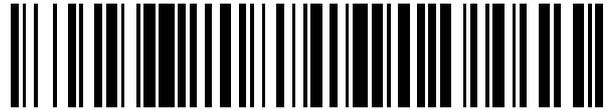


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 808 151**

51 Int. Cl.:

H04W 68/02

(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2016 E 19177538 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.04.2020 EP 3554153**

54 Título: **Células coordinadas en el tiempo mediante método y nodo de red central para recepción discontinua extendida (eDRX)**

30 Prioridad:

19.05.2015 US 201562163794 P

13.05.2016 US 201615154708

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

25.02.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**DIACHINA, JOHN WALTER;
SCHLIWA-BERTLING, PAUL y
JOHANSSON, NICKLAS**

74 Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 808 151 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

Células coordinadas en el tiempo mediante método y nodo de red central para recepción discontinua extendida (eDRX)

5

Campo técnico

La presente divulgación se refiere de manera general al campo de las comunicaciones inalámbricas y, más particularmente, a un nodo de red central (por ejemplo, nodo de soporte de GPRS que da servicio (SGSN)), a un nodo de red de acceso de radio (por ejemplo, subsistema de estación base) y a diversos métodos para obtener células coordinadas en el tiempo y mantener una fiabilidad de búsqueda de un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, dispositivo de comunicaciones de tipo máquina (MTC), estación móvil).

10

Antecedentes

15

Las siguientes abreviaturas y términos se definen en el presente documento, al menos a algunas de las cuales se hace referencia dentro de la siguiente descripción de la presente divulgación.

20

3GPP Proyecto de asociación de 3ª generación

AGCH Canal de concesión de acceso

ASIC Circuito integrado de aplicación específica

25

BLER Tasa de error de bloque

BLKS Bloques

BSS Subsistema de estación base

30

BSSGP Protocolo de servicio general de radio por paquetes de subsistema de estación base

CC Clase de cobertura

35

CN Red central

DRX Ciclo de recepción discontinua

40

EC-GSM Sistema global para comunicaciones móviles de cobertura extendida

EC-PCH Canal de búsqueda de cobertura extendida

eDRX Recepción discontinua extendida

45

eNB Nodo B evolucionado

DL Enlace descendente

50

DSP Procesador de señales digitales

EDGE Tasas de transmisión de datos potenciadas para evolución de GSM

EGPRS Servicio general de radio por paquetes potenciado

55

FN Número de trama

GSM Sistema global para comunicaciones móviles

60

GERAN Red de acceso de radio de GSM/EDGE

GPRS Servicio general de radio por paquetes potenciado

GPS Sistema de posicionamiento global

65

HARQ Solicitud de repetición automática híbrida

	IMSI	Identidad de abonado móvil internacional
	IoT	Internet de las cosas
5	LLC	Control de capa de enlace
	LTE	Evolución a largo plazo
	MCS	Esquema de modulación y codificación
10	MF	Multitrama
	MFRM	Multitrama
15	MFRMS	Multitramas
	MME	Entidad de gestión de movilidad
	MS	Estación móvil
20	MTC	Comunicaciones de tipo máquina
	NB	Nodo B
25	N-PDU	Unidad de datos de protocolo de red
	PCH	Canal de búsqueda
	PDN	Red de datos en paquetes
30	PDTCH	Canal de tráfico de datos en paquetes
	PDU	Unidad de datos de protocolo
35	P-TMSI	Identidad de abonado móvil temporal en paquetes
	RACH	Canal de acceso aleatorio
	RAN	Red de acceso de radio
40	RAT	Tecnología de acceso de radio
	RAU	Actualización de área de enrutamiento
45	SGSN	Nodo de soporte de GPRS que da servicio
	TDMA	Acceso múltiple por división de tiempo
	TLLI	Identificador de enlace lógico temporal
50	TS	Especificaciones técnicas
	UE	Equipo de usuario
55	Dispositivo uPoD	Estudio de ahorro de potencia para dispositivos de MTC
	WCDMA	Acceso múltiple por división de código de banda ancha
	WiMAX	Interoperabilidad mundial para acceso por microondas
60	Clase de cobertura (CC): en cualquier punto en el tiempo un dispositivo inalámbrico pertenece a una clase de cobertura de enlace ascendente/enlace descendente específica que corresponde o bien a los atributos de rendimiento de interfaz de radio de legado que sirven como cobertura de referencia para la planificación de célula de legado (por ejemplo, una tasa de error de bloque del 10% tras una única transmisión de bloque de radio en el PDTCH) o bien a un intervalo de atributos de rendimiento de interfaz de radio degradados en comparación con la cobertura de referencia (por ejemplo, un rendimiento hasta 20 dB menor que el de la	
65		

cobertura de referencia). La clase de cobertura determina el número total de transmisiones ciegas que van a usarse cuando se transmiten/reciben bloques de radio. Una clase de cobertura de enlace ascendente/enlace descendente aplicable en cualquier punto en el tiempo puede diferir entre diferentes canales lógicos. Tras iniciar un acceso de sistema un dispositivo inalámbrico determina la clase de cobertura de enlace ascendente/enlace descendente aplicable al RACH/AGCH basándose en una estimación del número de transmisiones ciegas de un bloque de radio que necesita el receptor de BSS (nodo de red de acceso de radio)/receptor de dispositivo inalámbrico para experimentar una BLER (tasa de error de bloque) de aproximadamente el 10%. El BSS determina la clase de cobertura de enlace ascendente/enlace descendente que va a usarse por un dispositivo inalámbrico en los recursos de canal de paquetes asignados basándose en una estimación del número de transmisiones ciegas de un bloque de radio necesarias para satisfacer una BLER objetivo y teniendo en cuenta el número de retransmisiones de HARQ (de un bloque de radio) que se necesitarán, de media, para una recepción satisfactoria de un bloque de radio usando esa BLER objetivo. Nota: se considera que un dispositivo inalámbrico que funciona con atributos de rendimiento de interfaz de radio correspondientes a la cobertura de referencia (cobertura normal) está en la mejor clase de cobertura (es decir, clase de cobertura 1) y por tanto no realiza ninguna transmisión ciega adicional tras una transmisión ciega inicial. En este caso, el dispositivo inalámbrico puede denominarse dispositivo inalámbrico de cobertura normal. En cambio, un dispositivo inalámbrico que funciona con atributos de rendimiento de interfaz de radio correspondientes a una cobertura extendida (es decir, clase de cobertura mayor de 1) realiza múltiples transmisiones ciegas. En este caso, el dispositivo inalámbrico puede denominarse dispositivo inalámbrico de cobertura extendida. Múltiples transmisiones ciegas corresponden al caso en el que se transmiten consecutivamente N casos de un bloque de radio usando los recursos de radio aplicables (por ejemplo, el canal de búsqueda) sin ningún intento por parte del extremo de transmisión de determinar si el extremo de recepción puede recuperar de manera satisfactoria el bloque de radio antes de la totalidad de las N transmisiones. El extremo de transmisión hace esto en un intento por ayudar al extremo de recepción a obtener un rendimiento de BLER objetivo (por ejemplo, BLER objetivo $\leq 10\%$ para el canal de búsqueda).

Ciclo de eDRX: la recepción discontinua extendida (eDRX) es un proceso de un dispositivo inalámbrico que deshabilita su capacidad para recibir cuando no espera recibir mensajes entrantes y habilita su capacidad para recibir durante un periodo de accesibilidad cuanto prevé la posibilidad de recepción de mensajes. Para que funcione la eDRX, la red se coordina con el dispositivo inalámbrico con respecto a cuándo deben producirse casos de accesibilidad. Por tanto, el dispositivo inalámbrico se despertará y habilitará la recepción de mensajes únicamente durante periodos de accesibilidad previamente planificados. Este proceso reduce el consumo de potencia lo cual extiende la duración de batería del dispositivo inalámbrico y algunas veces se denomina modo de espera (reforzada).

Cobertura extendida: el principio general de la cobertura extendida es el de usar transmisiones ciegas para los canales de control y para los canales de datos para obtener un rendimiento de tasa de error de bloque objetivo (BLER) para el canal de interés. Además, para los canales de datos el uso de transmisiones ciegas suponiendo MCS-1 (es decir, el esquema de modulación y codificación (MCS) más bajo soportado en EGPRS en la actualidad) se combina con retransmisiones de HARQ para obtener el nivel necesario de rendimiento de transmisión de datos. El soporte para cobertura extendida se obtiene definiendo diferentes clases de cobertura. Un número diferente de transmisiones ciegas se asocian con cada una de las clases de cobertura en las que la cobertura extendida está asociada con clases de cobertura para las que se necesitan múltiples transmisiones ciegas (es decir, una única transmisión ciega se considera como la cobertura de referencia). El número de transmisiones ciegas totales para una clase de cobertura dada puede diferir entre diferentes canales lógicos.

Dispositivo de MTC: un dispositivo de MTC es un tipo de dispositivo en el que normalmente no se requiere soporte para interacción de personas con el dispositivo y se espera que las transmisiones de datos desde o hacia el dispositivo sean más bien cortas (por ejemplo, un máximo de unos pocos cientos de octetos). Puede esperarse que los dispositivos de MTC que soportan una funcionalidad mínima sólo funcionen usando contornos de células normales y, como tal, no soportan el concepto de cobertura extendida, mientras que los dispositivos de MTC con capacidades potenciadas pueden soportar cobertura extendida.

Dispositivo uPoD: un dispositivo uPoD es similar a un dispositivo de MTC excepto porque también soporta el uso obligatorio de un estado de ahorro de potencia conocido como eDRX o modo de ahorro de potencia (PSM) que permite obtener ahorros de batería sustanciales en modo en espera de paquetes.

Grupo de búsqueda nominal: el conjunto específico de bloques de EC-PCH que monitoriza un dispositivo una vez por cada ciclo de eDRX. El dispositivo determina este conjunto específico de bloques de EC-PCH usando un algoritmo que tienen en cuenta su IMSI, su longitud de ciclo de eDRX y su clase de cobertura de enlace descendente.

La necesidad de soportar dispositivos de MTC que usan tecnologías celulares está aumentando debido a que las tecnologías celulares representan despliegues existentes (y por tanto convenientes) de áreas de servicio en las que pueden funcionar dispositivos de MTC. Como resultado, están desplegándose cada vez más

dispositivos de MTC en redes de comunicación inalámbrica. Un desafío al que se enfrenta el despliegue de dispositivos de MTC en redes de comunicación inalámbrica es que normalmente los dispositivos de MTC no tienen acceso a potencia externa y, como tal, necesitarán recurrir al uso de baterías con vidas útiles objetivo del orden de años. Para ayudar a obtener tales vidas útiles de batería, puede considerarse necesario el uso de funcionalidad de recepción discontinua extendida (eDRX), en el que las longitudes de ciclo de eDRX serán del orden de minutos a horas (es decir, un dispositivo de MTC soportará una ocasión de búsqueda por cada ciclo de eDRX), en comparación con el funcionamiento de legado, en el que las longitudes de ciclo de recepción discontinua (DRX) son del orden de unos pocos segundos. También se necesita tener en cuenta la posibilidad de movilidad de dispositivo de MTC incluyendo el problema de cómo se verá afectada la accesibilidad de un dispositivo de MTC (por ejemplo, usando la ocasión de búsqueda del dispositivo de MTC) como resultado de la posible movilidad del dispositivo de MTC.

La ocasión de búsqueda (grupo de búsqueda nominal) usada por un dispositivo inalámbrico (por ejemplo, MS, dispositivo de MTC) en la interfaz de radio está determinada actualmente, al menos en parte, por el número de trama de radio. Esto se describe en múltiples TS de 3GPP tales como, por ejemplo, 3GPP TS 36.331 V.12.5.0 (con fecha del 27-03-2015), 3GPP TS 45.002 V.12.4.0 (con fecha del 21-03-2015), y 3GPP TS 25.304 V.12.5.0 (con fecha del 23-03-2015) (los contenidos de estos documentos se incorporan en el presente documento como referencia para todos los fines). Un problema con esta técnica es que el ciclo de número de tramas de radio en diferentes células aparecerá en la interfaz de radio de una manera no coordinada en el dominio de tiempo (es decir, cuando se busca un dispositivo inalámbrico en una zona de búsqueda dada que comprende múltiples células, el mensaje de búsqueda correspondiente se enviará en la interfaz de radio a diferentes células en diferentes puntos en el tiempo).

Con esta falta de coordinación en el tiempo, la dispersión entre ocasiones de búsqueda para el mismo dispositivo inalámbrico en diferentes células puede ser hasta la longitud de ciclo de DRX extendida máxima, dado que el mismo número de trama de radio asociado con el comienzo de un grupo de búsqueda nominal puede producirse en diferentes momentos en diferentes células. Por tanto, la falta de células coordinadas en el tiempo tiene algunos inconvenientes cuando se tiene en cuenta dentro del contexto de eDRX. Algunos de estos inconvenientes son los siguientes:

- Inconveniente 1: un dispositivo inalámbrico puede no estar accesible para la búsqueda, ya que el dispositivo inalámbrico puede perder sus oportunidades de búsqueda (en diferentes células) como resultado de que el dispositivo inalámbrico se mueve entre células.

- Inconveniente 2: un dispositivo inalámbrico puede recibir y responder al mismo mensaje de búsqueda múltiples veces (en diferentes células) como resultado de que el dispositivo inalámbrico se mueve entre células.

- Inconveniente 3: identificadores temporales (por ejemplo, identidad de abonado móvil temporal en paquetes (P-TMSI)) incluidos en el mensaje de búsqueda pueden llegar a ser inválidos si los mensajes de búsqueda se almacenan en memoria intermedia en el nodo de red de acceso de radio (RAN) durante periodos de tiempo prolongados (por ejemplo, puede producirse reasignación de P-TMSI mientras que una búsqueda con ese P-TMSI está almacenada en memoria intermedia). Si sucede esto, entonces si se envía eventualmente la búsqueda almacenada en memoria intermedia, esto puede conducir entonces o bien a un fallo de búsqueda (por ejemplo, no se busca el dispositivo inalámbrico previsto) o bien, al menos, un desperdicio de ancho de banda de búsqueda. Para mitigar estos problemas, se necesitará introducir señalización y complejidad adicionales.

La falta de células coordinadas en el tiempo y el problema de búsqueda resultante se aborda mediante la presente divulgación.

El documento ERICSSON LM: "Pseudo CR 45.820 Synchronized Cells for eDRX", 3GPP DRAFT; GPC150264; 3RD GENERATION PARTNERSHIP PROJECT (3GPP); 22 de abril de 2015 (22-04-2015); XP050945373; Recuperado de Internet: URL:http://www.3gpp.org/ftp/Meetings_3GPP_SYNC/SA6/GERAN/Docs/ [recuperado el 22-04-2015] da a conocer el principio general de sincronización de las ocasiones de búsqueda a través de la interfaz de radio de múltiples células en una red inalámbrica, para mitigar los inconvenientes resultantes del uso de eDRX. Según las enseñanzas de este documento, cada ocasión de búsqueda de un dispositivo inalámbrico está hecha para producirse aproximadamente al mismo tiempo sobre la interfaz de radio para cada célula en el conjunto de células usadas para buscar el dispositivo. Además, el esquema de este documento implica tener un nodo de red central (CN) siendo consciente de cuándo está aproximándose la ocasión de búsqueda del dispositivo inalámbrico dentro del conjunto de células que comprende la zona de búsqueda del dispositivo.

Sumario

En las reivindicaciones independientes se describen un nodo de CN (por ejemplo, SGSN), un nodo de RAN

(por ejemplo, BSS) y diversos métodos para abordar los inconvenientes anteriormente mencionados. En las reivindicaciones dependientes se describen adicionalmente realizaciones ventajosas del nodo de CN (por ejemplo, SGSN), el nodo de RAN (por ejemplo, BSS) y diversos métodos.

5 Aspectos adicionales de la presente divulgación se expondrán, en parte, en la descripción detallada, figuras y cualquier reivindicación a continuación, y en parte se derivarán a partir de la descripción detallada, o pueden aprenderse mediante la puesta en práctica de la invención. Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son únicamente a modo de ejemplo y explicación y no son restrictivas de la presente divulgación.

10

Breve descripción de los dibujos

Puede obtenerse una comprensión más completa de la presente divulgación haciendo referencia a la siguiente descripción detallada cuando se toma junto con los dibujos adjuntos:

15

la figura 1 es un diagrama de una red de comunicación inalámbrica a modo de ejemplo que incluye un nodo de CN, múltiples nodos de RAN y múltiples dispositivos inalámbricos que están todos ellos configurados según una realización de la presente divulgación;

20

la figura 2 es un diagrama de señales que ilustra un procedimiento de RAU modificado que soporta células coordinadas en el tiempo según una realización de la presente divulgación;

la figura 3 es un diagrama de señales que ilustra un procedimiento de búsqueda modificado que soporta células coordinadas en el tiempo según una realización de la presente divulgación;

25

la figura 4 es un diagrama de señales que ilustra un procedimiento de búsqueda simulada que soporta células coordinadas en el tiempo según una realización de la presente divulgación;

30

la figura 5 es un diagrama usado para explicar una manera a modo de ejemplo en la que un nodo de RAN puede calcular un tiempo restante hasta una siguiente oportunidad de búsqueda para un dispositivo inalámbrico;

la figura 6 es un diagrama de flujo de un método implementado en el nodo de CN según una realización de la presente divulgación;

35

la figura 7 es un diagrama de bloques que ilustra una estructura del nodo de CN configurado según una realización de la presente divulgación;

la figura 8 es un diagrama de flujo de otro método implementado en el nodo de CN según una realización de la presente divulgación;

40

la figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra otra estructura del nodo de CN configurado según una realización de la presente divulgación;

45

la figura 10 es un diagrama de flujo de un método implementado en el nodo de RAN según una realización de la presente divulgación;

la figura 11 es un diagrama de bloques que ilustra una estructura del nodo de RAN configurado según una realización de la presente divulgación;

50

la figura 12 es un diagrama de flujo de otro método implementado en el nodo de RAN según una realización de la presente divulgación; y

la figura 13 es un diagrama de bloques que ilustra otra estructura del nodo de RAN configurado según una realización de la presente divulgación.

55

Descripción detallada

En primer lugar se proporciona una discusión en el presente documento para describir una red de comunicación inalámbrica a modo de ejemplo que incluye un nodo de CN (por ejemplo, SGSN, MME), múltiples nodos de RAN (por ejemplo, BSS, nodos B, eNodos B), y múltiples dispositivos inalámbricos (por ejemplo, MS, dispositivos de MTC) según una realización de la presente divulgación (véase la figura 1). Después, se proporciona una discusión para dar a conocer diferentes técnicas que pueden usar el nodo de CN (por ejemplo, SGSN, MME) y los nodos de RAN (por ejemplo, BSS, nodos B, eNodos B) para obtener células coordinadas en el tiempo y mantener una fiabilidad de búsqueda de un dispositivo inalámbrico según diversas realizaciones de la presente divulgación (véanse las figuras 2-5). Después de eso, se proporciona

60

65

una discusión para explicar las funcionalidades-configuraciones básicas del nodo de CN (por ejemplo, SGSN, MME) y el nodo de RAN (por ejemplo, BSS, nodo B, eNodo B) según diferentes realizaciones de la presente divulgación (véanse las figuras 6-13).

5 Red 100 de comunicación inalámbrica a modo de ejemplo

Haciendo referencia a la figura 1, se ilustra una red 100 de comunicación inalámbrica a modo de ejemplo según la presente divulgación. La red 100 de comunicación inalámbrica incluye una red 106 central (que comprende al menos un nodo 107 de CN) y múltiples nodos 102₁ y 102₂ de RAN (sólo se muestran dos) que se interconectan con múltiples dispositivos 104₁, 104₂, 104₃...104_n. La red 100 de comunicación inalámbrica también incluye muchos componentes bien conocidos, pero por motivos de claridad, en el presente documento sólo se describen los componentes necesarios para describir las características de la presente divulgación. Además, en el presente documento se describe que la red 100 de comunicación inalámbrica es una red 100 de comunicación inalámbrica de GSM/EGPRS que también se conoce como red 100 de comunicación inalámbrica de EDGE. Sin embargo, los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que las técnicas de la presente divulgación que se aplican a la red 100 de comunicación inalámbrica de GSM/EGPRS pueden aplicarse generalmente a otros tipos de sistemas de comunicación inalámbrica, incluyendo, por ejemplo, sistemas WCDMA, LTE y WiMAX.

La red 100 de comunicación inalámbrica incluye los nodos 102₁ y 102₂ de RAN (nodos de acceso inalámbricos, sólo se muestran dos) que proporcionan acceso a red a los dispositivos 104₁, 104₂, 104₃...104_n inalámbricos. En este ejemplo, el nodo 102₁ de RAN está proporcionando acceso a red al dispositivo 104₁ inalámbrico mientras que el nodo 102₂ de RAN está proporcionando acceso a red a los dispositivos 104₂, 104₃...104_n. Los nodos 102₁ y 102₂ de RAN están conectados a la red 106 central (por ejemplo, red 106 central de SGSN) y, en particular, al nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107). La red 106 central está conectada a una red 108 de datos en paquetes (PDN) externa, tal como Internet, y a un servidor 110 (sólo se muestra uno). Los dispositivos 104₁, 104₂, 104₃...104_n inalámbricos pueden comunicarse con uno o más servidores 110 (sólo se muestra uno) conectados a la red 106 central y/o a la PDN 108.

Los dispositivos 104₁, 104₂, 104₃...104_n inalámbricos pueden hacer referencia generalmente a un terminal de extremo (usuario) que se acopla a la red 100 de comunicación inalámbrica, y pueden hacer referencia o bien a un dispositivo de MTC (por ejemplo, un medidor inteligente) o bien a un dispositivo no de MTC. Además, generalmente se pretende que el término "dispositivo inalámbrico" sea sinónimo del término dispositivo móvil, estación móvil (MS). "Equipo de usuario," o UE, tal como se usa ese término mediante 3GPP, e incluye dispositivos inalámbricos independientes, tales como terminales, teléfonos celulares, teléfonos inteligentes, tabletas, dispositivos de IoT celulares, dispositivos de IoT y asistentes digitales personales equipados con capacidad inalámbrica, así como tarjetas inalámbricas o módulos que están diseñados para su acoplamiento a o inserción en otro dispositivo electrónico, tal como un ordenador personal, medidor eléctrico, etc.

Asimismo, a menos que el contexto indique claramente lo contrario, el término nodo 102₁ y 102₂ de RAN (nodo 102₁ y 102₂ de acceso inalámbrico) se usa en el presente documento en el sentido más general para hacer referencia a una estación base, un nodo de acceso inalámbrico o un punto de acceso inalámbrico en una red 100 de comunicación inalámbrica, y puede hacer referencia a nodos 102₁ y 102₂ de RAN que se controlan mediante un controlador de red de radio físicamente diferenciado así como a puntos de acceso más autónomos, tales como los denominados nodos B evolucionados (eNodos B) en redes de evolución a largo plazo (LTE).

Cada dispositivo 104₁, 104₂, 104₃...104_n inalámbrico puede incluir un circuito 110₁, 110₂, 110₃...110_n transceptor para comunicarse con los nodos 102₁ y 102₂, de RAN, y un circuito 112₁, 112₂, 112₃...112_n de procesamiento para procesar señales transmitidas desde y recibidas por el circuito 110₁, 110₂, 110₃...110_n transceptor y para controlar el funcionamiento del dispositivo 104₁, 104₂, 104₃...104_n inalámbrico correspondiente. El circuito 110₁, 110₂, 110₃...110_n transceptor puede incluir un transmisor 114₁, 114₂, 114₃...114_n y un receptor 116₁, 116₂, 116₃...116_n, que pueden funcionar según cualquier norma, por ejemplo, la norma de GSM/EDGE. El circuito 112₁, 112₂, 112₃...112_n de procesamiento puede incluir un procesador 118₁, 118₂, 118₃...118_n y una memoria 120₁, 120₂, 120₃...120_n para almacenar código de programa para controlar el funcionamiento del dispositivo 104₁, 104₂, 104₃...104_n inalámbrico correspondiente. El código de programa puede incluir código para realizar los procedimientos (por ejemplo, transmitir una PDU de LLC que comprende un mensaje de solicitud de RAU, recibir una PDU de LLC que comprende un mensaje de aceptación de RAU, y transmitir una PDU de LLC que comprende un mensaje de RAU completada) tal como se describe a continuación en el presente documento.

Cada nodo 102₁ y 102₂ de RAN (nodo 102₁ y 102₂ de acceso inalámbrico) puede incluir un circuito 122₁ y 122₂ transceptor para comunicarse con los dispositivos 104₁, 104₂, 104₃...104_n inalámbricos, un circuito 124₁ y 124₂ de procesamiento para procesar señales transmitidas desde y recibidas por el circuito 122₁ y 122₂ transceptor y para controlar el funcionamiento del nodo 102₁ y 102₂ de RAN correspondiente, y una interfaz 126₁ y 126₂ de red para comunicarse con la red 106 central. El circuito 122₁ y 122₂ transceptor puede incluir

- un transmisor 128₁ y 128₂ y un receptor 130₁ y 130₂, que pueden funcionar según cualquier norma, por ejemplo, la norma de GSM/EDGE. El circuito 124₁ y 124₂ de procesamiento puede incluir un procesador 132₁ y 132₂, y una memoria 134₁ y 134₂ para almacenar código de programa para controlar el funcionamiento del nodo 102₁ y 102₂ de RAN correspondiente. El código de programa puede incluir código para realizar los procedimientos (por ejemplo, recibir una PDU de LLC que comprende un mensaje de solicitud de RAU, transmitir/recibir una PDU de BSSGP que comprende el mensaje de solicitud de RAU, recibir/transmitir una PDU de BSSGP que comprende un mensaje de aceptación de RAU, IMSI, longitud de ciclo de eDRX y clase de cobertura (no aplicable para estudio de ahorro de potencia para dispositivos de MTC (dispositivos uPoD)), transmitir una PDU de LLC que comprende el mensaje de aceptación de RAU, recibir una PDU de LLC que comprende un mensaje de RAU completada, calcular un tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda, transmitir/recibir una PDU de BSSGP que comprende el mensaje de RAU completada y el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda) tal como se describe a continuación en el presente documento con respecto a las figuras 10 y 12.
- El nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107, MME 107) puede incluir un circuito 136 transceptor para comunicarse con los nodos 102₁ y 102₂ de RAN, un circuito 138 de procesamiento para procesar señales transmitidas desde y recibidas por el circuito 136 transceptor y para controlar el funcionamiento del nodo 107 de CN, una interfaz 140 de red para comunicarse con los nodos 102₁ y 102₂ de RAN, y un temporizador 158 de ciclo de eDRX para determinar la periodicidad de oportunidades de búsqueda para dispositivos 104₁, 104₂, 104₃...104_n inalámbricos. El circuito 136 transceptor puede incluir un transmisor 142 y un receptor 144, que pueden funcionar según cualquier norma, por ejemplo, la norma de GSM/EDGE. El circuito 138 de procesamiento puede incluir un procesador 146 y una memoria 148 para almacenar código de programa para controlar el funcionamiento del nodo 107 de CN. El código de programa puede incluir código para realizar los procedimientos tal como se describe a continuación en el presente documento con respecto a las figuras 6 y 8.

Células coordinadas en el tiempo y fiabilidad de búsqueda de un dispositivo inalámbrico

Obtención de células coordinadas en el tiempo - Interfaz de radio

- Un aspecto de la presente divulgación implica la coordinación de ocasiones de búsqueda a través de la interfaz de radio de múltiples células 152₁ y 152₂ (por ejemplo), mitigando por tanto los inconvenientes resultantes del uso de eDRX tal como se describió anteriormente en la sección de antecedentes. Esto significa que se necesita que cada ocasión de búsqueda de un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo) se produzca aproximadamente al mismo tiempo (por ejemplo, dentro de una determinada precisión de sincronismo) sobre la interfaz de radio para cada célula 152₁ y 152₂ en el conjunto de células 152₁ y 152₂ usadas para buscar ese dispositivo 104₂ inalámbrico (véase la figura 1). En el ejemplo ilustrado asociado con la figura 1, el dispositivo 104₂ inalámbrico está actualmente ubicado en la célula 152₁ pero tiene una zona 154 de búsqueda que incluye las células 152₁ y 152₂ en las que el nodo 102₁ de RAN gestiona la célula 152₁ y el nodo 102₂ de RAN gestiona la célula 152₂.

- En general debe apreciarse que según la presente divulgación cuanto mayor es el número de células dentro de cada conjunto de células coordinadas en el tiempo, mayor es la mitigación de los inconvenientes descritos anteriormente en la sección de antecedentes. Además, la mayor mitigación de estos inconvenientes se obtendrá si la zona de búsqueda consiste en un conjunto de células coordinadas en el tiempo, en el que la ocasión de búsqueda para cualquier dispositivo inalámbrico en esa zona de búsqueda se produce aproximadamente al mismo tiempo (por ejemplo, dentro de un periodo de tiempo predeterminado) en las interfaces de radio respectivas de esas células.

Obtención de células coordinadas en el tiempo - Nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107)

- Un aspecto de la presente divulgación implica que el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) tenga conocimiento de cuándo está aproximándose la ocasión de búsqueda de un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo) dentro del conjunto de células 152₁ y 152₂ que comprende la zona 154 de búsqueda de ese dispositivo 104₂ inalámbrico. Esto puede obtenerse de la siguiente manera: tras recibir una PDU de LLC (que contiene un mensaje de RAU completada) a partir de un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo), un nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) que tiene conocimiento de la identidad de abonado móvil internacional (IMSI), longitud de ciclo de eDRX y clase de cobertura (no aplicable para estudio de ahorro de potencia para dispositivos de MTC (dispositivos uPoD)) del dispositivo 104₂ inalámbrico correspondiente (por ejemplo) calculará el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda (es decir, en minutos y segundos) para ese dispositivo 104₂ inalámbrico. Después de eso, el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) reenviará la PDU de LLC recibida y el tiempo restante correspondiente hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda información al nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107). Un ejemplo de la recepción de una PDU de LLC a partir de un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo) en el que el nodo 102₂ de RAN ya tiene la información que necesita para calcular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para ese dispositivo 104₂ inalámbrico puede producirse dentro del contexto de un procedimiento de

RAU modificado tal como se muestra en la figura 2. A continuación con respecto a las figuras 2-4 se comentan varias maneras a modo de ejemplo en las que el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) puede obtener el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para uno cualquiera de los dispositivos 104₁, 104₂, 104₃...104_n inalámbricos.

5

Haciendo referencia a la figura 2, hay un diagrama de señales que ilustra un procedimiento de RAU modificado que soporta células coordinadas en el tiempo según una realización de la presente divulgación. Básicamente, el procedimiento de actualización de área de enrutamiento (RAU) de legado puede modificarse de modo que el procedimiento de RAU puede usarse según una realización de la presente divulgación como oportunidad para el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) para proporcionar al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) la información (por ejemplo, parámetros específicos de TLLI) que usa el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) para calcular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda y proporcionar el tiempo restante calculado hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda al nodo 107 de CN. Un procedimiento de RAU modificado a modo de ejemplo según una realización de la presente divulgación puede tener las siguientes etapas:

10

15

1. El dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo) transmite una PDU 202 de LLC que contiene una solicitud de RAU al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂).

20

2. El nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) transmite una PDU 204 de BSSGP que contiene la solicitud de RAU al nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107).

25

3. El nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) transmite una PDU 206 de BSSGP que contiene una aceptación de RAU y el IMSI, ciclo de eDRX y clase de cobertura del dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo, los parámetros específicos de TLLI del dispositivo 104₂ inalámbrico) al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂). Debe observarse que al incluir la información de IMSI, longitud de ciclo de eDRX y clase de cobertura del dispositivo 104₂ inalámbrico dentro de la PDU 206 de BSSGP que se usa para enviar (etapa 3) la aceptación de RAU al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂), el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) puede ahora calcular (etapa 6) la siguiente ocasión de búsqueda y en particular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico al que está enviándose la aceptación de RAU. Además, el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) puede conservar estos parámetros específicos de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX y clase de cobertura) durante una determinada cantidad mínima de tiempo (por ejemplo, 10 segundos).

30

35

4. El nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) transmite una PDU 208 de LLC que contiene la aceptación de RAU al dispositivo 104₂ inalámbrico.

40

5. El dispositivo 104₂ inalámbrico transmite una PDU 210 de LLC que contiene una RAU completada al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂).

45

6. El nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) calcula el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Básicamente, si el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) recibe (etapa 5) una PDU de LLC de enlace ascendente a partir del dispositivo 104₂ inalámbrico que tiene un TLLI para el que el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) todavía tiene estos parámetros específicos de TLLI, entonces el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) calculará (etapa 6) el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda e incluirá esta información de tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda junto con la PDU de LLC de enlace ascendente recibida dentro de la PDU 212 de BSSGP que envía (etapa 7) el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) al nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107). A continuación se proporciona un ejemplo de cómo puede calcular el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda con respecto a la tabla 1 y la figura 5.

50

55

7. El nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) transmite una PDU 212 de BSSGP que contiene la RAU completada y el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico al nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107).

60

Nota: las etapas 3, 6 y 7 implican una nueva funcionalidad cuando se compara el procedimiento de RAU de legado con el procedimiento de RAU modificado según la presente divulgación. A continuación se proporciona una discusión que describe algunas maneras a modo de ejemplo en las que el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) puede usar el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para obtener células 152₁ y 152₂ coordinadas en el tiempo y mantener una fiabilidad de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico según la presente divulgación.

65

Haciendo referencia a la figura 3, hay un diagrama de señales que ilustra un procedimiento de búsqueda modificado que soporta células coordinadas en el tiempo según una realización de la presente divulgación. Básicamente, el procedimiento de búsqueda de legado puede modificarse de modo que el procedimiento de

búsqueda puede usarse según una realización de la presente divulgación como oportunidad para el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) para proporcionar al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) la información (por ejemplo, parámetros específicos de TLLI) que usa el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) para calcular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda y proporcionar el tiempo restante calculado hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda al nodo 107 de CN. Un procedimiento de búsqueda modificado a modo de ejemplo según una realización de la presente divulgación puede tener las siguientes etapas:

1. El nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) transmite una solicitud 302 de búsqueda al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂). La solicitud 302 de búsqueda incluye el IMSI, ciclo de eDRX y clase de cobertura del dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo, los parámetros específicos de TLLI del dispositivo 104₂ inalámbrico). El nodo 102₂ de RAN almacena los parámetros específicos de TLLI que se necesitan para calcular la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico indicado durante una determinada cantidad mínima de tiempo (por ejemplo, 10 segundos).

2. El nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) transmite una solicitud 304 de búsqueda al dispositivo 104₂ inalámbrico.

3. El dispositivo 104₂ inalámbrico transmite una respuesta 306 de búsqueda al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂).

4. El nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) calcula el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. A continuación se proporciona un ejemplo de cómo puede calcular el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda con respecto a la tabla 1 y la figura 5.

5. El nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) transmite una respuesta 308 de búsqueda que contiene el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico al nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107).

Nota: las etapas 1, 4 y 5 implican una nueva funcionalidad cuando se compara el procedimiento de búsqueda de legado con el procedimiento de búsqueda modificado según la presente divulgación. A continuación se proporciona una discusión que describe algunas maneras a modo de ejemplo en las que el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) puede usar el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para obtener células 152₁ y 152₂ coordinadas en el tiempo y mantener una fiabilidad de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico según la presente divulgación.

Haciendo referencia a la figura 4, hay un diagrama de señales que ilustra cómo usar un procedimiento de búsqueda simulada para soportar células coordinadas en el tiempo según una realización de la presente divulgación. Un procedimiento de búsqueda simulada a modo de ejemplo según otra realización de la presente divulgación puede tener las siguientes etapas:

1. El nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) transmite una solicitud 402 de búsqueda simulada al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂). La solicitud 402 de búsqueda simulada incluye el IMSI, ciclo de eDRX y clase de cobertura del dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo, los parámetros específicos de TLLI del dispositivo 104₂ inalámbrico). Además, la solicitud 402 de búsqueda simulada está definida para activar el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) para calcular (etapa 2) el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico y después transmitir (etapa 3) una respuesta 404 de búsqueda simulada correspondiente que incluye el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico al nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107). En este ejemplo, el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) tras recibir la solicitud 402 de búsqueda simulada especialmente definida no transmite un mensaje de búsqueda por una interfaz de radio al dispositivo 104₂ inalámbrico.

2. El nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) calcula el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. A continuación se proporciona un ejemplo de cómo puede calcular el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda con respecto a la tabla 1 y la figura 5.

3. El nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) transmite una respuesta 404 de búsqueda simulada que contiene el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico al nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107). El mecanismo de búsqueda simulada asociado con etapas 1 y 3 permite que el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) verifique su comprensión de cuándo se producirá la siguiente oportunidad de búsqueda para un dispositivo 104₂ inalámbrico dado (por ejemplo), y por tanto, puede usarse con tanta o tan poca frecuencia como se desee por el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107).

Nota: las etapas 1, 2 y 3 están asociadas con un nuevo procedimiento de búsqueda simulada según la presente divulgación. A continuación se proporciona una discusión que describe algunas maneras a modo de ejemplo en las que el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) puede usar el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para obtener células 152₁ y 152₂ coordinadas en el tiempo y mantener una fiabilidad de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico según la presente divulgación.

Continuando la discusión asociada con los diversos procedimientos comentados anteriormente con respecto a las figuras 2-4, el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) puede usar el tiempo restante recibido hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda junto con su conocimiento de la longitud de ciclo de eDRX específica de dispositivo inalámbrico (por ejemplo, establecida durante el procedimiento de RAU de legado o el procedimiento de RAU modificado de la figura 2) para mantener un temporizador 158 de ciclo de eDRX específico de dispositivo inalámbrico para determinar la periodicidad de oportunidades de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo). El valor del temporizador 158 de ciclo de eDRX sigue siendo válido para el dispositivo 104₂ inalámbrico (a menos que se modifique debido a la recepción de nueva información de ciclo de eDRX o un nuevo valor para el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda) independientemente de si el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) activa realmente la transmisión de una búsqueda hacia ese dispositivo 104₂ inalámbrico usando cualquiera de las oportunidades de búsqueda en curso.

El nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) usa la recepción de una PDU de LLC (por ejemplo, la PDU 212 de BSSGP de la figura 2, la respuesta 308 de búsqueda de la figura 3, la respuesta 404 de búsqueda simulada de la figura 4), incluyendo el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda como oportunidad para verificar su comprensión de la periodicidad de oportunidades de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico asociado. Si una PDU de LLC (por ejemplo, la PDU 212 de BSSGP de la figura 2, la respuesta 308 de búsqueda de la figura 3, la respuesta 404 de búsqueda simulada de la figura 4) indica una siguiente oportunidad de búsqueda que es diferente de cuando el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) esperaba que se produjera la siguiente oportunidad de búsqueda, entonces el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) modificará el temporizador 158 de ciclo de eDRX en consecuencia para el dispositivo 104₂ inalámbrico correspondiente.

El nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) puede establecer el temporizador 158 de ciclo de eDRX para caducar un tiempo predeterminado (por ejemplo, unos pocos segundos) antes de la siguiente oportunidad de búsqueda para garantizar que las solicitudes de búsqueda (si las hay) para el dispositivo 104₂ inalámbrico llegan al conjunto de nodos 102₁ y 102₂ de RAN (BSS 102₁ y 102₂) asociados con la zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico antes de que se produzca la oportunidad de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico en las interfaces de radio de las células 152₁ y 152₂ coordinadas en el tiempo. Con respecto a esto, el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) crea una solicitud de búsqueda tras la recepción de una N-PDU para el dispositivo 104₂ inalámbrico, y la solicitud de búsqueda se almacena en memoria intermedia en el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) hasta la caducidad del temporizador 158 de ciclo de eDRX del dispositivo 104₂ inalámbrico correspondiente. Si hay una solicitud de búsqueda almacenada en memoria intermedia cuando caduca el temporizador 158 de ciclo de eDRX, entonces el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) transmite solicitudes de búsqueda al conjunto apropiado de nodos 102₁ y 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₁ y 102₂) que están gestionando las células 152₁ y 152₂ de la zona 154 de búsqueda aplicable del dispositivo 104₂ inalámbrico y reinicia el temporizador 158 de ciclo de eDRX. Tras recibir la solicitud de búsqueda, los nodos 102₁ y 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₁ y 102₂) calculan cada uno la oportunidad de búsqueda precisa, y sustancialmente la misma, en la interfaz de radio de la célula 152₁ y 152₂ que gestiona usando la información de IMSI, la de longitud de ciclo de eDRX y la de clase de cobertura (ausente para dispositivos uPoD) incluida dentro de la solicitud de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Por otro lado, si no hay ninguna solicitud de búsqueda almacenada en memoria intermedia cuando caduca el temporizador 158 de ciclo de eDRX, entonces el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) reinicia el temporizador 158 de ciclo de eDRX basándose en su conocimiento de la longitud de ciclo de eDRX del dispositivo 104₂ inalámbrico.

Una manera a modo de ejemplo en la que el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo) puede calcular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda se ha descrito en los documentos GP-150133 titulado "EC-GSM - Paging Group Determination" y GP-150259 titulado "Pseudo CR 45.820 - EC-GSM, Paging Group Determination", ambos presentados en GERAN n.º 65, 9 – 13 de marzo, 2015 (el contenido de estos documentos se incorpora en el presente documento como referencia para todos los fines). En este ejemplo, cuando se envía una solicitud de búsqueda al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂), el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) incluye una indicación del ciclo de eDRX, CC de DL e IMSI asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico objetivo (por ejemplo) permitiendo así que el nodo 102₂ de RAN determine la siguiente aparición del grupo de búsqueda nominal para ese dispositivo 104₂ inalámbrico dentro de su ciclo de eDRX de la siguiente manera:

- N es el número de grupos de búsqueda correspondientes a una CC de DL dada dentro de un ciclo de eDRX

dado y se determina basándose en EXTENDED_DRX_MFRMS, EC_PCH_BLKs_MFRM y CC_EC_PCH_BLKs, en el que:

5 • EXTENDED_DRX_MFRMS es el número de tramas de 51 multitramas por ciclo de eDRX determinado según la tabla (tabla 1 del documento GP- 150133) a continuación.

10 • EC_PCH_BLKs_MFRM indica el número de bloques de EC-PCH (es decir, el número de bloques de 2 ráfagas) por trama de 51 multitramas. Para EC-GSM esto puede fijarse a 16, lo cual es el equivalente del parámetro de PCH_BLKs_MFRM de legado que indica 8 bloques de PCH por trama de 51 multitramas.

• CC_EC_PCH_BLKs es el número de bloques de EC-PCH requeridos para una CC de DL dada (en el que el número de transmisiones ciegas requeridas para cualquier CC de DL dada está predefinido por las especificaciones).

15 - El conjunto de longitudes de ciclo de eDRX identificadas mediante la tabla 1 (tabla 1 del documento GP- 150133) se selecciona de tal manera que cada miembro del conjunto se produce un número entero de veces dentro del espacio de FN de TDMA completo.

20 - $N = (EC_PCH_BLKS_MFRM \times EXTENDED_DRX_MFRMS) / CC_EC_PCH_BLKS$. El bloque CC1 de EC-PCH para un dispositivo que usa un ciclo de eDRX dado se determina basándose en dónde se produce el grupo de búsqueda nominal para CC de DL = 1 (es decir, $CC_EC_PCH_BLKS = 1$)

- Bloque CC1 de EC-PCH = mod (IMSI, N) donde $N = (16 \times EXTENDED_DRX_MFRMS) / 1$.

25 TABLA 1 Conjunto de ciclos de eDRX soportados

Valor de ciclo de eDRX (EXTENDED_DRX)	Longitud de ciclo de eDRX objetivo	Número de 51-MF por ciclo de eDRX (EXTENDED_DRX_MFRMS)	Ciclos de eDRX por espacio de FN de TDMA
0	~24,5 segundos	104	512
1	~49 segundos	208	256
2	~1,63 minutos	416	128
3	~3,25 minutos	832	64
4	~6,5 minutos	1664	32
5	~13 minutos	3328	16
6	~26 minutos	6656	8
7	~52 minutos	13312	4

Nota 1: se producen 53248 tramas de 51 multitramas con el espacio de FN de TDMA (2715648 tramas de TDMA)

Nota 2: todos los valores de EXTENDED_DRX restantes están reservados

Ejemplo

30 - IMSI = 00000000 01001001 00110000 00000001 = 4796417 y EXTENDED_DRX_MFRMS = 6656 (es decir, el ciclo de eDRX ~26 minutos)

- $N = 16 * 6656 = 106496$.

35 - Grupo de búsqueda nominal CC1 = mod (IMSI, 106496) = 4097 lo cual se produce en el 4098-ésimo bloque de EC-PCH del ciclo de eDRX (es decir, en el 2º bloque de EC-PCH en la trama de 51 multitramas n.º 257).

40 - Los grupos de búsqueda nominales asociados con otra CC de DL para el mismo IMSI y longitud de ciclo de eDRX son tal como se muestra en la figura 6.2.4.3-1 (por ejemplo, el grupo de búsqueda nominal para CC de DL 2 se produce en los bloques de EC-PCH 1º y 2º de la trama de 51 multitramas n.º 257).

45 Tal como puede observarse en la figura 5 (figura 1 - grupos de búsqueda específicos de clase de cobertura del documento GP-150133), usar este método para establecer grupos de búsqueda nominales específicos de CC de DL para un ciclo de eDRX dado garantiza que para un IMSI dado los grupos de búsqueda nominales asociados con todas las CC de DL posibles se encontrarán dentro del intervalo de 4 tramas de 51 multitramas del bloque CC1 de EC-PCH. Como tal, si un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo) envía una actualización de CC al nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) (por ejemplo, usando una actualización de célula) por ejemplo, 5 segundos antes de la siguiente aparición de su grupo de búsqueda nominal, el nodo 50 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) todavía podrá enviar una búsqueda a tiempo para que se reciba por el dispositivo que monitoriza según su CC de DL aumentada en 1 nivel. Con la capacidad de actualizar su CC

de DL hasta unos pocos segundos antes de la siguiente aparición de su grupo de búsqueda nominal, un dispositivo podrá experimentar de ese modo una probabilidad sustancialmente reducida de perder una búsqueda debido a que tenía que seleccionar una clase de cobertura de enlace descendente superior poco antes de su siguiente oportunidad de búsqueda (es decir, poco antes del siguiente caso de su grupo de búsqueda nominal).

Debe entenderse que un nodo 102₂ de RAN (por ejemplo) siempre tiene un conocimiento preciso de la transmisión en curso de tramas de TDMA específicas sobre la interfaz de radio correspondiente a cada una del conjunto de células que gestiona. Como tal, una vez que el nodo 102₂ de RAN determina el grupo de búsqueda nominal de un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo) puede calcular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para ese dispositivo 104₂ inalámbrico. También debe apreciarse que hay otras maneras, además de la descrita en el presente documento, tal como se da a conocer en los documentos GP-150133 y GP-150259, que puede usar el nodo 102₂ de RAN para calcular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda.

Funcionalidades-configuraciones básicas del nodo 107 de CN y el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo)

Haciendo referencia a la figura 6, hay un diagrama de flujo de un método 600 implementado en el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) que interacciona con los nodos 102₁ y 102₂ de RAN (BSS 102₁ y 102₂) para coordinar en el tiempo las células 152₁ y 152₂ y mantener una fiabilidad de búsqueda de un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo) según una realización de la presente divulgación. En la etapa 602, el nodo 107 de CN obtiene, a partir de uno de los nodos 102₁ ó 102₂ de RAN, información que indica un tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico dentro de las células 152₁ y 152₂ que comprende una zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico. Varios ejemplos de cómo el nodo 107 de CN puede obtener el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico son de la siguiente manera:

1. El nodo 107 de CN puede, según la etapa 602, obtener a partir de uno de los nodos 102₁ ó 102₂ de RAN, el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) recibir una primera PDU 204 de BSSGP que contiene una solicitud de RAU a partir de un nodo 102₂ de RAN (por ejemplo), en el que la solicitud de RAU está asociada con el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 602a1); (2) transmitir una segunda PDU 206 de BSSGP que contiene una aceptación de RAU al nodo 102₂ de RAN, en el que la segunda PDU 206 de BSSGP incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 602a2); y (3) recibir una tercera PDU 212 de BSSGP que contiene una RAU completada a partir del nodo 102₂ de RAN, en el que la tercera PDU 212 de BSSGP incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 602a3). Véase también la figura 2 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el nodo 107 de CN puede obtener el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico.

2. El nodo 107 de CN puede, según la etapa 602, obtener a partir de uno de los nodos 102₁ ó 102₂ de RAN, el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) transmitir una solicitud 302 de búsqueda al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo), en el que la solicitud 302 de búsqueda incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 602b1); y (2) recibir una respuesta 308 de búsqueda a partir del nodo 102₂ de RAN, en el que la respuesta 308 de búsqueda incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 602b2). Véase también la figura 3 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el nodo 107 de CN puede obtener el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico.

3. El nodo 107 de CN puede, según la etapa 602, obtener a partir de uno de los nodos 102₁ ó 102₂ de RAN, el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) transmitir una solicitud 402 de búsqueda simulada al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo), en el que la solicitud 402 de búsqueda simulada incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 602c1); y (2) recibir una respuesta 404 de búsqueda simulada a partir del nodo 102₂ de RAN, en el que la respuesta 404 de búsqueda simulada incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 602c2) (nota: la respuesta 404 de búsqueda simulada corresponde a la solicitud 402 de búsqueda simulada, es decir, cuando se recibe una respuesta 404 de búsqueda simulada dada siempre corresponde a una solicitud 402 de búsqueda simulada anteriormente transmitida específica). Véase también la figura 4 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el nodo 107 de CN puede obtener el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Se recuerda en este caso que el nodo 102₂ de RAN no transmite un mensaje de búsqueda por una interfaz de radio al dispositivo 104₂ inalámbrico, y el nodo 107 de CN puede enviar la

solicitud 402 de búsqueda simulada con tanta frecuencia como desee para verificar su comprensión de cuándo se producirá la siguiente oportunidad de búsqueda para un dispositivo 104₂ inalámbrico dado (por ejemplo).

5 En la etapa 604, el nodo 107 de CN mantiene un temporizador 158 de ciclo de eDRX asociado con el dispositivo 104₂ inalámbrico usando el tiempo restante obtenido hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico y una longitud de ciclo de eDRX asociada con el dispositivo 104₂ inalámbrico. Por ejemplo, el nodo 107 de CN puede mantener el temporizador 158 de ciclo de eDRX mediante: (1) obtener información actualizada que indica el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 604a) (nota: la información actualizada puede obtenerse con tanta o tan poca frecuencia como se desee por el nodo 107 de CN); y (2) modificar el temporizador 158 de ciclo de eDRX basándose en la información actualizada obtenida que indica el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 604b). En la etapa 606, el nodo 107 de CN establece el temporizador 158 de ciclo de eDRX para caducar un tiempo predeterminado (por ejemplo, unos pocos segundos) antes de la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Tras caducar el temporizador 158 de ciclo de eDRX y basándose en que haya un mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo 104₂ inalámbrico, el nodo 107 de CN en la etapa 608 transmite un conjunto de solicitudes de búsqueda a los nodos 102₁ y 102₂ de RAN que gestionan las células 152₁ y 152₂ que comprende la zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico y reinicia el temporizador 158 de ciclo de eDRX (recuérdese: el nodo 107 de CN almacenará en memoria intermedia un mensaje de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico tras recibir una N-PDU para el dispositivo 104₂ inalámbrico). Tras caducar el temporizador 158 de ciclo de eDRX y basándose en que no haya ningún mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo 104₂ inalámbrico, el nodo 107 de CN en la etapa 610 reinicia el temporizador 158 de ciclo de eDRX.

25 Haciendo referencia a la figura 7, hay un diagrama de bloques que ilustra estructuras de un nodo 107 de CN a modo de ejemplo (por ejemplo, SGSN 107) que interacciona con los nodos 102₁ y 102₂ de RAN (BSS 102₁ y 102₂) para coordinar en el tiempo las células 152₁ y 152₂ y mantener una fiabilidad de búsqueda de un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo) según una realización de la presente divulgación. En una realización, el nodo 107 de CN comprende un módulo 702 de obtención, un módulo 704 de mantenimiento, un módulo 706 de establecimiento, un módulo 708 de transmisión-reinicio y un módulo 710 de reinicio. El módulo 702 de obtención está configurado para obtener, a partir de uno de los nodos 102₁ ó 102₂ de RAN, información que indica un tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico dentro de las células 152₁ y 152₂ que comprende una zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico. Varios ejemplos de cómo puede configurarse el módulo 702 de obtención para obtener el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico son de la siguiente manera:

40 1. El módulo 702 de obtención puede obtener a partir de uno de los nodos 102₁ ó 102₂ de RAN, el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) recibir una primera PDU 204 de BSSGP que contiene una solicitud de RAU a partir de un nodo 102₂ de RAN (por ejemplo), en el que la solicitud de RAU está asociada con el dispositivo 104₂ inalámbrico primer módulo 702a1 de recepción); (2) transmitir una segunda PDU 206 de BSSGP que contiene una aceptación de RAU al nodo 102₂ de RAN, en el que la segunda PDU 206 de BSSGP incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 702a2 de transmisión); y (3) recibir una tercera PDU 212 de BSSGP que contiene una RAU completada a partir del nodo 102₂ de RAN, en el que la tercera PDU 212 de BSSGP incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (segundo módulo 702a3 de recepción). Véase también la figura 2 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el módulo 702 de obtención puede obtener el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico.

55 2. El módulo 702 de obtención puede obtener a partir de uno de los nodos 102₁ ó 102₂ de RAN, el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) transmitir una solicitud 302 de búsqueda al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo), en el que la solicitud 302 de búsqueda incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 702b1 de transmisión); y (2) recibir una respuesta 308 de búsqueda a partir del nodo 102₂ de RAN, en el que la respuesta 308 de búsqueda incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 702b2 de recepción). Véase también la figura 3 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el módulo 702 de obtención puede obtener el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico.

65 3. El módulo 702 de obtención puede obtener a partir de uno de los nodos 102₁ ó 102₂ de RAN, el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) transmitir una solicitud 402 de búsqueda simulada al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo), en el que la solicitud 402 de búsqueda simulada

incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 702c1 de transmisión); y (2) recibir una respuesta 404 de búsqueda simulada a partir del nodo 102₂ de RAN, en el que la respuesta 404 de búsqueda simulada incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 702c2 de recepción) (nota: la respuesta 404 de búsqueda simulada corresponde a la solicitud 402 de búsqueda simulada, es decir, cuando se recibe una respuesta 404 de búsqueda simulada dada siempre corresponde a una solicitud 402 de búsqueda simulada anteriormente transmitida específica). Véase también la figura 4 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el módulo 702 de obtención puede obtener el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Se recuerda en este caso que el nodo 102₂ de RAN no transmite un mensaje de búsqueda por una interfaz de radio al dispositivo 104₂ inalámbrico, y el nodo 107 de CN puede enviar la solicitud 402 de búsqueda simulada con tanta frecuencia como desee para verificar su comprensión de cuándo se producirá la siguiente oportunidad de búsqueda para un dispositivo 104₂ inalámbrico dado (por ejemplo).

El módulo 704 de mantenimiento está configurado para mantener un temporizador 158 de ciclo de eDRX asociado con el dispositivo 104₂ inalámbrico usando el tiempo restante obtenido hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico y una longitud de ciclo de eDRX asociada con el dispositivo 104₂ inalámbrico. Por ejemplo, el módulo 704 de mantenimiento puede mantener el temporizador 158 de ciclo de eDRX mediante: (1) obtener información actualizada que indica el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (nota: la información actualizada puede obtenerse con tanta o tan poca frecuencia como se desee por el módulo 704 de mantenimiento); y (2) modificar el temporizador 158 de ciclo de eDRX basándose en la información actualizada obtenida que indica el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. El módulo 706 de establecimiento está configurado para establecer el temporizador 158 de ciclo de eDRX para caducar un tiempo predeterminado (por ejemplo, unos pocos segundos) antes de la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Tras caducar el temporizador 158 de ciclo de eDRX y basándose en que haya un mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo 104₂ inalámbrico, el módulo 708 de transmisión-reinicio está configurado para transmitir un conjunto de solicitudes de búsqueda a los nodos 102₁ y 102₂ de RAN que gestionan las células 152₁ y 152₂ que comprende la zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico y reiniciar el temporizador 158 de ciclo de eDRX (recuérdese: el nodo 107 de CN almacenará en memoria intermedia un mensaje de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico tras recibir una N-PDU para el dispositivo 104₂ inalámbrico). Tras caducar el temporizador 158 de ciclo de eDRX y basándose en que no haya ningún mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo 104₂ inalámbrico, el módulo 710 de reinicio está configurado para reiniciar el temporizador 158 de ciclo de eDRX. Además, debe observarse que el nodo 107 de CN también puede incluir otros componentes, módulos o estructuras que se conocen bien, pero por motivos de claridad, en el presente documento sólo se describen los componentes, módulos o estructuras necesarios para describir las características de la presente divulgación.

Tal como apreciarán los expertos en la técnica, los módulos 702, 704, 706, 708 y 710 anteriormente descritos del nodo 107 de CN pueden implementarse por separado como circuitos dedicados adecuados. Además, los módulos 702, 704, 706, 708 y 710 también pueden implementarse usando cualquier número de circuitos dedicados mediante combinación o separación funcional. En algunas realizaciones, los módulos 702, 704, 706, 708 y 710 pueden incluso combinarse en un único circuito integrado de aplicación específica (ASIC). Como implementación basada en software alternativa, el nodo 107 de CN puede comprender una memoria 148, un procesador 146 (incluyendo, pero sin limitarse a, un microprocesador, un microcontrolador o un procesador de señales digitales (DSP), etc.) y un transceptor 136. La memoria 148 almacena código de programa legible por máquina ejecutable por el procesador 146 para hacer que el nodo 107 de CN realice las etapas del método 600 anteriormente descrito.

Haciendo referencia a la figura 8, hay un diagrama de flujo de un método 800 implementado en el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) según una realización de la presente divulgación. En la etapa 802, el nodo 107 de CN envía, a un nodo 102₂ de RAN (por ejemplo), una solicitud 402 de búsqueda simulada asociada con un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo). La solicitud 402 de búsqueda simulada incluye parámetros específicos de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico. Además, la solicitud 402 de búsqueda simulada está definida para activar el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) para calcular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico dentro de las células 152₁ y 152₂ que comprende una zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico. En este caso, el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) tras recibir la solicitud 402 de búsqueda simulada no envía un mensaje de búsqueda sobre la interfaz de radio al dispositivo 104₂ inalámbrico. En la etapa 804, el nodo 107 de CN recibe, a partir del nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂), una respuesta 404 de búsqueda simulada que incluye un tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (nota: la respuesta 404 de búsqueda simulada corresponde a la solicitud 402 de búsqueda simulada, es decir, cuando se recibe una respuesta 404 de búsqueda simulada dada siempre

corresponde a una solicitud 402 de búsqueda simulada anteriormente transmitida específica). En la etapa 806, el nodo 107 de CN mantiene un temporizador 158 de ciclo de eDRX asociado con el dispositivo 104₂ inalámbrico usando el tiempo restante obtenido hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico y una longitud de ciclo de eDRX asociada con el dispositivo 104₂ inalámbrico.

5 Por ejemplo, el nodo 107 de CN puede mantener el temporizador 158 de ciclo de eDRX mediante: (1) enviar una solicitud de búsqueda simulada al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) con tanta o tan poca frecuencia como se desee para obtener tiempo restante actualizado hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 806a); y (2) modificar el temporizador 158 de ciclo de eDRX basándose en la información actualizada obtenida que indica el tiempo restante hasta la siguiente

10 oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 806b). En la etapa 808, el nodo 107 de CN establece el temporizador 158 de ciclo de eDRX para caducar un tiempo predeterminado (por ejemplo, unos pocos segundos) antes de la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Tras caducar el temporizador 158 de ciclo de eDRX y basándose en que haya un mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo 104₂ inalámbrico, el nodo 107 de CN en la etapa 810

15 transmite un conjunto de solicitudes de búsqueda a los nodos 102₁ y 102₂ de RAN que están gestionando las células 152₁ y 152₂ que comprende la zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico y reinicia el temporizador 158 de ciclo de eDRX (recuérdese: el nodo 107 de CN almacenará en memoria intermedia un mensaje de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico tras recibir una N-PDU para el dispositivo 104₂ inalámbrico). Tras caducar el temporizador 158 de ciclo de eDRX y basándose en que no haya ningún

20 mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo 104₂ inalámbrico, el nodo 107 de CN en la etapa 812 reinicia el temporizador 158 de ciclo de eDRX.

Haciendo referencia a la figura 9, hay un diagrama de bloques que ilustra estructuras de un nodo 107 de CN a modo de ejemplo (por ejemplo, SGSN 107) configurado según una realización de la presente divulgación.

25 En una realización, el nodo 107 de CN comprende un módulo 902 de envío, un módulo 904 de recepción, un módulo 906 de mantenimiento, un módulo 908 de establecimiento, un módulo 910 de transmisión-reinicio y un módulo 912 de reinicio. El módulo 902 de envío está configurado para enviar, a un nodo 102₂ de RAN (por ejemplo), una solicitud 402 de búsqueda simulada asociada con un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo). La solicitud 402 de búsqueda simulada puede incluir parámetros específicos de TLLI (por ejemplo,

30 IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico. Además, la solicitud 402 de búsqueda simulada está definida para activar el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) para calcular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico dentro de las células 152₁ y 152₂ que comprende una zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico. En este caso, el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo,

35 BSS 102₂) tras recibir la solicitud 402 de búsqueda simulada no envía un mensaje de búsqueda sobre la interfaz de radio al dispositivo 104₂ inalámbrico. El módulo 904 de recepción está configurado para recibir, a partir del nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂), una respuesta 404 de búsqueda simulada que incluye un tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (nota: la respuesta 404 de búsqueda simulada corresponde a la solicitud 402 de búsqueda simulada, es decir,

40 cuando se recibe una respuesta 404 de búsqueda simulada dada siempre corresponde a una solicitud 402 de búsqueda simulada anteriormente transmitida específica). El módulo 906 de mantenimiento está configurado para mantener un temporizador 158 de ciclo de eDRX asociado con el dispositivo 104₂ inalámbrico usando el tiempo restante obtenido hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico y una longitud de ciclo de eDRX asociada con el dispositivo 104₂ inalámbrico. Por ejemplo, el módulo 906 de

45 mantenimiento puede mantener el temporizador 158 de ciclo de eDRX mediante: (1) enviar una solicitud 402 de búsqueda simulada al nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂) con tanta o tan poca frecuencia como se desee para obtener tiempo restante actualizado hasta la siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico; y (2) modificar el temporizador 158 de ciclo de eDRX basándose en la información actualizada obtenida que indica el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad 156 de

50 búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. El módulo 908 de establecimiento está configurado para establecer el temporizador 158 de ciclo de eDRX para caducar un tiempo predeterminado (por ejemplo, unos pocos segundos) antes de la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Tras caducar el temporizador 158 de ciclo de eDRX y basándose en que haya un mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo 104₂ inalámbrico, el módulo 910 de transmisión-reinicio está configurado para transmitir un conjunto de solicitudes de búsqueda a los nodos 102₁ y 102₂ de

55 RAN que están gestionando las células 152₁ y 152₂ que comprende la zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico y reiniciar el temporizador 158 de ciclo de eDRX (recuérdese: el nodo 107 de CN almacenará en memoria intermedia un mensaje de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico tras recibir una N-PDU para el dispositivo 104₂ inalámbrico). Tras caducar el temporizador 158 de ciclo de eDRX y basándose en que no haya ningún mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el

60 dispositivo 104₂ inalámbrico, el módulo 912 de reinicio está configurado para reiniciar el temporizador 158 de ciclo de eDRX. Además, debe observarse que el nodo 107 de CN también puede incluir otros componentes, módulos o estructuras que se conocen bien, pero por motivos de claridad, en el presente documento sólo se describen los componentes, módulos o estructuras necesarios para describir las características de la

65 presente divulgación.

Tal como apreciarán los expertos en la técnica, los módulos 902, 904, 906, 908, 910 y 912 anteriormente descritos del nodo 107 de CN pueden implementarse por separado como circuitos dedicados adecuados. Además, los módulos 902, 904, 906, 908, 910 y 912 también pueden implementarse usando cualquier número de circuitos dedicados mediante combinación o separación funcional. En algunas realizaciones, los
 5 módulos 902, 904, 906, 908, 910 y 912 pueden incluso combinarse en un único circuito integrado de aplicación específica (ASIC). Como implementación basada en software alternativa, el nodo 107 de CN puede comprender una memoria 148, un procesador 146 (incluyendo, pero sin limitarse a, un microprocesador, un microcontrolador o un procesador de señales digitales (DSP), etc.) y un transceptor 136. La memoria 148 almacena código de programa legible por máquina ejecutable por el procesador 146 para
 10 hacer que el nodo 107 de CN realice las etapas del método 800 anteriormente descrito.

Haciendo referencia a la figura 10, hay un diagrama de flujo de un método 1000 implementado en el nodo 102₂ de RAN (BSS 102₂) que interacciona con el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) para coordinar en el tiempo las células 152₁ y 152₂ y mantener una fiabilidad de búsqueda de un dispositivo 104₂ inalámbrico
 15 (por ejemplo) según una realización de la presente divulgación. En la etapa 1002, el nodo 102₂ de RAN proporciona, al nodo 107 de CN, información que indica un tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico dentro de las células 152₁ y 152₂ que comprende una zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico. Varios ejemplos de cómo el nodo 102₂ de RAN puede proporcionar el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo
 20 104₂ inalámbrico son de la siguiente manera:

1. El nodo 102₂ de RAN puede, según la etapa 1002, proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) transmitir una primera PDU 204 de BSSGP que contiene una solicitud de RAU al nodo 107 de CN, en el que la solicitud de RAU está asociada con el
 25 dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 1002a1); (2) recibir una segunda PDU 206 de BSSGP que contiene una aceptación de RAU a partir del nodo 107 de CN, en el que la segunda PDU 206 de BSSGP incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 1002a2); (3) calcular el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico usando al
 30 menos los parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 1002a3) (por ejemplo, véase la descripción asociada con la tabla 1 y la figura 5); y (4) transmitir una tercera PDU 212 de BSSGP que contiene una RAU completada al nodo 107 de CN, en el que la tercera PDU 212 de BSSGP incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa
 35 1002a4). Véase también la figura 2 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el nodo 102₂ de RAN puede proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico.

2. El nodo 102₂ de RAN puede, según la etapa 1002, proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) recibir una solicitud 302 de búsqueda a partir del nodo 107 de CN, en el que la solicitud 302 de búsqueda incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el
 40 dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 1002b1); (2) transmitir un mensaje 304 de búsqueda al dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 1002b2); (3) recibir una primera respuesta 306 de búsqueda a partir del dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 1002b3); (4) calcular el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico usando al menos los parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 1002b4) (por ejemplo, véase la descripción asociada con la tabla 1 y la figura 5); y (5) transmitir una segunda respuesta 308 de búsqueda al nodo 107 de CN, en el que la segunda respuesta 308
 45 de búsqueda incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 1002b5). Véase también la figura 3 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el nodo 102₂ de RAN puede proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico.

3. El nodo 102₂ de RAN puede, según la etapa 1002, proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) recibir una solicitud 402 de búsqueda simulada a partir del nodo 107 de CN, en el que la solicitud 402 de búsqueda simulada incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 1002c1); (2) tras recibir la solicitud 402 de búsqueda simulada no transmitir un mensaje de búsqueda sobre la interfaz de radio al dispositivo 104₂ inalámbrico sino
 50 en vez de eso calcular el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico usando al menos los parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (etapa 1002c2) (por ejemplo, véase la descripción asociada con la tabla 1 y la figura 5); y (3) transmitir una respuesta 404 de búsqueda simulada al nodo 107 de CN, en el que la respuesta de búsqueda simulada incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂
 55

inalámbrico (etapa 1002c3) (nota: la respuesta 404 de búsqueda simulada corresponde a la solicitud 402 de búsqueda simulada, es decir, cuando se recibe una respuesta 404 de búsqueda simulada dada siempre corresponde a una solicitud 402 de búsqueda simulada anteriormente transmitida específica). Véase también la figura 4 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el nodo 102₂ de RAN puede proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Se recuerda en este caso que el nodo 107 de CN puede enviar la solicitud 402 de búsqueda simulada con tanta frecuencia como desee para verificar su comprensión de cuándo se producirá la siguiente oportunidad de búsqueda para un dispositivo 104₂ inalámbrico dado (por ejemplo).

Haciendo referencia a la figura 11, hay un diagrama de bloques que ilustra estructuras de un nodo 102₂ de RAN a modo de ejemplo (por ejemplo) configurado para interactuar con el nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107) para coordinar en el tiempo las células 152₁ y 152₂ y mantener una fiabilidad de búsqueda de un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo) según una realización de la presente divulgación. En una realización, el nodo 102₂ de RAN comprende un módulo 1102 de proporcionamiento. El módulo 1102 de proporcionamiento está configurado para proporcionar, al nodo 107 de CN, información que indica un tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico dentro de las células 152₁ y 152₂ que comprende una zona 154 de búsqueda del dispositivo 104₂ inalámbrico. Varios ejemplos de cómo el módulo 1102 de proporcionamiento puede proporcionar el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico son de la siguiente manera:

1. El módulo 1102 de proporcionamiento puede configurarse para proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) transmitir una primera PDU 204 de BSSGP que contiene una solicitud de RAU al nodo 107 de CN, en el que la solicitud de RAU está asociada con el dispositivo 104₂ inalámbrico (primer módulo 1102a1 de transmisión); (2) recibir una segunda PDU 206 de BSSGP que contiene una aceptación de RAU a partir del nodo 107 de CN, en el que la segunda PDU 206 de BSSGP incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 1102a2 de recepción); (3) calcular el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico usando al menos los parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 1102a3 de cálculo) (por ejemplo, véase la descripción asociada con la tabla 1 y la figura 5); y (4) transmitir una tercera PDU 212 de BSSGP que contiene una RAU completada al nodo 107 de CN, en el que la tercera PDU 212 de BSSGP incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (segundo módulo de transmisión 1102a4). Véase también la figura 2 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el nodo 102₂ de RAN puede proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico.

2. El módulo 1102 de proporcionamiento puede configurarse para proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) recibir una solicitud 302 de búsqueda a partir del nodo 107 de CN, en el que la solicitud 302 de búsqueda incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (primer módulo 1102b1 de recepción); (2) transmitir un mensaje 304 de búsqueda al dispositivo 104₂ inalámbrico (primer módulo 1002b2 de transmisión); (3) recibir una primera respuesta 306 de búsqueda a partir del dispositivo 104₂ inalámbrico (segundo módulo 1102b3 de recepción); (4) calcular el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico usando al menos los parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 1102b4 de cálculo) (por ejemplo, véase la descripción asociada con la tabla 1 y la figura 5); y (5) transmitir una segunda respuesta 308 de búsqueda al nodo 107 de CN, en el que la segunda respuesta 308 de búsqueda incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (segundo módulo 1102b5 de transmisión). Véase también la figura 3 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el nodo 102₂ de RAN puede proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico.

3. El módulo 1102 de proporcionamiento puede configurarse para proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda mediante: (1) recibir una solicitud 402 de búsqueda simulada a partir del nodo 107 de CN, en el que la solicitud 402 de búsqueda simulada incluye parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 1102c1 de recepción); (2) tras recibir la solicitud 402 de búsqueda simulada no transmitir un mensaje de búsqueda sobre la interfaz de radio al dispositivo 104₂ inalámbrico sino en vez de eso calcular el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico usando al menos los parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el

dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 1102c2 de cálculo) (por ejemplo, véase la descripción asociada con la tabla 1 y la figura 5); y (3) transmitir una respuesta 404 de búsqueda simulada al nodo 107 de CN, en el que la respuesta 404 de búsqueda simulada incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (módulo 1102c3 de transmisión) (nota: la respuesta 404 de búsqueda simulada corresponde a la solicitud 402 de búsqueda simulada, es decir, cuando se recibe una respuesta 404 de búsqueda simulada dada siempre corresponde a una solicitud 402 de búsqueda simulada anteriormente transmitida específica). Véase también la figura 4 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el nodo 102₂ de RAN puede proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Se recuerda en este caso que el nodo 107 de CN puede enviar la solicitud 402 de búsqueda simulada con tanta frecuencia como desee para verificar su comprensión de cuándo se producirá la siguiente oportunidad de búsqueda para un dispositivo 104₂ inalámbrico dado (por ejemplo). Debe observarse que el nodo 102₂ de RAN también puede incluir otros componentes, módulos o estructuras que se conocen bien, pero por motivos de claridad, en el presente documento sólo se describen los componentes, módulos o estructuras necesarios para describir las características de la presente divulgación. El otro nodo 102₁ de RAN también puede configurarse de una manera similar con la estructura ilustrada del nodo 102₂ de RAN.

Tal como apreciarán los expertos en la técnica, el módulo 1102 anteriormente descrito del nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂, nodo B 102₂, eNodo B 102₂) puede implementarse mediante circuito(s) dedicado(s) adecuado(s). Además, el módulo 1102 también puede implementarse usando cualquier número de circuitos dedicados mediante combinación o separación funcional. En algunas realizaciones, el módulo 1102 puede incluso combinarse en un único circuito integrado de aplicación específica (ASIC). Como implementación basada en software alternativa, el nodo 102₂ de RAN puede comprender una memoria 134₂, un procesador 132₂ (incluyendo, pero sin limitarse a, un microprocesador, un microcontrolador o un procesador de señales digitales (DSP), etc.) y un transceptor 122₂. La memoria 134₂ almacena código de programa legible por máquina ejecutable por el procesador 132₂ para hacer que el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂, nodo B 102₂, eNodo B 102₂) realice las etapas del método 1000 anteriormente descrito. Debe apreciarse que los otros nodos 102₁ de RAN (por ejemplo) también pueden configurarse de una manera similar al nodo 102₂ de RAN para realizar el método 1000.

Haciendo referencia a la figura 12, hay un diagrama de flujo de un método 1200 implementado en el nodo 102₂ de RAN (BSS 102₂) según una realización de la presente divulgación. En la etapa 1202, el nodo 102₂ de RAN recibe, a partir del nodo 107 de CN, una solicitud 402 de búsqueda simulada asociada con un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo). La solicitud 402 de búsqueda simulada puede incluir parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico. En la etapa 1204, el nodo 102₂ de RAN usa información (por ejemplo, parámetros de TLLI) proporcionada dentro de la solicitud 402 de búsqueda simulada para calcular el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo, véase la descripción asociada con la tabla 1 y la figura 5). El nodo 102₂ de RAN tras recibir la solicitud 402 de búsqueda simulada no transmite un mensaje de búsqueda sobre la interfaz de radio al dispositivo 104₂ inalámbrico sino que en vez de eso calcula el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico usando al menos los parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico. En la etapa 1206, el nodo 102₂ de RAN transmite una respuesta 404 de búsqueda simulada al nodo 107 de CN, en el que la respuesta 404 de búsqueda simulada incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (nota: la respuesta 404 de búsqueda simulada corresponde a la solicitud 402 de búsqueda simulada, es decir, cuando se recibe una respuesta 404 de búsqueda simulada dada siempre corresponde a una solicitud 402 de búsqueda simulada anteriormente transmitida específica). Véase también la figura 4 y su texto asociado para otra discusión sobre esta manera a modo de ejemplo en la que el nodo 102₂ de RAN puede proporcionar al nodo 107 de CN el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico. Se recuerda en este caso que el nodo 107 de CN puede enviar la solicitud 402 de búsqueda simulada con tanta frecuencia como desee para verificar su comprensión de cuándo se producirá la siguiente oportunidad de búsqueda para un dispositivo 104₂ inalámbrico dado (por ejemplo).

Haciendo referencia a la figura 13, hay un diagrama de bloques que ilustra estructuras de un nodo 102₂ de RAN a modo de ejemplo (por ejemplo) configurado según una realización de la presente divulgación. En una realización, el nodo 102₂ de RAN comprende un módulo 1302 de recepción, un módulo 1304 de uso y un módulo 1306 de transmisión. El módulo 1302 de recepción está configurado para recibir, a partir del nodo 107 de CN, una solicitud 402 de búsqueda simulada asociada con un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo). La solicitud 402 de búsqueda simulada puede incluir parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico. El módulo 1304 de uso está configurado para usar información (por ejemplo, parámetros de TLLI) proporcionada dentro de la solicitud 402 de búsqueda simulada para calcular el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo, véase la

descripción asociada con la tabla 1 y la figura 5). El módulo 1304 de uso tras recibir la solicitud 402 de búsqueda simulada no transmite un mensaje de búsqueda sobre la interfaz de radio al dispositivo 104₂ inalámbrico sino que en vez de eso calcula el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico usando al menos los parámetros de TLLI (por ejemplo, IMSI, longitud de ciclo de eDRX, clase de cobertura (no aplicable para dispositivos uPoD)) asociados con el dispositivo 104₂ inalámbrico. El módulo 1306 de transmisión está configurado para transmitir una respuesta 404 de búsqueda simulada al nodo 107 de CN, en el que la respuesta 404 de búsqueda simulada incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad 156 de búsqueda para el dispositivo 104₂ inalámbrico (nota: la respuesta 404 de búsqueda simulada corresponde a la solicitud 402 de búsqueda simulada, es decir, cuando se recibe una respuesta 404 de búsqueda simulada dada siempre corresponde a una solicitud 402 de búsqueda simulada anteriormente transmitida específica). Debe observarse que el nodo 102₂ de RAN también puede incluir otros componentes, módulos o estructuras que se conocen bien, pero por motivos de claridad, en el presente documento sólo se describen los componentes, módulos o estructuras necesarios para describir las características de la presente divulgación. El otro nodo 102₁ de RAN también puede configurarse de una manera similar con la estructura ilustrada del nodo 102₂ de RAN.

Tal como apreciarán los expertos en la técnica, los módulos 1302, 1304 y 1306 anteriormente descritos del nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂, nodo B 102₂, eNodo B 102₂) pueden implementarse mediante circuitos dedicados adecuados. Además, los módulos 1302, 1304 y 1306 también pueden implementarse usando cualquier número de circuitos dedicados mediante combinación o separación funcional. En algunas realizaciones, los módulos 1302, 1304 y 1306 pueden incluso combinarse en un único circuito integrado de aplicación específica (ASIC). Como implementación basada en software alternativa, el nodo 102₂ de RAN puede comprender una memoria 134₂, un procesador 132₂ (incluyendo, pero sin limitarse a, un microprocesador, un microcontrolador o un procesador de señales digitales (DSP), etc.) y un transceptor 122₂. La memoria 134₂ almacena código de programa legible por máquina ejecutable por el procesador 132₂ para hacer que el nodo 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₂, nodo B 102₂, eNodo B 102₂) realice las etapas del método 1200 anteriormente descrito. Debe apreciarse que los otros nodos 102₁ de RAN (por ejemplo) también pueden configurarse de una manera similar al nodo 102₂ de RAN para realizar el método 1200.

En vista de lo anterior, un experto en la técnica apreciará que la presente divulgación da a conocer un nodo 107 de CN (por ejemplo, SGSN 107), nodos 102₁ y 102₂ de RAN (por ejemplo, BSS 102₁ y 102₂) y diversos métodos 600, 800, 1000 y 1200 que abordan los inconvenientes del estado de la técnica obteniendo células 152₁ y 152₂ coordinadas en el tiempo y manteniendo una fiabilidad de búsqueda de un dispositivo 104₂ inalámbrico (por ejemplo, dispositivo 104₂ de MTC, estación 104₂ móvil). La presente divulgación tiene varias ventajas algunas de las cuales son de la siguiente manera: las técnicas de obtención de células coordinadas en el tiempo descritas en el presente documento permiten mantener una fiabilidad de búsqueda de dispositivos inalámbricos que usan longitudes de ciclo de eDRX que es equivalente a la asociada con dispositivos inalámbricos que usan longitudes de ciclo de DXR de legado. Además, las técnicas de proporcionar a un nodo de CN (por ejemplo, SGSN) información sobre el “tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda” para dispositivos inalámbricos descritas en el presente documento pueden considerarse relativamente menos complejas y económicas en comparación con soluciones que se basan (a) en que el nodo de CN (por ejemplo, SGSN) necesite conocimiento sobre las estructuras de trama relacionadas con interfaz de radio usadas para determinar ocasiones de búsqueda exactas, o (b) en que los dispositivos inalámbricos estén equipados con receptores de GPS para transmitir información de hora del día precisa al nodo de CN (por ejemplo, SGSN).

Las técnicas descritas en el presente documento puede aplicarse a cualquier tecnología de acceso de radio (RAT), en la que el nodo de red central de control (por ejemplo, SGSN, entidad de gestión de movilidad MME), o similar) necesita conocer cuándo se produce la oportunidad de búsqueda en la interfaz de radio, en la que el RAN (por ejemplo, sistema de estación base (BSS), nodo B (Nb), Nb evolucionado (eNb), o similar), durante la transferencia de datos activa, proporciona a los nodos de red central de control información de sincronismo de la interfaz de radio, y/o en la que la información para calcular el sincronismo de interfaz de radio se proporciona por el nodo de red central de control. Debe observarse además que la información necesaria para determinar el sincronismo de interfaz de radio puede variar de un sistema a otro, y por tanto, puede depender de la solución.

Los expertos en la técnica apreciarán que el uso del término “a modo de ejemplo” se usa en el presente documento para significar “ilustrativo” o “que sirve como ejemplo”, y no se pretende que implique que se prefiere una realización particular con respecto a otra o que una característica particular es esencial. Asimismo, los términos “primero” y “segundo”, y términos similares, se usan simplemente para distinguir un caso particular de un elemento o característica de otro, y no para indicar un orden o disposición particular, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Además, se pretende que el término “etapa”, tal como se usa en el presente documento, sea sinónimo de “operación” o “acción”. Cualquier descripción en el presente documento de una secuencia de etapas no implica que estas operaciones deban llevarse a cabo en un orden particular, o ni siquiera que estas operaciones se lleven a cabo en ningún orden en absoluto, a menos que el contexto o los detalles de la operación descrita indiquen claramente lo contrario.

Evidentemente, la presente divulgación puede llevarse a cabo de otras maneras específicas distintas de las expuestas en el presente documento sin alejarse del alcance y las características esenciales de la invención.

5 Uno o más de los procesos específicos comentados anteriormente pueden llevarse a cabo en un teléfono celular u otro transceptor de comunicaciones que comprende uno o más circuitos de procesamiento configurados de manera apropiada, que en algunas realizaciones pueden implementarse en uno o más circuitos integrados de aplicación específica (ASIC). En algunas realizaciones, estos circuitos de procesamiento pueden comprender uno o más microprocesadores, microcontroladores y/o procesadores de señales digitales programados con software y/o firmware apropiados para llevar a cabo una o más de las
10 operaciones descritas anteriormente, o variantes de las mismas. En algunas realizaciones, estos circuitos de procesamiento pueden comprender hardware personalizado para llevar a cabo una o más de las funciones descritas anteriormente. Por tanto, las presentes realizaciones deben considerarse en todos los aspectos como ilustrativas y no restrictivas.

15 Aunque se han ilustrado múltiples realizaciones de la presente divulgación en los dibujos adjuntos y se han descrito en la descripción detallada anterior, debe entenderse que la invención no se limita a las realizaciones dadas a conocer, sino que en vez de eso también puede someterse a numerosas reorganizaciones, modificaciones y sustituciones sin alejarse de la presente divulgación que se expone y se define dentro de las siguientes reivindicaciones.
20

REIVINDICACIONES

1. Nodo (107) de red central, CN, que comprende:

5 un procesador (146); y

una memoria (148) que almacena instrucciones ejecutables por procesador, en el que el procesador se interconecta con la memoria para ejecutar las instrucciones ejecutables por procesador, mediante lo cual el nodo de CN puede hacerse funcionar para:

10

enviar (802), a un nodo (102₂) de red de acceso de radio, RAN, una solicitud (402) de búsqueda simulada asociada con un dispositivo (104₂) inalámbrico, en el que la solicitud de búsqueda simulada incluye información para su uso por el nodo de RAN para calcular un tiempo restante hasta una siguiente oportunidad (156) de búsqueda para el dispositivo inalámbrico; y en el que la información comprende una identidad de abonado móvil internacional, IMSI, del dispositivo inalámbrico y una longitud de ciclo de recepción discontinua extendida, eDRX, del dispositivo inalámbrico; y

15

recibir (804), a partir del nodo de RAN, una respuesta (404) de búsqueda simulada que incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad (156) de búsqueda para el dispositivo inalámbrico.

20

2. Nodo de CN según la reivindicación 1, en el que el nodo de CN puede hacerse funcionar además para enviar la solicitud de búsqueda simulada con tanta o tan poca frecuencia como se desee para determinar el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico.

25

3. Nodo de CN según la reivindicación 1, en el que la solicitud de búsqueda simulada está definida para activar el nodo de RAN para calcular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico y después transmitir la solicitud de búsqueda simulada que incluye el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico sin que el nodo de RAN transmita un mensaje de búsqueda por una interfaz de radio al dispositivo inalámbrico.

30

4. Nodo de CN según la reivindicación 1, en el que el nodo de CN puede hacerse funcionar además para:

mantener (806) un temporizador (158) de ciclo de eDRX asociado con el dispositivo inalámbrico usando el tiempo restante obtenido hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico y la longitud de ciclo de eDRX del dispositivo inalámbrico.

35

5. Nodo de CN según la reivindicación 4, en el que el nodo de CN puede hacerse funcionar además para realizar la operación de mantenimiento de la siguiente manera:

40

obtener (806a) información actualizada que indica el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico; y

modificar (806b) el temporizador de ciclo de eDRX basándose en la información actualizada obtenida que indica el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico.

45

6. Nodo de CN según la reivindicación 4, en el que el nodo de CN puede hacerse funcionar además para:

establecer (808) el temporizador de ciclo de eDRX para caducar un tiempo predeterminado antes de la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico;

50

tras caducar el temporizador de ciclo de eDRX y basándose en que haya un mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo inalámbrico, transmitir (810) una o más solicitudes de búsqueda al uno o más nodos (102₁, 102₂) de RAN que gestionan las células (152₁, 152₂) que comprende la zona de búsqueda del dispositivo inalámbrico y reiniciar el temporizador de ciclo de eDRX; y

55

tras caducar el temporizador de ciclo de eDRX y basándose en que no haya ningún mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo inalámbrico, reiniciar (812) el temporizador de ciclo de eDRX.

60

7. Nodo de CN según la reivindicación 1, en el que:

el nodo de CN es un nodo de soporte de servicio general de radio por paquetes, GPRS, que da servicio SGSN; y

65

el nodo de RAN es un subsistema de estación base, BSS.

8. Método (800) en un nodo (107) de red central, CN, que comprende:

5 enviar (802), a un nodo (102₂) de red de acceso de radio, RAN, una solicitud (402) de búsqueda simulada asociada con un dispositivo (104₂) inalámbrico, en el que la solicitud de búsqueda simulada incluye información para su uso por el nodo de RAN para calcular un tiempo restante hasta una siguiente oportunidad (156) de búsqueda para el dispositivo inalámbrico; y en el que la información comprende una identidad de abonado móvil internacional, IMSI, del dispositivo inalámbrico y una longitud de ciclo de recepción discontinua extendida, eDRX, del dispositivo inalámbrico; y

10 recibir (804), a partir del nodo de RAN, una respuesta (404) de búsqueda simulada que incluye el tiempo restante hasta una siguiente oportunidad (156) de búsqueda para el dispositivo inalámbrico.

9. Método según la reivindicación 8, que comprende además enviar la solicitud de búsqueda simulada con tanta o tan poca frecuencia como se desee para determinar el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico.

10. Método según la reivindicación 8, en el que la solicitud de búsqueda simulada está definida para activar el nodo de RAN para calcular el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico y después transmitir la solicitud de búsqueda simulada que incluye el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico sin que el nodo de RAN transmita un mensaje de búsqueda por una interfaz de radio al dispositivo inalámbrico.

11. Método según la reivindicación 8, que comprende además:

25 mantener (806) un temporizador (158) de ciclo de eDRX asociado con el dispositivo inalámbrico usando el tiempo restante obtenido hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico y la longitud de ciclo de eDRX del dispositivo inalámbrico.

12. Método según la reivindicación 11, en el que la etapa de mantenimiento comprende además:

30 obtener (806a) información actualizada que indica el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico; y

35 modificar (806b) el temporizador de ciclo de eDRX basándose en la información actualizada obtenida que indica el tiempo restante hasta la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico.

13. Método según la reivindicación 11, que comprende además:

40 establecer (808) el temporizador de ciclo de eDRX para caducar un tiempo predeterminado antes de la siguiente oportunidad de búsqueda para el dispositivo inalámbrico;

45 tras caducar el temporizador de ciclo de eDRX y basándose en que haya un mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo inalámbrico, transmitir (810) una o más solicitudes de búsqueda al uno o más nodos (102₁, 102₂) de RAN que gestionan las células (152₁, 152₂) que comprende una zona de búsqueda del dispositivo inalámbrico y reiniciar el temporizador de ciclo de eDRX; y

50 tras caducar el temporizador de ciclo de eDRX y basándose en que no haya ningún mensaje de búsqueda almacenado en memoria intermedia para el dispositivo inalámbrico, reiniciar (812) el temporizador de ciclo de eDRX.

14. Método según la reivindicación 8, en el que:

55 el nodo de CN es un nodo de soporte de servicio general de radio por paquetes, GPRS, que da servicio SGSN; y

el nodo de RAN es un subsistema de estación base, BSS.

DIBUJOS

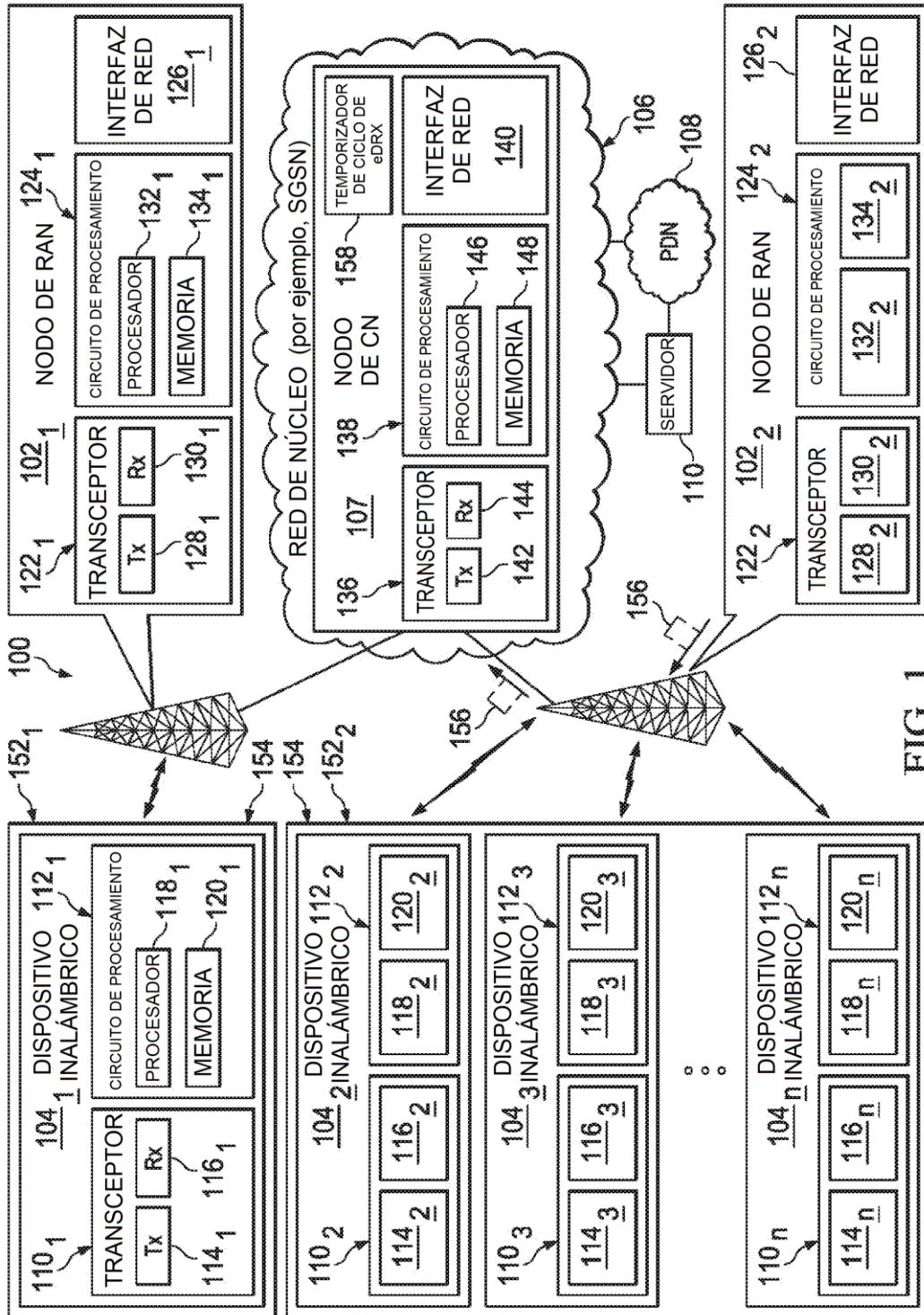


FIG. 1

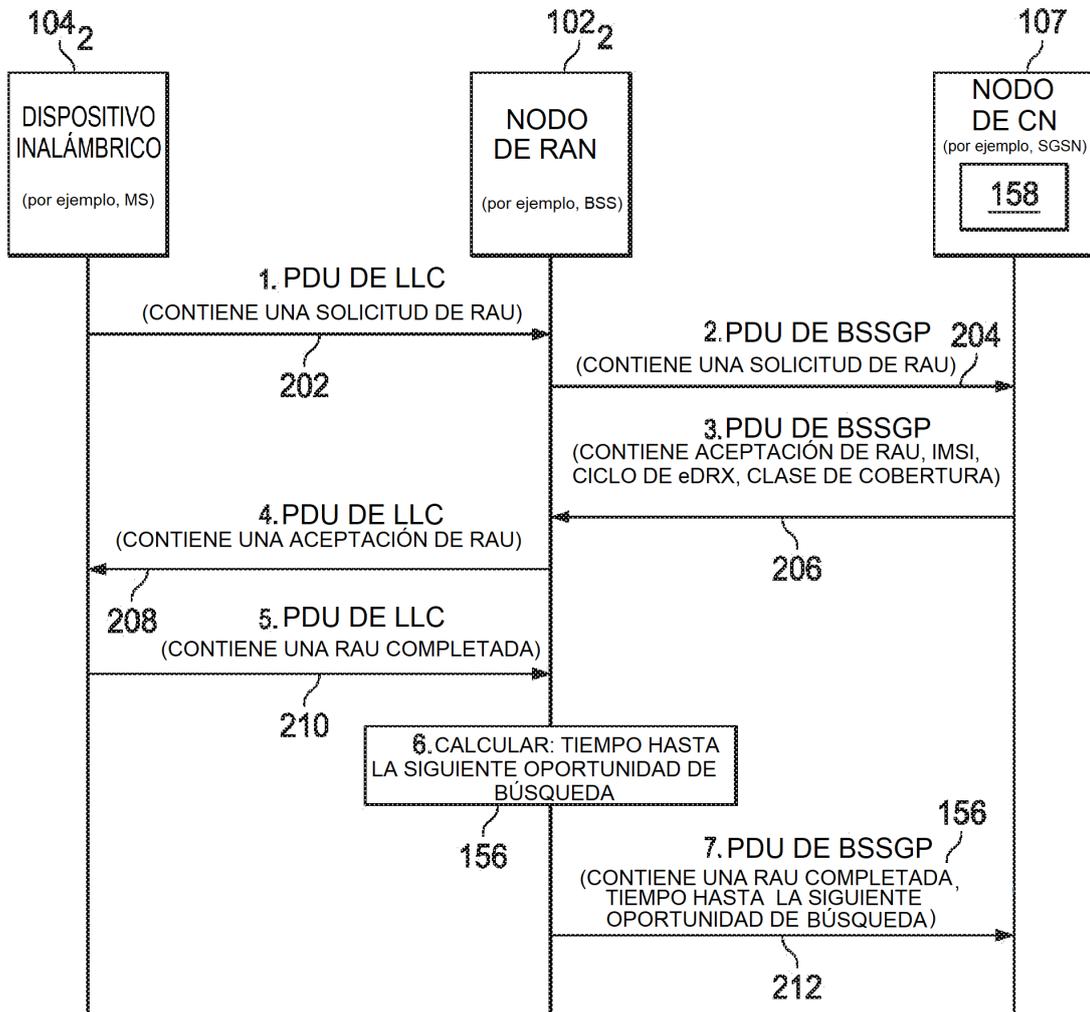


FIG. 2

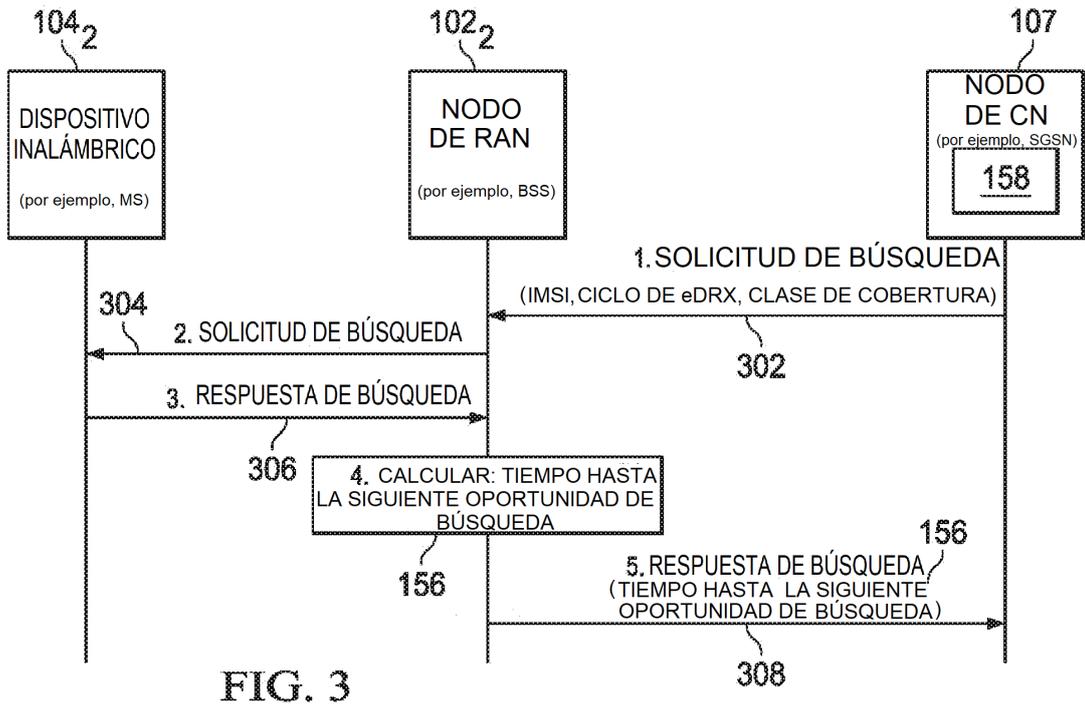


FIG. 3

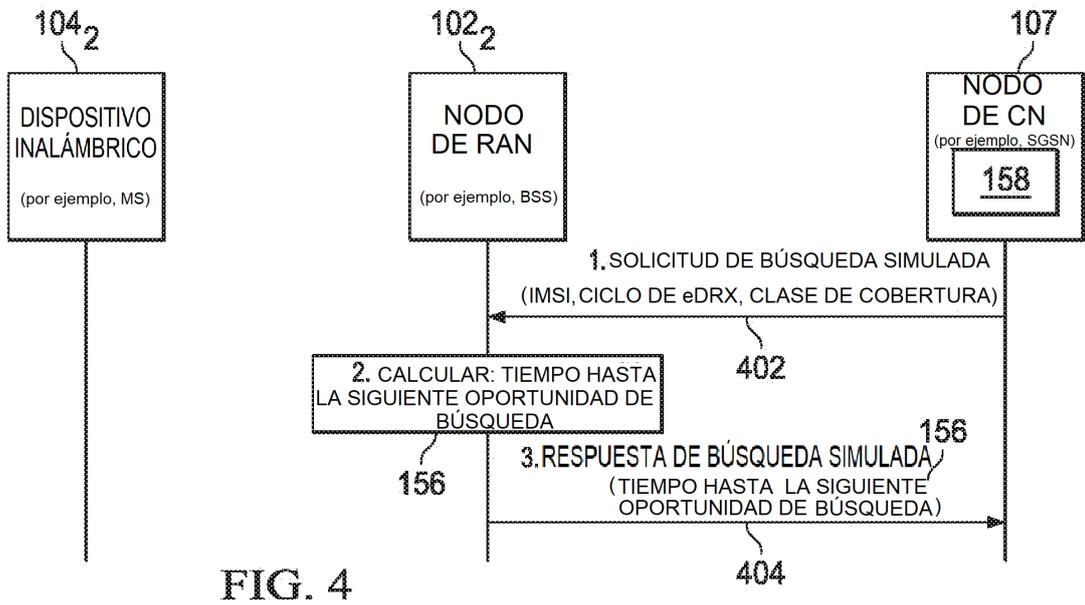


FIG. 4

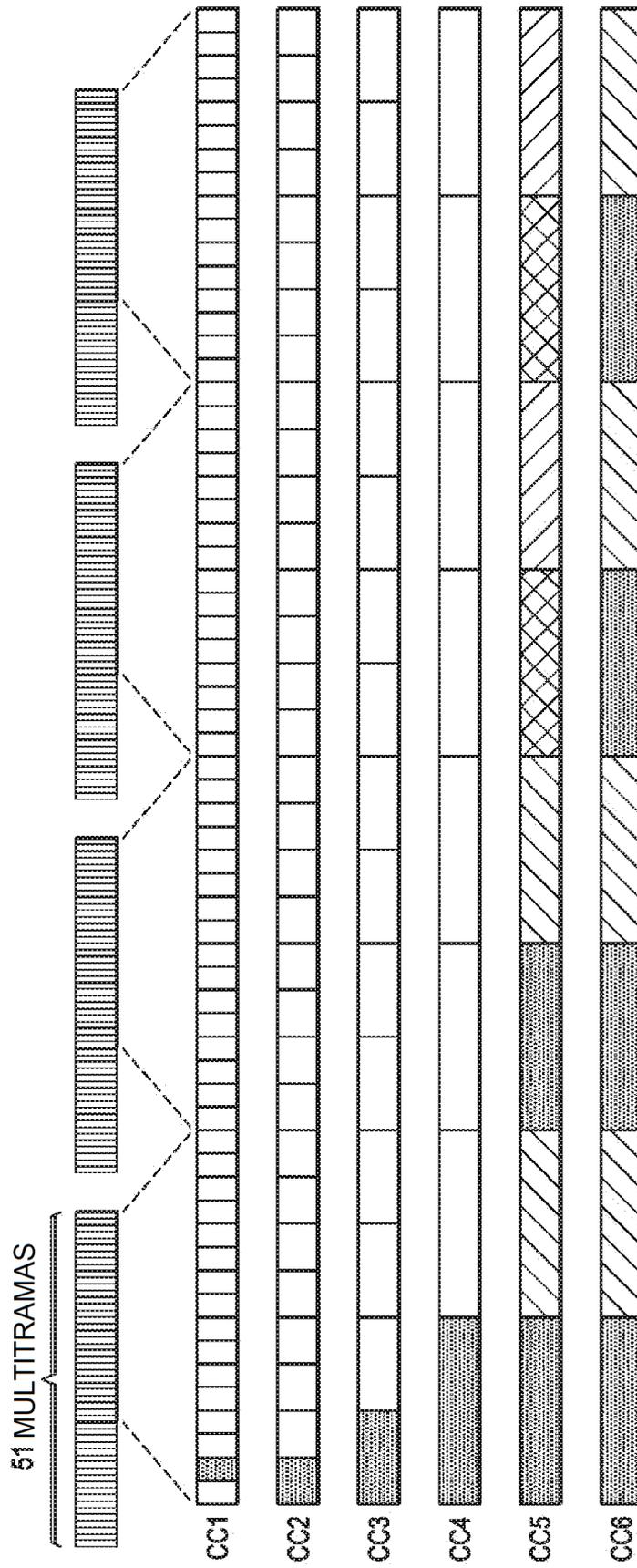
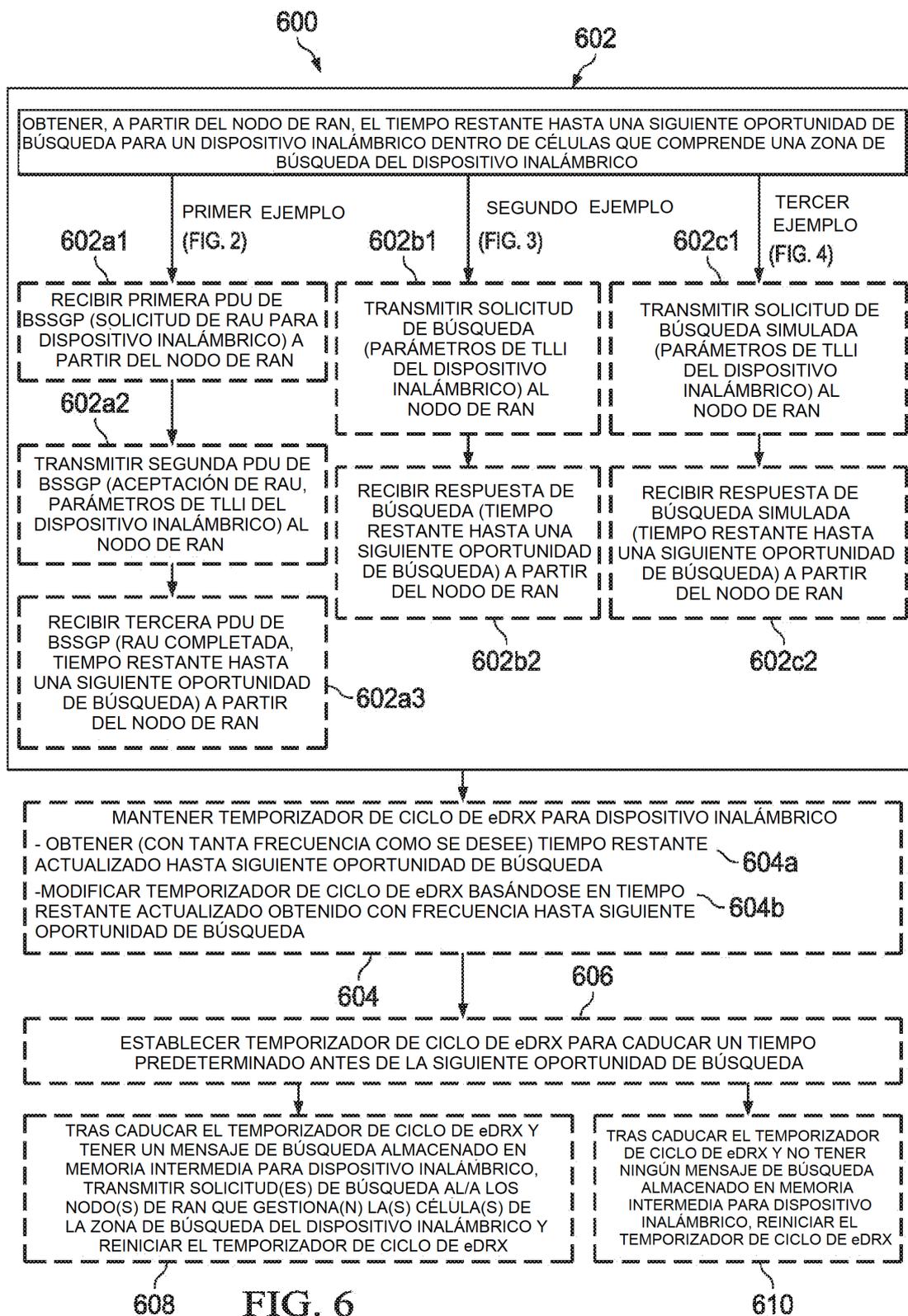


FIG. 5



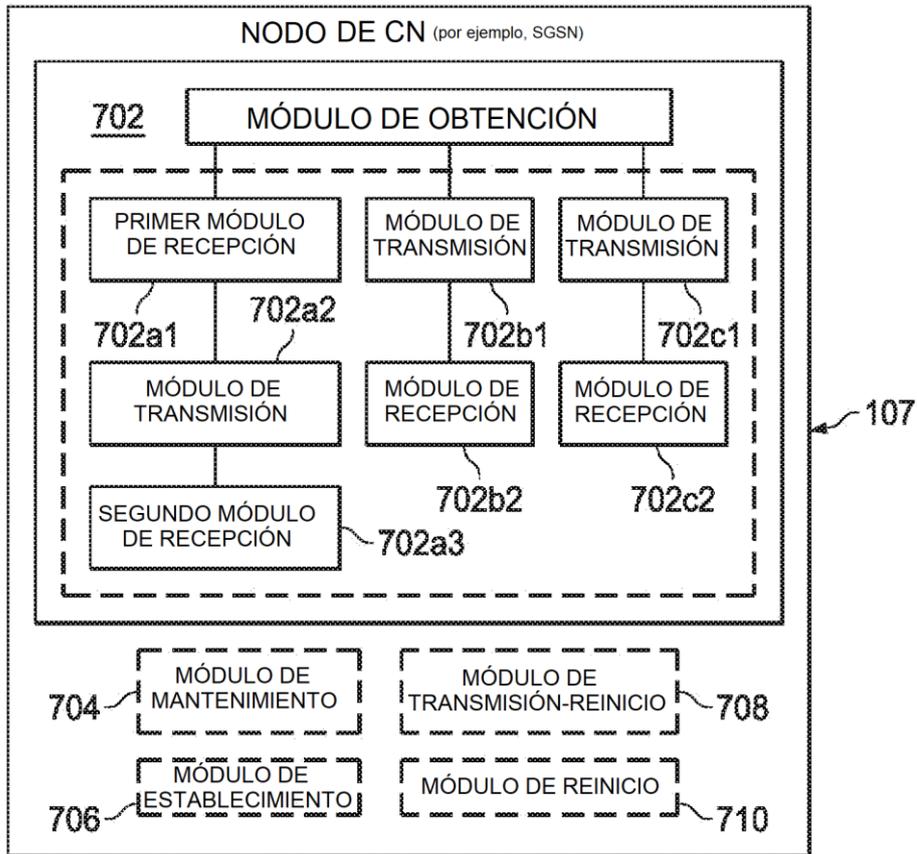


FIG. 7

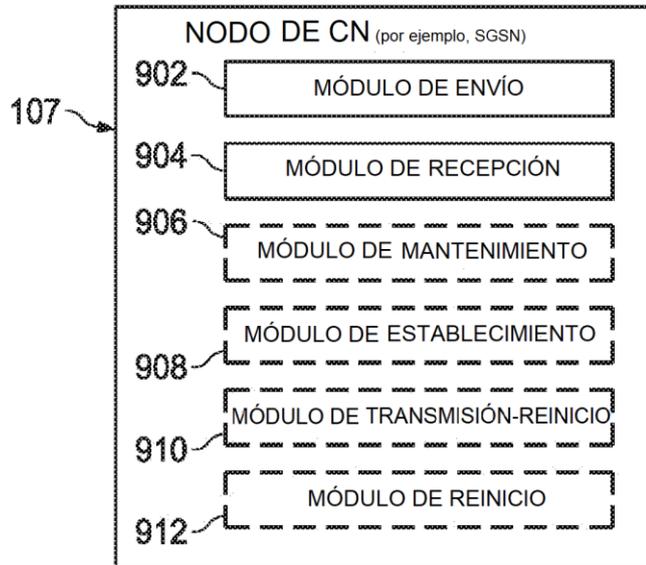


FIG. 9

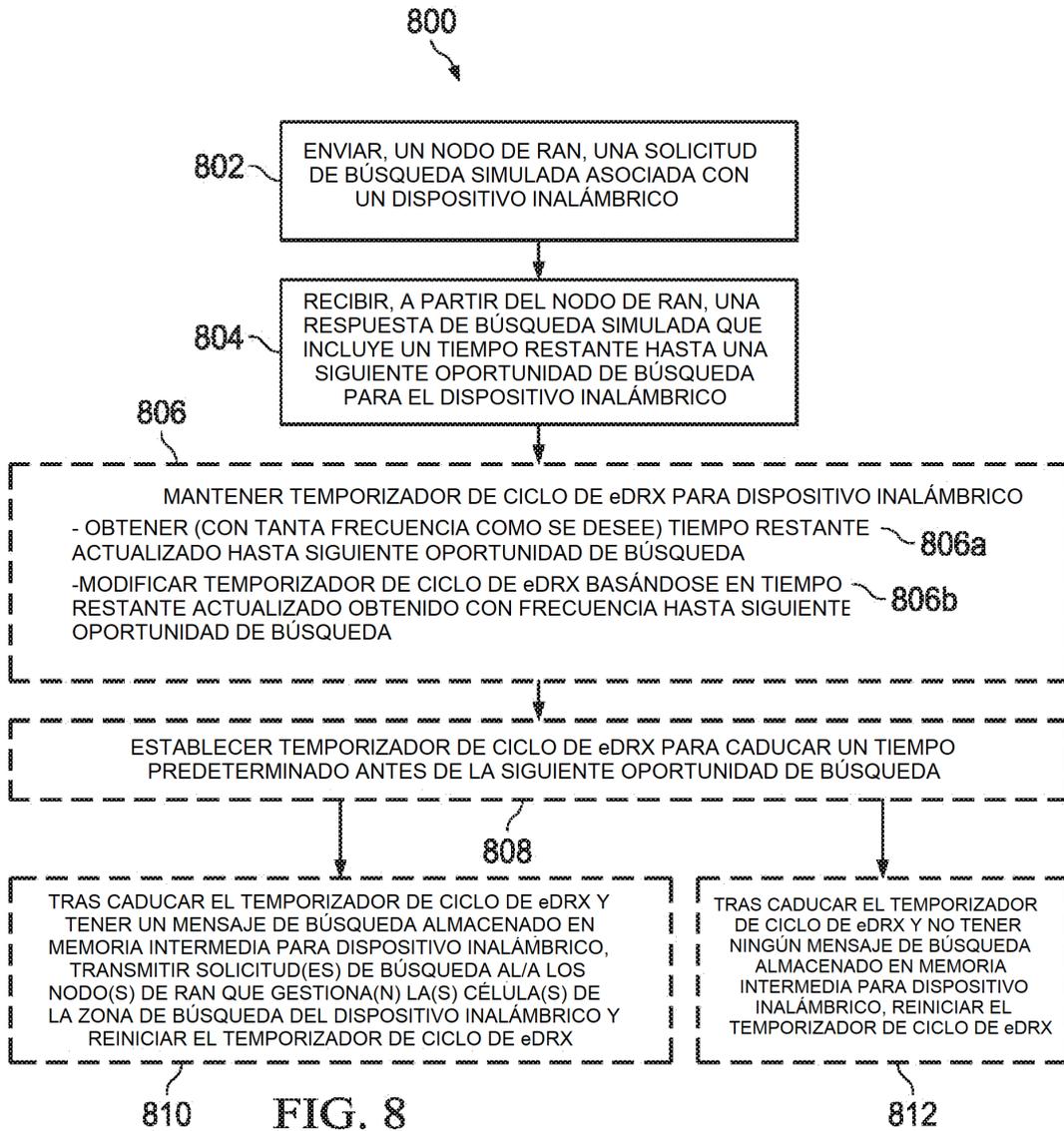


FIG. 8

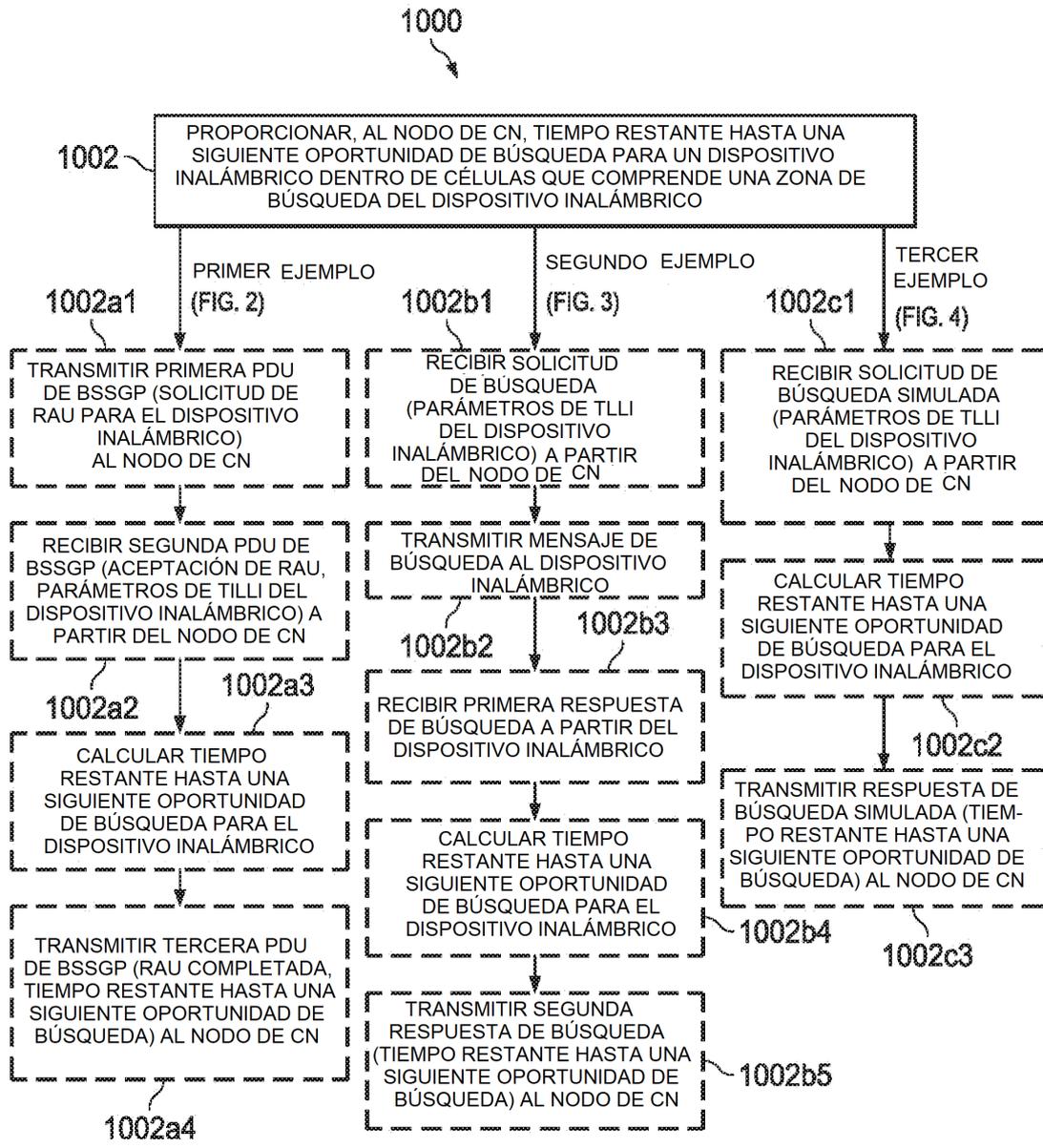


FIG. 10

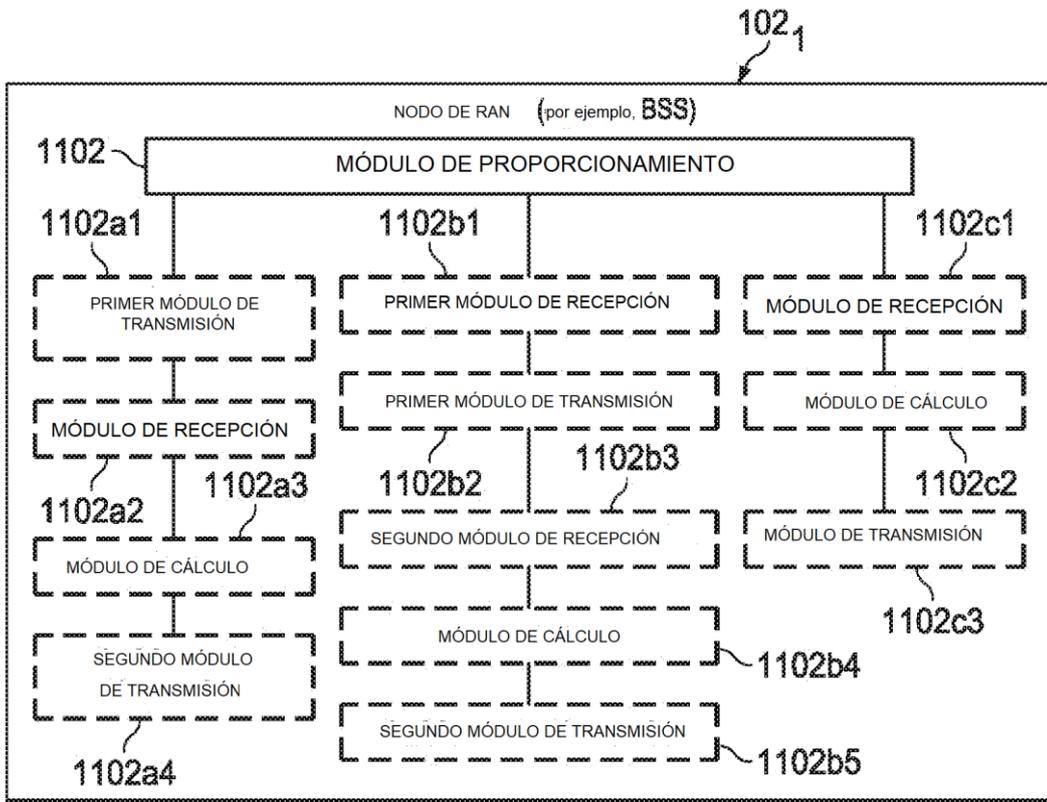


FIG. 11

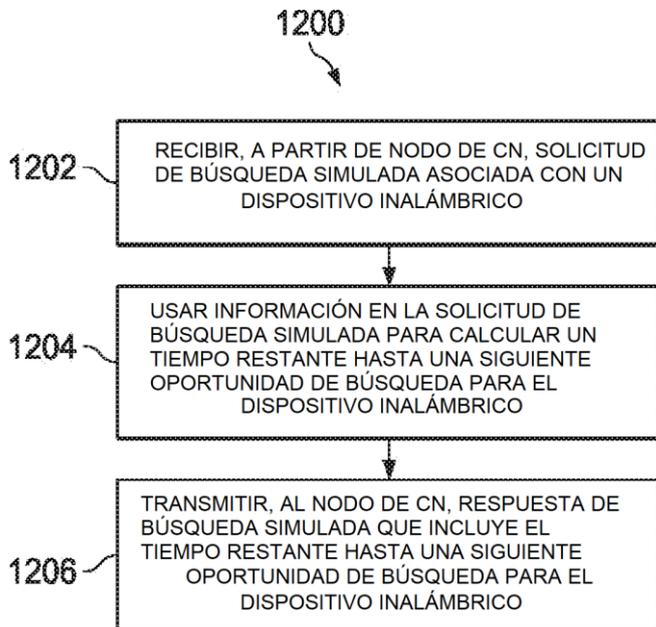


FIG. 12

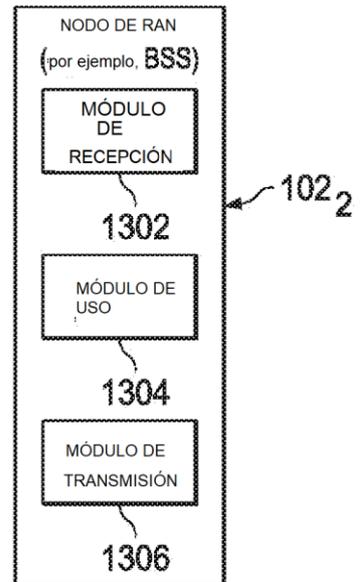


FIG. 13