

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 761 586**

51 Int. Cl.:

**H04L 12/725** (2013.01)

**H04L 29/08** (2006.01)

**H04W 60/00** (2009.01)

**H04W 76/16** (2008.01)

**H04W 80/04** (2009.01)

**H04W 84/20** (2009.01)

**H04W 84/22** (2009.01)

**H04W 88/04** (2009.01)

**H04W 88/06** (2009.01)

**H04L 29/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2016 E 16193806 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 3157207**

54 Título: **Servidor de aplicación para funcionalidad de enrutador de límite dinámico**

30 Prioridad:

**16.10.2015 GB 201518320**

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

**20.05.2020**

73 Titular/es:

**VEEA SYSTEMS LTD (100.0%)  
Cambridge House, Henry Street  
Bath BA1 1JS, GB**

72 Inventor/es:

**SPEIGHT, TIMOTHY**

74 Agente/Representante:

**CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel**

ES 2 761 586 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**

Servidor de aplicación para funcionalidad de enrutador de límite dinámico

5 Campo técnico

El campo de esta invención se refiere en general a unidades de comunicación inalámbrica que realizan la funcionalidad de enrutador en el límite de los sistemas de comunicación celular inalámbricos.

10 Antecedentes

Un desarrollo reciente en las comunicaciones inalámbricas de tercera generación (3G) es el estándar de comunicación celular de evolución a largo plazo (LTE), a veces denominado sistemas de cuarta generación (4G). Ambas tecnologías cumplen con los estándares del proyecto de asociación de tercera generación (3GPP™). Independientemente de si las asignaciones espectrales LTE usan asignaciones existentes de segunda generación (2G) o 3G que se están reagrupando para sistemas de cuarta generación (4G), o nuevas asignaciones espectrales para comunicaciones móviles existentes, generalmente usarán espectro emparejado para operación dúplex por división de frecuencia (FDD).

20 LTE (y otras tecnologías celulares) admiten el funcionamiento de IPv6. El uso de IPv6 es conveniente para la disposición en la que el LTE UE actúa como un enrutador para permitir la conectividad IP para muchos dispositivos de usuario final, posiblemente en varias subredes diferentes.

25 La topología de malla dirigida es aquella en la que existe una red en malla, pero hay al menos un nodo sumidero que proporciona conectividad a la red. Dentro de este contexto, hay 3 tipos de dispositivos: nodos finales, enrutadores en malla y enrutadores en límite.

30 Los nodos finales son dispositivos de comunicación que se comunican mediante la tecnología de transporte en malla (generalmente WiFi™) a un enrutador en límite o un enrutador en malla. Un dispositivo de nodo final no proporciona funcionalidad de enrutamiento para datos desde otros dispositivos. Los dispositivos de nodo final pueden obtener un Protocolo de Internet (p. Ej. IPv6) prefijo (dirección) de los anuncios de enrutador enviados desde el enrutador en límite, que pueden transmitirse a través de enrutadores en malla. Los dispositivos de comunicación de nodo final no tienen capacidad de enrutamiento y solo pueden funcionar como "hojas" en la red en malla.

35 Los dispositivos de enrutador en malla son dispositivos de comunicación que se comunican mediante la tecnología de transporte en malla (generalmente WiFi™) a un enrutador en límite u otro enrutador en malla. Los enrutadores en malla pueden admitir el enrutamiento en la red en malla, es decir, pueden retransmitir el tráfico desde un segundo nodo (ya sea un nodo final u otro enrutador en malla) hacia el enrutador en límite. Los dispositivos de enrutador en malla proporcionan funcionalidad de enrutamiento para datos de otros dispositivos, que pueden ser un nodo final u otro enrutador en malla. Los dispositivos de enrutador en malla también obtienen un prefijo IPv6 (dirección) desde los anuncios de enrutador enviados desde el enrutador en límite, que pueden transmitirse a través de enrutadores en malla.

45 Los enrutadores en límite no solo gestionan la red en malla y se comunican con los nodos finales o los enrutadores en malla, sino que también proporcionan enrutamiento a la red IP más amplia, generalmente una red celular o Internet público a través de un enlace de retorno, uniendo la red en malla a la red celular y enrutar el tráfico entre las dos tecnologías. El enlace de retorno puede lograrse mediante una serie de tecnologías, por ejemplo, una conexión Ethernet por cable, un enlace WiFi™ o posiblemente una conexión de tecnología celular. Esto da como resultado redes que deben planificarse. Los enrutadores en límite actúan como un enrutador solicitante en la delegación de prefijo IPv6 (dirección) para obtener un prefijo IPv6, que utiliza en los anuncios de enrutador que anuncian este valor de prefijo en la red en malla. Hay al menos un enrutador en límite en cada agrupación en malla. En el entorno doméstico, el enrutador en límite debe colocarse en una ubicación central para proporcionar conectividad en toda la casa. En el entorno exterior más amplio, las ubicaciones de los enrutadores en límite deben ser planificadas por una autoridad central, generalmente en postes de luz o en lugares donde tienen una buena cobertura. Esto es extremadamente limitante porque significa que se deben comprar dispositivos caros y la red depende de una autoridad central que puede cobrar tarifas adicionales a los usuarios.

60 El documento US8743758 B1 describe un sistema que proporciona usos concurrentes de interfaces no celulares para participar en redes celulares híbridas como no celulares. El documento EP 2,738,995 describe un sistema mediante el cual un cliente selecciona un enlace más rápido entre sí mismo y un servidor remoto. El documento US2014/0162661 describe un sistema que admite múltiples tecnologías de acceso por radio. El documento US2012/321008A1 describe un sistema con un servidor de aplicaciones.

Resumen de la invención

65

La invención se define por las reivindicaciones independientes 1, 3, 5, 7, y 9. Las realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

En un primer aspecto de la invención, se describe un servidor de aplicaciones acoplable a un sistema de comunicación inalámbrica que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas. El servidor de aplicaciones comprende: una memoria configurada operativamente para almacenar direcciones de protocolo de Internet (IP) para las múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas, en donde al menos a una unidad de comunicación remota inalámbrica se le asignan múltiples direcciones IP; un procesador, acoplado operativamente a la memoria, y configurado para seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP en función de los diferentes tipos de datos de comunicación que la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica desea admitir; y un transmisor configurado para instruir a la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica que use la dirección IP seleccionada y el procesador está configurado para seleccionar una primera dirección IP asociada con la funcionalidad de malla para datos tolerantes a baja prioridad, alta demora o una segunda dirección IP asociada con conexión directa para datos tolerantes a alta prioridad, baja demora.

De esta manera, se describe un servidor de aplicaciones que está configurado para almacenar y seleccionar múltiples direcciones IP para una unidad de comunicación inalámbrica, por ejemplo, un UE, designado como un enrutador en límite, donde se debe seleccionar una dirección IP para su uso, y donde las unidades de comunicación inalámbricas han sido asignadas previamente (al menos) dos direcciones IP y pueden usar dos rutas diferentes.

En un ejemplo opcional, el servidor de aplicaciones puede comprender además un receptor acoplado operativamente a la memoria y al procesador y configurado para recibir una solicitud de registro de al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica, donde la solicitud de registro comprende múltiples direcciones IP.

En un segundo aspecto de la invención, se describe un circuito integrado para un servidor de aplicaciones acoplable a un sistema de comunicación inalámbrico que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbrica. El circuito integrado comprende: una memoria; un procesador y un transmisor configurado para indicar a la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica que use la dirección IP seleccionada de acuerdo con el primer aspecto.

En un tercer aspecto de la invención, se describe un método para un servidor de aplicaciones que se puede acoplar a un sistema de comunicación inalámbrico que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbrica para seleccionar una dirección de protocolo de Internet, IP. El método comprende: almacenar direcciones de protocolo de Internet, IP, para las múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas, en donde al menos a una unidad de comunicación remota inalámbrica se le asignan múltiples direcciones IP; seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP en función de los diferentes tipos de datos de comunicación que la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica desea admitir; e instruir a la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica para que use la dirección IP seleccionada, en la que la selección comprende seleccionar una primera dirección IP asociada con la funcionalidad de malla para datos tolerantes a baja prioridad, alta demora o una segunda dirección IP asociada con conexión directa para datos tolerantes a alta prioridad, baja demora.

En un cuarto aspecto de la invención, se describe un producto de programa informático tangible no transitorio que comprende código ejecutable almacenado en el mismo para seleccionar una dirección de protocolo de Internet, IP, para un servidor de aplicaciones que se puede acoplar a un sistema de comunicación inalámbrico que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas. El código es operable para, cuando se ejecuta en el servidor de aplicaciones: almacenar las direcciones de protocolo de internet, IP, seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP; e instruir a la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica para usar la dirección IP seleccionada de acuerdo con el tercer aspecto de la invención.

En un quinto aspecto de la invención, se describe un sistema de comunicación inalámbrico que comprende: múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas; y un servidor de aplicaciones. El servidor de aplicaciones comprende: una memoria; un procesador y un transmisor según el primer aspecto

Breve descripción de los dibujos

Se describirán detalles adicionales, aspectos y realizaciones de la invención, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos. En los dibujos, se usan números de referencia similares para identificar elementos similares o funcionalmente similares. Los elementos en las figuras se ilustran por simplicidad y claridad y no necesariamente se han dibujado a escala.

La Figura 1 ilustra una visión general de un sistema de comunicación inalámbrica conocido mediante el cual una estación móvil en el límite de un área de cobertura de una celda de comunicación está configurada para actuar como un enrutador.

La Figura 2 ilustra un sistema de comunicación celular 3GPP™ LTE adaptado de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

La Figura 3 ilustra una visión general de un sistema de comunicación inalámbrica mediante el cual una unidad de comunicación inalámbrica puede configurarse para realizar una variedad de roles de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

5 La Figura 4 ilustra una visión general de un sistema de comunicación inalámbrica mediante el cual una unidad de comunicación inalámbrica puede configurarse como un enrutador en límite cuando se encuentra dentro de un área de cobertura de una celda de comunicación de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

10 La Figura 5 ilustra un diagrama de flujo de ejemplo de una unidad de comunicación inalámbrica para decidir la funcionalidad de malla de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

La Figura 6 ilustra un diagrama de flujo de un proceso (primera etapa) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un enrutador en límite en un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

La Figura 7 ilustra un diagrama de flujo de un proceso (segunda etapa) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un enrutador en límite en un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

20 La Figura 8 ilustra un ejemplo de formato de mensaje que se utilizará en el diagrama de flujo de un proceso (primera etapa) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un enrutador en límite en un sistema de comunicación inalámbrico de la figura 6 de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

25 La Figura 9 ilustra un formato de mensaje de ejemplo para ser usado en el diagrama de flujo de un proceso (segunda etapa) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un enrutador en límite en un sistema de comunicación inalámbrico de la figura 7 de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

La Figura 10 ilustra una visión general de un sistema de comunicación inalámbrica mediante el cual una unidad de comunicación inalámbrica dentro de un área de cobertura de una celda de comunicación está configurada con opciones de conectividad a Internet de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

35 La Figura 11 ilustra una visión general de un sistema de comunicación inalámbrica mediante el cual una unidad de comunicación inalámbrica entra en un área de cobertura de una celda de comunicación y está configurada para desempeñar un papel diferente de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

La Figura 12 ilustra un sistema informático típico que puede emplear una unidad de comunicación inalámbrica para realizar una función de cumplimiento de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la invención.

40 Los expertos en la técnica apreciarán que los elementos en las figuras se ilustran por simplicidad y claridad y no necesariamente se han dibujado a escala. Por ejemplo, las dimensiones y/o la posición relativa de algunos de los elementos en las figuras pueden exagerarse con respecto a otros elementos para ayudar a mejorar la comprensión de diversas realizaciones de la presente invención. Además, los elementos comunes, pero bien entendidos que son útiles o necesarios en una realización comercialmente factible a menudo no se representan para facilitar una vista menos obstruida de estas diversas realizaciones de la presente invención. Se apreciará además que ciertas acciones y/o pasos pueden describirse o representarse en un orden particular de ocurrencia, mientras que los expertos en la materia entenderán que tal especificidad con respecto a la secuencia no es realmente necesaria. También se entenderá que los términos y expresiones utilizados en este documento tienen el significado técnico ordinario acordado con dichos términos y expresiones por personas expertas en el campo técnico como se establece anteriormente, excepto cuando se han establecido diferentes significados específicos en este documento.

#### Descripción detallada

55 Se describen realizaciones de ejemplo de la presente invención con respecto a una unidad de comunicación inalámbrica remota que realiza cualquiera de una serie de roles en un sistema de comunicación, dependiendo de sus capacidades, las condiciones de comunicación predominantes y su ubicación.

60 En un primer ejemplo, una unidad de comunicación inalámbrica remota puede reconfigurarse para permitir que los paquetes de datos se enruten de una tecnología a otra tecnología. En este primer ejemplo, el enrutamiento de una tecnología a otra tecnología puede abarcar, en un caso de enlace ascendente (UL), los paquetes que se transmiten utilizando una primera tecnología WiFi™ (opcionalmente encapsulada en un túnel) y luego se transmiten utilizando una segunda tecnología, por ejemplo, utilizando una Tecnología y conexión directa LTE™.

65 En lo sucesivo, la unidad de comunicación inalámbrica remota que se reconfigura para enrutar paquetes de datos de una tecnología a otra tecnología se denomina funcionamiento como un "enrutador" o, en los casos en que el enrutador está ubicado hacia el límite de un área de cobertura celular y un "enrutador en límite". En algunos ejemplos, la función

del enrutador da como resultado que los encabezados de la capa de enlace se modifiquen de una tecnología a otra, pero, para la capa de red y superiores, el contenido del paquete permanece sustancialmente inalterado.

En un segundo ejemplo, una unidad de comunicación inalámbrica remota puede reconfigurarse para transferir paquetes de datos de un nodo a otro nodo dentro de una red en malla. En este ejemplo, los paquetes de datos pueden transferirse utilizando una primera tecnología basada en, al menos en parte, la información obtenida de los mensajes recibidos de al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica dentro de la malla. En lo sucesivo, la unidad de comunicación inalámbrica remota que se está reconfigurando para transferir paquetes de datos de un nodo a otro nodo dentro de una red en malla se denomina funcionamiento como un "enrutador en malla".

Con referencia ahora a la Figura 2, un sistema 200 de comunicación inalámbrica se muestra de forma esquemática, de acuerdo con un ejemplo de realización de la invención. En esta realización de ejemplo, el sistema 200 de comunicación inalámbrica cumple y contiene elementos de red capaces de operar sobre una interfaz aérea de sistema de telecomunicaciones móviles universal (UMTS™). En particular, la realización se refiere a la arquitectura de un sistema para un sistema de comunicación inalámbrica de la Red de Acceso de Radio Terrestre Evolucionada -UMTS (E-UTRAN), que actualmente se está discutiendo en la especificación del Proyecto de Asociación de la Tercera Generación (3GPP™) para la evolución a largo plazo (LTE), basado en OFDMA (Acceso múltiple por división de frecuencia ortogonal) en el enlace descendente (DL) y SC-FDMA (Acceso múltiple por división de frecuencia de portadora única) en el enlace ascendente (UL), como se describe en la serie de especificaciones 3GPP™ TS 36.xxx. Dentro de LTE, se definen los modos dúplex por división de tiempo (TDD) y dúplex por división de frecuencia (FDD).

La arquitectura del sistema 200 de comunicación inalámbrica consta de elementos 204 de la red de acceso de radio (RAN) y de la red central (CN), estando los elementos 204 de la red central acoplados a las redes 202 externas (denominadas redes de datos en paquetes (PDN)), como Internet o una red corporativa. Los elementos CN 204 comprenden una puerta de acceso de la red de datos en paquetes (P-GW) 207. Para servir contenido local, el P-GW se puede acoplar a un proveedor de contenido. El P-GW 207 puede acoplarse adicionalmente a una entidad de función de control de políticas y reglas (PCRF) 297 y una puerta de acceso 206.

El PCRF 297 es operable para controlar la toma de decisiones de control de políticas, así como para controlar las funcionalidades de carga basadas en flujo en una función de aplicación de control de políticas PCEF (no mostrada) que puede residir en el P-GW 207. El PCRF 297 puede proporcionar además un identificador de clase de autorización de calidad de servicio (QoS) e información de velocidad de bits que dicta cómo se tratará un determinado flujo de datos en el PCEF, y asegura que esto está de acuerdo con el perfil de suscripción de la unidad (225) de comunicación inalámbrica.

En realizaciones de ejemplo, la puerta de acceso 206 es una puerta de acceso de servicio (S-GW). La puerta de acceso 206 está acoplado a una entidad de gestión de movilidad MME 208 a través de una interfaz S11. El MME 208 es operable para gestionar el control de sesión de los portadores de la puerta de acceso y está operativamente acoplado a una base de datos 230 del servidor de abonado doméstico (HSS) que está dispuesta para almacenar información relacionada con la unidad (225) de comunicación inalámbrica de abonado (como el equipo de usuario (UE)). Como se ilustra, el MME 208 también tiene una conexión directa a cada eNodeB 210, a través de una interfaz S1-MME.

La base de datos HSS 230 puede almacenar datos de suscripción de la unidad de comunicación inalámbrica, tales como perfiles de QoS y cualquier restricción de acceso para itinerancia. La base de datos 230 de HSS también puede almacenar información relacionada con el P-GW 207 a la que se puede conectar la unidad 225 de comunicación inalámbrica. Por ejemplo, estos datos pueden tener la forma de un nombre de punto de acceso (APN) o una dirección de red de paquetes de datos (PDN). Además, la base de datos HSS 230 puede contener información dinámica relacionada con la identidad del MME 208 al que un UE 225 está actualmente conectado o registrado.

El MME 208 puede funcionar adicionalmente para controlar protocolos que se ejecutan entre la unidad 225 de comunicación inalámbrica y los elementos CN 204, que se conocen comúnmente como protocolos de estrato sin acceso (NAS). El MME 208 puede admitir al menos las siguientes funciones que se pueden clasificar como: funciones relacionadas con la gestión de portadores (que pueden incluir el establecimiento, mantenimiento y liberación de portadores), funciones relacionadas con la gestión de conexiones (que pueden incluir el establecimiento de la conexión y seguridad entre la red y la unidad 225 de comunicación inalámbrica) y funciones relacionadas con el interfuncionamiento con otras redes (que pueden incluir el traspaso de llamadas de voz a redes heredadas). La puerta de acceso 206 actúa predominantemente como un punto de anclaje de movilidad y es capaz de proporcionar una distribución de multidifusión de protocolo de Internet (IP) de datos del plano de usuario a eNodeBs 210. La puerta de acceso 206 puede recibir contenido a través del P-GW 207, de uno o más proveedores (209) de contenido o a través del PDN 202 externo. El MME 208 puede acoplarse además a un centro de ubicación móvil de servicio evolucionado (E-SMLC) 298 y un centro de ubicación móvil de puerta de acceso (GMLC) 299.

El E-SMLC 298 es operable para gestionar la coordinación general y la programación de los recursos necesarios para encontrar la ubicación del UE que está conectado a la RAN, en esta realización de ejemplo E-UTRAN. El GMLC 299

contiene funcionalidades requeridas para soportar servicios de ubicación (LCS). Después de realizar una autorización, envía solicitudes de posicionamiento al MME 208 y recibe estimaciones de ubicación final.

5 El P-GW 207 es operable para determinar la asignación de dirección IP para la unidad 225 de comunicación inalámbrica, así como la aplicación de QoS y la carga basada en flujo de acuerdo con las reglas recibidas de la PCRF 297. El P-GW 207 es más operable para controlar el filtrado de paquetes IP de usuario de enlace descendente en diferentes portadores basados en QoS (no mostrados). El P-GW 207 también puede servir como un ancla de movilidad para interactuar con tecnologías que no son 3GPP, como las redes CDMA2000 y WiMAX.

10 Como la puerta de acceso 206 comprende un S-GW, los eNodeBs 210 estarían conectados al S-GW 206 y al MME 208 directamente. En este caso, todos los paquetes de UE serían transferidos a través del S-GW 206, que puede servir como un ancla de movilidad local para los portadores de datos cuando un UE 225 se mueve entre eNodeBs 210. El S-GW 206 también es capaz de retener información sobre los portadores cuando la unidad 225 de comunicación inalámbrica está en estado inactivo (conocida como gestión de conexión EPS IDLE), y almacena temporalmente datos de enlace descendente mientras el MME 208 inicia la búsqueda de la unidad 225 de comunicación inalámbrica para restablecer los portadores. Además, el S-GW 206 puede realizar algunas funciones administrativas en la red visitada, como recopilar información para la carga (es decir, el volumen de datos enviados o recibidos desde la unidad 225 de comunicación inalámbrica). El S-GW 206 puede servir además como un ancla de movilidad para interactuar con otras tecnologías 3GPP™ como GPRS™ y UMTS™.

20 Como se ilustra, el CN 204 está conectado operativamente a dos eNodeBs 210, con sus respectivas zonas de cobertura o celdas 285, 290 y una pluralidad de unidades 225 de comunicación inalámbrica que reciben transmisiones desde el CN 204 a través del eNodeBs 210. De acuerdo con realizaciones de ejemplo de la presente invención, al menos un eNodeB 210 y al menos un UE 225 (entre otros elementos) se han adaptado para soportar los conceptos que se describen a continuación.

25 El componente principal de la RAN es un eNodeB (un NodeB evolucionado) 210, que realiza muchas funciones de estación base estándar y está conectado al CN 204 a través de una interfaz S1 y a las unidades 225 de comunicación inalámbrica a través de una interfaz Uu. Un sistema de comunicación inalámbrico típicamente tendrá un gran número de tales elementos de infraestructura donde, por razones de claridad, solo se muestra un número limitado en la figura 2). Los eNodeBs 210 controlan y gestionan las funciones relacionadas con los recursos de radio para una pluralidad de unidades 225 de comunicación inalámbrica de abonado. Cada una de las unidades 225 de comunicación inalámbricas comprende una unidad 227 de transceptor acoplada operativamente a la lógica 208 de procesamiento de señal (con una unidad de comunicación inalámbrica ilustrada con tanto detalle solo con fines de claridad). El sistema comprende muchas otras unidades 225 de comunicación inalámbricas y eNodeBs 210, que por razones de claridad no se muestran.

30 Notablemente, de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo, una o más unidades 225 de comunicación inalámbrica en cobertura, que pueden ubicarse hacia el límite del rango de cobertura LTE™, pueden seleccionarse para ser (re)configuradas con la funcionalidad de enrutador en límite. En algunos ejemplos, la funcionalidad del enrutador en límite puede comprender configurar una red en malla que admita, por ejemplo, comunicaciones WiFi™. En algunos ejemplos, la red en malla que admite, por ejemplo, las comunicaciones WiFi™, puede usarse como una puerta de acceso a otras unidades de comunicación inalámbricas fuera de cobertura, como la unidad 245 de comunicación inalámbrica. En algunos ejemplos, la unidad 245 de comunicación inalámbrica puede configurarse para funcionar únicamente con comunicaciones de red en malla para comunicarse con el LTE™ EPC 204 a través de un enlace de comunicación WiFi™ de uno o varios saltos a un enrutador en límite y, posteriormente, un enlace de comunicación LTE™ al LTE™ EPC 204 a través de un eNodeB 210.

35 En realizaciones de ejemplo, se usa un mecanismo (por ejemplo, un algoritmo) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica para ser (re)configurada como un enrutador en límite basado en información vecina. Tal enfoque contrasta con la técnica conocida de LEACH, que no utiliza información vecina. LEACH también asume el mismo poder, mientras que las realizaciones de ejemplo descritas aquí no hacen una suposición no realista. En contraste, algunos ejemplos descritos en este documento usan una técnica de descubrimiento para encontrar vecinos y, por lo tanto, se supone que el vecino tiene una tecnología similar. En algunos ejemplos, se puede usar una alternativa a una técnica de descubrimiento, mediante la cual se puede emplear un algoritmo predefinido para encender balizas en WiFi™ y otros nodos/unidades de comunicación inalámbrica escucharían esta baliza y, por lo tanto, sabrían que la conectividad en malla está disponible.

40 En ejemplos de la invención, se soporta una red en malla adaptable dinámicamente usando una serie de técnicas diferentes. Los dispositivos con cobertura tienen la opción de usar la red en malla o usar una conexión celular directa. En ejemplos de la invención, se admite la funcionalidad de malla de múltiples saltos para proporcionar conectividad a un enrutador en límite de malla para dispositivos dentro de la cobertura. Sin embargo, como apreciaría una persona experta, sería difícil restringir esta malla. Por lo tanto, algunos ejemplos de la invención suponen que los dispositivos con cobertura solo pueden usar, como máximo, un solo salto a un enrutador en límite de malla. Por lo tanto, de esta manera, los nodos en cobertura solo pueden ser enrutadores en límite o nodos finales.

El propósito de la funcionalidad de malla fuera de cobertura es mejorar la cobertura. Por lo tanto, es importante que los dispositivos que están lejos del límite de la cobertura celular reciban servicio. Como tal, de acuerdo con los ejemplos de la invención, se permite la funcionalidad de malla de salto múltiple para dispositivos fuera de cobertura.

5 Para crear una malla, primero es necesario descubrir dispositivos que puedan proporcionar conectividad en malla. Un mecanismo conocido para lograr esto es que todos los nodos dentro de la malla se turnen para transmitir la información de la baliza, como es actualmente el caso, por ejemplo, en la operación 802.11 IBSS (BSS independiente también conocido como modo ad hoc). Un dispositivo puede encontrar conectividad en malla simplemente realizando un escaneo pasivo intentando encontrar balizas de una variedad apropiada.

10 Por el contrario, también se puede utilizar un proceso activo de una o dos etapas; primero, los dispositivos se descubren entre sí utilizando sondas simples (como solicitud de sonda y respuesta de sonda, en el caso de WiFi 802.11); y en segundo lugar, opcionalmente, los dispositivos pueden emplear un proceso de intercambio de información bidireccional, un ejemplo del cual sería la funcionalidad de descubrimiento de servicio descrita en 802.11u.  
 15 Este ejemplo propuesto de un proceso de intercambio de información bidireccional contrasta con un proceso unidireccional conocido cuando una malla real está activa, mediante la cual la malla informa al dispositivo de descubrimiento sobre los servicios que ofrece, utilizando la información contenida en las transmisiones de baliza. En un ejemplo, el intercambio de información bidireccional puede facilitar los algoritmos de votación para determinar qué dispositivo debe convertirse en el enrutador en límite. En otro ejemplo, si dos dispositivos transmiten información de  
 20 difusión, esto se puede intercambiar de manera similar a un proceso de descubrimiento de servicios. Por lo tanto, en lo sucesivo dentro de esta descripción, el término “transmisión” abarca tanto el envío de datos en una dirección desde un dispositivo, como dos dispositivos que transmiten información entre sí de una manera de comunicación bidireccional.

25 En ejemplos de la invención, la funcionalidad de descubrimiento de dispositivos utiliza la misma tecnología de transporte que la malla (por ejemplo, no las comunicaciones celulares). Por lo tanto, la funcionalidad de descubrimiento de dispositivos tiene aproximadamente el mismo rango que el rango de comunicación de la tecnología de transporte en malla.

30 Con referencia ahora a la figura 3, se muestra un diagrama de bloques de una unidad de comunicación inalámbrica, adaptada de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la invención. En la práctica, con el único fin de explicar las realizaciones de la invención, la unidad de comunicación inalámbrica se describe en términos de una unidad de comunicación inalámbrica de abonado, como un UE 325. La unidad 325 de comunicación inalámbrica contiene una  
 35 antena 302, para recibir transmisiones 321, acoplada a un interruptor de antena o duplexor 304 que proporciona aislamiento entre las cadenas de recepción y transmisión dentro de la unidad 225 de comunicación inalámbrica, por ejemplo, proporcionando aislamiento entre LTE™ y WiFi™. Una o más cadenas de receptor, como se conoce en la técnica, incluyen el circuito 306 frontal receptor (que proporciona efectivamente recepción, filtrado y conversión de frecuencia de banda intermedia o base). El circuito 306 frontal receptor está acoplado a un procesador 308 de señal (generalmente realizado por un procesador de señal digital (DSP)). Un experto en la materia apreciará que el nivel de  
 40 integración de los circuitos o componentes del receptor puede ser, en algunos casos, dependiente de la implementación.

El controlador 314 mantiene el control operativo general de la unidad 325 de comunicación inalámbrica. El controlador 314 también está acoplado al circuito 306 frontal receptor y al procesador 328 de señal. En algunos ejemplos, el controlador 314 también está acoplado a un módulo de memoria intermedia 317 y un dispositivo de memoria 316 que  
 45 almacena selectivamente regímenes operativos, tales como funciones de decodificación/codificación, patrones de sincronización, secuencias de código y similares. Un temporizador 318 está acoplado operativamente al controlador 314 para controlar el tiempo de las operaciones (por ejemplo, transmisión o recepción de señales dependientes del tiempo) dentro de la unidad 225 de comunicación inalámbrica.

50 Con respecto a la cadena de transmisión, esto esencialmente incluye un módulo 320 de entrada, acoplado en serie a través de un circuito 322 transmisor/de modulación y un amplificador 324 de potencia a la antena 302, a la matriz de antenas o a una pluralidad de antenas. El circuito 322 transmisor/de modulación y el amplificador 324 de potencia responden operativamente al controlador 314.

55 De acuerdo con las realizaciones de ejemplo, el procesador 328 de señal de la unidad 225 de comunicación inalámbrica se ha configurado para admitir tanto la operación WiFi™ como LTE™. Cuando se configura como un enrutador en límite, la unidad 225 de comunicación inalámbrica utiliza las funciones WiFi™ y LTE™. Cuando se configura como un nodo 245 final, la unidad 225 de comunicación inalámbrica puede configurarse para usar solo la  
 60 funcionalidad WiFi. En algunos ejemplos, el EPS LTE se puede usar como un túnel para que la dirección IP obtenida por una unidad 225 de comunicación inalámbrica LTE™ se pueda agregar a todos los paquetes de datos, por ejemplo, se puede agregar una dirección IPv6 342 y/o una dirección IPv4 344 a cada carga útil de datos 340 antes de la transmisión. Los paquetes de datos se envían a una puerta de acceso en la red de datos de paquetes del operador de red PDN (por ejemplo, Internet) donde se desencapsulan. En algunos ejemplos, las direcciones IP únicas (como las direcciones IP IPv6) para todos los nodos se obtendrían directamente del EPS LTE™. En este caso, no se requiere ninguna función de puerta de acceso en la PDN del operador.  
 65

En algunos ejemplos, un procesador de señal 338 que admite WiFi™ puede implementarse a diferencia del procesador 339 de señal que admite LTE™, como se muestra. Alternativamente, se puede usar un único procesador para soportar la operación WiFi™ y LTE™. Claramente, los diversos componentes dentro de la unidad 225 de comunicación inalámbrica se pueden realizar en forma de componentes discretos o integrados, con una estructura final que, por lo tanto, es una selección de diseño o aplicación específica.

De acuerdo con realizaciones de ejemplo, la unidad 225 de comunicación inalámbrica puede configurarse para actuar como un enrutador en límite que actúa como una puerta de acceso entre WiFi™ y LTE™. En el ejemplo de enlace ascendente (UL) ilustrado, los paquetes de datos se reciben en la antena 303 WiFi™ a través de la red 345 WiFi (malla) y se transmiten a través de la antena LTE™ 302 en un portador LTE™ 221, 222 a un EPS LTE™. Sin embargo, en un modo de operación de enlace descendente (DL), la unidad 225 de comunicación inalámbrica recibirá paquetes de datos en un portador LTE™ 221, 222 en la red LTE™ y transmitirá señales WiFi desde la antena WiFi™ 303 a través de la red WiFi 345 (malla) a un nodo final correspondiente, p. ej. Unidad 245 de comunicación inalámbrica.

Aunque el ejemplo ilustrado muestra un límite de cobertura 285, caso 290, se prevé que la unidad 225 de comunicación inalámbrica pueda configurarse para la misma funcionalidad cuando está en cobertura y usando conectividad WiFi™ a través de un enrutador en límite alternativo.

Selección de un enrutador en límite entre dispositivos dentro de la cobertura celular

La figura 4 ilustra una primera visión general de un sistema 400 de comunicación inalámbrica, mediante el cual una unidad 225 de comunicación inalámbrica puede configurarse como un enrutador en límite cuando se encuentra dentro de un área de cobertura de una celda de comunicación, de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención. En este ejemplo, todos los dispositivos (por ejemplo, unidades 225 de comunicación inalámbrica) están ubicados dentro del área de cobertura celular de la estación 210 base, con el límite del área de cobertura celular ilustrado por la línea discontinua 285, 290.

La figura 4 ilustra un ejemplo en el que hay seis unidades 225 de comunicación inalámbricas dentro de la cobertura de una tecnología celular. El dispositivo # 1 está más cerca de la estación base y, por lo tanto, es probable que tenga el enlace celular de mayor velocidad a la estación base. Sin embargo, la tecnología de radio utilizada para la malla tiene un alcance limitado de tal manera que si el dispositivo # 1 se convirtió en el enrutador en límite, entonces, digamos, solo los dispositivos 2 y 3 podrían transmitirse directamente a la estación 210 base.

El dispositivo #4 tiene una peor calidad de enlace a la estación base, pero está dentro del rango de tecnología de transporte en malla de los otros cinco dispositivos. Por lo tanto, de acuerdo con realizaciones de ejemplo, para minimizar el dispositivo de señalización global # 4 puede seleccionarse como el enrutador en límite designado. En algunos ejemplos, la selección del dispositivo #4 como enrutador en límite designado se basa, al menos en parte, en información vecina.

La figura 4 también muestra una segunda visión general de un sistema 450 de comunicación inalámbrica, que ilustra las comunicaciones entre las unidades 225 de comunicación inalámbrica. Cada una de las unidades 225 de comunicación inalámbrica se encuentra dentro del área de cobertura de la celda de comunicación y, por lo tanto, puede comunicarse en un portador LTE™ 221 con una puerta de acceso de paquetes (PGW) 415 en la red central a través de eNodeB 210 y puerta de acceso de servicio (SGW) 420. El PGW está conectado a una red pública, como Internet 110. Aquí, la comunicación WiFi™ ilustrada como una línea de puntos, representa una comunicación de rango inferior que está dispuesta para transpirar entre las unidades 225 de comunicación inalámbrica. La comunicación WiFi™ puede usarse para determinar qué unidad 225 de comunicación inalámbrica es la más adecuada para ser identificada como un enrutador en límite cuando se encuentra dentro de un área de cobertura de una celda de comunicación. Un mecanismo para decidir qué nodo o unidades 225 de comunicación inalámbrica deberían convertirse en el enrutador en límite para el caso donde todos los dispositivos están cubiertos se realiza utilizando un enfoque de dos etapas, como se describe en los diagramas de flujo posteriores. El mecanismo de ejemplo puede asegurar que el nodo apropiado o las unidades 225 de comunicación inalámbrica se seleccionen como un enrutador en límite, de modo que se reduzcan o minimicen varias conexiones de Control de Recursos de Radio (RRC) que se requieren para proporcionar soporte a través de esa celda de comunicación. Por lo tanto, en algunos ejemplos opcionales, un procesador en un nodo apropiado o una de las unidades 225 de comunicación inalámbrica configura la unidad de comunicación remota inalámbrica como un enrutador en límite en respuesta al procesamiento de los primeros mensajes y determina que la pluralidad de unidades de comunicación remota inalámbrica requiere un número mínimo de conexiones de control de recursos de radio. De esta manera, puede ser posible minimizar una cantidad de conexiones RRC que se requieren para el conjunto de todas las unidades de comunicación remota inalámbrica en la red seleccionando de manera óptima la unidad de comunicación inalámbrica (p. Ej. UE) para convertirse en un enrutador en límite.

Por lo tanto, en este ejemplo de cobertura, se ilustra un enlace de un solo salto a la unidad 225 de comunicación inalámbrica configurada como un enrutador en límite, marcado como dispositivo # 4 en el diagrama. El cuadro de texto muestra que la unidad 225a de comunicación inalámbrica que está en cobertura del sistema de comunicación LTE



puede liberar una conexión de portador, si lo desea, y mantener la conectividad usando el salto único a la unidad 225 de comunicación inalámbrica configurada como un enrutador en límite (por ejemplo, dispositivo # 4). En algunos ejemplos, la unidad 225a de comunicación inalámbrica puede determinar si la conectividad en malla es aceptable, por ejemplo, si el enlace de comunicación excede un umbral para el requisito de tráfico de la unidad de comunicación remota inalámbrica, y si lo desea, libere una conexión de portador en respuesta al mismo. En algunos ejemplos, el umbral puede estar asociado con una calidad de servicio de datos actual y/o futura, un nivel de datos esperados en el futuro, etc.

En algunos ejemplos, la selección del dispositivo # 4 como enrutador en límite designado también se basa, al menos en parte, en el reconocimiento de que los dispositivos pueden ser móviles, lo que significa que las comunicaciones de su vecino cambiarán con el tiempo. El inventor ha reconocido y apreciado que tales dispositivos móviles probablemente no sean buenos enrutadores en límite, sobre todo porque solo brindarán soporte transitorio a otros nodos que se integran en ellos. En un ejemplo, la selección del dispositivo # 4 como el enrutador en límite designado basado en, al menos en parte, un reconocimiento de que los dispositivos pueden ser móviles y no deben seleccionarse principalmente utiliza rondas de descubrimiento. Los resultados de las rondas de descubrimiento se comparan luego para determinar aquellos dispositivos que generalmente no son móviles, o al menos, menos móviles. En los ejemplos de la invención, a los nodos móviles que están en cobertura se les asigna una clasificación de enrutador en límite bajo para que no se conviertan en enrutadores en límite, incluso si instantáneamente pueden ver una gran cantidad de vecinos. De hecho, dichos nodos móviles pueden configurarse para evitar el uso de enrutadores en límite, ya que deberían configurarse para usar la conexión celular para conectarse directamente.

Una vez que se ha seleccionado un dispositivo para funcionar como un enrutador en límite, el dispositivo, como el dispositivo # 4, debe obtener otra dirección IP que sea indicativa de un enrutador en límite. Por ejemplo, en un escenario IPv6, el enrutador en límite siempre tendría la misma dirección IP (lo que también es cierto para IPv4), pero cuando el enrutador en límite detecta que se está transmitiendo a otros nodos, el enrutador en límite puede realizar una "delegación de prefijo" para obtener otro prefijo. Este prefijo adicional puede ser utilizado por otros nodos para obtener sus direcciones IPv6.

En algunos ejemplos, la selección del dispositivo # 4 como enrutador en límite designado también se basa, al menos en parte, en la energía de la batería del dispositivo, ya que esto afectará la capacidad del dispositivo para proporcionar suficiente funcionalidad para operar como enrutador en límite. En algunos ejemplos, la selección del dispositivo # 4 como el enrutador en límite designado también se basa, al menos en parte, en la calidad del enlace de una conexión celular entre el dispositivo y su estación base asociada.

Los dispositivos fuera de cobertura pueden actuar como enrutadores en malla

En un ejemplo, el dispositivo # 6 hace transición de su funcionalidad para ser un enrutador en límite, por ejemplo, ya que fue descubierto mutuamente por el dispositivo #7 245 y activó su funcionalidad de enrutador en límite. En este ejemplo, cuando un dispositivo es parte de la malla (el enrutador en límite y todos los demás nodos dentro de la malla) transmitirá un mensaje de descubrimiento que indica que está ofreciendo funcionalidad de malla. Por lo tanto, el dispositivo #7 245 está configurado para transmitir mensajes de descubrimiento que indican que ofrece conectividad en malla. Por ejemplo, si el dispositivo #8 445 descubre posteriormente el dispositivo #7 245, entonces puede enrutar el tráfico desde/hacia el dispositivo #8 445 hacia la funcionalidad de enrutador en límite proporcionada por el dispositivo #6 225 de una manera de múltiples saltos. En un ejemplo, basado en las limitaciones de la funcionalidad de salto múltiple, los dispositivos que están en cobertura y que también están conectados a través de la funcionalidad de malla al enrutador en límite no transmitirán mensajes de descubrimiento, a diferencia de aquellos fuera de cobertura. Tal escenario de ejemplo da como resultado un sistema que admite un enlace de comunicación de un solo salto para dispositivos con cobertura y enlaces de comunicación de múltiples saltos para dispositivos sin cobertura.

El dispositivo pasa de estar en cobertura a estar fuera de cobertura

En un ejemplo, si el dispositivo # 7 estaba actuando como un enrutador en límite y se sale de la cobertura, no puede continuar actuando como un enrutador en límite. Por lo tanto, debe dejar de reenviar los datos recibidos en la malla a la estación base a través de la conectividad celular, ya que ya no está conectado a la estación base. Además, el dispositivo # 7 debe dejar de enviar anuncios de enrutadores a enrutadores en malla y nodos finales. Además, el dispositivo # 7 debe dejar de enviar mensajes de descubrimiento que indiquen que puede proporcionar conectividad en malla. Como tal, el dispositivo # 7 debe funcionar como un dispositivo fuera de cobertura 245. En un ejemplo, el dispositivo #7 245 puede entonces hacer transición para funcionar como un enrutador en malla para enrutar las comunicaciones entre el dispositivo #8 445 y el dispositivo en cobertura #6 225 que funciona como un enrutador en límite. En este ejemplo adicional, la unidad de comunicación inalámbrica puede proporcionar un servicio de enrutador en malla a varios otros dispositivos fuera de cobertura de una manera de múltiples saltos.

Elección del enrutador en límite cuando algunos dispositivos quedan fuera de la cobertura celular

A diferencia del caso en la Figura 4, donde todos los dispositivos están en cobertura y tienen la opción de conectarse directamente a la estación base, dispositivos como el dispositivo 245 de la Figura 2 que se encuentran fuera de la

cobertura celular no tienen más remedio que usar la tecnología de malla a través de un enrutador en límite. Por lo tanto, es importante que los dispositivos que están en cobertura ofrezcan la funcionalidad de enrutador en límite a los dispositivos fuera de cobertura. Por ejemplo, y haciendo referencia de nuevo a la figura 4, aunque el dispositivo #6 solo puede ver dos dispositivos o nodos (por ejemplo, el dispositivo # 4 y supongamos que el dispositivo 245 está fuera de cobertura), con el dispositivo # 4 como un enrutador en límite, es importante que el dispositivo # 6 se convierta en un enrutador en límite para proporcionar el dispositivo 245 en la figura 2 con conectividad.

En un ejemplo, el dispositivo 245 puede indicar en una bandera que está fuera de la cobertura celular. En un ejemplo, cualquier otro dispositivo (en cobertura) que pueda ver el dispositivo 245 puede activar su funcionalidad de enrutador en límite al comenzar a transmitir balizas de malla activas. En el contexto de los ejemplos de la invención, una baliza de malla activa abarca transmisiones de baliza asociadas con la conectividad en malla. Por ejemplo, el identificador de conjunto de servicios (SSID) y el identificador de conjunto de servicios de difusión (BSSID) para una implementación de red en malla WiFi™ podrían indicar una red en malla activa que proporciona conectividad. En algunos ejemplos, se prevé que las balizas de malla activas también puedan incluir información de calidad de canal en el nodo B, para que la utilice el enrutador en límite. En algunos ejemplos, también se prevé que también se proporcione la energía de la batería del enrutador en límite. De esta manera, si un dispositivo puede escuchar múltiples balizas de malla activas, los nodos finales potenciales podrían seleccionar una malla sobre otra malla en función de esta información, por ejemplo, si un dispositivo puede escuchar dos balizas de malla activas, puede decidir unirse al que dice que tiene la mejor calidad de canal para la estación base celular.

El dispositivo 245 vería las balizas de malla activas del dispositivo # 6 (y quizás otros dispositivos en cobertura que hayan visto el mensaje de descubrimiento original del dispositivo 245 y que también hayan conmutado a su funcionalidad del enrutador en límite). El dispositivo 245 seleccionaría entonces el mejor de estos dispositivos en función de la potencia de baliza recibida de las balizas de malla activas que se transmitieron.

En un ejemplo, y haciendo referencia a la figura 6, una modificación para tener en cuenta esta característica es que los mensajes de descubrimiento en 604 también pueden contener una indicación de si el dispositivo está en cobertura. Por lo tanto, cuando el dispositivo # 6 y el dispositivo 245 intercambian información de descubrimiento, el dispositivo # 6 descubre que es vecino de un dispositivo fuera de cobertura durante la primera etapa 600. En esta situación, el dispositivo # 6 puede retirarse del proceso de votación de la segunda etapa e inmediatamente activar la funcionalidad del enrutador en límite.

Por lo tanto, y volviendo a la figura 5, se muestra un diagrama de flujo de ejemplo 500 de una unidad de comunicación inalámbrica configurada para decidir la funcionalidad de malla, de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

En 502, el dispositivo 245 busca, por ejemplo, balizas de malla activas de otro dispositivo que indica que está funcionando (o que puede funcionar) como un enrutador en límite activo. Si tal otro dispositivo, tal como el dispositivo #6 225 de la figura 4, se encuentra en 504, el dispositivo 245 conectado al dispositivo #6 225 y por lo tanto forma una red en malla. Se obtiene una dirección IPv6 de los anuncios de enrutador del dispositivo #6 225 configurado para funcionar como enrutador en límite en 506.

Si no se encuentran balizas de malla activas de otro dispositivo en 504, el dispositivo, por ejemplo, dispositivo 245, determina si está dentro de la cobertura celular en 508. Si el dispositivo, por ejemplo, dispositivo 245, determina que no está dentro de la cobertura celular en 508, elige un número aleatorio para crear su propio ID de descubrimiento, como se aclaró anteriormente, en 510. El dispositivo luego participa en un proceso de descubrimiento de primera etapa para localizar vecinos en 512, en la figura 5. El dispositivo también continúa buscando una baliza de malla activa que indica que está dentro de la cobertura, por ejemplo, cobertura WiFi™, de un enrutador en límite activo en 514. En algunos ejemplos, si el dispositivo recibe una baliza de descubrimiento de etapa 1, y si esto indica "en cobertura", entonces el dispositivo en cobertura también puede conmutar a su funcionalidad en malla (como en 528) y comenzar a transmitir una baliza de malla activa, que será recibido por este dispositivo y terminará en 518.

Si no se encuentra una baliza de malla activa adecuada en 516, el dispositivo continúa buscando cobertura celular, ya sea directa (no mostrada) o mediante un enrutador en límite activo en 514 o para descubrir un vecino que pueda proporcionar cobertura 512 en malla. Si se encuentra una baliza de malla activa adecuada en 516, el dispositivo se conecta al dispositivo que transmite la baliza de malla activa, por ejemplo, el dispositivo #6 225, y de este modo forma una red en malla. Se obtiene una dirección IPv6 de los anuncios de enrutador del dispositivo #6 225 configurado para funcionar como enrutador en límite en 518.

Si el dispositivo, por ejemplo, el dispositivo 245 determina que está dentro de la cobertura celular en 508, por ejemplo, se ha movido para convertirse efectivamente en un dispositivo 225 en cobertura que se conecta a la red celular y obtiene una dirección IPv6 de los anuncios de enrutador enviados desde una puerta de acceso en la red de núcleo celular. El dispositivo (ahora un dispositivo 225 en cobertura) elige un número aleatorio para crear su propia ID de descubrimiento, como se aclaró anteriormente, en 522. El dispositivo luego participa en un proceso de descubrimiento de primera etapa (como se describe en la figura 5) para localizar vecinos en 524. Si el dispositivo 225 en cobertura determina en 526 que se puede conectar a un dispositivo fuera de cobertura, el (ahora) dispositivo 225 en cobertura

usa DHCPv6 para obtener un prefijo delegado y se reconfigura para actuar como un enrutador en límite en 528. El (ahora) dispositivo 225 en cobertura comienza a transmitir balizas de malla activas.

Si el (ahora) dispositivo 225 en cobertura determina en 526 que no se puede conectar a un dispositivo fuera de cobertura, el (ahora) dispositivo 225 en cobertura determina si se encontraron dispositivos vecinos en 530. Si no se encontraron dispositivos vecinos en 530, el (ahora) dispositivo 225 en cobertura regresa a 524, es decir, continúa buscando vecinos. Sin embargo, si el (ahora) dispositivo 225 en cobertura determina que se encontraron uno o más dispositivos vecinos en 530, comienza la operación de la segunda etapa de la figura 5. En particular, el (ahora) dispositivo 225 en cobertura realiza un proceso de votación eliminatoria por ronda con cualquier otro dispositivo identificado en 532. En algunos ejemplos, el proceso de votación de eliminación puede basarse en uno o más de: CQI, energía de la batería, número de vecinos que utilizan un descubrimiento de segunda etapa, etc. Por ejemplo, ambos dispositivos realizan una función empírica a priori para determinar, por ejemplo, un único parámetro de calidad a partir de los parámetros comunicados

El resultado de que ambos dispositivos realicen la función empírica a priori es que el dispositivo con la métrica de mayor calidad será el "ganador" en 534. En un ejemplo, el perdedor dejará de participar en el proceso de votación de la etapa 2, es decir, dejará de transmitir mensajes de descubrimiento de la etapa 2. Se prevé que, en algunos ejemplos, los dispositivos puedan transmitirse los resultados entre sí para confirmar el "ganador" y/o el "perdedor". Aunque solo se muestra una iteración del proceso de votación, se prevé que se puedan realizar múltiples rondas de votación, y cada ronda especificará un "ganador". De esta manera, se seleccionará un dispositivo óptimo. En un ejemplo, cualquier dispositivo que aún esté transmitiendo los mensajes de descubrimiento de la etapa 2 cuando expire un temporizador (como el temporizador T2 en la figura 7) se declarará ganador general.

En 536, el ganador general usará DHCPv6 para obtener un prefijo delegado de la red celular, que puede enviar, por ejemplo, en anuncios de enrutadores ICMPv6 y asumir el papel de un enrutador en límite. Si el dispositivo no ganó el proceso de votación en 534, el dispositivo se conecta a la red en malla que posteriormente se activará debido a las acciones del ganador y obtiene una dirección IPv6 de los anuncios de enrutador del enrutador en límite en 538.

La figura. 6 ilustra un diagrama de flujo 600 de una primera etapa de un proceso para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un enrutador en límite en un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención. Por ejemplo, el diagrama de flujo 600 de una primera etapa de un proceso para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un enrutador en límite puede emplearse en la operación en 524 en la figura 5. En la primera etapa, se debe encontrar una cantidad de vecinos únicos observados de manera consistente. Por ejemplo, haciendo referencia de nuevo a la Figura 4, este proceso identificará la unidad de comunicación inalámbrica # 4, como el enrutador en límite candidato seleccionado, ya que todas las demás unidades de comunicación inalámbrica tendrán menos números de vecinos con los que podrán comunicarse en una conexión WiFi™. Se prevé que, en otros ejemplos, se pueda utilizar otra tecnología de interconexión de malla, por ejemplo, Bluetooth™ 802.15.4, etc. Primero, el contador "N" se establece en cero, en 602. En un ejemplo, cada unidad de comunicación inalámbrica puede seleccionar una Identidad de descubrimiento. Por ejemplo, una identidad de descubrimiento puede seleccionarse de un valor aleatorio de un espacio de gran número (digamos un número de 32 bits). Cuanto mayor es el espacio numérico, menor es la posibilidad de que dos dispositivos elijan el mismo valor, como se ilustra en 522 en la figura 5.

A continuación, en 604, se realiza una operación de descubrimiento. En un ejemplo, la operación de descubrimiento es realizada por cada unidad de comunicación inalámbrica que transmite sus propios mensajes de descubrimiento (por ejemplo, una baliza de descubrimiento de primera etapa) y busca recibir mensajes de descubrimiento de otros dispositivos. En algunos ejemplos, esta operación de descubrimiento se realiza durante un periodo de tiempo limitado (p. Ej. T1). En algunos ejemplos, los mensajes de descubrimiento pueden incluir la identidad de descubrimiento de la unidad de comunicación inalámbrica de transmisión para intercambiar información entre dispositivos descubiertos. En algunos ejemplos, cada unidad de comunicación inalámbrica registra los detalles de la ID de descubrimiento de todos los dispositivos descubiertos. En un ejemplo, cuando el temporizador T1 ha expirado, cada unidad de comunicación inalámbrica registra todos los dispositivos únicos que descubrió (por ejemplo, registra todos los diferentes ID de descubrimiento que se han encontrado), los almacena en un vector y los etiqueta con el número de iteración, en 606.

Luego se determina en 610 si las iteraciones han terminado. Si se determina que las iteraciones no han terminado, por ejemplo, no se ha alcanzado el contador, este proceso se repite durante varias iteraciones,  $N_{búsqueda}$ . Sin embargo, si se determina que las iteraciones han terminado en 610, cada unidad de comunicación inalámbrica examina el contenido de los vectores  $N_{búsqueda}$  (almacenados en 606) y determina el número de dispositivos vecinos (identificados por su ID de descubrimiento) que se producen en todos los N vectores. Esto proporciona el número de vecinos únicos observados consistentemente.

La figura 7 ilustra un diagrama de flujo 700 de una segunda etapa de un proceso para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un enrutador en límite en un sistema de comunicación inalámbrico de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención. Por ejemplo, el diagrama de flujo 700 de una segunda etapa de un proceso para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un enrutador en límite puede

emplearse en la operación en 532 en la figura 5, siguiendo la unidad de comunicación inalámbrica que ya ha encontrado vecinos.

5 Sin embargo, si se encontró al menos un vecino en 702, el proceso se mueve a 704 donde se inicia un segundo temporizador (T2). Posteriormente, el descubrimiento se realiza en 706. Sin embargo, esta vez, se utiliza un nuevo formato de mensaje de descubrimiento de segunda etapa. En un ejemplo, el nuevo mensaje de descubrimiento de la segunda etapa incluye uno o más de: la (misma) ID de descubrimiento, el número de vecinos únicos observados consistentemente (de 612) y una métrica de calidad, por ejemplo, una métrica de indicador de calidad de canal (CQI) para la red celular o un nivel de baliza de estación base, por ejemplo, y una métrica de disponibilidad de batería/energía (importante dispositivos IO2). En 708, se determina si el dispositivo ha recibido una respuesta de segunda etapa de otro dispositivo con sus métricas. Si no se ha recibido respuesta en 708, el proceso enlaza a 706.

15 Si se ha recibido al menos un informe con las mismas métricas en 708, ambos dispositivos realizan una operación de votación (al menos). Por ejemplo, en 710, ambos dispositivos realizan una función empírica a priori para determinar, por ejemplo, un único parámetro de calidad a partir de los parámetros del mensaje de la segunda etapa comunicados en 706. En algunos ejemplos, se prevé que un mensaje de votación puede incluir información de calidad del canal en el nodo B. En algunos ejemplos, también se prevé que también se pueda proporcionar la energía de la batería del enrutador en límite.

20 El resultado de que ambos dispositivos realicen la función empírica a priori es que el dispositivo con la métrica de mayor calidad será declarado el "ganador" de esa operación de votación en particular. En un ejemplo, en un enfoque de transmisión basado en difusión, el "ganador" de esa operación de votación en particular puede continuar transmitiendo mensajes de descubrimiento de la segunda etapa (por ejemplo, del formulario descrito en 706) y recibir respuestas, por ejemplo, de otros dispositivos, como en 712. En algunos ejemplos, esto puede involucrar varias rondas de votación similares a las definidas en 706, 708, 710. Por el contrario, el "perdedor" puede dejar de transmitir o enviar mensajes de descubrimiento, como en 713. En un ejemplo alternativo, en un enfoque de transmisión basado en el descubrimiento, los dispositivos pueden transmitir los resultados entre sí para confirmar el "ganador" y/o el "perdedor".

30 En 714 se determina si el segundo temporizador (T2) ha expirado. Si el segundo temporizador (T2) no ha expirado en 714, el proceso pasa a 706. Sin embargo, si el segundo temporizador (T2) ha expirado en 714, el dispositivo ganador activará su funcionalidad de enrutador en límite en 716 para comenzar una malla activa al comenzar a transmitir balizas de malla activa y dejar de transmitir los mensajes de descubrimiento de la etapa 2. En algunos ejemplos, este dispositivo "ganador" también puede usar DHCPv6 para obtener un prefijo delegado de la red, que puede enviar, por ejemplo, en anuncios de enrutador ICMPv6.

35 Ventajosamente, al realizar una medición de vecinos observados constantemente, los UE en movimiento no se seleccionarán como enrutadores en límite.

40 Por lo tanto, en algunos ejemplos, se pueden usar varios mensajes nuevos para encontrar vecinos. Como se indicó anteriormente, se puede describir un primer mensaje nuevo en forma de balizas de malla activas que se utilizan para identificar un dispositivo como un enrutador en límite. En algunos ejemplos, esta nueva baliza puede comprender información sobre la red en malla que está soportando. En algunos ejemplos, esto puede usar mensajes de difusión simples, para el paso 532 en la figura 5)

45 Con referencia ahora a la figura 8, se ilustra un segundo formato 800 de mensaje de ejemplo que puede usarse en el diagrama de flujo de un proceso (primera etapa) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un enrutador en límite en la figura 6, así como el paso 524 en la figura 5, de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención. El segundo formato 800 de mensaje de ejemplo comprende, en este ejemplo al menos, un identificador de descubrimiento (ID) 805, y una bandera 810 que indica si el dispositivo está dentro o fuera de la cobertura celular. El formato 800 de segundo mensaje de ejemplo puede emplearse en una operación de descubrimiento activo (primera etapa) con una indicación adicional de que el dispositivo está en la etapa descrita para encontrar vecinos. Aunque el formato 800 de segundo mensaje de ejemplo ilustra un ID de descubrimiento 805 de 32 bits, y un indicador 810 de 1 bit, se prevé que otros tamaños de campo se puedan utilizar igualmente, por ejemplo, en función del número de dispositivos o tecnología inalámbrica, etc.

55 Con referencia ahora a la figura 9, ilustra un formato 900 de tercer mensaje de ejemplo, que puede usarse en el diagrama de flujo de la figura 7, así como el paso 532 en la figura 5, para un proceso (segunda etapa) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un enrutador en límite, de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención. El formato 900 de tercer mensaje de ejemplo puede usarse para realizar votaciones con el fin de determinar qué dispositivo debe ser el enrutador en límite. El formato 900 del tercer mensaje de ejemplo comprende, en este ejemplo al menos, uno o más de: (a) una indicación de que el tercer mensaje se relaciona con la indicación de votación, (b) ID de descubrimiento 905, (c) un número de vecinos únicos descubiertos 910, (d) uno o más indicadores de calidad de canal (CQI) u otra métrica 915 de calidad celular, (d) indicación 920 de energía de batería. Aunque el formato 900 del tercer mensaje de ejemplo ilustra una ID de descubrimiento 905 de 32 bits, varios vecinos únicos descubrieron 910 de 5 bits, uno o más CQI 915 de 4 bits, y la indicación de energía de batería 920 de

4 bits, se prevé que otros tamaños de campo se pueden usar igualmente, por ejemplo, en función del número de dispositivos o tecnología inalámbrica, etc.

Los dispositivos en cobertura tienen la opción de conectividad

5 Con referencia ahora a la figura 10, se ilustra una visión general de un sistema de comunicación inalámbrico mediante el cual una unidad de comunicación inalámbrica dentro de un área de cobertura de una celda de comunicación está configurada con opciones de conectividad a Internet, por ejemplo, se necesita una decisión entre el uso de cobertura celular y una cobertura de salto único enlace de comunicación, de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención. La figura 10 muestra el caso de un dispositivo 1025 en cobertura configurado para actuar como un nodo final, pero también retransmitido a través de un enrutador en límite a Internet 110. El enlace celular entre el dispositivo e Internet 110 se muestra en gris porque, aunque puede estar activo o no, el dispositivo podría establecerlo si es necesario.

15 En este escenario, existen dos rutas para tráfico de alta o baja prioridad para el dispositivo 225 en cobertura. Por ejemplo, la unidad 1025 de comunicación inalámbrica puede haber establecido previamente un portador celular para la red celular y tener un contexto NAS en el MME, pero ahora puede estar en un modo inactivo RRC. Por lo tanto, existe un contexto en la infraestructura celular pero no hay un portador de radio activo. En estas condiciones, el dispositivo 1025 que actúa como nodo final tiene dos direcciones IPv6, por lo que puede elegir seleccionar una ruta u otra según la prioridad y el tipo de tráfico. Por ejemplo, para el tráfico de alta prioridad, la unidad 1025 de comunicación inalámbrica puede decidir que es mejor usar la ruta celular directa (eso implicaría obtener una conexión RRC en la red celular y enviar datos a lo largo de esta ruta). Para el tráfico de menor prioridad, la ruta de conectividad en malla a través de otro nodo de cobertura que actúa como un enrutador en límite sería más apropiado. Por lo tanto, en algunos ejemplos, se puede realizar una prueba de prioridad de calidad de servicio (QoS) simple para determinar la mejor ruta.

25 Las direcciones IP en LTE™ generalmente son proporcionadas por la puerta de acceso 415 de PDN o un servidor DHCP externo separado. La primera dirección está asociada con la conexión directa 1015 a través de la red celular, es decir, anuncios de enrutadores que se transmiten a través de enlaces de transporte enviados directamente a través de la infraestructura celular. La segunda dirección se obtiene a través de anuncios de enrutador enviados desde el dispositivo 225 de enrutador en límite.

35 Por lo tanto, es posible que el dispositivo 1025 elija la ruta a la que se envían los datos a Internet. Se sigue una primera ruta desde el establecimiento de una conexión RRC a la red celular (si no está establecida actualmente) y el envío de datos directamente (utilizando la dirección IP obtenida de los anuncios de enrutadores enviados desde la red, generalmente desde un PGW en el caso LTE, pero podría ser de otra funcionalidad fuera del EPC. Es probable que el uso de esta primera opción proporcione una conexión de latencia más baja, aunque puede costar más energía y sobrecarga de señalización. Por lo tanto, el tipo de tráfico influirá en la decisión de usar una u otra ruta (y la dirección IP asociada).

40 Una segunda opción es usar la conectividad en malla 1020, a un dispositivo 225 de enrutador en límite local y enviar datos a través de este dispositivo usando la dirección IP obtenida de los anuncios de enrutador enviados desde el dispositivo 225 de enrutador en límite.

45 Para admitir dos opciones de enrutamiento, el servidor 1005 de aplicación reside dentro de Internet 110 para reconocer que se puede acceder al dispositivo 1025 a través de dos direcciones. En un ejemplo, el servidor 1005 de aplicación puede reconocer de manera similar que debe usar una dirección, por ejemplo, asociada con la funcionalidad de malla, para datos de baja prioridad y alta tolerancia al retraso (a través del enrutador en malla 225) y la otra dirección, asociada con la conexión 1015 directa para datos tolerantes a alta prioridad, baja demora. En este ejemplo, el dispositivo 1025 necesitaría registrar ambas direcciones con el servidor 1005 de aplicación. De esta manera, el dispositivo 1025 puede decidir finalmente suspender el enlace 1015 directo si el enlace 1020, 1010 de comunicación con conexión de malla a través del enrutador 225 en límite es aceptable.

55 Debe tenerse en cuenta que para mantener un contexto dentro del núcleo de paquetes evolucionado (EPC) de un sistema LTE™ (incluso cuando no haya una RRC\_connection, es decir, el dispositivo está realizando la funcionalidad de modo inactivo), el dispositivo debe realizar actualizaciones de área de seguimiento periódico (TAU) y escuchar periódicamente los mensajes de búsqueda, lo que cuesta energía. Por lo tanto, los dispositivos que desean conservar aún más energía pueden perder su contexto EPC (es decir, pasar del modo registrado de gestión de movilidad del sistema de paquetes evolucionado (EMM) al modo desregistrado EMM) al dejar de enviar TAU.

60 El dispositivo pasa de fuera de cobertura a dentro de cobertura

65 Con referencia ahora a la figura 11, se ilustra una visión general de un sistema 1100 de comunicación inalámbrica mediante el cual una unidad de comunicación inalámbrica entra en un área de cobertura de una celda de comunicación y se configura para realizar una función diferente de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención. Cada una de las unidades 225 de comunicación inalámbrica se encuentra dentro del área de cobertura de la celda de comunicación y, por lo tanto, puede comunicarse sobre un portador LTE™ 221 con una puerta de acceso

de paquetes (PGW) 415 en la red central a través de eNodeB 210 y puerta de acceso de servicio (SGW) 420. El PGW 415 está conectado a una red pública, como Internet 110. Aquí, la comunicación WiFi™ ilustrada como una línea de puntos, representa una comunicación de rango inferior que está dispuesta para transpirar entre las unidades 225 de comunicación inalámbrica. Se prevé que, en otros ejemplos, la conectividad en malla podría utilizar tecnologías adicionales o alternativas, como Bluetooth™ o 802.15.4, por ejemplo. Por lo tanto, LTE™ proporciona la cobertura de red de área amplia y WiFi™ se utiliza para la conectividad en malla entre dispositivos. La comunicación WiFi™ puede usarse para determinar qué unidad 225 de comunicación inalámbrica es la más adecuada para ser identificada como un enrutador en límite cuando se encuentra dentro de un área de cobertura de una celda de comunicación.

La figura 11 muestra otro dispositivo 245 que está fuera de la cobertura celular. Por lo tanto, el dispositivo 245 busca mensajes de descubrimiento o balizas, así como canales de transmisión LTE™ (BCH). Por lo tanto, cuando la cobertura está fuera del celular, el dispositivo 245 intenta escuchar dos tecnologías separadas: (i) para determinar cuándo está dentro del alcance de un enrutador UE/límite de modo dual que transmite balizas detectables, así como (ii) intenta escuchar la red celular para averiguar si se ha movido dentro de la cobertura de la red celular. Si el dispositivo 245 recibe una baliza de un dispositivo en cobertura, forma una red en malla.

Como se ilustra, si el dispositivo 245 fuera de cobertura se mueve dentro de la cobertura de la red celular, es decir, dentro del rango de transmisiones desde eNodeB 210, el dispositivo puede mantener la comunicación de malla WiFi™ con el dispositivo 225 de enrutador en límite. Adicionalmente, o alternativamente, el dispositivo 245 puede establecer una conexión RRC con la red celular directamente en 1115, por ejemplo, si los requisitos de calidad de servicio (QoS) del tráfico lo ameritan. Por lo tanto, el dispositivo 245 puede estar en condiciones de seleccionar entre las dos opciones en cuanto a cómo recibe conectividad a Internet. Si el dispositivo 245 no estaba dentro de una malla (es decir, no tenía conectividad en absoluto), entonces debería comenzar desde la parte superior del diagrama de flujo descrito en la figura 5. En algunos ejemplos, si la QoS de conectividad en malla es aceptable, entonces el dispositivo 245 puede detener incluso la búsqueda de cobertura celular, ahorrando así más energía de la batería al no realizar estas mediciones.

En algunos ejemplos, se prevé que las balizas de malla activas también puedan incluir información de calidad de canal en el nodo B, para que la utilice el enrutador en límite. En algunos ejemplos, también se prevé que también se pueda proporcionar la energía de la batería del enrutador en límite. De esta manera, si un dispositivo puede escuchar múltiples balizas de malla activas, los nodos finales potenciales podrían seleccionar una malla sobre otra malla en función de esta información, por ejemplo, si un dispositivo puede escuchar dos balizas de malla activas, puede decidir unirse al que dice que tiene la mejor calidad de canal para la estación base celular.

Con referencia ahora a la figura 12, se ilustra un sistema informático típico 1200 que puede emplearse para implementar la conmutación controlada por software entre un primer modo de operación donde un enlace de retorno puede estar disponible y un segundo modo de operación donde un enlace de retorno puede no estar disponible en algunas realizaciones de ejemplo de la invención. Los sistemas informáticos de este tipo pueden usarse en unidades de comunicación inalámbricas. Los expertos en la técnica relevante también reconocerán cómo implementar la invención utilizando otros sistemas informáticos o arquitecturas. El sistema de computación 1200 puede representar, por ejemplo, un ordenador de escritorio, ordenador portátil, dispositivo de computación manual (PDA, teléfono celular, ordenador de bolsillo, etc.), mainframe, servidor, cliente o cualquier otro tipo de dispositivo de cómputo de propósito especial o general según sea deseable o apropiado para una determinada aplicación o entorno. El sistema 1200 de computación puede incluir uno o más procesadores, como un procesador 1204. El procesador 1204 puede implementarse utilizando un motor de procesamiento de propósito general o especial, como, por ejemplo, un microprocesador, microcontrolador u otra lógica de control. En este ejemplo, el procesador 1204 está conectado a un bus 1202 u otro medio de comunicación.

El sistema 1200 de computación también puede incluir una memoria principal 1208, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM) u otra memoria dinámica, para almacenar información e instrucciones que debe ejecutar el procesador 1204. La memoria principal 1208 también se puede usar para almacenar variables temporales u otra información intermedia durante la ejecución de las instrucciones a ejecutar por el procesador 1204. El sistema 1200 informático también puede incluir una memoria de solo lectura (ROM) u otro dispositivo de almacenamiento estático acoplado al bus 1202 para almacenar información estática e instrucciones para el procesador 1204.

El sistema 1200 informático también puede incluir el sistema 1210 de almacenamiento de información, que puede incluir, por ejemplo, una unidad 1212 de medios y una interfaz 1220 de almacenamiento extraíble. La unidad 1212 de medios puede incluir una unidad u otro mecanismo para soportar medios de almacenamiento fijos o extraíbles, como una unidad de disco duro, una unidad de disquete, una unidad de cinta magnética, una unidad de disco óptico, una unidad de disco compacto (CD) o video digital (DVD) unidad de lectura o escritura (R o RW) u otra unidad de medios extraíble o fija. Los medios 1218 de almacenamiento pueden incluir, por ejemplo, un disco duro, disquete, cinta magnética, disco óptico, CD o DVD u otro medio fijo o extraíble que se lee y escribe en la unidad 1212 de medios. Como ilustran estos ejemplos, los medios 1218 de almacenamiento pueden incluir un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene software de ordenador particular o datos almacenados en el mismo.

En realizaciones alternativas, el sistema 1210 de almacenamiento de información puede incluir otros componentes similares para permitir que se carguen programas informáticos u otras instrucciones o datos en el sistema 1200 informático. Dichos componentes pueden incluir, por ejemplo, una unidad 1222 de almacenamiento extraíble y una interfaz 1220, como un cartucho de programa y una interfaz de cartucho, una memoria extraíble (por ejemplo, una memoria flash u otro módulo de memoria extraíble) y una ranura de memoria, y otras unidades 1222 de almacenamiento extraíble e interfaces 1220 que permiten transferir software y datos desde la unidad 1218 de almacenamiento extraíble al sistema 1200 informático.

El sistema 1200 de computación también puede incluir una interfaz 1224 de comunicaciones. La interfaz 1224 de comunicaciones se puede utilizar para permitir que el software y los datos se transfieran entre el sistema 1200 informático y los dispositivos externos. Los ejemplos de la interfaz 1224 de comunicaciones pueden incluir un módem, una interfaz de red (como una tarjeta Ethernet u otra tarjeta NIC), un puerto de comunicaciones (como, por ejemplo, un puerto de bus serie universal (USB), una ranura y tarjeta PCMCIA, etc. El software y los datos transferidos a través de la interfaz 1224 de comunicaciones tienen la forma de señales que pueden ser electrónicas, electromagnéticas y ópticas u otras señales que pueden ser recibidas por la interfaz 1224 de comunicaciones. Estas señales se proporcionan a la interfaz 1224 de comunicaciones a través de un canal 1228. Este canal 1228 puede transportar señales y puede implementarse utilizando un medio inalámbrico, alambre o cable, fibra óptica u otro medio de comunicación. Algunos ejemplos de un canal incluyen una línea telefónica, un enlace de teléfono celular, un enlace de RF, una interfaz de red, una red de área local o amplia y otros canales de comunicación.

En este documento, los términos “producto de programa de ordenador”, “medio legible por ordenador” y similares pueden usarse generalmente para referirse a medios tales como, por ejemplo, memoria 1208, dispositivo 1218 de almacenamiento o unidad 1222 de almacenamiento. Estas y otras formas de medios legibles por ordenador pueden almacenar una o más instrucciones para el uso del procesador 1204, para hacer que el procesador realice operaciones específicas. Dichas instrucciones, generalmente denominadas “código de programa informático” (que pueden agruparse en forma de programas informáticos u otras agrupaciones), cuando se ejecutan, permiten que el sistema 1200 informático realice funciones de realizaciones de la presente invención. Tenga en cuenta que el código puede causar directamente que el procesador realice operaciones específicas, se compile para hacerlo y/o se combine con otros elementos de software, hardware y/o firmware (por ejemplo, bibliotecas para realizar funciones estándar) para hacerlo así.

En una realización donde los elementos se implementan usando software, el software puede almacenarse en un medio legible por ordenador y cargarse en el sistema 1200 informático usando, por ejemplo, la unidad 1222 de almacenamiento extraíble, la unidad 1212 o la interfaz 1224 de comunicaciones. La lógica de control (en este ejemplo, instrucciones de software o código de programa de ordenador), cuando es ejecutada por el procesador 1204, hace que el procesador 1204 realice las funciones de la invención como se describe en este documento.

Se apreciará además que, por razones de claridad, las realizaciones descritas de la invención con referencia a diferentes unidades funcionales y procesadores pueden modificarse o reconfigurarse con cualquier distribución adecuada de funcionalidad entre diferentes unidades funcionales o procesadores es posible, sin restarle importancia la invención. Por ejemplo, la funcionalidad ilustrada para ser realizada por procesadores o controladores separados puede ser realizada por el mismo procesador o controlador. Por lo tanto, las referencias a unidades funcionales específicas solo deben verse como referencias a medios adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita, en lugar de ser indicativas de una estructura u organización lógica o física estricta.

Los aspectos de la invención pueden implementarse en cualquier forma adecuada que incluya hardware, software, firmware o cualquier combinación de estos. La invención puede implementarse opcionalmente, al menos en parte, como software informático que se ejecuta en uno o más procesadores de datos y/o procesadores de señales digitales. Por ejemplo, el software puede residir en un producto de programa de ordenador no transitorio que comprende código de programa ejecutable para aumentar la cobertura en un sistema de comunicación inalámbrico.

En un ejemplo, el producto de programa informático tangible no transitorio que comprende código ejecutable almacenado en el mismo puede usarse para seleccionar una unidad de comunicación remota inalámbrica para configuración como un enrutador en límite en un sistema de comunicación inalámbrico que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbrica. El código del programa ejecutable puede ser operable para, cuando se ejecuta en la unidad de comunicación inalámbrica remota: comunicarse con al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica utilizando una primera tecnología; comunicarse con un nodo de red celular utilizando una segunda tecnología; procesar los primeros mensajes recibidos de al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica; y configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un enrutador en límite para admitir comunicaciones de red en malla utilizando la primera tecnología basada, al menos en parte, en la información obtenida de los primeros mensajes recibidos procesados.

En un ejemplo, el producto de programa informático tangible no transitorio que comprende código ejecutable almacenado en el mismo puede usarse para seleccionar un protocolo de Internet, IP, dirección, para un servidor de aplicaciones que se puede acoplar a un sistema de comunicación inalámbrico que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas. El código del programa ejecutable puede ser operable para, cuando se ejecuta en

5 el servidor de aplicaciones que comprende: almacenar las direcciones de protocolo de internet, IP, para las múltiples unidades de comunicación remota inalámbrica, en donde al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica tiene asignadas múltiples direcciones IP; seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP en función de los diferentes tipos de datos de comunicación que la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica desea admitir; e instruir a la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica para usar la dirección IP seleccionada.

10 En un ejemplo, el producto de programa informático tangible no transitorio que comprende código ejecutable almacenado en él puede usarse para seleccionar la conectividad a Internet. El código del programa ejecutable puede ser operable para, cuando se ejecuta en una unidad de comunicación remota inalámbrica: comunicarse con un nodo de red celular utilizando una primera tecnología empleada con conectividad en malla a través de al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica o una segunda tecnología empleada con una conexión; y seleccionar la conectividad de Internet para la comunicación usando: una primera dirección de protocolo de Internet, IP, asociada con la funcionalidad de malla para enrutar datos tolerantes a baja prioridad, y alta demora a través de un enrutador en límite y el nodo de red celular; o una segunda dirección IP asociada con la conexión directa al nodo de la red celular para datos tolerantes a alta prioridad, baja demora.

15 En un ejemplo, el producto de programa informático tangible no transitorio que comprende código ejecutable almacenado en él puede usarse para configurar una unidad de comunicación remota inalámbrica con funcionalidad de enrutador en malla. El código del programa ejecutable puede ser operativo para, cuando se ejecuta en la unidad de comunicación remota inalámbrica: comunicarse con un nodo de red celular utilizando una primera tecnología empleada con conectividad en malla a través de al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica o una segunda tecnología empleada con una conexión; recibir primeros mensajes utilizando la primera tecnología empleada con conectividad en malla de al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica; determinar cuándo la unidad de comunicación remota inalámbrica sale de la cobertura del nodo de la red celular y, en respuesta a esto, configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica con la funcionalidad de enrutador en malla que transfiere datos de un nodo a otro dentro de una red en malla utilizando la primera tecnología basada sobre, al menos en parte, la información obtenida de los primeros mensajes recibidos.

20 Por lo tanto, los elementos y componentes de una realización de la invención pueden implementarse física, funcional y lógicamente de cualquier manera adecuada. De hecho, la funcionalidad puede implementarse en una sola unidad, en una pluralidad de unidades o como parte de otras unidades funcionales. Los expertos en la materia reconocerán que los bloques funcionales y/o elementos lógicos aquí descritos pueden implementarse en un circuito integrado para su incorporación en una o más de las unidades de comunicación.

25 En un primer ejemplo de un circuito integrado, el circuito integrado puede ser adecuado para una unidad de comunicación remota inalámbrica para comunicarse con un nodo de red celular y otras unidades de comunicación remota inalámbrica. En este primer ejemplo, el circuito integrado comprende: al menos un puerto receptor configurado para recibir primeros mensajes usando una primera tecnología de al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para recibir segundos mensajes usando una segunda tecnología desde el nodo de red celular; al menos un puerto transmisor configurado para transmitir primeros mensajes usando la primera tecnología a al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para transmitir usando la segunda tecnología al nodo de red celular; y un procesador acoplado a al menos un puerto del receptor y a al menos un puerto del transmisor y dispuesto para configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un enrutador en límite para admitir comunicaciones de red en malla utilizando la primera tecnología basada, al menos en parte, en la información obtenida de los primeros mensajes recibidos de al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica.

30 En un segundo ejemplo de un circuito integrado, el circuito integrado puede ser adecuado para un servidor de aplicaciones acoplable a un sistema de comunicación inalámbrico que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas. En este segundo ejemplo, el circuito integrado comprende: una memoria configurada operativamente para almacenar direcciones de protocolo de Internet (IP) para las múltiples unidades de comunicación remota inalámbrica, en la que al menos a una unidad de comunicación remota inalámbrica se le asignan múltiples direcciones IP; un procesador, acoplado operativamente a la memoria, y configurado para seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP en función de los diferentes tipos de datos de comunicación que la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica desea admitir; y un transmisor configurado para indicar a la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica que use la dirección IP seleccionada.

35 En un tercer ejemplo de un circuito integrado, el circuito integrado puede ser adecuado para una unidad de comunicación remota inalámbrica. En este tercer ejemplo, el circuito integrado comprende: al menos un puerto tranceptor configurado para comunicarse con un nodo de red celular utilizando una primera tecnología empleada con conectividad en malla a través de al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica o una segunda tecnología empleada con una conexión directa; y un procesador acoplado a al menos un puerto del tranceptor y configurado para seleccionar la conectividad a Internet usando: una primera dirección de protocolo de internet, IP, asociada con la funcionalidad en malla para enrutar datos tolerantes a baja prioridad y alta demora a través de un enrutador en límite y el nodo de red celular; o una segunda dirección IP asociada con la conexión directa al nodo de la red celular para datos tolerantes a alta prioridad y baja demora.



5 En un cuarto ejemplo de un circuito integrado, el circuito integrado puede ser adecuado para una unidad de comunicación remota inalámbrica. En este cuarto ejemplo, el circuito integrado comprende: al menos un puerto transceptor configurado para comunicarse con un nodo de red celular utilizando una primera tecnología empleada con conectividad en malla a través de al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica o una segunda tecnología empleada con una conexión directa; y un procesador acoplado a al menos un puerto del transceptor y dispuesto para determinar cuándo la unidad de comunicación remota inalámbrica sale de la cobertura del nodo de la red celular y, en respuesta a esto, configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica con la funcionalidad de enrutador en malla que transfiere datos desde un nodo a otro nodo dentro de una red en malla usando la primera tecnología basada, al menos en parte, en la información obtenida de los primeros mensajes recibidos usando la primera tecnología empleada con conectividad en malla de al menos otra unidad de comunicación remota inalámbrica.

15 Además, se pretende que los límites entre los bloques lógicos sean meramente ilustrativos y que las realizaciones alternativas puedan fusionar bloques lógicos o elementos de circuito o imponer una composición alternativa de funcionalidad sobre diversos bloques lógicos o elementos de circuito. Se pretende además que las arquitecturas representadas en el presente documento sean meramente ejemplares, y que de hecho se puedan implementar muchas otras arquitecturas que logren la misma funcionalidad.

20 Aunque la presente invención se ha descrito en relación con algunas realizaciones de ejemplo, no se pretende que se limite a la forma específica establecida en este documento. Más bien, el alcance de la presente invención está limitado solo por las reivindicaciones adjuntas. Además, aunque puede parecer que una característica se describe en relación con realizaciones particulares, un experto en la materia reconocería que varias características de las realizaciones descritas pueden combinarse de acuerdo con la invención. En las reivindicaciones, el término "que comprende" no excluye la presencia de otros elementos o pasos.

25 Además, aunque se enumeran individualmente, se pueden implementar una pluralidad de medios, elementos o pasos de método, por ejemplo, por una sola unidad o procesador. Además, aunque se pueden incluir características individuales en diferentes reivindicaciones, estas posiblemente se pueden combinar ventajosamente, y la inclusión en diferentes reivindicaciones no implica que una combinación de características no sea factible y/o ventajosa. Además, la inclusión de una característica en una categoría de reivindicaciones no implica una limitación a esta categoría, sino que indica que la característica es igualmente aplicable a otras categorías de reivindicaciones, según corresponda.

35 Además, el orden de las características en las reivindicaciones no implica ningún orden específico en el que se deban realizar las características y, en particular, el orden de los pasos individuales en una reivindicación de método no implica que los pasos se deban realizar en este orden. Por el contrario, los pasos se pueden realizar en cualquier orden adecuado. Además, las referencias singulares no excluyen una pluralidad. Por lo tanto, las referencias a "un", "uno", "primero", "segundo", etc. no excluyen una pluralidad.

**REIVINDICACIONES**

1. Un servidor (1005) de aplicaciones acoplable a un sistema de comunicación inalámbrico que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas, comprendiendo el servidor de aplicaciones:
- 5 una memoria configurada operativamente para almacenar direcciones de protocolo de Internet, IP, para las múltiples unidades de comunicación remota inalámbrica, en la que al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica tiene asignadas múltiples direcciones IP;
- 10 un procesador, acoplado operativamente a la memoria, y configurado para seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP en función de los diferentes tipos de datos de comunicación que la al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica desea admitir;
- 15 y un transmisor configurado para indicar a la al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica que use la dirección IP seleccionada, caracterizada porque el procesador está configurado para seleccionar una primera dirección IP asociada con una ruta de conectividad en malla a través de otra unidad de comunicación remota inalámbrica para datos tolerantes a baja prioridad y alta demora o una segunda dirección IP asociada con una ruta celular directa a una red celular para datos tolerantes a alta prioridad, baja demora.
- 20 2. El servidor (1005) de aplicación de cualquier reivindicación 1 precedente que comprende además un receptor operativamente acoplado a la memoria y al procesador y configurado para recibir una solicitud de registro de al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica, donde la solicitud de registro comprende múltiples direcciones IP.
- 25 3. Un circuito integrado para un servidor (1005) de aplicaciones acoplable a un sistema de comunicación inalámbrico que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas, el circuito integrado caracterizado por:
- 30 una memoria configurada operativamente para almacenar direcciones de protocolo de Internet, IP, para las múltiples unidades de comunicación remota inalámbrica, en la que al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica tiene asignadas múltiples direcciones IP;
- 35 un procesador, acoplado operativamente a la memoria, y configurado para seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP en función de los diferentes tipos de datos de comunicación que la al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica desea admitir; y
- 40 un transmisor configurado para indicar a la al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica que use la dirección IP seleccionada, caracterizada porque el procesador está configurado para seleccionar una primera dirección IP asociada con una ruta de conectividad en malla a través de otra unidad de comunicación remota inalámbrica para datos tolerantes a baja prioridad, alta demora o una segunda dirección IP asociada con una ruta celular directa a una red celular para datos tolerantes a alta prioridad, baja demora.
- 45 4. El circuito integrado de la reivindicación 3 que comprende además un puerto receptor acoplado operativamente a la memoria y al procesador y configurado para recibir una solicitud de registro de al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica, donde la solicitud de registro comprende múltiples direcciones IP.
- 50 5. Un método para un servidor (1005) de aplicaciones que se puede acoplar a un sistema de comunicación inalámbrico que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbrica para seleccionar una dirección de protocolo de internet, IP, el método caracterizado por:
- 55 almacenar direcciones de protocolo de Internet, IP, para las múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas, en la que al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica tiene asignadas múltiples direcciones IP;
- seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP en función de los diferentes tipos de datos de comunicación que la al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica desea admitir; e
- 60 instruir a la al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica para usar la seleccionada Dirección IP; en el que el método se caracteriza por:
- seleccionar una primera dirección IP asociada con una ruta de conectividad en malla a través de otra unidad de comunicación remota inalámbrica para datos tolerantes a baja prioridad, alta demora o una segunda dirección IP asociada con una ruta celular directa a una red celular para datos tolerantes a alta prioridad, baja demora
- 65 6. El método de la reivindicación 5, que comprende además recibir una solicitud de registro de al menos una unidad de comunicación remota, donde la solicitud de registro comprende múltiples direcciones IP.
7. Un producto de programa de ordenador tangible no transitorio que comprende código ejecutable almacenado en el mismo para seleccionar una dirección de protocolo de Internet, IP, para un servidor (1005) de aplicaciones que se

puede acoplar a un sistema de comunicación inalámbrico que comprende múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas, en donde el código es operable para, cuando se ejecuta en, el servidor de aplicaciones:

5 almacenar direcciones de protocolo de Internet, IP, para las múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas, en la que al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica tiene asignadas múltiples direcciones IP;

seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP en función de los diferentes tipos de datos de comunicación que la al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica desea admitir; e

10 instruir a la al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica para que use la dirección IP seleccionada, en donde el código se caracteriza por:

15 seleccionar una primera dirección IP asociada con una ruta de conectividad en malla a través de otra unidad de comunicación remota inalámbrica para datos tolerantes a baja prioridad, alta demora o una segunda dirección IP asociada con una ruta celular directa a una red celular para datos tolerantes a alta prioridad, baja demora.

8. El producto de programa informático tangible no transitorio de la reivindicación 7, en el que el código es operable además para recibir una solicitud de registro de al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica, donde la solicitud de registro comprende múltiples direcciones IP.

20 9. Un sistema de comunicación inalámbrico que comprende:

múltiples unidades de comunicación remota inalámbricas; y

25 un servidor (1005) de aplicaciones que comprende:

30 una memoria configurada operativamente para almacenar direcciones de protocolo de Internet, IP, para las múltiples unidades de comunicación remota inalámbrica, en la que al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica tiene asignadas múltiples direcciones IP;

un procesador, acoplado operativamente a la memoria, y configurado para seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP en función de los diferentes tipos de datos de comunicación que la al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica desea admitir; y

35 un transmisor configurado para instruir a la al menos una unidad (225) de comunicación remota inalámbrica, en la que el sistema de comunicación inalámbrica se caracteriza porque el procesador está configurado para seleccionar una primera dirección IP asociada con una ruta de conectividad en malla a través de otra unidad de comunicación remota inalámbrica para datos tolerantes a baja prioridad, alta demora o una segunda dirección IP asociada con una ruta celular directa a una red celular para datos tolerantes a alta prioridad y baja demora.

40

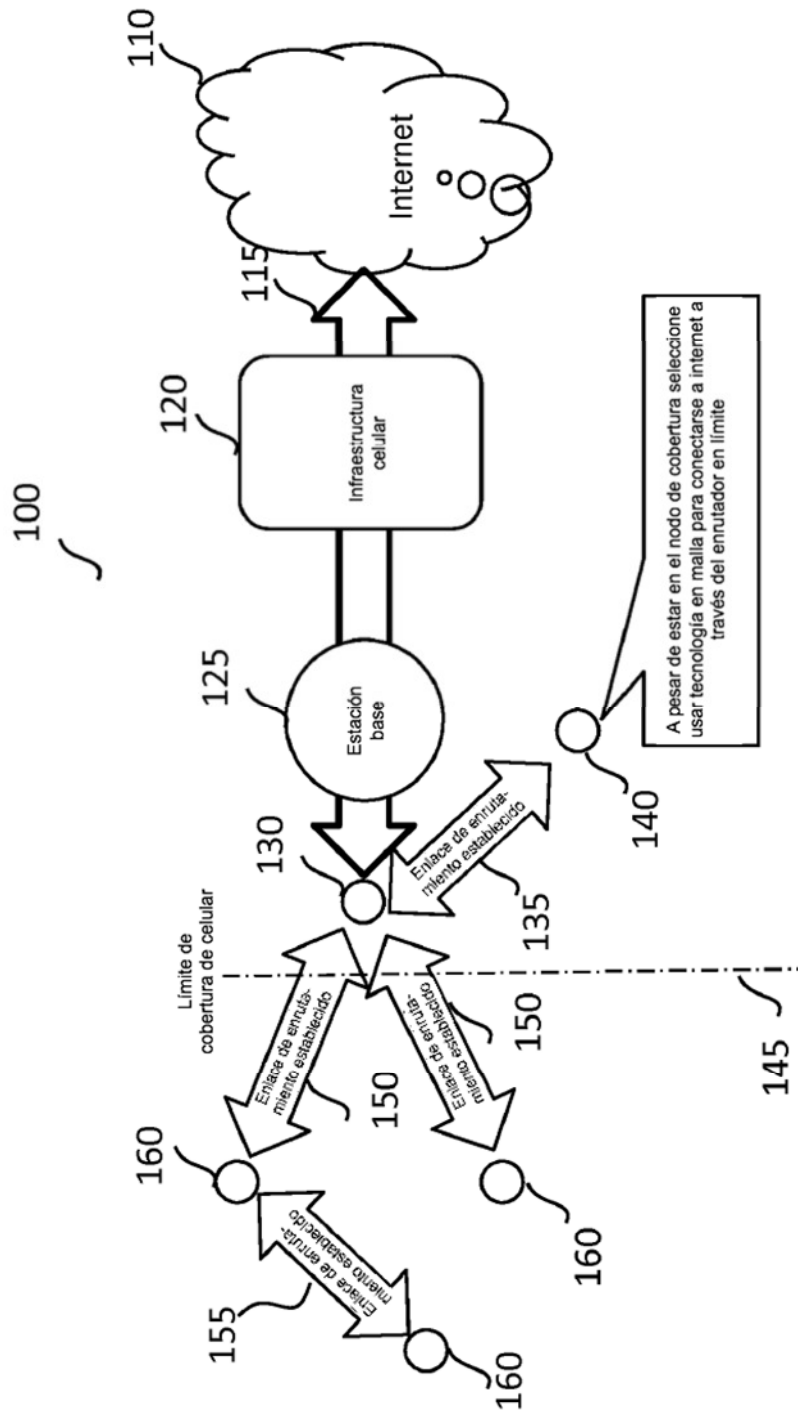


FIG. 1 - Técnica anterior

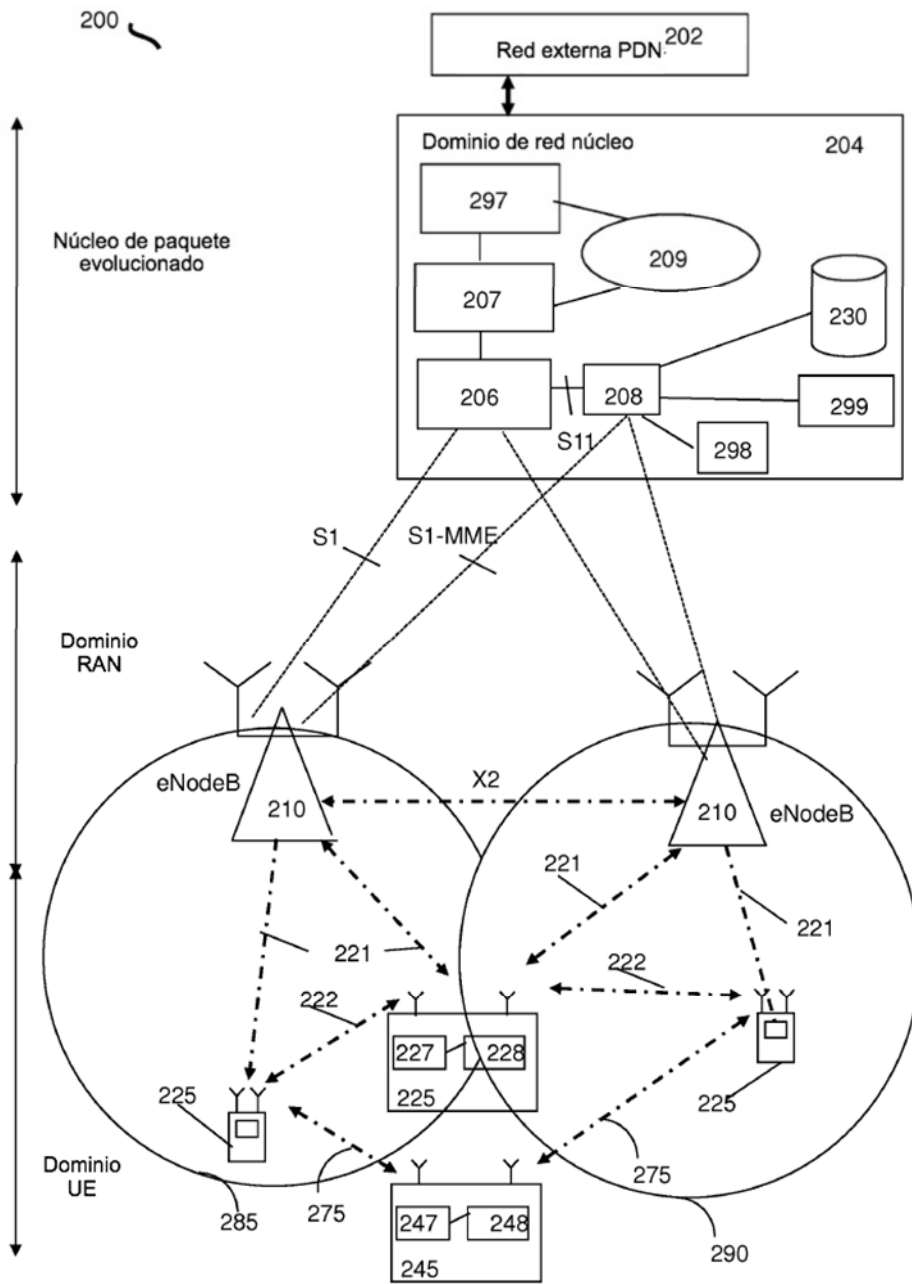


FIG. 2

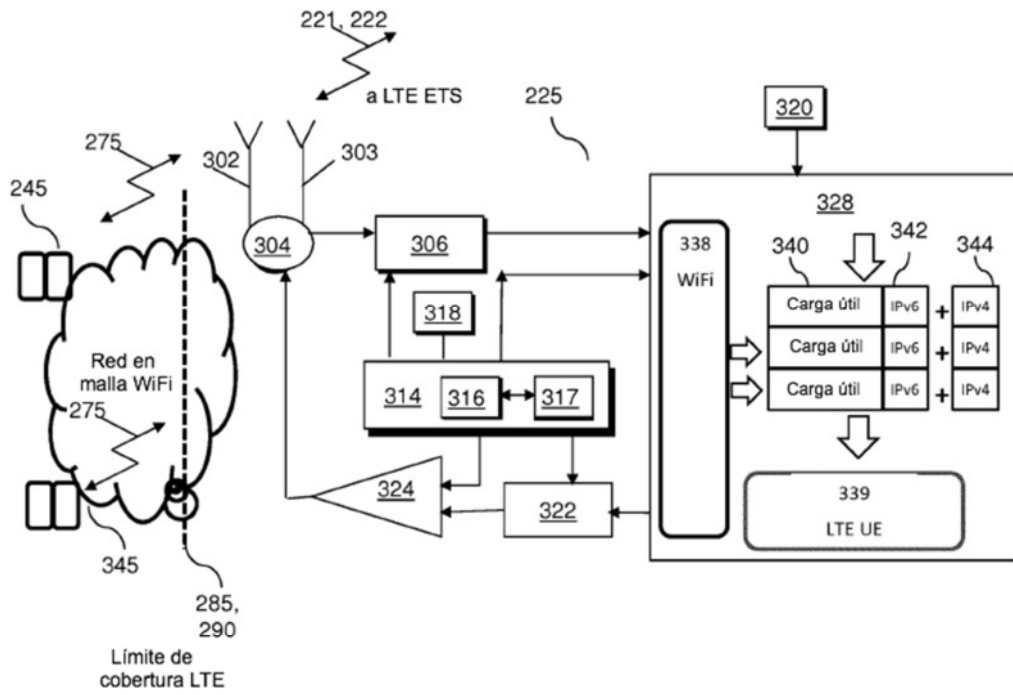


FIG. 3

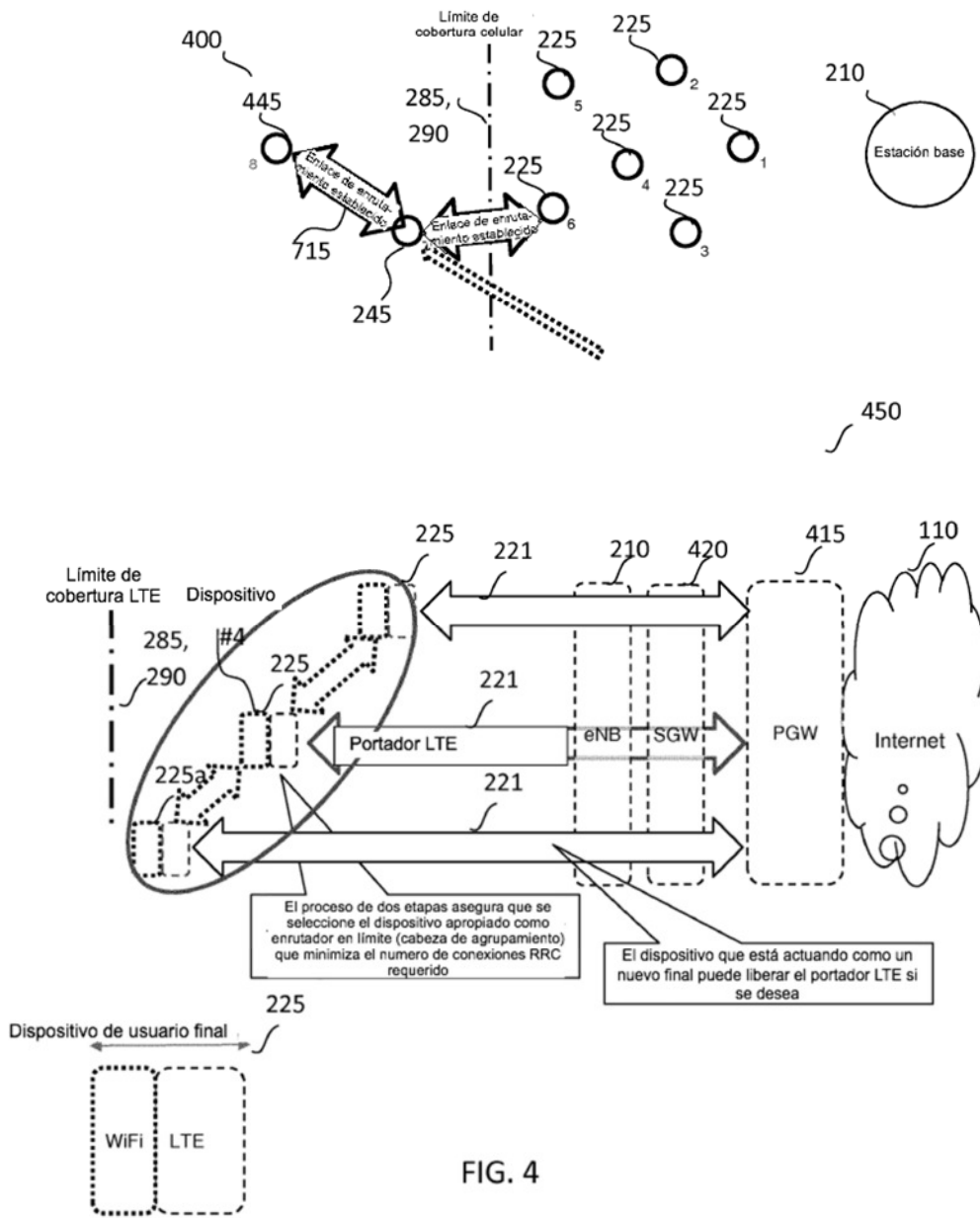


FIG. 4

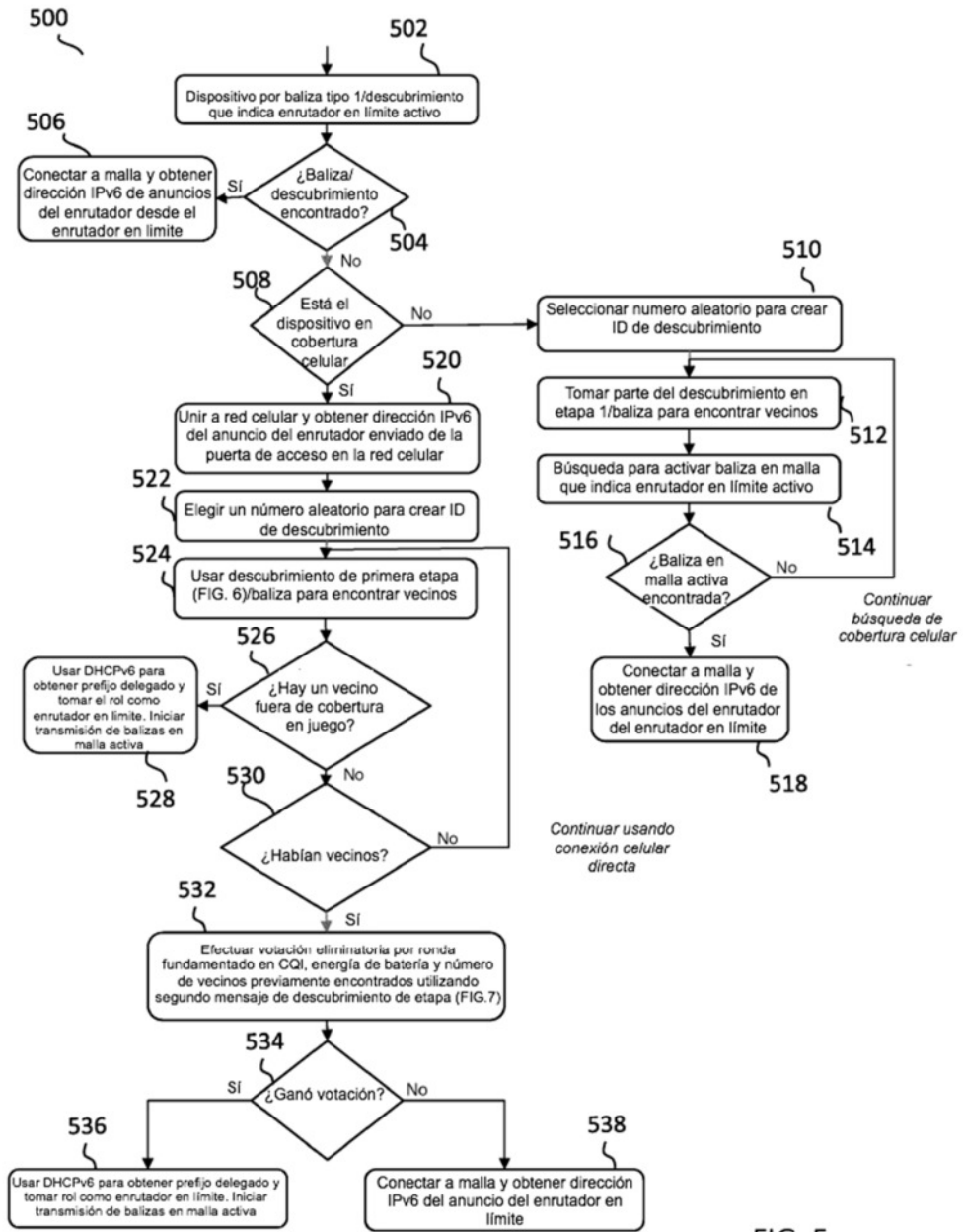


FIG. 5



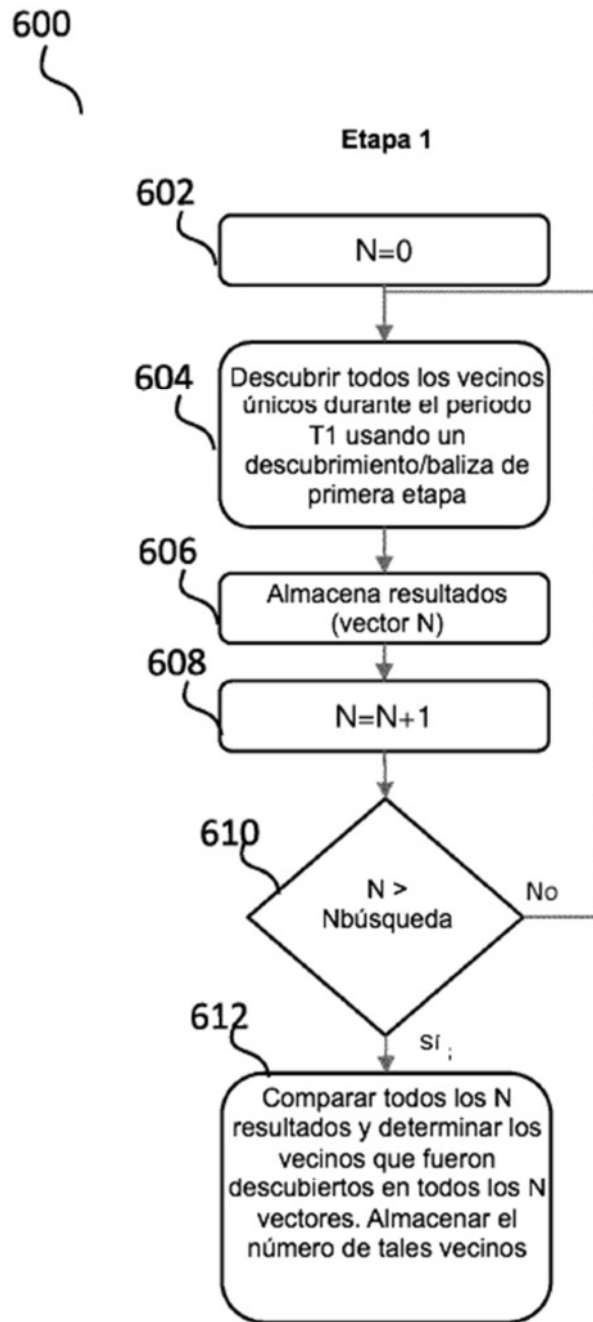
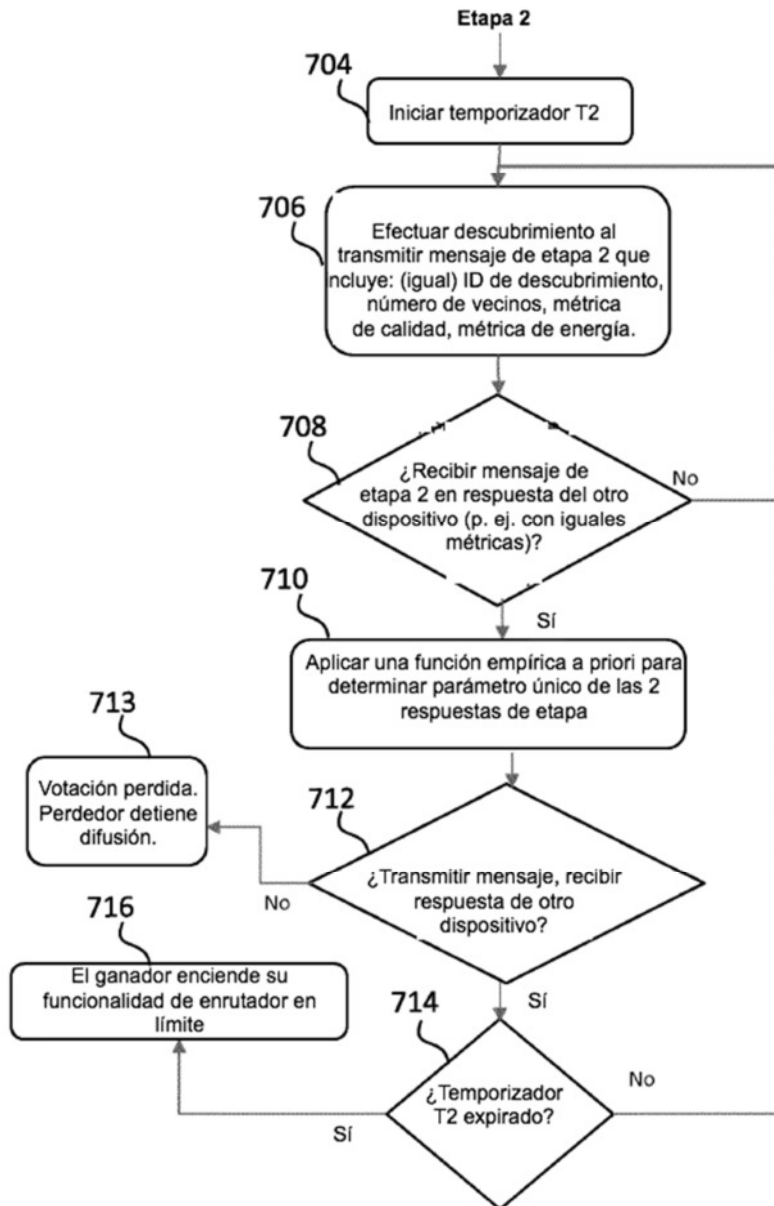


FIG. 6

700



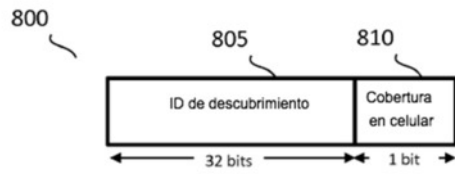


FIG. 8

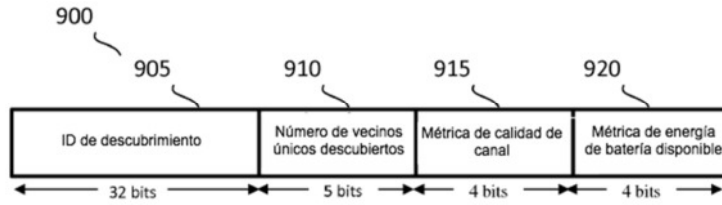


FIG. 9

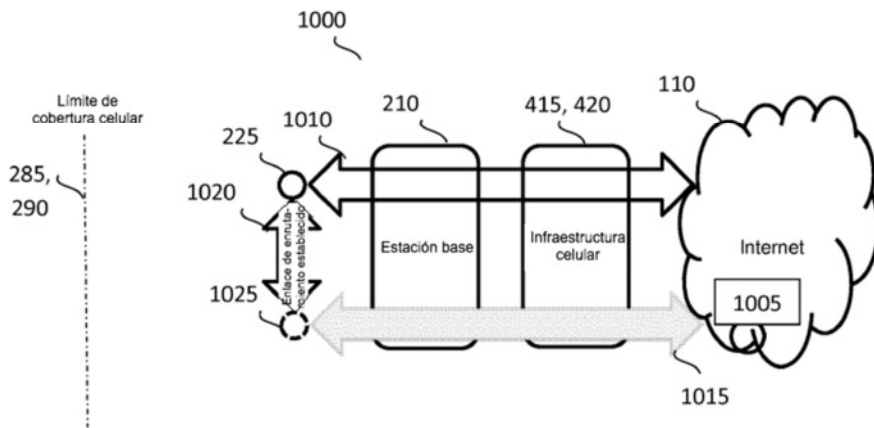


FIG. 10

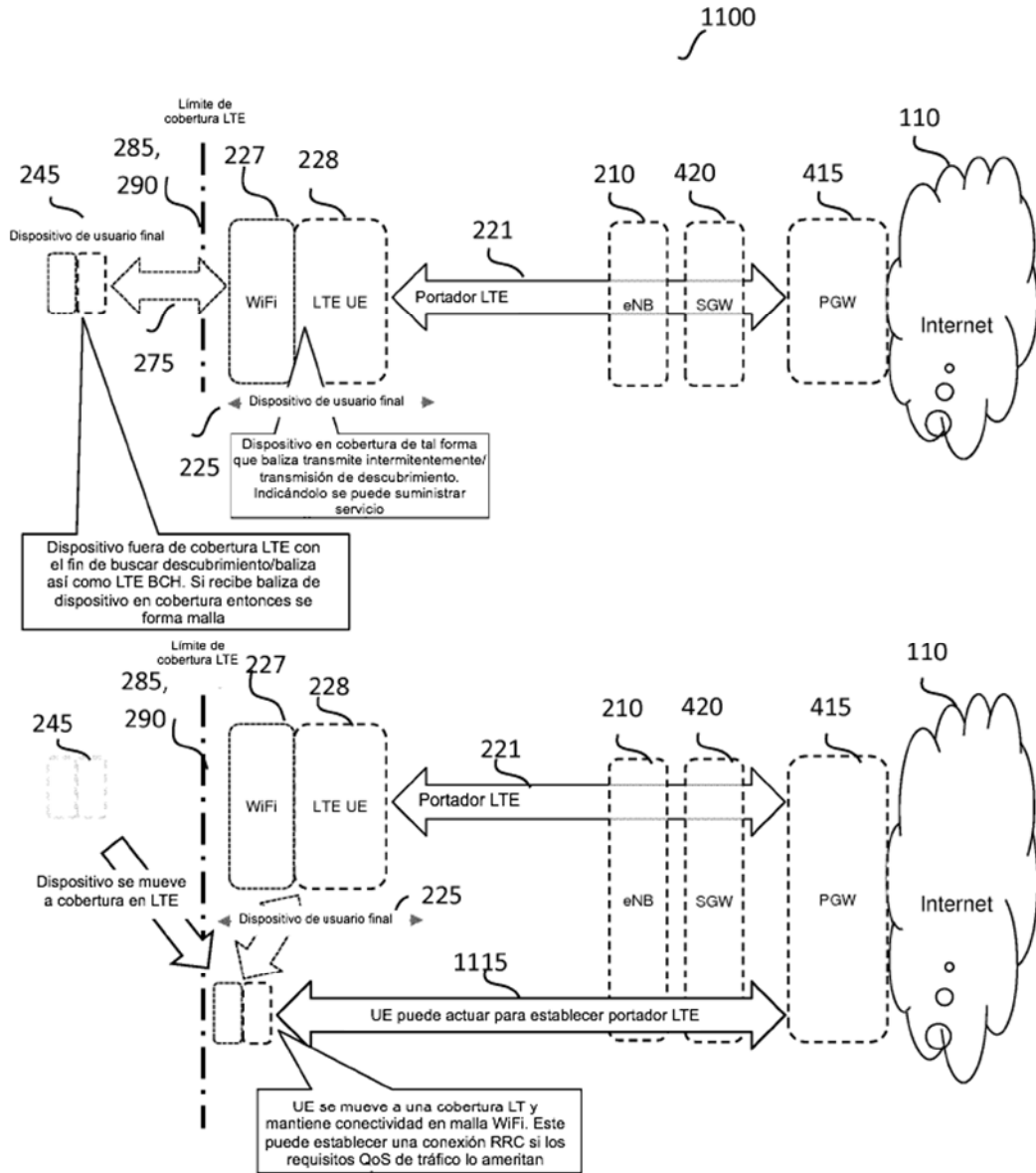


FIG. 11

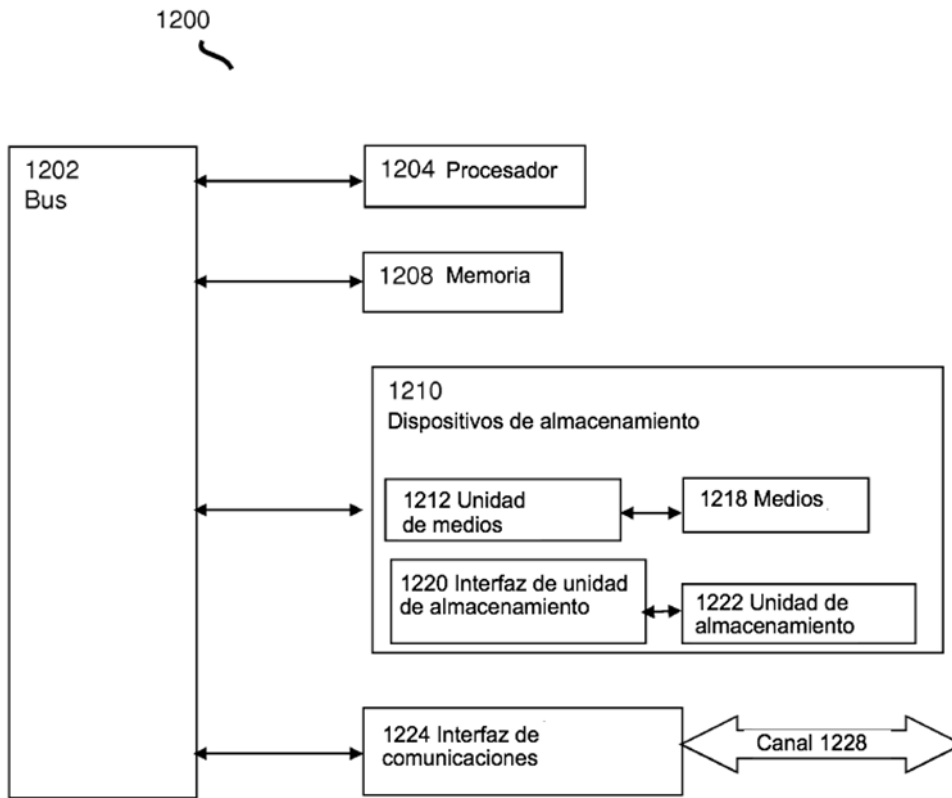


FIG. 12