormente.

15 Como ya se describió anteriormente, la repetición de la transmisión de DL, por ejemplo, la transmisión repetitiva de información de sistema, M-PDCCH y PDSCH, se puede utilizar para mejorar la cobertura celular del enlace descendente (DL). Para mejorar la cobertura celular del enlace ascendente (UL, por sus siglas en inglés), se puede utilizar la repetición de la transmisión de UL, por ejemplo, la transmisión repetitiva del preámbulo RACH, PUCCH y PUSCH.

20 El MTC UE 1 puede soportar una pluralidad de modos CE (o ECM). En algunas implementaciones, el MTC UE 1 puede admitir modos CE (o ECM) para el estado RRC\_IDLE y otros modos CE (o ECM) para el estado RRC\_CONNECTED. Adicionalmente o como alternativa, el MTC UE 1 puede soportar modos CE (o ECM) para el estado RRC\_IDLE o modos CE (o ECM) para el estado RRC\_CONNECTED. En algunas implementaciones, los niveles de mejora de cobertura plurales se definen por modo de CE (o por ECM). Adicionalmente o como alternativa, en algunas implementaciones, los modos de CE plurales proporcionan niveles de mejora de cobertura plurales que difieren entre sí.

25 La Figura 2 muestra un ejemplo (Proceso 200) de una operación de transmisión de información de sistema según esta realización. En la Etapa 201, el eNB 2 transmite información de sistema (por ejemplo, SIB1-bis, SIB2-bis) en la célula 21. El eNB 2 puede transmitir repetidamente la información de sistema (SIB1bis, SIB2-bis) de acuerdo con una configuración de mejora de cobertura para el DL de la célula 21.

30 La información de sistema transmitida en la Etapa 201 contiene información que indica explícita o implícitamente que la técnica de mejora de cobertura (Solución de mejora de cobertura) se soporta en la célula e información de control utilizada para la técnica de mejora de cobertura (por ejemplo, configuración de mejora de cobertura). En particular, la información de sistema contiene un valor (en lo sucesivo denominado "valor base") de un primer elemento de información (IE, por sus siglas en inglés) de configuración de recursos radioeléctricos. Este valor está asociado con la cobertura normal (extensión de cobertura cero) o con un primer nivel de mejora de cobertura (CE) (por ejemplo, un nivel 1 de CE). El primer IE de configuración de recursos radioeléctricos debe ajustarse a diferentes valores para diferentes niveles de CE. Por ejemplo, el primer IE de configuración de recursos radioeléctricos puede estar relacionado con al menos uno de los siguientes: un mensaje de UL, un canal físico de UL, un mensaje de DL y un canal físico de DL, cada uno de los cuales se transmite repetidamente en un procedimiento de acceso aleatorio.

40 En algunas implementaciones, el primer IE de configuración de recursos radioeléctricos puede incluir al menos uno de los siguientes IE con respecto a una configuración RACH:

- numberOfRA-Preambles;
- maxNumPreambleAttemptCE;
- numRepetitionPerPreambleAttempt;
- ra-ResponseWindowSize;
- 45 - mac-ContentionResolutionTimer;
- maxHARQ-Msg3Tx; y
- numRepetitionPerRA-Response.

50 El IE "numberOfRA-Preambles" indica el número total de preámbulos de acceso aleatorio (es decir, preámbulos RACH) disponibles para un acceso aleatorio basado en contención. El IE "maxNumPreambleAttemptCE" indica el número máximo de intentos PRACH (por nivel de CE). El IE "numRepetitionPerPreambleAttempt" indica el número de repeticiones de la transmisión del preámbulo por intento PRACH (por nivel de CE). El IE "ra-ResponseWindowSize" indica la duración de una ventana de respuesta de acceso aleatorio (RA, por sus siglas en inglés). El IE "mac-ContentionResolutionTimer" indica un valor de temporizador de un temporizador de resolución de contención MAC para esperar a la recepción de un mensaje de Resolución de Contención de Control de Acceso al

Medio (MAC, por sus siglas en inglés) para una Resolución de Contención de RA desde el eNB 2 después de que se haya transmitido al eNB 2 un tercer mensaje (Msg3) (es decir, el mensaje de Petición de Conexión RRC) en el procedimiento de acceso aleatorio. El IE "maxHARQ-Msg3Tx" indica el número máximo de retransmisiones de Petición de Repetición Automática Híbrida (HARQ, por sus siglas en inglés) de un tercer mensaje (Msg3) (es decir, el mensaje de Petición de Conexión RRC) en el procedimiento de acceso aleatorio. El IE "numRepetitionPerRA-Response" indica el número de repeticiones (por nivel de CE) de la transmisión M-PDCCH utilizadas para la transmisión de un segundo mensaje (Msg2) (es decir, el mensaje de respuesta de acceso aleatorio (RAR, por sus siglas en inglés)) en el procedimiento de acceso aleatorio, o indica el número de repeticiones de la transmisión del mensaje RAR en el procedimiento de acceso aleatorio. Los nombres de estos IE son solamente ejemplos y se pueden usar otros nombres para estos IE.

La Figura 3 muestra un ejemplo de la transmisión repetitiva de preámbulo RACH realizada por el MTC UE 1 que soporta la técnica de mejora de cobertura. En el ejemplo que se muestra en la Figura 3, el MTC UE 1 repite cuatro transmisiones de preámbulo para un intento PRACH y realiza 20 intentos PRACH como máximo. Si falla un intento, el MTC UE 1 aumenta la potencia de transmisión de un preámbulo RACH de acuerdo con el esquema de aumento de potencia e inicia el siguiente intento.

La Figura 4 muestra un ejemplo de valores de elementos de información de configuración de recursos radioeléctricos para niveles de CE plurales. En el ejemplo que se muestra en la Figura 4, el valor del IE "maxNumPreambleAttemptCE" asociado con el nivel mínimo de CE (es decir, nivel 1 de CE) es 20, y el valor del IE "numRepetitionPerPreambleAttempt" asociado con el nivel mínimo de CE (es decir, nivel 1 de CE) es 4. Esto corresponde al ejemplo que se muestra en la Figura 3. Por otro lado, en niveles de CE más altos, aumentan tanto el número máximo de intentos PRACH como el número de repeticiones de transmisión de preámbulo por intento PRACH. Específicamente, con respecto al nivel 2 de CE, el valor del IE "maxNumPreambleAttemptCE" es 60 y el valor del IE "numRepetitionPerPreambleAttempt" es 10. Además, con respecto al nivel 3 de CE, el valor del IE "maxNumPreambleAttemptCE" es 120 y el valor del IE "numRepetitionPerPreambleAttempt" es 20.

En algunas implementaciones, el primer IE de configuración de recursos radioeléctricos puede incluir al menos uno de los siguientes IE con respecto a una configuración PRACH:

- prach-ConfigIndex; y
- prach-FreqOffset.

El IE "prach-ConfigIndex" indica un valor (es decir, R\_Slot) para definir cuándo el MTC UE 1 debe transmitir un preámbulo de acceso aleatorio en rejillas de frecuencia/tiempo. El IE "prach-FreqOffset" indica un valor de desplazamiento de frecuencia para especificar un Bloque de Recursos Físicos (PRB, por sus siglas en inglés) disponible para un acceso RACH.

La especificación 3GPP especifica un conjunto de un número predeterminado de (por ejemplo, ocho) valores o una matriz unidimensional que se puede establecer en un IE de configuración de recursos radioeléctricos. Estos valores están dispuestos en su orden ascendente o descendente, por ejemplo, y cada uno de estos valores está asociado con un valor de índice que indica un rango en el orden ascendente o el orden descendente. En consecuencia, cada IE de configuración de recursos radioeléctricos indica un valor de índice que representa cualquiera de los valores incluidos en el conjunto o la matriz unidimensional. Por ejemplo, en la versión 12 de 3GPP, el tamaño de la ventana de respuesta de RA está en unidades de subtramas y puede tener ocho valores diferentes, es decir, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 o 10 subtramas. En consecuencia, el IE "ra-ResponseWindowSize" tiene una longitud de 3 bits e indica uno de estos ocho valores diferentes mediante el valor de índice de 3 bits.

El MTC UE 1 recibe del eNB 2 el valor base del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con la cobertura normal (extensión de cobertura cero, nivel 0 de CE) o el primer nivel de CE (por ejemplo, nivel 1 de CE), y luego obtiene a partir del valor base recibido un valor (es decir, el segundo valor) del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con otro nivel de CE (es decir, el segundo nivel de CE (por ejemplo, nivel 2 de CE)). En consecuencia, el MTC UE 1 no necesita recibir del eNB 2 un IE adicional que indique explícitamente el segundo valor del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con el segundo nivel de CE.

Para ser más específicos, el MTC UE 1 usa un valor de un factor de conversión para obtener el segundo valor asociado con el segundo nivel de CE (por ejemplo, nivel 2 de CE) a partir del valor base recibido del eNB 2. El factor de conversión puede denominarse simplemente factor. Para soportar la obtención del segundo valor en el MTC UE 1, en algunas implementaciones, el eNB 2 puede incorporar además el valor del factor de conversión en la información de sistema transmitida en la Etapa 201 de la Figura 2. Como alternativa, en algunas implementaciones, el eNB 2 puede incorporar además información que indique indirectamente el valor del factor de conversión, o información para obtener el valor del factor de conversión, en la información de sistema transmitida en la Etapa 201 de la Figura 2. Por ejemplo, la información que indica indirectamente el valor del factor de conversión puede ser un índice que especifique un valor entre un conjunto de valores candidatos predeterminados. Por ejemplo, la información para obtener el valor del factor de conversión puede incluir uno o más parámetros que hayan de ser sustituidos en una fórmula predeterminada para calcular el factor de conversión. Es decir, el eNB 2 puede transmitir,

al MTC UE 1, información sobre el factor de conversión (por ejemplo, el valor del factor de conversión mismo, información que indique indirectamente el valor del factor de conversión o información para obtener el valor del factor de conversión). El MTC UE 1 utiliza la información sobre el factor de conversión para obtener el valor del factor de conversión. En este caso, el factor de conversión y el procedimiento para obtener (o calcular) el segundo valor utilizando el factor de conversión se definen de tal manera que el tamaño de los datos de la información sobre el factor de conversión sea menor que el tamaño de los datos que es necesario para transmitir explícitamente al MTC UE 1, desde el eNB 2, valores de uno o más IE de configuración de recursos radioeléctricos asociados con el segundo nivel de CE.

Antes de la Etapa 201, el eNB 2 puede calcular el valor del factor de conversión que se ha de transmitir al MTC UE 1. Específicamente, el eNB 2 puede determinar uno o más valores del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos para uno o más segundos niveles de CE (por ejemplo, niveles 1-3 de CE), y luego calcular uno o más valores del factor de conversión para los uno o más segundos niveles de CE usando el o los valores de IE determinados y el valor base del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos (por ejemplo, el valor de IE para el nivel 0 de CE).

En otra implementación, el MTC UE 1 puede almacenar por adelantado un valor por defecto del factor de conversión en su memoria y usar el valor por defecto para obtener el segundo valor a partir del valor base del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos cuando el factor de conversión no sea transmitido explícitamente desde el eNB 2.

La Figura 5 es un diagrama de flujo que muestra un ejemplo (Proceso 500) de las operaciones del MTC UE 1. En la Etapa 501, el MTC UE 1 recibe, del eNB 2, información de sistema que contiene el valor base del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos. Como ya se describió anteriormente, el valor base del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos es el valor del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con la cobertura normal (es decir, extensión de cobertura cero) o el primer nivel de CE (por ejemplo, nivel 1 de CE). Esta información de sistema puede contener además el factor de conversión utilizado para obtener a partir del valor base el segundo valor del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con el segundo nivel de CE.

En la Etapa 502, el MTC UE 1 obtiene el valor del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con el segundo nivel de CE convirtiendo el valor base del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con la cobertura normal (o el primer nivel de CE) usando el valor del factor de conversión. El primer IE de configuración de recursos radioeléctricos incluye, por ejemplo, uno o más IE de configuración de RACH (por ejemplo, ra-ResponseWindowSize y mac-ContentionResolutionTimer). En este caso, el MTC UE 1 usa el valor del factor de conversión para obtener el o los segundos valores asociados con el primer nivel de CE (o el segundo nivel de CE) a partir del o de los valores base de los uno o más IE de configuración de RACH asociados con la cobertura normal (o el primer nivel de CE).

El MTC UE 1 puede calcular la potencia recibida de señal de referencia (RSRP) desde el eNB 2 o una pérdida de trayecto estimada entre el MTC UE 1 y el eNB 2 y determinar, en función de la RSRP o pérdida de trayecto calculada, el nivel de CE que se requiere. En la Etapa 503, si el MTC UE 1 requiere el segundo nivel de CE, el MTC UE 1 lleva a cabo el procedimiento de acceso aleatorio de acuerdo con el o los segundos valores del o de los primeros IE de configuración de recursos radioeléctricos obtenidos en la Etapa 502 (por ejemplo, ra-ResponseWindowSize y mac-ContentionResolutionTimer).

Lo siguiente proporciona algunos ejemplos del factor de conversión y algunos ejemplos del procedimiento para obtener (o calcular) el segundo valor del IE de configuración de recursos radioeléctricos a partir de su valor base usando el factor de conversión. En el primer ejemplo, que se muestra en la Figura 6, el factor de conversión indica un factor multiplicador. Además, en el primer ejemplo, se usa un valor común del factor de conversión (es decir, factor multiplicador) para obtener dos o más valores, asociados con el segundo nivel de CE, de dos o más IE de configuración de recursos radioeléctricos (por ejemplo, ra-ResponseWindowSize y mac-ContentionResolutionTimer). Por consiguiente, en el primer ejemplo, el eNB 2 solo necesita transmitir un valor común del factor de conversión en lugar de transmitir dos o más valores de los dos o más IE de configuración de recursos radioeléctricos asociados con el segundo nivel de CE. Por consiguiente, en el primer ejemplo, es posible reducir el tamaño de los datos necesario para que una estación base notifique a un terminal radioeléctrico una pluralidad de configuraciones de recursos radioeléctricos para una pluralidad de niveles de CE. El factor de conversión en el primer ejemplo también puede denominarse factor de escala, coeficiente o coeficiente de escala.

Para ser más específicos, en el ejemplo que se muestra en la Figura 6, el MTC UE 1 recibe valores de los IE "ra-ResponseWindowSize" y "mac-ContentionResolutionTimer" para la cobertura normal (es decir, extensión de cobertura cero o nivel 0 de CE) desde el eNB 2 en el SIB (601). En la Figura 6, el tamaño de la ventana de respuesta de RA (es decir, ra-ResponseWindowSize) para la cobertura normal es de 2 subtramas (es decir, sf2) y la longitud del temporizador de resolución de contención (es decir, mac-ContentionResolutionTimer) para la cobertura normal es de 8 subtramas (es decir, sf8).

5 El MTC UE 1 recibe además del eNB 2 (602) tres valores del factor de conversión (es decir, factor multiplicador), cada uno asociado con uno respectivo de los tres niveles de CE (es decir, niveles 1, 2 y 3 de CE). En la Figura 6, los valores del factor de conversión (es decir, el factor multiplicador) para los niveles 1, 2 y 3 de CE son 2, 3 y 4, respectivamente. Como alternativa, el MTC UE 1 puede recibir del eNB 2 solo un valor del factor de conversión correspondiente a un nivel de CE que sea necesario entre los tres niveles de CE.

El MTC UE 1 multiplica cada uno de los dos o más valores de IE para la cobertura normal (601) por cada uno de los valores del factor de conversión (factor multiplicador) (603). En consecuencia, el MTC UE 1 puede obtener dos o más valores de los dos o más IE para cada uno de los niveles de CE 1, 2 y 3 (604). El MTC UE 1 puede calcular solo los valores asociados con un nivel de CE que sea necesario entre los tres niveles de CE.

10 En el segundo ejemplo, que se muestra en la Figura 7, se calculan dos o más valores de IE para dos o más niveles de CE utilizando un valor común del factor de conversión. Específicamente, el MTC UE 1 calcula el tercer valor del IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con el tercer nivel de CE, así como el segundo valor asociado con el segundo nivel de CE, utilizando el valor base del IE de configuración de recursos radioeléctricos y el valor del factor de conversión. En consecuencia, en el segundo ejemplo, el eNB 2 solo necesita transmitir un valor  
15 común del factor de conversión en lugar de transmitir dos o más valores, asociados con el segundo y el tercer niveles de CE, del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos. Por consiguiente, en el segundo ejemplo, es posible reducir el tamaño de los datos necesario para que una estación base notifique a un terminal radioeléctrico una pluralidad de configuraciones de recursos radioeléctricos para una pluralidad de niveles de CE.

20 Para ser más específicos, en el ejemplo que se muestra en la Figura 7, el MTC UE 1 recibe un valor del IE "ra-ResponseWindowSize" para la cobertura normal (es decir, extensión de cobertura cero o nivel 0 de CE) desde el eNB 2 en el SIB (701). En la Figura 7, el tamaño de la ventana de respuesta de RA (es decir, ra-ResponseWindowSize) para la cobertura normal es de 2 subtramas (es decir, sf2).

El MTC UE 1 recibe además, desde el eNB 2, un valor común del factor de conversión (es decir, factor multiplicador base) utilizado para obtener tres valores de IE para tres niveles de CE (es decir, niveles 1, 2 y 3 de CE) (702). En la  
25 Figura 7, el valor del factor de conversión (es decir, el factor multiplicador base) es 2.

El MTC UE 1 multiplica el valor del IE de configuración de recursos radioeléctricos (701) para la cobertura normal por el valor del factor de conversión (es decir, el factor multiplicador base) (703). En consecuencia, el MTC UE 1 puede obtener el valor de IE para el nivel 1 de CE (704). Además, para obtener el valor de IE para el nivel 2 de CE, el MTC UE 1 multiplica el valor de IE para el nivel 1 de CE por el valor del factor de conversión (es decir, el factor  
30 multiplicador base). Es decir, en el ejemplo que se muestra en la Figura 7, el valor del factor de conversión (es decir, el factor multiplicador base) especifica directa o indirectamente factores de escala del valor de IE para la cobertura normal para obtener los valores de IE respectivos para los dos o más niveles de CE. De este modo, el MTC UE 1 puede calcular dos o más valores de IE respectivamente para dos o más niveles de CE en función del valor común del factor de conversión (es decir, el factor multiplicador base).

35 En el tercer ejemplo, que se muestra en la Figura 8, el factor de conversión representa un desplazamiento. En el tercer ejemplo, similar al primer ejemplo descrito anteriormente, se usa un valor del factor de conversión (es decir, desplazamiento) para obtener dos o más valores, asociados con el segundo nivel de CE, de dos o más IE de configuración de recursos radioeléctricos respectivos (por ejemplo, ra-ResponseWindowSize y mac-ContentionResolutionTimer). Por consiguiente, en el tercer ejemplo, similar al primer ejemplo, es posible reducir el  
40 tamaño de los datos necesario para que una estación base notifique a un terminal radioeléctrico una pluralidad de configuraciones de recursos radioeléctricos para una pluralidad de niveles de CE.

45 Para ser más específicos, en el ejemplo que se muestra en la Figura 8, el MTC UE 1 recibe del eNB 2 en el SIB (801) valores de los IE "ra-ResponseWindowSize" y "mac-ContentionResolutionTimer" para la cobertura normal (es decir, extensión de cobertura cero o nivel 0 de CE). En la Figura 8, el tamaño de la ventana de respuesta de RA (es decir, ra-ResponseWindowSize) para la cobertura normal es de 2 subtramas (es decir, sf2) y la longitud del temporizador de resolución de contención para la cobertura normal (es decir, mac-ContentionResolutionTimer) es de 8 subtramas (es decir, sf8).

50 El MTC UE 1 recibe además del eNB 2 (802) tres valores del factor de conversión (es decir, desplazamiento), cada uno asociado con uno respectivo de los tres niveles de CE (es decir, niveles 1, 2 y 3 de CE). En la Figura 8, los valores del factor de conversión (es decir, desplazamiento) para los niveles 1, 2 y 3 de CE son 2, 4 y 6, respectivamente. Como alternativa, el MTC UE 1 puede recibir del eNB 2 solo un valor del factor de conversión correspondiente a un nivel de CE que sea necesario entre los tres niveles de CE.

55 El MTC UE 1 suma el valor del factor de conversión (desplazamiento) a cada uno de los dos o más valores de IE (801) para la cobertura normal (803). El MTC UE 1 es así capaz de obtener dos o más valores de los dos o más IE para cada uno de los niveles 1, 2 y 3 de CE (804). El MTC UE 1 puede calcular solo los valores asociados con un nivel de CE que sea necesario entre los tres niveles de CE.

En el cuarto ejemplo, que se muestra en la Figura 9, similar al segundo ejemplo descrito anteriormente, se calculan dos o más valores de IE para dos o más niveles de CE usando un valor común de un factor de conversión. Por

consiguiente, en el cuarto ejemplo, similar al segundo ejemplo, es posible reducir el tamaño de los datos necesario para que una estación base notifique a un terminal radioeléctrico una pluralidad de configuraciones de recursos radioeléctricos para una pluralidad de niveles de CE. En el cuarto ejemplo, se utiliza un desplazamiento base como factor de conversión.

5 Para ser más específicos, en el ejemplo que se muestra en la Figura 9, el MTC UE 1 recibe del eNB 2 en el SIB (por ejemplo, SIB2-bis) (901) un valor del IE "ra-ResponseWindowSize" para la cobertura normal (es decir, extensión de cobertura cero o nivel 0 de CE). En la Figura 9, el tamaño de la ventana de respuesta de RA (es decir, ra-ResponseWindowSize) para la cobertura normal es de 2 subtramas (es decir, sf2).

10 El MTC UE 1 recibe además, del eNB 2, un valor común del factor de conversión (es decir, desplazamiento base) utilizado para obtener tres valores de IE para tres niveles de CE (es decir, niveles 1, 2 y 3 de CE) (902). En la Figura 9, el valor del factor de conversión (es decir, el desplazamiento base) es 2.

15 El MTC UE 1 suma el valor del factor de conversión (es decir, el desplazamiento base) al valor (901) del IE de configuración de recursos radioeléctricos para la cobertura normal (903). En consecuencia, el MTC UE 1 puede obtener el valor de IE para el nivel 1 de CE (904). Además, para obtener el valor de IE para el nivel 2 de CE, el MTC UE 1 suma el valor del factor de conversión (es decir, el desplazamiento base) al valor de IE para el nivel 1 de CE. Es decir, en el ejemplo que se muestra en la Figura 9, el valor del factor de conversión (es decir, desplazamiento base) especifica indirectamente factores de escala del valor de IE para la cobertura normal para obtener los valores de IE respectivos para los dos o más niveles de CE. En consecuencia, el MTC UE 1 puede calcular dos o más valores de IE para dos o más niveles de CE en función de un valor común del factor de conversión (es decir, el desplazamiento base).

20

El quinto ejemplo es un ejemplo modificado del primer ejemplo descrito anteriormente. En el quinto ejemplo, el factor de conversión indica un factor divisor. En el quinto ejemplo, similar al primer ejemplo, se utiliza un valor del factor de conversión (es decir, factor divisor) para obtener dos o más valores, asociados con el segundo nivel de CE, de dos o más IE de configuración de recursos radioeléctricos respectivos. En algunas implementaciones, el MTC UE 1 divide los dos o más valores de los dos o más IE respectivos para la cobertura normal por el valor del factor de conversión (es decir, el factor divisor) para cada nivel de CE. De este modo, el MTC UE 1 puede obtener dos o más valores de los dos o más IE respectivos para cada nivel de CE. El quinto ejemplo puede usarse para obtener un valor de un IE (por ejemplo, maxNumPreambleAttemptCE) que disminuye a medida que el nivel de CE aumenta.

25

El sexto ejemplo es un ejemplo modificado del segundo ejemplo descrito anteriormente. En el sexto ejemplo, el factor de conversión indica un factor divisor base. En el sexto ejemplo, similar al segundo ejemplo, se calculan dos o más valores de IE para dos o más niveles de CE utilizando un valor común del factor de conversión. En algunas implementaciones, el MTC UE 1 divide el valor de IE para la cobertura normal por el valor del factor de conversión (es decir, el factor divisor base). En consecuencia, el MTC UE 1 puede calcular dos o más valores de IE para dos o más niveles de CE en función de un valor común del factor de conversión (es decir, el factor divisor base). El sexto ejemplo se puede usar para obtener valores de un IE (por ejemplo, maxNumPreambleAttemptCE) que disminuye a medida que el nivel de CE aumenta.

30

35

El séptimo ejemplo es un ejemplo modificado del primer ejemplo descrito anteriormente. En el séptimo ejemplo, el factor de conversión indica un exponente de la potencia de un número entero  $m$  (es decir, la potencia de  $m$ ). Cuando el factor de conversión es un número entero positivo  $k$ , el segundo valor de un IE de configuración de recursos radioeléctricos se obtiene multiplicando el valor base del IE de configuración de recursos radioeléctricos por la potencia  $k$ -ésima de  $m$ . El valor de la base "m" de la exponenciación puede definirse por las especificaciones 3GPP. Es decir, el valor de la base "m" de la exponenciación puede almacenarse de antemano en una memoria del MTC UE 1. Por ejemplo, cuando la base "m" es igual a 2 y el valor del factor de conversión para el nivel 1 de CE es 3, el valor del IE de configuración de recursos radioeléctricos para el nivel 1 de CE se obtiene multiplicando el valor base del IE de configuración de recursos radioeléctricos para la cobertura normal (es decir, nivel 0 de CE) por  $2^3$ , es decir, el valor para el nivel 1 de CE es ocho veces mayor que el valor base. En el séptimo ejemplo, similar al primer ejemplo, se usa un valor del factor de conversión (es decir, el exponente) para obtener dos o más valores, asociados con el segundo nivel de CE (por ejemplo, nivel 1 de CE), de dos o más IE de configuración de recursos radioeléctricos respectivos.

40

45

50 Los ejemplos primero a séptimo descritos anteriormente pueden modificarse según sea apropiado. Además, para obtener el segundo valor del IE de configuración de recursos radioeléctricos a partir de su valor base usando el factor de conversión, puede usarse un método distinto de los métodos descritos en los ejemplos primero a sexto.

Por ejemplo, en los ejemplos primero a séptimo, el valor del factor de conversión es un factor multiplicador, un desplazamiento, un factor divisor o un exponente de una exponenciación que se ha de utilizar para la multiplicación, suma o división de un valor específico (por ejemplo, el número de subtramas) indicado por el valor base (es decir, el valor de índice) del IE de configuración de recursos radioeléctricos. Como alternativa, el valor del factor de conversión puede ser un factor multiplicador, un desplazamiento, un factor divisor o un exponente de una exponenciación que se haya de utilizar para la multiplicación, suma o división del valor base mismo (es decir, el valor de índice) del IE de configuración de recursos radioeléctricos. Por ejemplo, el valor base mismo (es decir, el valor de

55

índice) del IE de configuración de recursos radioeléctricos puede multiplicarse por el valor del factor multiplicador, que es el factor de conversión. En este caso, se utiliza un valor específico indicado por el valor de índice convertido (por ejemplo, el número de subtramas) para el nivel de CE correspondiente.

5 Los ejemplos primero a séptimo descritos anteriormente se pueden combinar según sea apropiado. Por ejemplo, cuando los valores de los IE respectivos se calculan utilizando un factor de conversión común, la función del factor de conversión (es decir, el método de cálculo para obtener un valor de IE) puede ser diferente para cada IE. Por ejemplo, el valor del factor de conversión puede usarse como un factor multiplicador para la multiplicación para obtener un valor de un IE, y mientras tanto el valor del factor de conversión puede usarse como un desplazamiento para la suma para obtener un valor de otro IE.

10 En algunas implementaciones, el valor del factor de conversión, que se usa para obtener un valor del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con el segundo nivel de CE, también puede usarse como un valor, asociado con el segundo nivel de mejora de cobertura, de un segundo IE de configuración de recursos radioeléctricos diferente del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos. Por ejemplo, el MTC UE 1 puede usar el valor del IE "numRepetitionPerPreambleAttempt" que indica el número de repeticiones de preámbulo (es decir, el nivel de repetición de preámbulo PRACH) en el segundo nivel de CE recibido del eNB 2 y/o el valor del IE "numRepetitionPerRA-Response" que indica el número de repeticiones de respuesta de RA (es decir, el nivel de repetición de RAR) en el segundo nivel de CE recibido del eNB 2 como factor o factores de conversión para obtener valores de los IE "ra-ResponseWindowSize" y "mac-ContentionResolutionTimer" asociados con el segundo nivel de CE. Adicionalmente o como alternativa, el MTC UE 1 puede usar el valor del IE que indica el nivel de repetición (es decir, el número de repeticiones) del tercer mensaje (es decir, el mensaje de Petición de Conexión RRC) en el procedimiento de acceso aleatorio en el segundo nivel de CE recibido del eNB 2 y/o el valor del IE que indica el nivel de repetición (el número de repeticiones) del cuarto mensaje (es decir, el mensaje de Resolución de Contención) en el segundo nivel de CE recibido del eNB 2 como factor o factores de conversión para obtener un valor del IE "mac-ContentionResolutionTimer" asociado con el segundo nivel de CE. En estos dos ejemplos, el coeficiente (coeficiente proporcional) que asocia el nivel de repetición de preámbulo PRACH y/o el nivel de repetición de RAR con ra-ResponseWindowSize puede ser el mismo que el coeficiente (coeficiente proporcional) que asocia el nivel de repetición del tercer mensaje y/o el nivel de repetición del cuarto mensaje con mac-ContentionResolutionTimer.

En algunas implementaciones, para obtener un valor de IE correspondiente al nivel de CE necesario en el MTC UE 1, el MTC UE 1 usa otro factor además del factor de conversión. Por ejemplo, el MTC UE 1 obtiene un valor de IE utilizando el nivel de repetición (es decir, el número de repeticiones) de la señal correspondiente (por ejemplo, preámbulo, mensaje) y el factor de conversión. Por ejemplo, el MTC UE 1 puede obtener el valor de ra-ResponseWindowSize para el segundo nivel de CE multiplicando el valor de ra-ResponseWindowSize para el primer nivel de CE (por ejemplo, nivel 0 de CE) por el valor del nivel de repetición de preámbulo PRACH para el segundo nivel de CE (por ejemplo, nivel 1, 2 o 3 de CE) y multiplicando (o sumando o dividiendo) después el valor resultante por (o a) el valor del factor de conversión. En este caso, el valor del factor de conversión puede ser un valor que indique el intervalo de dos transmisiones repetitivas del preámbulo RACH, o un valor que indique el intervalo entre dos transmisiones repetitivas del mensaje RAR (por ejemplo, M-PDCCCH o PDSCH).

Además, cuando se utiliza un factor de conversión común para una pluralidad de IE, el MTC UE 1 puede obtener un valor de cada IE utilizando el nivel de repetición (es decir, el número de repeticiones) de su señal correspondiente (es decir, el preámbulo o el mensaje) y el factor de conversión común. Por ejemplo, el MTC UE 1 puede obtener el valor de ra-ResponseWindowSize para el segundo nivel de CE (por ejemplo, nivel 1, 2 o 3 de CE) multiplicando el valor de ra-ResponseWindowSize para el primer nivel de CE (por ejemplo, nivel 0 de CE) por el valor del nivel de repetición del preámbulo PRACH o el nivel de repetición de RAR para el segundo nivel de CE y multiplicando (o sumando o dividiendo) después el valor resultante por (o a) el valor del factor de conversión. De manera similar, el MTC UE 1 puede obtener el valor de mac-ContentionResolutionTimer para el segundo nivel de CE (por ejemplo, nivel 1, 2 o 3 de CE) multiplicando el valor de mac-ContentionResolutionTimer para el primer nivel de CE (por ejemplo, nivel 0 de CE) por uno o ambos valores del nivel de repetición del tercer mensaje (es decir, el mensaje de Petición de Conexión RRC) y del nivel de repetición del cuarto mensaje (es decir, el mensaje de Resolución de Contención) para el segundo nivel de CE y multiplicando después (o sumando o dividiendo) el valor resultante por el factor de conversión común.

En algunas implementaciones, el valor del factor de conversión puede ser un valor de nivel de CE. Por ejemplo, el valor del factor de conversión puede ser un valor (por ejemplo, 1) que indique el nivel de CE (por ejemplo, nivel 1 de CE) necesario, o puede ser un valor obtenido al convertir el valor que indica el nivel de CE de acuerdo con una ecuación de conversión predeterminada.

55 En algunas implementaciones, la obtención de uno o varios valores de IE que usan el factor de conversión puede realizarse solo para un nivel (o algunos niveles) de CE (por ejemplo, nivel 1 de CE) de la pluralidad de niveles de CE, y uno o varios valores de IE para el o los niveles de CE restantes (por ejemplo, nivel 1 de CE y nivel 2 de CE) pueden obtenerse a partir del o de los valores de IE para el nivel de CE (o algunos niveles de CE) (por ejemplo, nivel 1 de CE) de acuerdo con una regla predeterminada. Por ejemplo, el valor de IE para el nivel 2 de CE puede ser dos veces mayor que el valor de IE para el nivel 1 de CE, y el valor de IE para el nivel 3 de CE puede ser tres veces mayor que el valor de IE para el nivel 1 de CE. Como alternativa, el valor de IE para el nivel 2 de CE puede ser un

valor obtenido al sumar "desplazamiento + 2" al valor de IE para el nivel 1 de CE, y el valor de IE para el nivel 3 de CE puede ser un valor obtenido al sumar "desplazamiento + 3" al valor de IE para el nivel 1 de CE. Como alternativa, los valores de IE pueden obtenerse usando un valor correspondiente a la diferencia (por ejemplo, la relación o la diferencia) en el nivel de repetición (es decir, el número de repeticiones) entre niveles de CE. Por ejemplo, cuando el nivel de repetición para el nivel 1 de CE es 2 y el nivel de repetición para el nivel 2 de CE es 4, el valor de IE para el nivel 2 de CE puede establecerse en un valor 4/2 veces mayor que el valor de IE para nivel 1 de CE, es decir, un valor dos veces mayor que el valor de IE para el nivel 1 de CE.

Los ejemplos primero, tercero, quinto y séptimo descritos anteriormente proporcionan los ejemplos en los que un valor del factor de conversión está configurado (o es utilizado) en común para dos o más IE de configuración de recursos radioeléctricos. Por otro lado, los ejemplos segundo, cuarto y sexto proporcionan los ejemplos en los que un valor del factor de conversión está configurado (o es utilizado) en común para dos o más niveles de CE. Como alternativa, en algunas implementaciones, un valor del factor de conversión puede configurarse (o utilizarse) por IE de configuración de recursos radioeléctricos y por nivel de CE. En este caso, el factor de conversión se define preferiblemente de tal manera que la longitud en bits del IE que indica el factor de conversión sea menor que la longitud en bits del IE de configuración de recursos radioeléctricos.

La Figura 10 es un diagrama que muestra un ejemplo (Proceso 1000) del procedimiento de acceso aleatorio según esta realización. En la Etapa 1001, el MTC UE 1 determina (estima) el nivel de CE que es necesario en función de un valor medido de calidad de recepción (por ejemplo, RSRP) de una señal desde el eNB 2 o un valor medido (valor estimado) de pérdida de trayecto entre el UE 1 y el eNB 2.

En la Etapa 1002, el MTC UE 1 recibe información de sistema (SIB) transmitida desde el eNB 2 mientras usa la técnica de mejora de cobertura (por ejemplo, transmisión repetitiva de la información de sistema (SIB)) correspondiente al nivel de CE determinado. Esta información de sistema contiene el valor base del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos (por ejemplo, uno o más IE de configuración de RACH) asociado con la cobertura normal o el primer nivel de CE (por ejemplo, nivel 1 de CE) y además contiene la información sobre el factor de conversión para obtener el valor del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con el segundo nivel de CE (por ejemplo, nivel 2 de CE). Como ya se describió anteriormente, por ejemplo, la información sobre el factor de conversión puede incluir el valor del factor de conversión mismo, o puede ser información que indique indirectamente el valor del factor de conversión o información para obtener el valor del factor de conversión.

En la Etapa 1003, el MTC UE 1 convierte el valor base del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con la cobertura normal (o el primer nivel de CE) utilizando el valor del factor de conversión. El valor del factor de conversión se puede obtener a partir de la información sobre el factor de conversión recibida desde el eNB 2. El MTC UE 1 obtiene así el valor del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos asociado con el nivel de CE determinado.

Después de eso, el MTC UE 1 realiza el procedimiento de acceso aleatorio de acuerdo con el valor obtenido del primer IE de configuración de recursos radioeléctricos (por ejemplo, uno o más IE de configuración de RACH) (Etapas 1004-1006).

En la Etapa 1004, si el MTC UE 1 no ha completado con éxito el acceso aleatorio incluso después de que el número de intentos de preámbulo RACH alcance el número máximo con respecto al nivel de CE determinado (estimado) (por ejemplo, nivel 1 de CE), el MTC UE 1 puede iniciar la transmisión del preámbulo RACH utilizando la configuración para el siguiente nivel de CE (por ejemplo, nivel 2 de CE). En este caso, el MTC UE 1 puede obtener la configuración para el siguiente nivel de CE (por ejemplo, nivel 2 de CE), como los valores de los IE "ra-ResponseWindowSize" y "mac-ContentionResolutionTimer", cuando se cambie el nivel de CE aplicado, o puede obtener colectivamente los valores asociados cada uno con los niveles de CE respectivos, de antemano.

El MTC UE 1 puede iniciar la ventana de respuesta de RA, de acuerdo con el IE "ra-ResponseWindowSize", en la tercera subtrama posterior al comienzo o al final de las transmisiones repetitivas dentro de un intento de transmisión de preámbulo RACH en la Etapa 1004. El IE "ra-ResponseWindowSize" indica el tiempo que el MTC UE 1 debería esperar a la recepción de la respuesta de acceso aleatorio (RAR) en la Etapa 1006 después de haber transmitido el preámbulo RACH en la Etapa 1004. Además, el MTC UE 1 puede iniciar el temporizador de resolución de contención MAC, de acuerdo con el IE "mac-ContentionResolutionTimer", después del comienzo o el final de las transmisiones repetitivas del tercer mensaje (Msg3) en el procedimiento de acceso aleatorio. El IE "mac-ContentionResolutionTimer" indica el tiempo que el MTC UE 1 debería esperar a la recepción de un mensaje de Resolución de Contención (verificación del contenido) después de haber transmitido el tercer mensaje (Msg3).

En la Etapa 1005, el eNB 2 detecta el preámbulo de acceso aleatorio (RA) (es decir, el preámbulo RACH) transmitido desde el MTC UE 1. Por ejemplo, el eNB 2 determina el nivel de CE del MTC UE 1 en función del recurso radioeléctrico en el que se ha detectado el preámbulo de RA. Luego, el eNB 2 realiza una operación para mejorar la cobertura, que incluye la recepción repetitiva del preámbulo de RA y la transmisión repetitiva de la respuesta de RA, de acuerdo con los valores de una pluralidad de IE (por ejemplo, IE "numRepetitionPerPreambleAttempt" y "ra-ResponseWindowSize") correspondientes al nivel de CE determinado para el MTC UE 1. En algunas implementaciones, el eNB 2 puede calcular los valores de la pluralidad de IE

correspondientes al nivel de CE determinado para el MTC UE 1 en función del valor del factor de conversión para este nivel de CE. En algunas otras implementaciones, el eNB 2 puede calcular los valores de la pluralidad de IE correspondientes al nivel de CE determinado para el MTC UE 1 consultando una tabla de consulta en la que están almacenados los valores de cada IE correspondientes a los niveles de CE respectivos.

5 El ejemplo específico descrito anteriormente proporciona métodos para obtener valores, cada uno asociado con niveles de CE respectivos, de un parámetro de radio existente con respecto al procedimiento de acceso aleatorio (es decir, un IE en mensajes RRC). De manera similar, el método de obtención descrito anteriormente puede usarse para obtener valores, cada uno asociado con niveles de CE respectivos, de un parámetro de radio (es decir, un IE en mensajes RRC) recién definido para la técnica de mejora de cobertura. Por ejemplo, los métodos de obtención  
10 descritos anteriormente se pueden aplicar al IE que indica el número máximo de intentos de preámbulo RACH por nivel de CE (es decir, `maxNumPreambleAttemptCE`) y al IE que indica el número máximo de repeticiones por intento de preámbulo RACH (es decir, `numRepetitionPerPreambleAttempt`). En este caso, el eNB 2 puede transmitir los valores de IE correspondientes al nivel de CE más bajo (por ejemplo, nivel 1 de CE) mediante la información de sistema, y el UE 1 puede obtener los valores de IE correspondientes a uno o más niveles de CE más altos (por ejemplo, nivel 2 de CE o un nivel de CE superior al nivel 2 de CE) utilizando el factor de conversión descrito  
15 anteriormente.

El procedimiento de acceso aleatorio descrito anteriormente puede aplicarse no solo a un acceso inicial cuando el UE cambia del estado `RRC_IDLE` al estado `RRC_CONNECTED`, sino también a un acceso aleatorio en el estado `RRC_CONNECTED`. Además, cuando se realiza un acceso aleatorio en respuesta a una instrucción (es decir, Orden PDCCH) del eNB 2, esta instrucción puede incluir el valor base y/o el factor de conversión.  
20

A continuación se proporcionan ejemplos de configuración del MTC UE 1 y el eNB 2 de acuerdo con esta realización. La Figura 11 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de configuración del MTC UE 1. Un transceptor 1101 de Radiofrecuencia (RF) realiza un procesamiento de señales analógicas de RF para comunicarse con el eNB 2. El procesamiento de señales analógicas de RF realizado por el transceptor 1101 de RF incluye una  
25 conversión ascendente de frecuencia, una conversión descendente de frecuencia y una amplificación. El transceptor 1101 de RF está acoplado a una antena 1102 y un procesador 1103 de banda base. Es decir, el transceptor 1101 de RF recibe datos de símbolos modulados (o datos de símbolos OFDM) del procesador 1103 de banda base, genera una señal de RF de transmisión y suministra la señal de RF de transmisión a la antena 1102. Además, el transceptor 1101 de RF genera una señal de recepción de banda base en función de una señal de RF de recepción recibida por  
30 la antena 1102, y suministra la señal de recepción de banda base al procesador 1103 de banda base.

El procesador 1103 de banda base realiza un procesamiento de señales digitales de banda base (es decir, un procesamiento del plano de datos) y un procesamiento del plano de control para la comunicación por radio. El procesamiento de señales digitales de banda base incluye (a) compresión/descompresión de datos, (b) segmentación/concatenación de datos, (c) composición/descomposición de un formato de transmisión (es decir, trama de transmisión), (d) codificación/decodificación de canales, (e) modulación (es decir, correspondencia de símbolos)/demodulación, y (f) generación de datos de símbolos OFDM (es decir, señal OFDM de banda base) mediante una Transformada Rápida de Fourier Inversa (IFFT, por sus siglas en inglés). Por otro lado, el procesamiento del plano de control incluye una gestión de comunicación de la capa 1 (por ejemplo, control de potencia de transmisión), la capa 2 (por ejemplo, gestión de recursos radioeléctricos y procesamiento de petición de repetición automática híbrida (HARQ)) y la capa 3 (por ejemplo, señalización con respecto a incorporación, movilidad y comunicación de paquetes).  
35

En el caso de LTE y LTE avanzada, por ejemplo, el procesamiento de señales digitales de banda base realizado por el procesador 1103 de banda base puede incluir un procesamiento de señal de una capa de Protocolo de Convergencia de Datos por Paquetes (PDCP, por sus siglas en inglés), una capa de Control de Radioenlace (RLC, por sus siglas en inglés), la capa MAC y la capa PHY. Además, el procesamiento del plano de control realizado por el procesador 1103 de banda base puede incluir un procesamiento de un protocolo de Estrato de No Acceso (NAS, por sus siglas en inglés), un protocolo RRC y CE de MAC.  
40

El procesador 1103 de banda base puede incluir un procesador de módem (por ejemplo, un Procesador de Señales Digitales (DSP, por sus siglas en inglés)) que realice el procesamiento de señales digitales de banda base y un procesador de pila de protocolos (por ejemplo, una Unidad Central de Procesamiento (CPU, por sus siglas en inglés) o una Unidad de Microprocesamiento (MPU, por sus siglas en inglés)) que realice el procesamiento del plano de control. En este caso, el procesador de pila de protocolos, que realiza el procesamiento del plano de control, puede integrarse con un procesador 1104 de aplicaciones descrito a continuación.  
45

El procesador 1104 de aplicaciones también se conoce como CPU, MPU, microprocesador o núcleo de procesador. El procesador 1104 de aplicaciones puede incluir una pluralidad de procesadores (núcleos de procesador). El procesador 1104 de aplicaciones ejecuta un programa de *software* de sistema (Sistema Operativo (OS, por sus siglas en inglés)) y diversos programas de aplicación (por ejemplo, aplicación de comunicación para adquirir datos de medición o datos de detección) cargados desde una memoria 1106 o desde otra memoria (no mostrada), proporcionando así diversas funciones del MTC UE 1.  
50

En algunas implementaciones, como se representa mediante una línea discontinua (1105) en la Figura 11, el procesador 1103 de banda base y el procesador 1104 de aplicaciones pueden integrarse en un solo chip. En otras palabras, el procesador 1103 de banda base y el procesador 1104 de aplicaciones pueden implementarse en un único dispositivo 1105 de Sistema en Chip (SoC, por sus siglas en inglés). Un dispositivo de SoC puede denominarse Integración a Gran Escala (LSI, por sus siglas en inglés) de sistema, o conjunto de chips (*chipset*).

La memoria 1106 es una memoria volátil, una memoria no volátil o una combinación de las mismas. La memoria 1106 puede incluir una pluralidad de dispositivos de memoria que sean físicamente independientes entre sí. La memoria volátil es, por ejemplo, una Memoria Estática de Acceso Aleatorio (SRAM, por sus siglas en inglés), una RAM dinámica (DRAM, por sus siglas en inglés) o una combinación de las mismas. La memoria no volátil es, por ejemplo, una Memoria de Solo Lectura de Máscara (MROM, por sus siglas en inglés), una ROM Programable y Borrable Eléctricamente (EEPROM, por sus siglas en inglés), una memoria rápida (*flash*), una unidad de disco duro o cualquier combinación de las mismas. La memoria 1106 puede incluir, por ejemplo, un dispositivo de memoria externo al que se pueda acceder desde el procesador 1103 de banda base, el procesador 1104 de aplicaciones y el SoC 1105. La memoria 1106 puede incluir un dispositivo de memoria interno que esté integrado en el procesador 1103 de banda base, el procesador 1104 de aplicaciones o el SoC 1105. Además, la memoria 1106 puede incluir una memoria en una Tarjeta de Circuito Integrado Universal (UICC, por sus siglas en inglés).

La memoria 1106 puede almacenar uno o más módulos 1107 de *software* (programas informáticos) que incluyan instrucciones y datos para realizar el procesamiento mediante el MTC UE 1 descrito en las realizaciones anteriores. En algunas implementaciones, el procesador 1103 de banda base o el procesador 1104 de aplicaciones pueden cargar los módulos 1107 de *software* desde la memoria 1106 y ejecutar los módulos de *software* cargados, realizando así el procesamiento del MTC UE 1 descrito en las realizaciones anteriores.

La Figura 12 es un diagrama de bloques que muestra un ejemplo de configuración de la estación base (eNB) 2 según las realizaciones descritas anteriormente. Con referencia a la Figura 12, el eNB 2 incluye un transceptor 1201 de RF, una interfaz 1203 de red, un procesador 1204 y una memoria 1205. El transceptor 1201 de RF procesa la señal analógica de RF para comunicarse con el terminal radioeléctrico 1. El transceptor 1201 de RF puede incluir una pluralidad de transceptores. El transceptor 1201 de RF está acoplado a una antena 1202 y al procesador 1204. El transceptor 1201 de RF recibe datos de símbolos modulados (o datos de símbolos OFDM) desde el procesador 1204, genera una señal de RF de transmisión y suministra la señal de RF de transmisión a la antena 1202. Además, el transceptor 1201 de RF genera una señal de recepción de banda base en función de una señal de RF de recepción recibida por la antena 1202 y suministra la señal de recepción de banda base al procesador 1204.

La interfaz 1203 de red se usa para comunicarse con el nodo de red (por ejemplo, la Entidad de Gestión de Movilidad (MME, por sus siglas en inglés) y la Pasarela de Servicio (S-GW, por sus siglas en inglés)). La interfaz 1203 de red puede incluir, por ejemplo, una tarjeta de interfaz de red (NIC, por sus siglas en inglés) conforme a la serie IEEE 802.3.

El procesador 1204 realiza un procesamiento de señales digitales de banda base (procesamiento del plano de datos) y un procesamiento del plano de control para la comunicación por radio. En el caso de LTE y LTE avanzada, por ejemplo, el procesamiento de señales digitales de banda base realizado por el procesador 1204 puede incluir un procesamiento de señales de una capa PDCP, una capa RLC, una capa MAC y una capa PHY. Además, el procesamiento del plano de control realizado por el procesador 1204 puede incluir un procesamiento de un protocolo S1, un protocolo RRC y CE de MAC.

El procesador 1204 puede incluir una pluralidad de procesadores. El procesador 1204 puede incluir, por ejemplo, un procesador de módem (por ejemplo, un DSP) que realice el procesamiento de señales digitales de banda base y un procesador de pila de protocolos (por ejemplo, una CPU o una MPU) que realice el procesamiento del plano de control.

La memoria 1205 se compone de una combinación de una memoria volátil y una memoria no volátil. La memoria volátil es, por ejemplo, una SRAM, una DRAM o una combinación de las mismas. La memoria no volátil es, por ejemplo, una MROM, una PROM, una memoria rápida (*flash*), una unidad de disco duro o cualquier combinación de las mismas. La memoria 1205 puede incluir un almacenamiento que se encuentre alejado del procesador 1204. En este caso, el procesador 1204 puede acceder a la memoria 1205 a través de la interfaz 1203 de red o una interfaz de E/S (no mostrada).

La memoria 1205 puede almacenar módulos 1206 de *software* (programas informáticos) que incluyan instrucciones y datos para realizar el procesamiento mediante el eNB 2 descrito en las realizaciones anteriores. En algunas implementaciones, el procesador 1204 puede cargar los módulos 1206 de *software* desde la memoria 1205 y ejecutar los módulos de *software* cargados, realizando de este modo el procesamiento del eNB 2 descrito en las realizaciones anteriores.

Como se describió anteriormente con referencia a las Figuras 11 y 12, cada uno de los procesadores incluidos en el MTC UE 1 y el eNB 2 según las realizaciones descritas anteriormente ejecuta uno o más programas que incluyen instrucciones para hacer que un ordenador ejecute un algoritmo descrito con referencia a los dibujos. El o los

programas se pueden almacenar y proporcionar a un ordenador utilizando cualquier tipo de medio legible por ordenador no transitorio. Los medios legibles por ordenador no transitorios incluyen cualquier tipo de medios de almacenamiento tangibles. Los ejemplos de medios legibles por ordenador no transitorios incluyen medios de almacenamiento magnéticos (como discos flexibles, cintas magnéticas, unidades de disco duro, etc.), medios de almacenamiento magnéticos ópticos (por ejemplo, discos magnetoópticos), Memoria de Solo Lectura de Disco Compacto (CD-ROM, por sus siglas en inglés), CD-R, CD-R/W y memorias de semiconductores (como ROM de máscara, ROM programable (PROM, por sus siglas en inglés), PROM borrable (EPROM, por sus siglas en inglés), *flash* ROM, Memoria de Acceso Aleatorio (RAM, por sus siglas en inglés), etc.). El o los programas pueden proporcionarse a un ordenador utilizando cualquier tipo de medio transitorio legible por ordenador. Los ejemplos de medios transitorios legibles por ordenador incluyen señales eléctricas, señales ópticas y ondas electromagnéticas. Los medios transitorios legibles por ordenador pueden proporcionar el programa a un ordenador a través de una línea de comunicación cableada (por ejemplo, cables eléctricos y fibras ópticas) o una línea de comunicación inalámbrica.

#### Otras realizaciones

Las realizaciones anteriores se han descrito con respecto a los IE de configuración de recursos radioeléctricos en relación con el acceso aleatorio (por ejemplo, IE de configuración RACH e IE de configuración PRACH). Sin embargo, los métodos para obtener un valor de IE para un nivel de CE específico usando el factor de conversión descrito en las realizaciones anteriores pueden usarse ampliamente para otras aplicaciones en las que se requieran diferentes configuraciones de recursos radioeléctricos para diferentes niveles de mejora de cobertura (CE). Los métodos descritos en las realizaciones anteriores pueden usarse, por ejemplo, para obtener valores de IE de configuración de recursos radioeléctricos (por ejemplo, el número de repeticiones de transmisión (o recepción)) requeridos cuando el MTC UE 1 en el estado RRC\_CONNECTED realiza una transmisión de datos de usuario de UL en PUSCH, una transmisión de información de control L1/L2 en PUCCH, una recepción de información de sistema o datos de usuario de DL en PDSCH, y una recepción de información de control L1/L2 en M-PDCCH, utilizando un nivel de CE específico.

Las realizaciones anteriores se han descrito con respecto al caso en el que el eNB 2 transmite la información sobre el factor de conversión mediante la información de sistema. Sin embargo, la información sobre el factor de conversión puede transmitirse mediante una señal (por ejemplo, señalización RRC, señalización MAC) utilizada por el eNB 2 para transmitir información de control dedicada al MTC UE 1. Por ejemplo, la información sobre el factor de conversión puede transmitirse del eNB 2 al MTC UE 1 mediante un mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC o un Elemento de Control MAC. Cuando el MTC UE 1 ha recibido la información sobre el factor de conversión tanto en la información de sistema como en la información de control dedicada, el MTC UE 1 puede usar de manera preferente el valor del factor de conversión obtenido a partir de la información sobre el factor de conversión recibida en la información de control dedicada (es decir, sobrescribir el valor del factor de conversión obtenido a partir de la información de sistema con el obtenido a partir de la información de control dedicada).

Las operaciones del MTC UE 1 y el eNB 2 con respecto a la obtención de valores de IE usando el factor de conversión, descrito en las realizaciones anteriores, pueden usarse para obtener valores de un temporizador que use diferentes duraciones de temporizador dependiendo del nivel de mejora de cobertura (CE). Los ejemplos específicos de un temporizador que utiliza diferentes valores de temporizador para diferentes niveles de CE incluyen, por ejemplo, (1) un temporizador asociado con el control (es decir, RRC, NAS) del procesamiento de llamadas, etc., (2) un temporizador asociado con el control de la Capa 2 (es decir, PDCP, RLC, MAC) y (3) un temporizador utilizado en el estado RRC\_IDLE.

Por ejemplo, el temporizador (1) mencionado anteriormente puede ser un temporizador (es decir, un temporizador T300) utilizado para determinar el éxito o el fracaso de un establecimiento de conexión RRC. El MTC UE 1 inicia el temporizador (es decir, el temporizador T300) al transmitir un mensaje de Petición de Restablecimiento de Conexión RRC y detiene el temporizador al recibir una respuesta del eNB 2 (es decir, mensaje de Establecimiento de Conexión RRC o mensaje de Rechazo de Conexión RRC).

Adicionalmente o como alternativa, el temporizador (1) mencionado anteriormente puede ser un temporizador (es decir, un temporizador T311) utilizado para determinar el éxito o el fracaso de la detección de una célula adecuada. El MTC UE 1 inicia el temporizador (es decir, el temporizador T311) al iniciar un procedimiento de Restablecimiento de Conexión RRC y detiene el temporizador al detectar (o seleccionar) una célula adecuada.

Adicionalmente o como alternativa, el temporizador (1) mencionado anteriormente puede ser un temporizador (es decir, un temporizador T304) utilizado para determinar el éxito o el fracaso de un traspaso. El MTC UE 1 inicia el temporizador (es decir, el temporizador T304) al recibir un mensaje de Reconfiguración de Conexión RRC que incluye un IE MobilityControlInfo (es decir, el mensaje que ordena el traspaso) y detiene el temporizador al completar con éxito un procedimiento de acceso aleatorio a la célula objetivo.

Por ejemplo, el temporizador (2) mencionado anteriormente puede ser un temporizador utilizado para el control en la capa MAC. Los ejemplos específicos del temporizador utilizado para el control en la capa MAC incluyen: temporizadores (por ejemplo, OnDurationTimer, drx-InactivityTimer, drx-RetransmissionTimer, HART RTT Timer)

- 5 relacionados con el control de recepción discontinua (Recepción Discontinua (DRX, por sus siglas en inglés)) en un UE; temporizadores (por ejemplo, sr-ProhibitTimer, logicalChannelSR-ProhibitTimer) para medir un período de tiempo durante el cual se prohíbe la transmisión de Peticiones de Programación (SR, por sus siglas en inglés); un temporizador (por ejemplo, PeriodicBSR-Timer, RetxBSR-Timer) relacionado con la notificación de una cantidad de memoria intermedia de enlace ascendente (es decir, Informe de Estado de Memoria Intermedia (BSR, por sus siglas en inglés)), y un temporizador (por ejemplo, periodicPHR-Timer, prohibitPHR-Timer) relacionado con la notificación de la cantidad restante de potencia de transmisión del enlace ascendente (Informe de Margen de Potencia (PHR, por sus siglas en inglés)).
- 10 Adicionalmente o como alternativa, el temporizador (2) mencionado anteriormente puede ser un temporizador utilizado para el control en la capa RLC. Los ejemplos específicos del temporizador utilizado para el control en la capa RLC incluyen un temporizador (por ejemplo, T-Reordering) utilizado para detectar la pérdida de PDU de RLC y para realizar el control de órdenes en la recepción de datos de DL, y un temporizador (por ejemplo, T-StatusProhibit) para medir un período de tiempo durante el cual se prohíbe la transmisión de información sobre el estado de una recepción de datos de DL (es decir, PDU DE ESTADO).
- 15 Adicionalmente o como alternativa, el temporizador (2) mencionado anteriormente puede ser un temporizador utilizado para el control en la capa PDCP. Los ejemplos específicos del temporizador utilizado para el control en la capa PDCP incluyen un temporizador (por ejemplo, discardTimer) para determinar si se descartarán datos pendientes en la transmisión de datos de UL.
- 20 Por ejemplo, el temporizador (3) mencionado anteriormente puede ser un temporizador utilizado en un proceso de reelección de célula realizado por el MTC UE 1 en el estado RRC\_IDLE. Específicamente, el temporizador (3) mencionado anteriormente puede ser un temporizador para medir una duración de tiempo durante la cual se satisface una condición para disparar la reelección de célula (es decir, T-Reselection).
- 25 Los temporizadores descritos anteriormente pueden iniciarse desde la primera o la última transmisión de una transmisión repetitiva de una señal (o un mensaje) relacionada (o relacionado) con (o que sirva de disparador para) los respectivos temporizadores. Como alternativa, estos temporizadores pueden iniciarse desde la primera o la última transmisión de una recepción repetitiva de una señal (o un mensaje) relacionada (o relacionado) con (o que sirva de disparador para) los respectivos temporizadores.
- 30 En las realizaciones descritas anteriormente, el terminal radioeléctrico 1 puede ser un UE no MTC. Es decir, las realizaciones descritas anteriormente pueden aplicarse ampliamente a la comunicación entre un UE y un eNB que soporte la técnica de mejora de cobertura que incluye una transmisión (o recepción) repetitiva.
- Además, las realizaciones descritas anteriormente pueden aplicarse no solo a LTE, LTE avanzada y sus modificaciones, sino también a la comunicación entre el terminal radioeléctrico y la estación base que soportan la técnica de mejora de cobertura en otras redes o sistemas de comunicación por radio.
- 35 Por ejemplo, las realizaciones descritas anteriormente se pueden aplicar a la técnica de mejora de cobertura en el sistema denominado Internet de las Cosas de Banda Estrecha (NB-IoT, por sus siglas en inglés), que se ha discutido en el 3GPP. NB-IoT tiene como objetivo acomodar dispositivos IoT que tienen características de bajo costo y consumo de energía ultrabajo (por ejemplo, los terminales pueden funcionar durante diez años sin cambiar sus baterías) en la red celular. Los objetos y las características de los dispositivos en NB-IoT son sumamente similares a los de los dispositivos en Rel-13 MTC, y se ha discutido la posibilidad de reutilizar las tecnologías 3GPP Release 13 (Rel-13) MTC para NB-IoT. Por consiguiente, las realizaciones descritas anteriormente pueden aplicarse a NB-IoT. Mientras que un UE Rel-13 MTC transmite un preámbulo RACH en acceso aleatorio, se ha discutido que un UE NB-IoT transmita un mensaje (por ejemplo, un mensaje basado en contención), en lugar de un preámbulo, en un PRACH. Como se describió anteriormente, aunque se ha discutido modificar las Rel-13 MTC para NB-IoT o introducir nuevas funciones en NB-IoT, las realizaciones descritas anteriormente se pueden aplicar a NB-IoT independientemente de las diferencias entre ellas.
- 40
- 45 Además, las realizaciones descritas anteriormente son solamente ejemplos en relación con la aplicación de las ideas técnicas obtenidas por el presente inventor. Huelga decir que estas ideas técnicas no se limitan a las realizaciones descritas anteriormente y se pueden hacer diversas modificaciones en las mismas.

**Lista de símbolos de referencia**

- 50 1 TERMINAL RADIOELÉCTRICO (UE)
- 2 ESTACIÓN BASE (eNB)
- 1101 TRANSCÉPTOR DE RADIOFRECUENCIA (RF)
- 1103 PROCESADOR DE BANDA BASE
- 1104 PROCESADOR DE APLICACIONES

- 1106 MEMORIA
- 1201 TRANSEPTOR DE RF
- 1204 PROCESADOR
- 1205 MEMORIA

5

**REIVINDICACIONES**

1. Una estación base (2) que comprende:

5 medios para difundir (1002) información de sistema, incluyendo la información de sistema un primer valor base de un tamaño de ventana de respuesta de acceso aleatorio, un segundo valor base de un Control de Acceso al Medio, MAC, un temporizador de resolución de contención y factores multiplicadores correspondientes a niveles de mejora de cobertura respectivos;

10 medios para recibir (1004) un preámbulo de acceso aleatorio, desde un Equipo de Usuario, UE, (1) que realiza una comunicación por radio de acuerdo con el Internet de las Cosas de Banda Estrecha, NB-IoT, correspondiente a un nivel de mejora de cobertura determinado por el UE (1) de acuerdo con la Potencia Recibida de Señales de Referencia, RSRP, medida por el UE (1);

medios para controlar (1006) la transmisión de un mensaje de respuesta de acceso aleatorio en función de la duración del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio que se obtiene multiplicando (603) el primer valor base del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio por un factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura del UE (1); y

15 medios para controlar la transmisión de un mensaje de resolución de contención MAC en función de la duración indicada por un valor de temporizador del temporizador de resolución de contención MAC que se obtiene multiplicando (603) el segundo valor base del temporizador de resolución de contención MAC por el factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura.

20 2. La estación base (2) según la reivindicación 1, en donde los factores multiplicadores son valores de un elemento de información de una configuración de recursos radioeléctricos que es diferente del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio y del temporizador de resolución de contención MAC,

en donde los valores del elemento de información se usan para indicar un número de repeticiones para el tercer y cuarto mensajes de un procedimiento de acceso aleatorio,

en donde el cuarto mensaje es el mensaje de resolución de contención MAC.

25 3. Un método en una estación base (2), comprendiendo el método:

difundir (1002) información de sistema, incluyendo la información de sistema un primer valor base de un tamaño de ventana de respuesta de acceso aleatorio, un segundo valor base de un Control de Acceso al Medio, MAC, un temporizador de resolución de contención y factores multiplicadores correspondientes a niveles de mejora de cobertura respectivos;

30 recibir (1004) un preámbulo de acceso aleatorio, desde un Equipo de Usuario, UE, (1) que realiza una comunicación por radio de acuerdo con el Internet de las Cosas de Banda Estrecha, NB-IoT, correspondiente a un nivel de mejora de cobertura determinado por el UE de acuerdo con la Potencia Recibida de Señales de Referencia, RSRP, medida por el UE;

35 controlar (1006) la transmisión de un mensaje de respuesta de acceso aleatorio en función de la duración del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio que se obtiene multiplicando (603) el primer valor base del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio por un factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura del UE; y

40 controlar la transmisión de un mensaje de resolución de contención MAC en función de la duración indicada por un valor de temporizador del temporizador de resolución de contención MAC que se obtiene multiplicando (603) el segundo valor base del temporizador de resolución de contención MAC por el factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura.

4. El método según la reivindicación 3, en donde los factores multiplicadores son valores de un elemento de información de una configuración de recursos radioeléctricos que es diferente del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio y del temporizador de resolución de contención MAC,

45 en donde los valores del elemento de información se usan para indicar un número de repeticiones para el tercer y cuarto mensajes de un procedimiento de acceso aleatorio,

en donde el cuarto mensaje es el mensaje de resolución de contención MAC.

5. Un medio legible por ordenador no transitorio en el que está almacenado un programa para hacer que un ordenador lleve a cabo un método en una estación base (2), en donde el método comprende:

50 difundir (1002) información de sistema, incluyendo la información de sistema un primer valor base de un tamaño de ventana de respuesta de acceso aleatorio, un segundo valor base de un Control de Acceso al Medio, MAC, un

- temporizador de resolución de contención y factores multiplicadores correspondientes a niveles de mejora de cobertura respectivos;
- 5 recibir (1004) un preámbulo de acceso aleatorio, desde un Equipo de Usuario, UE, (1) que realiza una comunicación por radio de acuerdo con el Internet de las Cosas de Banda Estrecha, NB-IoT, correspondiente a un nivel de mejora de cobertura determinado por el UE (1) de acuerdo con la Potencia Recibida de Señales de Referencia, RSRP, medida por el UE (1);
- 10 controlar (1006) la transmisión de un mensaje de respuesta de acceso aleatorio en función de la duración del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio que se obtiene multiplicando (603) el primer valor base del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio por un factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura del UE (1); y
- controlar la transmisión de un mensaje de resolución de contención MAC en función de la duración indicada por un valor de temporizador del temporizador de resolución de contención MAC que se obtiene multiplicando (603) el segundo valor base del temporizador de resolución de contención MAC por el factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura.
- 15 6. Un equipo de usuario, UE, (1) configurado para realizar una comunicación por radio de acuerdo con el Internet de las Cosas de Banda Estrecha, NB-IoT, comprendiendo el UE (1):
- medios para recibir (501) información de sistema, incluyendo la información de sistema un primer valor base de un tamaño de ventana de respuesta de acceso aleatorio, un segundo valor base de un Control de Acceso al Medio, MAC, un temporizador de resolución de contención y factores multiplicadores correspondientes a niveles de mejora de cobertura respectivos;
- 20 medios para determinar (1001) un nivel de mejora de cobertura del UE (1) de acuerdo con la Potencia Recibida de Señales de Referencia, RSRP, medida por el UE (1);
- medios para obtener (502) una duración del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio multiplicando (603) el primer valor base del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio por un factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura determinado;
- 25 medios para obtener (502) un valor de temporizador del temporizador de resolución de contención MAC multiplicando (603) el segundo valor base del temporizador de resolución de contención MAC por el factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura determinado;
- 30 medios para recibir (503) un mensaje de respuesta de acceso aleatorio durante la duración obtenida del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio; y
- medios para recibir (503) un mensaje de resolución de contención MAC durante la duración indicada por el valor del temporizador obtenido del temporizador de resolución de contención MAC.
- 35 7. El UE (1) según la reivindicación 6, en donde los factores multiplicadores son valores de un elemento de información de una configuración de recursos radioeléctricos que es diferente del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio y del temporizador de resolución de contención MAC,
- en donde los valores del elemento de información se usan para indicar un número de repeticiones para el tercer y cuarto mensajes de un procedimiento de acceso aleatorio,
- en donde el cuarto mensaje es el mensaje de resolución de contención MAC.
- 40 8. Un método en un Equipo de usuario, UE, (1) que realiza una comunicación por radio de acuerdo con el Internet de las Cosas de Banda Estrecha, NB-IoT, comprendiendo el método:
- recibir (501) información de sistema, incluyendo la información de sistema un primer valor base de un tamaño de ventana de respuesta de acceso aleatorio, un segundo valor base de un Control de Acceso al Medio, MAC, un temporizador de resolución de contención y factores multiplicadores correspondientes a niveles de mejora de cobertura respectivos;
- 45 determinar (1001) un nivel de mejora de cobertura del UE (1) de acuerdo con la Potencia Recibida de Señales de Referencia, RSRP, medida por el UE (1);
- obtener (502) la duración del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio multiplicando (603) el primer valor base del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio por un factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura determinado;

obtener (502) un valor de temporizador del temporizador de resolución de contención MAC multiplicando (603) el segundo valor base del temporizador de resolución de contención MAC por el factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura determinado;

5 recibir (503) un mensaje de respuesta de acceso aleatorio durante la duración obtenida del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio; y

recibir (503) un mensaje de resolución de contención MAC durante la duración indicada por el valor del temporizador obtenido del temporizador de resolución de contención MAC.

10 9. El método según la reivindicación 8, en donde los factores multiplicadores son valores de un elemento de información de una configuración de recursos radioeléctricos que es diferente del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio y del temporizador de resolución de contención MAC,

en donde los valores del elemento de información se usan para indicar un número de repeticiones para el tercer y cuarto mensajes de un procedimiento de acceso aleatorio,

en donde el cuarto mensaje es el mensaje de resolución de contención MAC.

15 10. Un medio legible por ordenador no transitorio en el que está almacenado un programa para hacer que un ordenador lleve a cabo un método en un Equipo de Usuario, UE, (1) que realiza una comunicación por radio de acuerdo con el Internet de las Cosas de Banda Estrecha, NB-IoT, en donde el método comprende:

20 recibir (501) información de sistema, incluyendo la información de sistema un primer valor base de un tamaño de ventana de respuesta de acceso aleatorio, un segundo valor base de un Control de Acceso al Medio, MAC, un temporizador de resolución de contención y factores multiplicadores correspondientes a niveles de mejora de cobertura respectivos;

determinar (1001) un nivel de mejora de cobertura del UE (1) de acuerdo con la Potencia Recibida de Señales de Referencia, RSRP, medida por el UE (1);

25 obtener (502) la duración del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio multiplicando (603) el primer valor base del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio por un factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura determinado;

obtener (502) un valor de temporizador del temporizador de resolución de contención MAC multiplicando (603) el segundo valor base del temporizador de resolución de contención MAC por el factor multiplicador correspondiente al nivel de mejora de cobertura determinado;

30 recibir (503) un mensaje de respuesta de acceso aleatorio durante la duración obtenida del tamaño de la ventana de respuesta de acceso aleatorio; y

recibir (503) un mensaje de resolución de contención MAC durante la duración indicada por el valor del temporizador obtenido del temporizador de resolución de contención MAC.

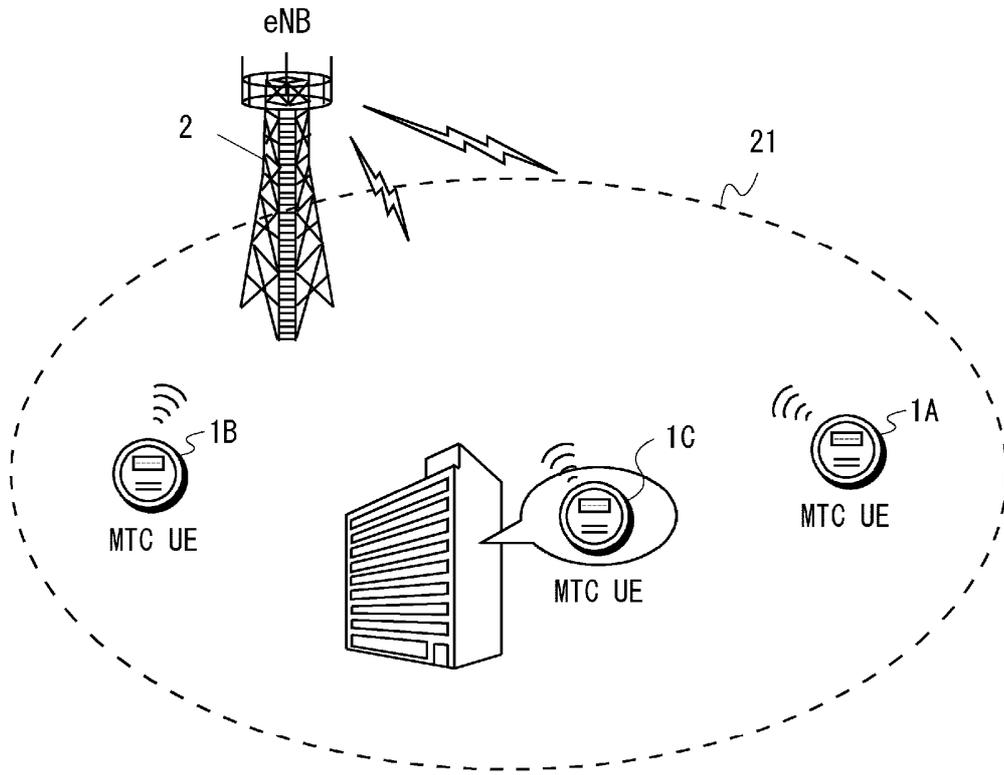


Fig. 1

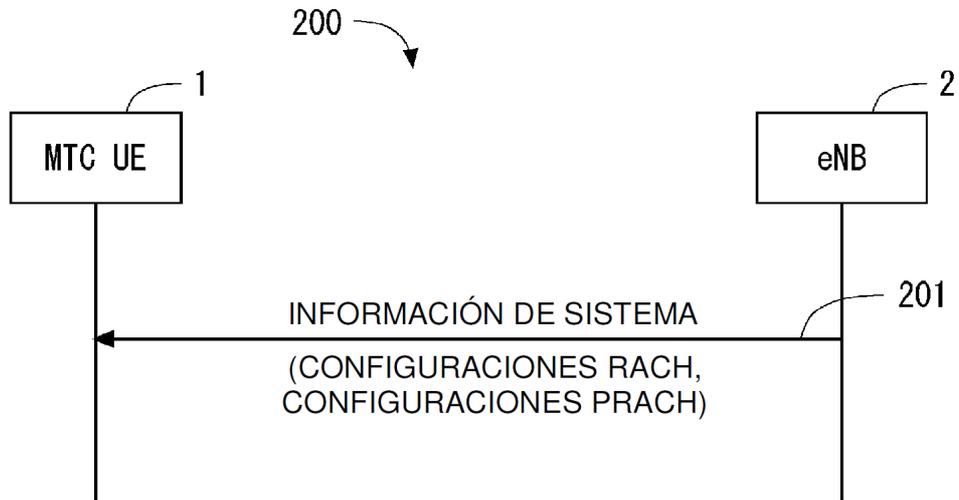


Fig. 2

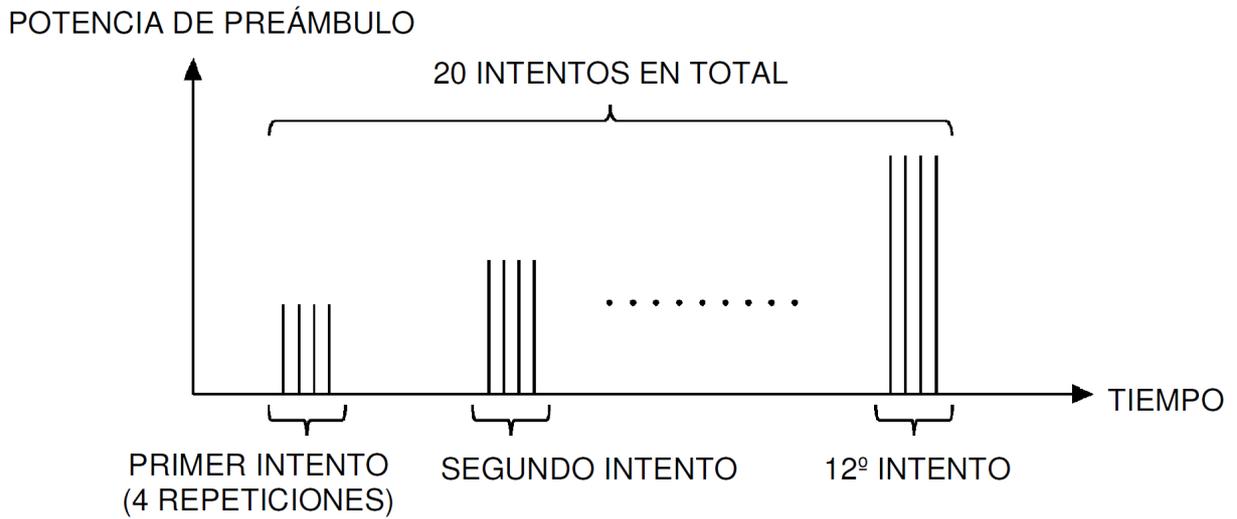


Fig. 3

	NIVEL CE 1	NIVEL CE 2	NIVEL CE 3
NÚMERO MÁXIMO DE INTENTOS PRACH (maxNumPreambleAttemptCE)	20	60	120
NÚMERO DE REPETICIONES DE PRACH POR INTENTO (numRepetitionPerPreambleAttempt)	4	10	20

Fig. 4

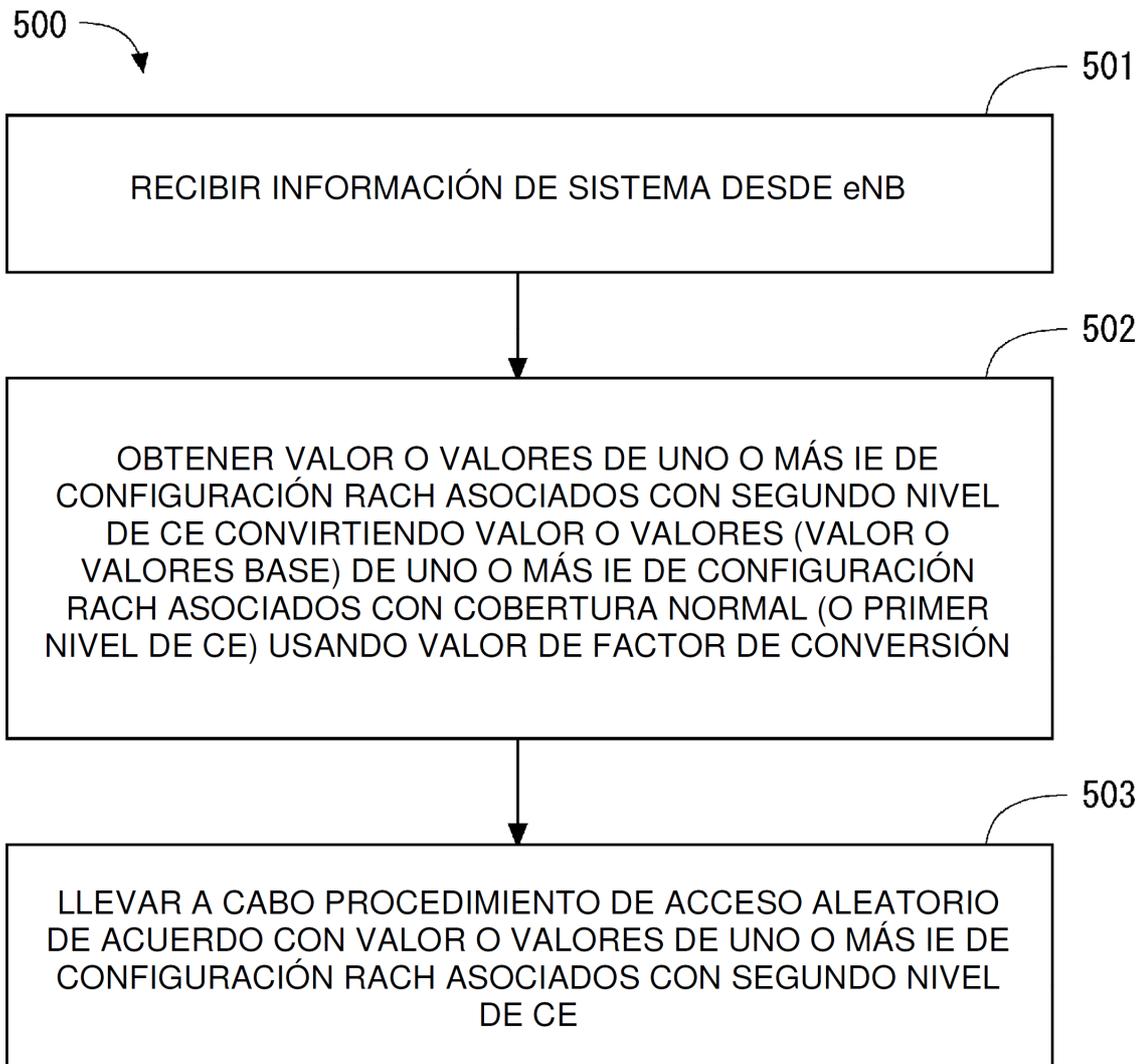


Fig. 5

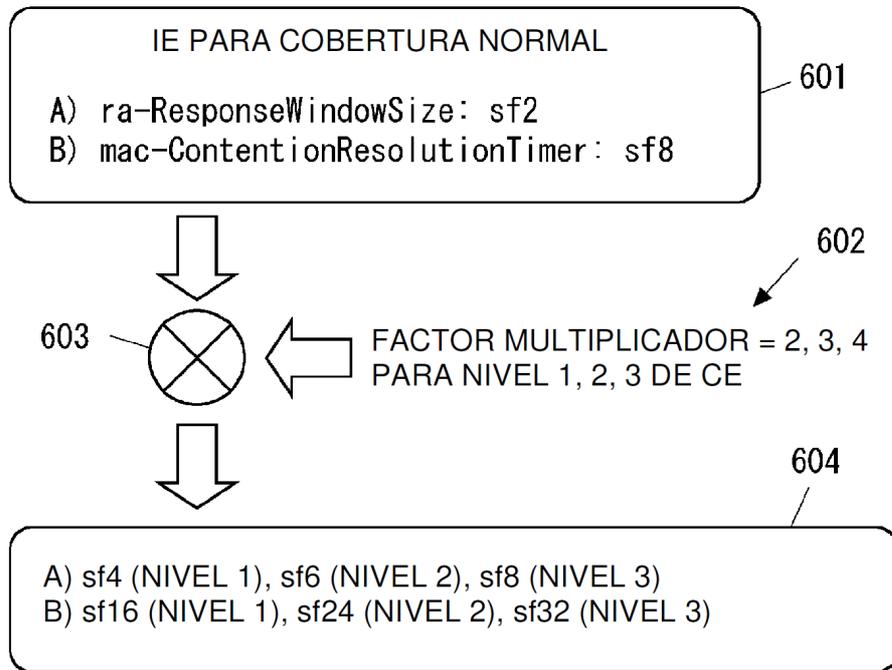


Fig. 6

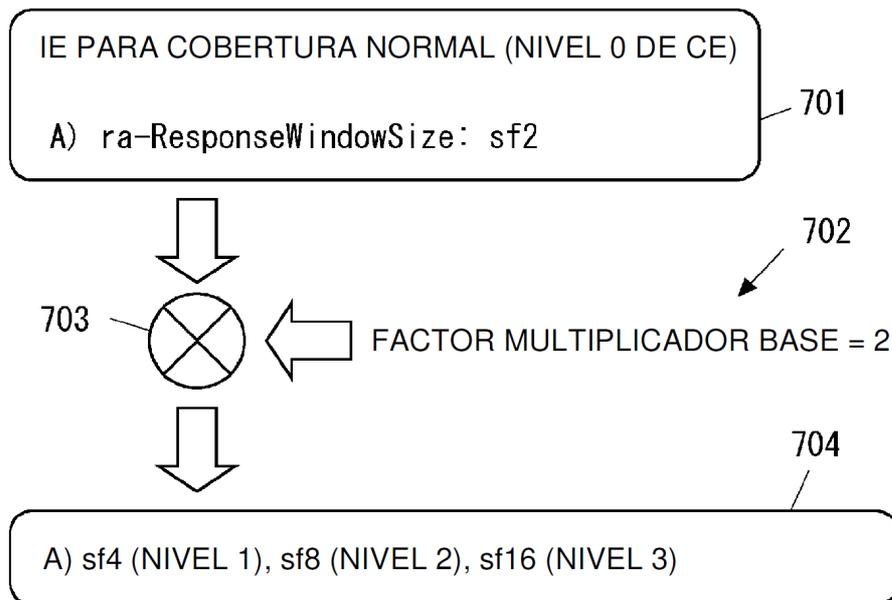


Fig. 7

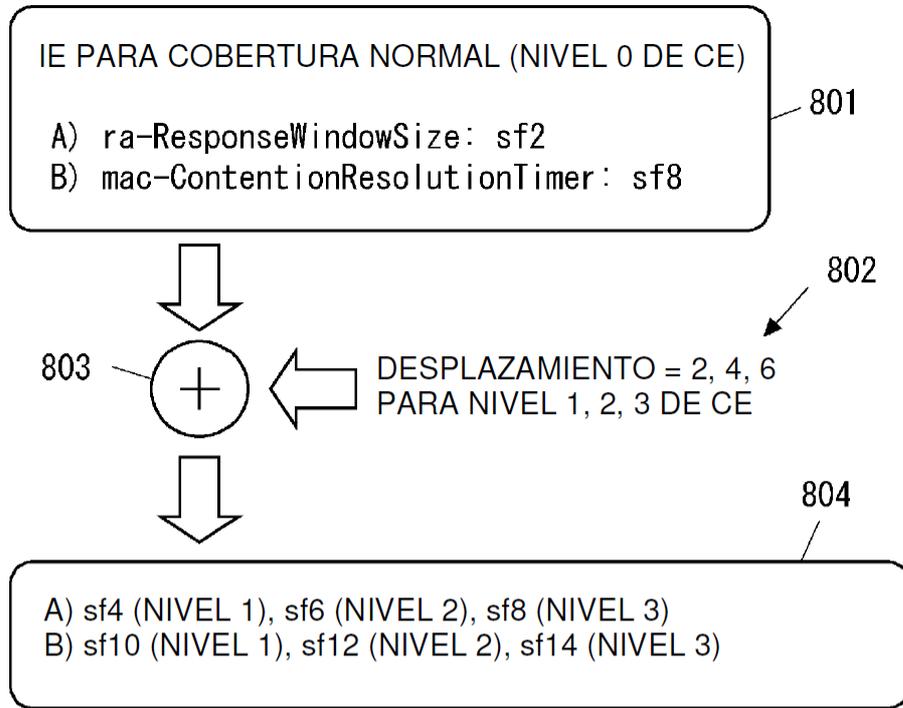


Fig. 8

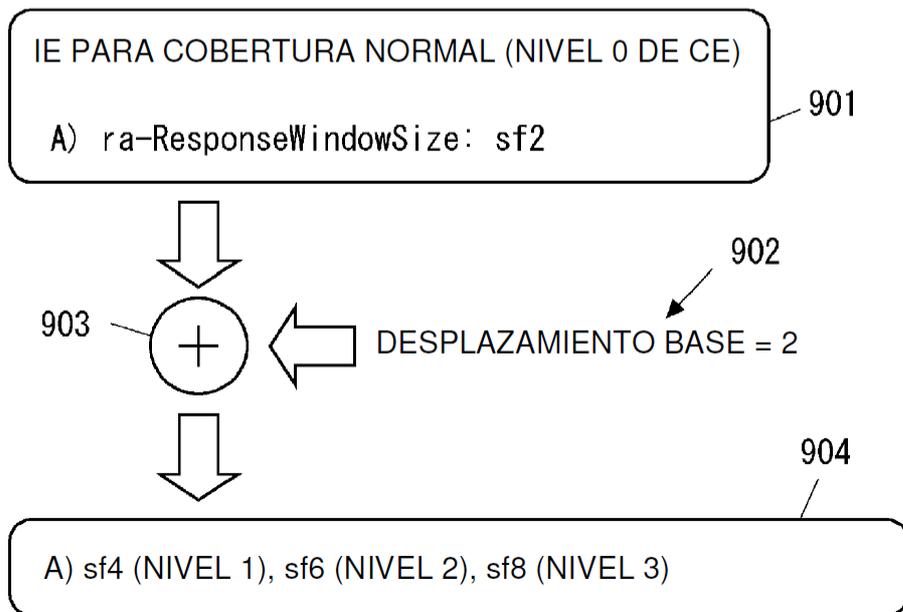


Fig. 9

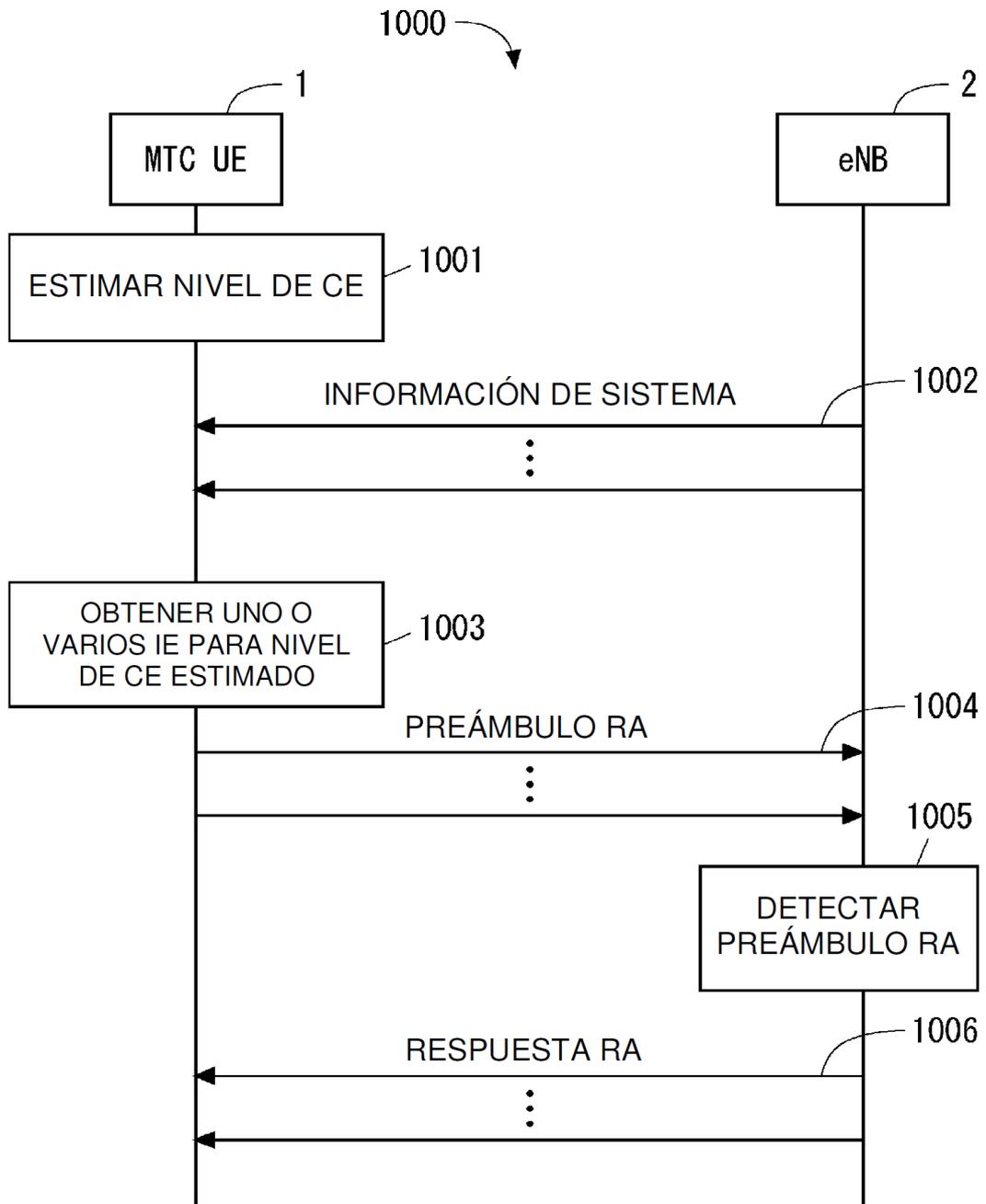


Fig. 10

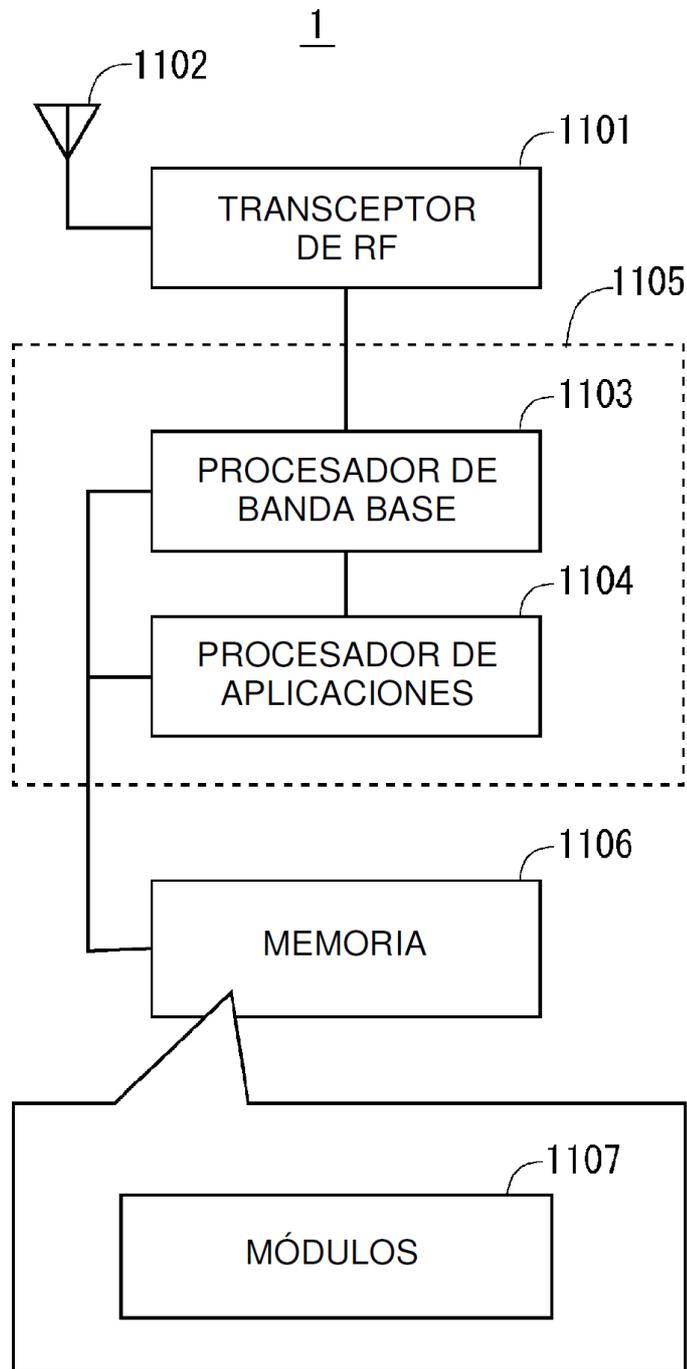


Fig. 11

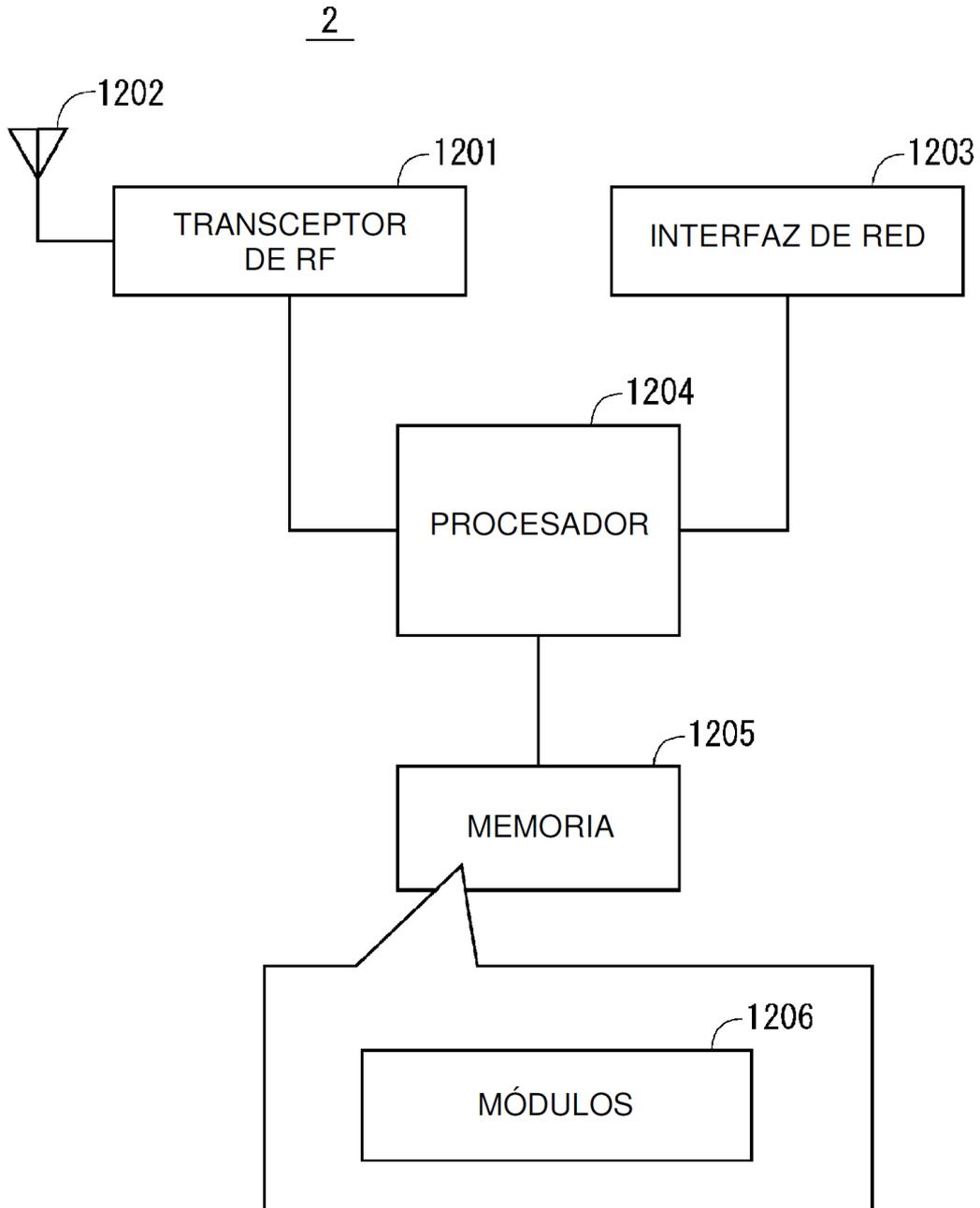


Fig. 12