

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 738 385**

51 Int. Cl.:

H04W 88/04 (2009.01)

H04W 84/20 (2009.01)

H04W 84/22 (2009.01)

H04W 88/06 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.10.2016 E 16193802 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.04.2019 EP 3157304**

54 Título: **Funcionalidad de encaminador dinámico en redes celulares**

30 Prioridad:

16.10.2015 GB 201518318

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

22.01.2020

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 2 738 385 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

Funcionalidad de encaminador dinámico en redes celulares

Campo técnico

5 El campo de esta invención se refiere en general a unidades de comunicación inalámbrica que realizan funcionalidad de encaminador en el borde de sistemas de comunicación celular inalámbricos.

Antecedentes

10 Un reciente desarrollo en comunicaciones inalámbricas de tercera generación (3G) es la norma de comunicación celular de Evolución a Largo Plazo (LTE), en ocasiones denominados como sistemas de 4ª generación (4G). Ambas de estas tecnologías cumplen con las normas del Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la Tercera Generación (3GPP™). Independientemente de si asignaciones espectrales de LTE usan asignaciones de segunda generación (2G) o 3G existentes que se replantean para sistemas de cuarta generación (4G), o nuevas asignaciones espectrales para comunicaciones móviles existentes, generalmente usarán espectro emparejado para operación de dúplex por división de frecuencia (FDD).

15 LTE (y otras tecnologías celulares) soporta la operación de IPv6. Usar IPv6 es cómodo para la asignación en la que el UE de LTE actúa como un encaminador para permitir conectividad IP para muchos dispositivos de usuario de extremo, posiblemente en un número de diferentes subredes.

Topología de malla directa es una en la que una red de malla existe pero hay al menos un nodo de destino que proporciona conectividad a la red. Dentro de este contexto existen 3 tipos de dispositivos: nodos de extremo, encaminadores de malla y encaminadores de borde.

20 Nodos de extremo son dispositivos de comunicación que comunican usando tecnología de transporte de malla (habitualmente WiFi™) a o bien un encaminador de borde o bien un encaminador de malla. Un dispositivo de nodo de extremo no proporciona ninguna funcionalidad de encaminamiento para datos desde otros dispositivos. Dispositivos de nodo de extremo pueden obtener un prefijo (dirección) de Protocolo de Internet (por ejemplo, IPv6) a partir de avisos de encaminador enviados desde encaminador de borde, que pueden retransmitirse a través de encaminadores de malla. Dispositivos de comunicación de nodo de extremo no tienen capacidad de encaminamiento y pueden operar únicamente como 'hojas' en la red de malla.

30 Dispositivos de encaminador de malla son dispositivos de comunicación que comunican usando tecnología de transporte de malla (habitualmente WiFi™) a o bien un encaminador de borde u otro encaminador de malla. Encaminadores de malla son capaces de soportar encaminamiento en la red de malla, es decir pueden retransmitir tráfico desde un segundo nodo (o bien nodo de extremo o bien otro encaminador de malla) hacia el encaminador de borde. Dispositivos de encaminador de malla proporcionan funcionalidad de encaminamiento para datos desde otros dispositivos, que pueden ser o bien un nodo de extremo o bien otro encaminador de malla. Dispositivos de encaminador de malla también obtienen un prefijo (dirección) IPv6 a partir de avisos de encaminador enviados desde encaminador de borde, que puede retransmitirse a través de encaminadores de malla.

35 Encaminadores de borde no únicamente gestionan la red de malla y comunican o bien con nodos de extremo o bien encaminadores de malla, sino que también proporcionan encaminamiento a la red IP más extensa, habitualmente una red celular o la internet pública a través de un enlace de retroceso, enlazando de este modo la red de malla a la red celular y encaminando tráfico entre las dos tecnologías. El enlace de retroceso puede lograrse mediante un número de tecnologías, por ejemplo, una conexión de Ethernet por cable, enlace WiFi™ o posiblemente una conexión de tecnología celular. Esto resulta en redes que tienen que planearse. Encaminadores de borde actúan como un encaminador solicitante en delegación de prefijo (dirección) IPv6 para obtener un prefijo IPv6, que usa en avisos de encaminador que anuncian este valor de prefijo en la red de malla. Existe al menos un encaminador de borde en cada grupo de malla. En el entorno doméstico, el encaminador de borde debe situarse en una ubicación central para proporcionar conectividad por toda la casa. En el entorno exterior más extenso, las ubicaciones de encaminadores de borde tienen que planearse por una autoridad central, habitualmente encima de farolas o en ubicaciones en las que tengan buena cobertura. Esto es extremadamente limitante porque significa que tienen que compararse dispositivos caros y la red depende de una autoridad central que puede cobrar cuotas adicionales a usuarios.

50 El documento US8743758 B1 describe un sistema que proporciona usos concurrentes de interfaces no celulares para participar tanto en redes celulares híbridas como no celulares. El documento US2014/004865 A1 describe un sistema de encaminamiento de red que usa una red celular y conectividad de malla. El documento US 2012/115518A1 describe un sistema de comunicación inalámbrica con un procedimiento de descubrimiento.

Sumario de la invención

La invención se define en las reivindicaciones independientes 1 y 9 a 11. Realizaciones de la invención se definen en las reivindicaciones dependientes.

5 En un primer aspecto de la invención, se describe una unidad de comunicación remota inalámbrica para comunicarse con un nodo de red celular y otras unidades de comunicación remotas inalámbricas. La unidad de comunicación remota inalámbrica comprende: al menos un receptor configurado para recibir primeros mensajes usando una primera tecnología desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para recibir segundos mensajes usando una segunda tecnología desde el nodo de red celular; y al menos un transmisor configurado para transmitir los primeros mensajes usando la primera tecnología a al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para transmitir usando la segunda tecnología al nodo de red celular. Un procesador se acopla a al menos un receptor y el al menos un transmisor y dispone para configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador entre la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y el nodo de red celular basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos desde la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica.

15 El primer mensaje es un mensaje de descubrimiento que incluye una identidad de descubrimiento de la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica seleccionada como un valor aleatorio por la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y el primer mensaje comprende adicionalmente una indicación de si la unidad de comunicaciones remota inalámbrica está dentro o fuera de cobertura celular.

20 De esta manera, puede seleccionarse una unidad de comunicación remota inalámbrica para realizar la función de un encaminador, o encaminador de borde en el borde de un área de cobertura celular, de una manera más eficiente.

En un ejemplo opcional de la invención, el procesador puede configurarse para investigar mensajes de descubrimiento recibidos por el al menos un receptor desde la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica para determinar las unidades de comunicación remotas inalámbricas que están dentro de alcance de la unidad de comunicación remota inalámbrica.

25 En un ejemplo opcional de la invención, el procesador puede configurarse para procesar el mensaje de descubrimiento junto con un identificador, ID, de descubrimiento recuperado para determinar un número de unidades de comunicación remotas inalámbricas vecinas únicas sistemáticamente observadas.

En un ejemplo opcional de la invención, el al menos un transmisor puede configurarse para transmitir el primer mensaje durante un periodo de tiempo limitado.

30 En un ejemplo opcional de la invención, en respuesta a la unidad de comunicación remota inalámbrica configurándose como un encaminador entre la primera tecnología y la segunda tecnología, el al menos un transmisor puede configurarse para transmitir una baliza asociada con la conectividad de malla. En un ejemplo opcional de la invención, la baliza puede comprender uno o más de un grupo de: un identificador de conjunto de servicios, SSID, un identificador de conjunto de servicios de difusión, BSSID, una indicación de una métrica de calidad para la red celular; un nivel de potencia para el nodo de red celular; una métrica de disponibilidad de batería/potencia de la unidad de comunicación remota inalámbrica.

40 En un ejemplo opcional de la invención, el al menos un transmisor puede configurarse adicionalmente para transmitir un mensaje de votación a cada al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica desde la que la unidad de comunicación remota inalámbrica recibe un primer mensaje para intercambiar de este modo información entre la unidad de comunicación remota inalámbrica y unidades de comunicación remotas inalámbricas descubiertas. En un ejemplo opcional de la invención, el mensaje de votación puede comprender un parámetro que habilita que el procesador realice un cálculo empírico a priori para determinar si la unidad de comunicación remota inalámbrica se ubica geográficamente en una mejor posición para configurarse como un encaminador que la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica. En un ejemplo opcional de la invención, el parámetro en el mensaje de votación puede comprender uno o más de un grupo de: la identidad de descubrimiento de la unidad de comunicación remota inalámbrica de transmisión; una indicación de un número de otras unidades de comunicación remotas inalámbricas únicas cuyos propios mensajes de descubrimiento se reciben sistemáticamente por la unidad de comunicación remota inalámbrica; una métrica de calidad para la red celular; un nivel de potencia para el nodo de red celular; una métrica de disponibilidad de batería/potencia de la unidad de comunicación remota inalámbrica.

50 En un ejemplo opcional de la invención, el procesador puede disponerse para configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador para soportar la transferencia de paquetes de datos desde comunicaciones de red de malla usando la primera tecnología basándose en, al menos en parte, una comparación de información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos desde al menos una otra unidad de

comunicación remota inalámbrica y el contenido de mensaje de descubrimiento transmitido.

5 En un ejemplo opcional de la invención, el procesador puede disponerse adicionalmente para configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador para soportar comunicaciones de red de malla usando la primera tecnología en respuesta a un segundo mensaje de descubrimiento recibido desde una unidad de comunicación remota inalámbrica fuera de cobertura.

10 En un ejemplo opcional de la invención, en respuesta al procesador determinando que la unidad de comunicación remota inalámbrica se ha movido fuera de cobertura del nodo de red celular, el procesador se configura para: (i) dejar de reenviar datos recibidos en la malla al nodo de red celular a través de la conectividad celular; (ii) dejar de enviar avisos de encaminador a encaminadores de malla y nodos de extremo; (iii) dejar de enviar mensajes de descubrimiento que indican que la unidad de comunicación remota inalámbrica puede proporcionar conectividad de malla; (iv) efectuar una transición para funcionar como un encaminador de malla para encaminar comunicaciones entre al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y una unidad de comunicación remota inalámbrica adicional que está funcionado como un encaminador de borde.

15 En un ejemplo opcional de la invención, el segundo mensaje puede ser una transmisión de baliza recibida desde el nodo de red celular para habilitar que la unidad de comunicación remota inalámbrica determine si está dentro de cobertura del nodo de red celular.

20 En un segundo ejemplo de la invención, se describe un circuito integrado para una unidad de comunicación remota inalámbrica para comunicarse con un nodo de red celular y otras unidades de comunicación remotas inalámbricas. El circuito integrado comprende: al menos un puerto receptor, al menos un puerto transmisor, y un procesador como se describe en el primer ejemplo, en el que el primer mensaje es un mensaje de descubrimiento que incluye una identidad de descubrimiento de la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica seleccionada como un valor aleatorio por la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y en el que el primer mensaje comprende adicionalmente una indicación de si la unidad de comunicaciones remota inalámbrica está dentro o fuera de cobertura celular.

25 En un tercer ejemplo de la invención, se describe un método de selección de una unidad de comunicación remota inalámbrica para configuración como un encaminador en un sistema de comunicación inalámbrica que comprende múltiples unidades de comunicación remotas inalámbricas. El método comprende, en la unidad de comunicación remota inalámbrica: comunicar con al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica usando una primera tecnología, comunicar con un nodo de red celular usando una segunda tecnología: procesar primeros mensajes recibidos desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica; y configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador entre la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y el nodo de red celular basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos procesados, en el que el primer mensaje es un mensaje de descubrimiento que incluye una identidad de descubrimiento de la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica seleccionada como un valor aleatorio por la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y en el que el primer mensaje comprende adicionalmente una indicación de si la unidad de comunicaciones remota inalámbrica está dentro o fuera de cobertura celular.

40 En un cuarto ejemplo de la invención, se describe un sistema de comunicación inalámbrica que comprende múltiples unidades de comunicación remotas inalámbricas. Al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica comprende: al menos un receptor configurado para recibir primeros mensajes usando una primera tecnología desde al menos una 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 transmisor configurado para transmitir los primeros mensajes usando la primera tecnología a al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para transmitir usando la segunda tecnología al nodo de red celular; y un procesador acoplado all al menos un receptor y el al menos un transmisor y dispuesto para configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador entre la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y el nodo de red celular basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos desde la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica, en el que el primer mensaje es un mensaje de descubrimiento que incluye una identidad de descubrimiento de la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica seleccionada como un valor aleatorio por la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y en el que el primer mensaje comprende adicionalmente una indicación de si la unidad de comunicaciones remota inalámbrica está dentro o fuera de cobertura celular.

55 En un ejemplo opcional, el al menos un procesador puede configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador en respuesta a procesar los primeros mensajes y determinar que la pluralidad de unidades de comunicación remotas inalámbricas requiere un número mínimo de conexiones de control de recursos de radio requeridas desde la pluralidad de unidades de comunicación remotas inalámbricas de comunicación.

En un ejemplo opcional, una pluralidad de unidades de comunicación remotas inalámbricas puede configurarse para votar entre ellas mismas para determinar cuál tiene que configurarse como un encaminador.

Breve descripción de los dibujos

5 Detalles, aspectos y realizaciones adicionales de la invención se describirán, a modo de ejemplo únicamente, con referencia a los dibujos. En los dibujos, números de referencia similares se usan para identificar elementos similares o de funcionalidad similar. Elementos en las figuras se ilustran por simplicidad y claridad y no necesariamente se han dibujado a escala.

10 La Figura 1 ilustra una vista general de un sistema de comunicación inalámbrica conocido por el que una estación móvil en el borde de un área de cobertura de una célula de comunicación se configura para actuar como un encaminador.

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

15 La Figura 3 ilustra una vista general de un sistema de comunicación inalámbrica por el que una unidad de comunicación inalámbrica puede configurarse para realizar una diversidad de funciones de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

La Figura 4 ilustra una vista general de un sistema de comunicación inalámbrica por el que una unidad de comunicación inalámbrica puede configurarse como un encaminador de borde cuando se ubica dentro de un área de cobertura de una célula de comunicación de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

20 La Figura 5 ilustra un ejemplo diagrama de flujo de una unidad de comunicación inalámbrica para decidir 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 (de primera fase) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un encaminador de borde en un sistema de comunicación inalámbrica de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

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

La Figura 8 ilustra un formato de mensaje de ejemplo a usar en el diagrama de flujo de un proceso (de primera fase) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un encaminador de borde en un sistema de comunicación inalámbrica de la Figura 6 de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

30 La Figura 9 ilustra un formato de mensaje de ejemplo a usar en el diagrama de flujo de un proceso (de segunda fase) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un encaminador de borde en un sistema de comunicación inalámbrica de la Figura 7 de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

35 La Figura 10 ilustra una vista general de un sistema de comunicación inalámbrica por el que una unidad de comunicación inalámbrica dentro de un área de cobertura de una célula de comunicación se configura con opciones de conectividad a la Internet de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

La Figura 11 ilustra una vista general de un sistema de comunicación inalámbrica por el que una unidad de comunicación inalámbrica entra en un área de cobertura de una célula de comunicación y se configura para realizar una función diferente de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención.

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

45 Expertos apreciarán que en las figuras se ilustran elementos por simplicidad y claridad y no necesariamente se han dibujado a escala. Por ejemplo, las dimensiones y/o colocación relativa de algunos de los elementos en las figuras pueden exagerarse en relación con otros elementos para ayudar a mejorar el entendimiento de diversas realizaciones de la presente invención. También, elementos comunes pero bien entendidos que son útiles o necesarios en una realización comercialmente viable a menudo no se representan para facilitar una vista menos obstaculizada de estas diversas realizaciones de la presente invención. Se apreciará adicionalmente que ciertas acciones y/o etapas pueden describirse o representarse en un orden de ocurrencia particular mientras los expertos en la materia entenderán que no se requiere en realidad tal especificidad con respecto una secuencia. Se entenderá

también que los términos y expresiones usados en este documento tienen el significado técnico ordinario como es acorde a tales términos y expresiones por expertos en el campo técnico como se expone anteriormente excepto donde se hayan expuesto de otra manera significados específicos diferentes en este documento.

Descripción detallada

- 5 Realizaciones de ejemplo de la presente invención se describen con respecto a una unidad de comunicación inalámbrica remota que realiza cualquiera de un número de funciones en un sistema de comunicación, dependiendo de sus capacidades, condiciones de comunicación predominantes y su ubicación.

10 En un primer ejemplo, una unidad de comunicación inalámbrica remota puede reconfigurarse para permitir que paquetes de datos se encaminen desde una tecnología a otra tecnología. En este primer ejemplo, encaminar desde una tecnología a otra tecnología puede incluir, en un caso de enlace ascendente (UL), que se transmitan paquetes usando una primera tecnología WiFi™ (opcionalmente encapsulada en un túnel) y a continuación transmitan usando una segunda tecnología, digamos usando una tecnología y conexión de LTE™ directa.

15 En lo sucesivo, la unidad de comunicación inalámbrica remota que se reconfigura para encaminar paquetes de datos desde una tecnología a otra tecnología se denomina que funciona como un 'encaminador' o, en casos en los que el encaminador se ubica hacia el borde de un área de cobertura celular un 'encaminador de borde'. En algunos ejemplos, la función del encaminador resulta en la modificación de encabezamientos de capa de enlace desde una tecnología a la otra pero, para la capa de red y superiores, los contenidos de paquete permanecen sustancialmente inalterados.

20 En un segundo ejemplo, una unidad de comunicación inalámbrica remota puede reconfigurarse para transferir paquetes de datos desde un nodo a otro nodo dentro de una red de malla. En este ejemplo, pueden transferirse paquetes de datos usando una primera tecnología basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de mensajes recibidos desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica dentro de la malla. En lo sucesivo, la unidad de comunicación inalámbrica remota que se reconfigura para transferir paquetes de datos desde un nodo a otro nodo dentro de una red de malla se denomina que funciona como un 'encaminador de malla'.

25 Haciendo referencia ahora a la Figura 2, se muestra en resumen un sistema de comunicación inalámbrica 200, de acuerdo con una realización de ejemplo de la invención. En esta realización de ejemplo, el sistema de comunicación inalámbrica 200 cumple con, y contiene elementos de red capaces de operar en, una interfaz aérea de sistema de telecomunicaciones móviles universales (UMTS™). En particular, la realización se refiere a la arquitectura de un sistema para un sistema de comunicación inalámbrica de Red de Acceso de Radio Terrestre de UMTS Evolucionada (E-UTRAN), que en la actualidad se está analizando en la especificación del Proyecto Común de Tecnologías Inalámbricas de la Tercera Generación (3GPP™) para Evolución a Largo Plazo (LTE), basándose en OFDMA (Acceso Múltiple por División Ortogonal de Frecuencia) en el enlace descendente (DL) y SC-FDMA (Acceso Múltiple por División en Frecuencia de Portadora Única) en el enlace ascendente (UL), como se describe en la serie de especificaciones TS 36.xxx de 3GPP™. Dentro de LTE, se definen tanto el modo Dúplex por División en el Tiempo (TDD) como Dúplex por División de Frecuencia (FDD).

30 La arquitectura de sistema de comunicación inalámbrica 200 consiste en elementos 204 de red de acceso de radio (RAN) y red principal (CN), acoplándose los elementos de red principal 204 a redes externas 202 (llamadas Redes de Datos en Paquetes (PDN)), tal como internet o una red corporativa. Los elementos de CN 204 comprenden una Pasarela de Red de Datos en Paquetes (P-GW) 207. Para servir contenido local, la P-GW puede acoplarse a un proveedor de contenido. La P-GW 207 puede acoplarse adicionalmente a una entidad de función de control de políticas y reglas (PCRF) 297 y una pasarela 206.

35 La PCRF 297 es operable para controlar la toma de decisiones de control de políticas, así como para controlar las funcionalidades de cobros basados en flujo en una función de aplicación de control de políticas PCEF (no mostrada) que puede residir en la P-GW 207. La PCRF 297 puede proporcionar adicionalmente un identificador de clase de autorización de calidad de servicio (QoS) e información de tasa de bits que indica cómo se tratará un cierto flujo de datos en la PCEF, y asegura que está de acuerdo con el perfil de suscripción de una unidad de comunicación inalámbrica 225.

40 En realizaciones de ejemplo, la pasarela 206 es una Pasarela de Servicio (S-GW). La pasarela 206 se acopla a una Entidad de Gestión de Movilidad MME 208 a través de una interfaz S11. La MME 208 es operable para gestionar el control de sesión de portadores de pasarela y se acopla operativamente a una base de datos 230 de servidor de abonado doméstico (HSS) que se dispone para almacenar información relacionada con unidad de comunicación inalámbrica de abonado 225 (tal como equipo de usuario (UE)). Como se ilustra, la MME 208 también tiene una conexión directa a cada eNodoB 210, a través de una interfaz S1-MME.

La base de datos 230 de HSS puede almacenar datos de suscripción de unidad de comunicación inalámbrica tal

como perfiles de QoS y cualquier restricción de acceso para itinerancia. La base de datos 230 de HSS también puede almacenar información relacionada con la P-GW 207 a la que puede conectarse la unidad de comunicación inalámbrica 225. Por ejemplo, estos datos pueden estar en forma de un nombre de punto de acceso (APN) o una dirección de red de datos en paquetes (PDN). Además, la base de datos 230 de HSS puede tener información
5 dinámica relacionada con la identidad de la MME 208 a la que un UE 225 se conecta o registra en la actualidad.

La MME 208 puede ser operable adicionalmente para controlar protocolos que se ejecutan entre la unidad de comunicación inalámbrica 225 y los elementos de CN 204, que se conocen comúnmente como protocolos de Estrato sin Acceso (NAS). La MME 208 puede soportar al menos las siguientes funciones que pueden clasificarse como:
10 funciones relacionadas con gestión de portadores (que pueden incluir el establecimiento, mantenimiento y liberación de portadores), funciones relacionadas con gestión de conexiones (que pueden incluir el establecimiento de la conexión y seguridad entre la red y unidad de comunicación inalámbrica 225) y funciones relacionadas con interfuncionamiento con otras redes (que pueden incluir el traspaso de llamadas de voz a redes heredadas). La pasarela 206 actúa predominantemente como un punto de ancla de movilidad y es capaz de proporcionar distribución de datos de multidifusión de protocolo de internet (IP) de plano de usuario a los eNodoB 210. La
15 pasarela 206 puede recibir contenido a través de la P-GW 207, desde uno o más proveedores de contenido 209 o a través de la PDN 202 externa. La MME 208 puede acoplarse adicionalmente a un centro de localización de móviles en servicio evolucionado (E-SMLC) 298 y un centro de localización móvil de pasarela (GMLC) 299.

El E-SMLC 298 es operable para gestionar la coordinación general y planificación de recursos requeridos para encontrar la ubicación del UE que está fijado a la RAN, en esta realización de ejemplo la E-UTRAN. La GMLC 299
20 contiene funcionalidades requeridas para soportar servicios de localización (LCS). Después de realizar una autorización, envía solicitudes de posicionamiento a la MME 208 y recibe estimadas de localización finales.

La P-GW 207 es operable para determinar asignación de dirección IP para la unidad de comunicación inalámbrica 225, así como aplicación de QoS y cargos basados en flujo de acuerdo con reglas recibidas desde la PCRF 297. La P-GW 207 es operable adicionalmente para controlar el filtrado de paquetes de IP de usuario de enlace descendente
25 en diferentes portadores basados en QoS (no mostrados). La P-GW 207 también puede servir como un ancla de movilidad para interfuncionar con tecnologías no 3GPP tal como redes CDMA2000 y WiMAX.

Como la pasarela 206 comprende una S-GW, los eNodoB 210 se conectarían a la S-GW 206 y la MME 208 directamente. En este caso, todos los paquetes de UE se transferirían a través de la S-GW 206, que puede servir como un ancla de movilidad local para los portadores de datos cuando un UE 225 se mueve entre los eNodoB 210.
30 La S-GW 206 también es capaz de retener información acerca de los portadores cuando la unidad de comunicación inalámbrica 225 está en un estado de reposo (conocido como reposo de gestión de conexión de EPS), y temporalmente almacena en memoria intermedia datos de enlace descendente mientras la MME 208 inicia radiobúsqueda de la unidad de comunicación inalámbrica 225 para reestablecer los portadores. Además, la S-GW 206 puede realizar algunas funciones administrativas en la red visitada, tal como recopilar información para cargos
35 (es decir el volumen de datos enviados o recibidos desde la unidad de comunicación inalámbrica 225). La S-GW 206 puede servir adicionalmente como un ancla de movilidad para interfuncionar con otras tecnologías 3GPP™ tal como GPRS™ y UMTS™.

Como se ilustra, la CN 204 se conecta operativamente a dos eNodoB 210, con sus respectivas zonas o células de cobertura 285, 290 y una pluralidad de unidades de comunicación inalámbrica 225 que reciben transmisiones desde
40 la CN 204 a través de los eNodoB 210. De acuerdo con realizaciones de ejemplo de la presente invención, al menos un eNodoB 210 y al menos un UE 225 (entre otros elementos) se han adaptado para soportar los conceptos descritos en lo sucesivo.

El principal componente de la RAN es un eNodoB (un nodo B evolucionado) 210, que realiza muchas funciones de estación base estándar y se conecta a la CN 204 a través de una interfaz S1 y a las unidades de comunicación inalámbrica 225 a través de una interfaz Uu. Un sistema de comunicación inalámbrica tendrá habitualmente un gran número de tales elementos de infraestructura en el que, por propósitos de claridad, se muestran únicamente un número limitado en la Figura 2. Los eNodoB 210 controlan y gestionan las funciones relacionadas con recursos de radio para una pluralidad de unidades de comunicación de abonado inalámbrica 225. Cada una de las unidades de comunicación inalámbrica 225 comprenden una unidad de transceptor 227 acoplada operativamente a lógica de procesamiento de señales 208 (con una unidad de comunicación inalámbrica ilustrada en tal detalle únicamente por propósitos de claridad). El sistema comprende muchas otras unidades de comunicación inalámbrica 225 y eNodoB 210, que no se muestran por propósitos de claridad.
50

En particular, de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo, una o más unidades de comunicación inalámbrica 225 dentro de cobertura, que pueden ubicarse hacia el alcance de cobertura de borde de LTE™, pueden seleccionarse para (re)configurarse con funcionalidad de encaminador de borde. En algunos ejemplos, la funcionalidad de encaminador de borde puede comprender configurar una red de malla que soporta, digamos, comunicaciones WiFi™. En algunos ejemplos, la red de malla que soporta, digamos, comunicaciones WiFi™, puede usarse como una pasarela a otras unidades de comunicación inalámbrica fuera de cobertura, tal como la unidad de
55

comunicación inalámbrica 245. En algunos ejemplos, unidad de comunicación inalámbrica 245 puede configurarse operar solamente con comunicaciones de red de malla para comunicarse con el EPC de LTE™ 204 a través de un enlace de comunicación WiFi™ de un solo o múltiples saltos a un encaminador de borde y posteriormente un enlace de comunicación de LTE™ al EPC LTE™ 204 a través de un eNodoB 210.

5 En realizaciones de ejemplo, se usa un mecanismo (por ejemplo, un algoritmo) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica a (re)configurar como un encaminador de borde basándose en información de vecino. Un enfoque de este tipo está en contraste a la técnica conocida de LEACH, que no usa información de vecino. LEACH también supone la misma potencia, mientras que realizaciones de ejemplo descritas en este punto no hacen una suposición tan poco realista. En contraste, algunos ejemplos descritos en este documento usan una técnica de descubrimiento para encontrar vecinos y, por lo tanto, supone que el vecino tiene tecnología similar. En algunos ejemplos, puede usarse una alternativa a una técnica de descubrimiento, con lo que puede emplearse 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 de malla está disponible.

15 En ejemplos de la invención, se soporta una red de malla dinámicamente adaptable usando un número de diferentes técnicas. Dispositivos dentro de cobertura tiene la elección de usar la red de malla o usar una conexión celular directa. En ejemplos de la invención, se soporta funcionalidad de malla de múltiples saltos para proporcionar conectividad a un encaminador de malla de borde para dispositivos dentro de cobertura. Sin embargo, como se apreciaría por un experto, sería difícil restringir esta malla. Por lo tanto, algunos ejemplos de la invención suponen que dispositivos dentro de cobertura pueden usar únicamente, como mucho, un único salto a un encaminador de malla de borde. Por lo tanto, de esta manera, nodos dentro de cobertura pueden ser únicamente encaminadores de borde o nodos de extremo.

25 El propósito de funcionalidad de malla fuera de cobertura es mejorar la cobertura. Por lo tanto, es importante que se proporcione servicio a esos dispositivos que están muy alejados del borde de cobertura celular. Como tal, de acuerdo con ejemplos de la invención, se permite funcionalidad de malla de múltiples saltos para dispositivos fuera de cobertura.

30 Para crear una malla es necesario descubrir primero dispositivos que pueden proporcionar conectividad de malla. Un mecanismo conocido para conseguir esto es que todos los nodos dentro de la malla tomen un turno para transmitir la información de baliza, como es el caso en la actualidad en por ejemplo operación de IBSS (BSS independiente también conocida como modo ad hoc) 802.11. Un dispositivo puede encontrar a continuación conectividad de malla realizando simplemente una exploración pasiva intentando encontrar balizas de una variedad apropiada.

35 En contraste, también puede usarse un proceso activo de una o dos fases; primero los dispositivos se descubren entre sí usando sondas simples (tal como petición 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 podría ser la funcionalidad de descubrimiento de servicio descrita en 802.11u. Este ejemplo propuesto de un proceso de intercambio de información bidireccional es en contraste a un proceso unidireccional conocido cuando está activa una malla real, con lo que la malla informa al dispositivo de descubrimiento acerca de los servicios que ofrece, usando información contenida en transmisiones de baliza. En un ejemplo, este intercambio de información bidireccional puede facilitar algoritmos de votación para determinar qué dispositivo debería convertirse en el encaminador de borde. En otro ejemplo, si dos dispositivos transmiten información de difusión entonces esto puede intercambiarse de una manera similar a un proceso de descubrimiento de servicios. Por lo tanto, en lo sucesivo dentro de esta descripción, el término 'difusión' incluye tanto enviar datos en una dirección desde un dispositivo, así como dos dispositivos difundiendo información entre sí de una manera de comunicación bidireccional.

45 En ejemplos de la invención, la funcionalidad de descubrimiento de dispositivo usa la misma tecnología de transporte que la malla (por ejemplo, sin comunicaciones celulares). Por lo tanto, funcionalidad de descubrimiento de dispositivo tiene aproximadamente el mismo alcance que el alcance de comunicación de la tecnología de transporte de malla.

50 Haciendo 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 práctica, puramente para los propósitos de explicación de realizaciones de la invención, la unidad de comunicación inalámbrica se describe en términos de una unidad de comunicación de abonado inalámbrica, tal como un UE 325. La unidad de comunicación inalámbrica 325 contiene una antena 302, para recibir transmisiones 321, acoplada a un conmutador de antena o duplexor 304 que proporciona aislamiento entre cadenas de recepción y transmisión dentro de la unidad de comunicación inalámbrica 225, por ejemplo proporcionando aislamiento entre LTE™ y WiFi™. Una o más cadenas de receptor, como se conoce en la técnica, incluyen circuitería frontal de receptor 306 (proporcionando de forma efectiva recepción, filtrado y conversión de frecuencia intermedia o de banda base). La circuitería frontal de receptor 306 se acopla a un procesador de señal 308 (generalmente realizado por un procesador de señales digitales (DSP)). Un experto apreciará que el nivel de integración de circuitos de receptor o componentes pueden

depender, en algunos casos, de la implementación.

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

En cuanto a la cadena de transmisión, esta incluye esencialmente un módulo de entrada 320, acoplado en serie a través de circuitería de transmisor/modulación 322 y un amplificador de potencia 324 a la antena 302, agrupación de antenas o pluralidad de antenas. La circuitería de transmisor/modulación 322 y el amplificador de potencia 324 son operacionalmente sensibles al controlador 314.
10

De acuerdo con realizaciones de ejemplo, procesador de señal 328 de unidad de comunicación inalámbrica 225 se ha configurado para soportar tanto operación WiFi™ como LTE™. Cuando se configura como un encaminador de borde, la unidad de comunicación inalámbrica 225 usa tanto funciones WiFi™ como LTE™. Cuando se configura como un nodo de extremo 245, la unidad de comunicación inalámbrica 225 puede configurarse para usar únicamente funcionalidad WiFi. En algunos ejemplos, el EPS de LTE puede usarse como un túnel de modo que la dirección IP obtenida por una unidad de comunicación inalámbrica 225 de LTE™ puede adjuntarse a todos los paquetes de datos, por ejemplo puede adjuntarse una dirección IPv6 342 y/o una dirección IPv4 344 a cada carga útil de datos 340 antes de transmisión. Los paquetes de datos se envían a continuación a una pasarela en la red de datos en paquetes PDN del Operador de Red (por ejemplo, la Internet) en la que se desencapsulan. En algunos ejemplos, direcciones IP únicas (tal como direcciones IP IPv6) para todos los nodos se obtendría directamente desde el EPS de LTE™. En este caso no se requiere ninguna función de pasarela en la PDN de operadores.
15
20

En algunos ejemplos, puede implementarse un procesador de señal 338 que soporta WiFi™ como distinto del procesador de señal 339 que soporta LTE™, como se muestra. Como alternativa, puede usarse un único procesador para soportar tanto operación WiFi™ como LTE™. Claramente, los diversos componentes dentro de la unidad de comunicación inalámbrica 225 pueden realizarse en forma de componente discreto o integrado, siendo una estructura definitiva, por lo tanto, una selección específica de aplicación o diseño.
25

De acuerdo con realizaciones de ejemplo, la unidad de comunicación inalámbrica 225 puede configurarse para actuar como un encaminador de borde que actúa como una pasarela entre WiFi™ y LTE™. En el ejemplo ilustrado de enlace ascendente (UL) se reciben paquetes de datos en la antena WiFi™ 303 a través de la red (de malla) WiFi 345 y transmite a través de antena LTE™ 302 en un portador LTE™ 221, 222 a un EPS de LTE™. Sin embargo, en un modo de operación de enlace descendente (DL), la unidad de comunicación inalámbrica 225 recibirá paquetes de datos en un portador LTE™ 221, 222 en red LTE™ y transmitirá señales WiFi desde la antena WiFi™ 303 a través de la red (de malla) WiFi 345 a un correspondiente nodo de extremo, por ejemplo la unidad de comunicación inalámbrica 245.
30
35

Aunque el ejemplo ilustrado muestra un caso de borde de cobertura 285, 290, se prevé que la unidad de comunicación inalámbrica 225 puede configurarse para la misma funcionalidad cuando está dentro de cobertura y usa conectividad WiFi™ a través de un encaminador de borde alternativo.

40 Selección de un encaminador de borde entre dispositivos dentro de cobertura celular

La Figura 4 ilustra una primera visión de conjunto de un sistema de comunicación inalámbrica 400, por el que una unidad de comunicación inalámbrica 225 puede configurarse como un encaminador de borde cuando se ubica dentro de un área de cobertura de una célula de comunicación, de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención. En este ejemplo, todos los dispositivos (por ejemplo, unidades de comunicación inalámbrica 225) se ubican dentro del área de cobertura celular de la estación base 210, ilustrándose el borde del área de cobertura celular mediante la línea discontinua 285, 290.
45

La Figura 4 ilustra un ejemplo en el que hay seis unidades de comunicación inalámbrica 225 dentro de cobertura de una tecnología celular. El dispositivo n.º 1 es el más cercano a la estación base y, por lo tanto, es probable que tenga el enlace celular de mayor tasa a la estación base. Sin embargo la tecnología de radio usada para malla tiene un alcance limitado de tal forma que si el dispositivo n.º 1 se convierte en el encaminador de borde entonces, digamos, únicamente los dispositivos 2 y 3 podrían retransmitirse mediante el mismo a la estación base 210.
50

El dispositivo n.º 4 tiene una calidad de enlace más débil a la estación base está dentro del alcance de tecnología de transporte de malla de los otros cinco dispositivos. Por lo tanto, de acuerdo con realizaciones de ejemplo, para minimizar la señalización general puede seleccionarse el dispositivo n.º 4 como el encaminador de borde designado.

En algunos ejemplos, la selección del dispositivo n.º 4 como el encaminador de borde designado se basa en, al menos en parte, información de vecino.

La Figura 4 también muestra una segunda visión de conjunto de un sistema de comunicación inalámbrica 450, que ilustra comunicaciones entre unidades de comunicación inalámbrica 225. Cada una de las unidades de comunicación inalámbrica 225 se ubican dentro de la célula de comunicación área de cobertura y, por lo tanto, son capaces de comunicar en un portador LTE™ 221 con una pasarela de paquetes (PGW) 415 en la red principal a través del eNodoB 210 y pasarela de servicio (SGW) 420. La PGW se conecta a una red pública, tal como internet 110. En este punto la comunicación WiFi™ ilustrada como una línea discontinua, representa comunicación de alcance menor que se dispone para revelarse entre unidades de comunicación inalámbrica 225. La comunicación WiFi™ es capaz de usarse para determinar qué unidad de comunicación inalámbrica 225 es más adecuada para identificarse como un encaminador de borde cuando se ubica dentro de un área de cobertura de una célula de comunicación. Un mecanismo para decidir qué nodo o unidades de comunicación inalámbrica 225 deberían convertirse en el encaminador de borde para el caso donde todos los dispositivos están dentro de cobertura se realiza usando un enfoque de dos fases, como se describe en diagramas de flujo posteriores. El mecanismo de ejemplo puede garantizar que el nodo apropiado o unidades de comunicación inalámbrica 225 se selecciona como un encaminador de borde, de tal forma que se reduce o minimiza un número de conexiones de Control de Recursos de Radio (RRC) que se requieren para proporcionar soporte a través de esa célula de comunicación. Por lo tanto, en algunos ejemplos opcionales, un procesador en un nodo apropiado o una de las unidades de comunicación inalámbrica 225 configura la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador de borde en respuesta a procesar los primeros mensajes y determinar que la pluralidad de unidad de comunicación remota inalámbrica requiere un número mínimo de conexiones de control de recursos de radio. De esta manera, puede ser posible minimizar un número de conexiones de RRC que se requieren para el conjunto de todas las unidades de comunicación remotas inalámbricas en la red seleccionando óptimamente la unidad de comunicación inalámbrica (por ejemplo, UE) para que se convierta un encaminador de borde.

Por lo tanto, en este ejemplo de dentro de cobertura, se ilustra un enlace de un único salto a la unidad de comunicación inalámbrica 225 configurada como un encaminador de borde, marcada como el dispositivo n.º 4 en el diagrama. La caja de texto muestra que unidad de comunicación inalámbrica 225a que está dentro de cobertura del sistema de comunicación de LTE puede liberar una conexión de portador si se desea, y mantener conectividad usando el único salto a la unidad de comunicación inalámbrica 225 configurada como un encaminador de borde (por ejemplo, el dispositivo n.º 4). En algunos ejemplos, la unidad de comunicación inalámbrica 225a puede determinar si la conectividad de malla es aceptable, por ejemplo si el enlace de comunicación excede de un umbral para el requisito de tráfico de la unidad de comunicación remota inalámbrica, y liberar una conexión de portador en respuesta al mismo, si se desea. En algunos ejemplos, el umbral puede asociarse 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 n.º 4 como el encaminador de borde designado también se basa en, al menos en parte, un reconocimiento de que los dispositivos pueden ser móviles, que significa que las comunicaciones de sus vecinos cambiarán con el paso del tiempo. El inventor ha reconocido y apreciado que tales dispositivos móviles no es probable que sean buenos encaminadores de borde, entre otras razones porque únicamente proporcionarán soporte transitorio a otros nodos que se combinan en los mismos. En un ejemplo, la selección del dispositivo n.º 4 como el encaminador de borde designado basándose en, al menos en parte, un reconocimiento de que los dispositivos pueden ser móviles y no debería seleccionarse esencialmente usa rondas de descubrimiento. Los resultados de las rondas de descubrimiento se comparan a continuación para determinar esos dispositivos que habitualmente no son, o al menos son menos, móviles. En ejemplos, de la invención, a cualquier nodo móvil que está dentro de cobertura se asigna una clasificación de encaminador de borde baja de modo que no se convierten en encaminadores de borde, incluso si instantáneamente pueden ver un gran número de vecinos. De hecho, tales nodos móviles pueden configurarse para evitar el uso de encaminadores de borde ya que deberían configurarse para usar la conexión celular para conectar directamente.

Una vez que un dispositivo se ha seleccionado para operar como un encaminador de borde, el dispositivo, tal como el dispositivo n.º 4, tiene que obtener otra dirección IP que es indicativa de un encaminador de borde. Por ejemplo, en un escenario de IPv6, el encaminador de borde siempre tendrá la misma dirección IP en sí mismo (que también es cierto para IPv4), pero cuando el encaminador de borde detectó que estaba retransmitiendo a otros nodos el encaminador de borde puede realizar 'delegación de prefijo' para obtener otro prefijo. Este prefijo adicionalmente puede usarse a continuación por otros nodos para obtener sus direcciones IPv6.

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

Dispositivos fuera de cobertura pueden actuar como encaminadores de malla

En un ejemplo, el dispositivo n.º 6 efectúa una transición de su funcionalidad para ser un encaminador de borde, por ejemplo ya que se descubrió mutuamente por el dispositivo n.º 7 245 y encendió su funcionalidad de encaminador de borde. En este ejemplo, cuando un dispositivo es parte de la malla (el encaminador de borde y todos los otros nodos dentro de la malla) transmitirán un mensaje de descubrimiento indicando que está ofreciendo funcionalidad de malla. Por lo tanto, el dispositivo n.º 7 245 se configura para transmitir mensajes de descubrimiento que indican que ofrece conectividad de malla. Por ejemplo, si el dispositivo n.º 7 245 se descubre posteriormente por el dispositivo n.º 8 445 a continuación puede encaminar tráfico desde/al dispositivo n.º 8 445 a la funcionalidad de encaminador de borde proporcionada por el dispositivo n.º 6 225 de una manera de múltiples saltos. En un ejemplo, basándose en limitaciones de funcionalidad de múltiples saltos, dispositivos que están dentro de cobertura y que también se conectan a través de funcionalidad de malla a encaminador de borde no transmitirán mensajes de descubrimiento, a diferencia de los que están fuera de cobertura. Un escenario de ejemplo de este tipo resulta en un sistema que soporta un enlace de comunicación de un único salto para dispositivos dentro de cobertura y enlaces de comunicación de múltiples saltos para dispositivos fuera de cobertura.

Dispositivo se mueve desde dentro de cobertura a fuera de cobertura

En un ejemplo, si el dispositivo n.º 7 estaba actuando como un encaminador de borde y se mueve fuera de cobertura, no puede continuar actuando como un encaminador de borde. Por lo tanto, debe dejar de reenviar 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. Adicionalmente, el dispositivo n.º 7 debe dejar de enviar avisos de encaminador a encaminadores de malla y nodos de extremo. Además, el dispositivo n.º 7 debe dejar de enviar mensajes de descubrimiento indicando que puede proporcionar conectividad de malla. Como tal, el dispositivo n.º 7 debe funcionar a continuación como un dispositivo fuera de cobertura 245. En un ejemplo, el dispositivo n.º 7 245 puede a continuación efectuar una transición para funcionar como un encaminador de malla para encaminar comunicaciones entre el dispositivo n.º 8 445 y dispositivo dentro de cobertura n.º 6 225 que está funcionando como un encaminador de borde. En este ejemplo adicional, la unidad de comunicación inalámbrica puede proporcionar un servicio de encaminador de malla a múltiples otros dispositivos fuera de cobertura de una manera de múltiples saltos.

Elección de encaminador de borde cuando algunos dispositivos fuera de cobertura celular

A diferencia del caso en la Figura 4, en el que todos los dispositivos están dentro de cobertura y tienen la opción de conectarse a la estación base directamente, dispositivos, tal como el dispositivo 245 de la Figura 2, que se ubican fuera de cobertura celular no tienen más opción que usar tecnología de malla a través de un encaminador de borde. Por lo tanto, es importante que dispositivos que están dentro de cobertura ofrezcan funcionalidad de encaminador de borde a dispositivos fuera de cobertura. Por ejemplo, y haciendo referencia de nuevo a la Figura 4, incluso aunque el dispositivo n.º 6 puede ver únicamente dos dispositivos o nodos (por ejemplo, el dispositivo n.º 4 y supongamos que el dispositivo 245 que está fuera de cobertura), siendo el dispositivo n.º 4 un encaminador de borde en sí mismo, es importante que el dispositivo n.º 6 se convierta en un encaminador de borde en sí mismo para proporcionar conectividad al dispositivo 245 en la Figura 2.

En un ejemplo, el dispositivo 245 puede indicar en una bandera que está fuera de cobertura celular. En un ejemplo, cualquier otro dispositivo (dentro de cobertura) que puede ver el dispositivo 245 puede activar su funcionalidad de encaminador de borde comenzando a transmitir balizas de malla activas. En el contexto de ejemplos de la invención, una baliza de malla activa incluye transmisiones de baliza asociadas con la conectividad de malla. Por ejemplo, el identificador de conjunto de servicios (SSID) e identificador de conjunto de servicios de difusión (BSSID) para una implementación de red de malla WiFi™ podría indicar una red de malla activa que proporciona conectividad. En algunos ejemplos, se prevé que las balizas de malla activas también pueden incluir información de calidad de canal en el nodo B, para que sea usada por el encaminador de borde. En algunos ejemplos, también se prevé que la potencia de batería del encaminador de borde también puede proporcionarse. De esta manera, si un dispositivo es capaz de escuchar a múltiples balizas de malla activas, nodos de extremo potenciales podrían seleccionar una malla u otra malla basándose en esta información, por ejemplo si un dispositivo es capaz de escuchar a dos balizas de malla activas, puede decidir unirse con la que diga que tiene la mejor calidad de canal a la estación base celular.

El dispositivo 245 vería a continuación las balizas de malla activas del dispositivo n.º 6 (y quizás otros dispositivos dentro de cobertura que han visto el mensaje de descubrimiento original del dispositivo 245 y que también han activado su funcionalidad de encaminador de borde). El dispositivo 245 seleccionaría a continuación el mejor de estos dispositivos basándose en 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 el mensaje de descubrimientos en 604 también puede contener una indicación de si el dispositivo está dentro de cobertura. Por lo tanto, cuando el dispositivo n.º 6 y dispositivo 245 intercambian información de descubrimiento, el dispositivo n.º 6 descubre que es un vecino de un dispositivo fuera de cobertura durante la primera etapa 600. En esta situación, el dispositivo n.º 6 puede eliminarse a sí mismo a continuación del proceso de votación de la segunda fase e inmediatamente encender la funcionalidad de encaminador de borde.

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

5 En 502, el dispositivo 245 busca, digamos, balizas de malla activas de otro dispositivo que indica que está funcionando (o es capaz de funcionar) como un encaminador de borde activo. Si se encuentra otro dispositivo de este tipo, tal como el dispositivo n.º 6 225 de la Figura 4, en 504, el dispositivo 245 conectado al dispositivo n.º 6 225 y de este modo forma una red de malla. Una dirección IPv6 se obtiene a partir de avisos de encaminador desde el dispositivo n.º 6 225 configurado para operar como el encaminador de borde en 506.

10 Si no se encuentran balizas de malla activas de otro dispositivo en 504, el dispositivo, por ejemplo el dispositivo 245, determina si está dentro de cobertura celular en 508. Si el dispositivo, por ejemplo el dispositivo 245, determina que no está dentro de cobertura celular en 508, elige un número aleatorio para crear su propio ID de descubrimiento, como se aclaró anteriormente, en 510. El dispositivo a continuación toma parte en un proceso de descubrimiento de primera fase 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 cobertura, por ejemplo cobertura WiFi™, de un encaminador de borde activo en 514. En algunos ejemplos, si el dispositivo recibiera una baliza de descubrimiento de fase 1, y si esto indica 'dentro de cobertura', a continuación el dispositivo dentro de cobertura también puede activar su funcionalidad de malla (como en 528) y comenzar a transmitir una baliza de malla activa, que se recibirá por este dispositivo y termina en 518.

20 Si no se encuentra una baliza de malla activa adecuada 516, el dispositivo continúa buscando cobertura celular, o bien directa (no mostrado) o bien a través de un encaminador de borde activo en 514 o bien para descubrir un vecino que podría proporcionar cobertura de malla 512. 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 n.º 6 225, y de este modo forma una red de malla. Una dirección IPv6 se obtiene a partir de avisos de encaminador desde el dispositivo n.º 6 225 configurado para operar como el encaminador de borde en 518.

25 Si el dispositivo, por ejemplo el dispositivo 245, determina que está dentro de cobertura celular en 508, por ejemplo se ha movido para convertirse de forma efectiva en un dispositivo dentro de cobertura 225 se conecta a la red celular y obtiene una dirección IPv6 a partir de avisos de encaminador enviados desde una pasarela en la red principal celular. El dispositivo (ahora un dispositivo dentro de cobertura 225) elige un número aleatorio para crear su propio ID de descubrimiento, como se aclaró anteriormente, en 522. El dispositivo a continuación toma parte en un proceso de descubrimiento de primera fase (como se describe en la Figura 5) para localizar vecinos en 524. Si el dispositivo dentro de cobertura 225 determina en 526 que se puede conectar a un dispositivo fuera de cobertura, el dispositivo (ahora) dentro de cobertura 225 usa DHCPv6 para obtener un prefijo delegado y se reconfigura a sí mismo para actuar como un encaminador de borde en 528. El dispositivo (ahora) dentro de cobertura 225 a continuación comienza a transmitir balizas de malla activas.

35 Si el dispositivo (ahora) dentro de cobertura 225 determina en 526 que no se puede conectar a un dispositivo fuera de cobertura, el dispositivo (ahora) dentro de cobertura 225 determina si se encontró cualquier dispositivo vecino en 530. Si no se encontró ningún dispositivo vecino en 530, el dispositivo (ahora) dentro de cobertura 225 regresa a 524, es decir continúa buscando cualquier vecino. Sin embargo, si el dispositivo (ahora) dentro de cobertura 225 determina que se encontraron uno o más dispositivos vecinos en 530, comienza la operación de segunda fase de la Figura 5. En particular, el dispositivo (ahora) dentro de cobertura 225 realiza a proceso de votación de eliminación 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, potencia de batería, número de vecinos usando un descubrimiento de segunda etapa, etc. Por ejemplo, se realiza una función empírica a priori por ambos dispositivos para determinar, digamos, un único parámetro de calidad para el parámetro o parámetros comunicados.

45 El resultado de ambos dispositivos realizando la función empírica a priori es que el dispositivo con la mayor métrica de calidad será el 'ganador' en 534. En un ejemplo, el perdedor dejará de tomar parte en el proceso de votación de fase 2, es decir dejará de transmitir mensajes de descubrimiento de fase 2. Se prevé que en algunos ejemplos, los dispositivos pueden transmitir el resultado o resultados entre sí para confirmar el 'ganador' y/o 'perdedor'. Aunque únicamente se muestra una iteración del proceso de votación, se prevé que puedan realizarse múltiples rondas de votación, especificando cada ronda un 'ganador'. De esta manera, se seleccionará un dispositivo óptimo. En 50
50 un ejemplo, cualquier dispositivo que esté aun transmitiendo los mensajes de descubrimiento de fase 2 cuando un temporizador (tal como temporizador T2 en la Figura 7) expira se declarará como el ganador general.

En 536, el ganador general usará DHCPv6 para obtener un prefijo delegado de la red celular, que puede enviar, por ejemplo, en avisos de encaminador ICMPv6 y tomar la función de un encaminador de borde. Si el dispositivo no ganó el proceso de votación en 534, el dispositivo se conecta a la red de malla que se volverá posteriormente activa debido a las acciones del ganador y obtiene una dirección IPv6 a partir de avisos de encaminador del encaminador de borde en 538.

La Figura 6 ilustra un diagrama de flujo 600 de una primera fase de un proceso para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un encaminador de borde 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 fase de un proceso para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un encaminador de borde puede emplearse en la operación en 524 en la Figura 5. En la primera etapa, necesita encontrarse un número de vecinos únicos sistemáticamente observados. Por ejemplo, haciendo referencia de nuevo a la Figura 4, este proceso identificará la unidad de comunicación inalámbrica n.º 4, como el encaminador de borde candidato seleccionado, al igual que otras unidades de comunicación inalámbrica tendrá menos números de vecinos que son capaces de comunicar en una conexión WiFi™. Se prevé que en otros ejemplos, puede usarse otra tecnología de interconexión de malla, por ejemplo Bluetooth™ 802.15.4, etc. Primero un contador 'N' se establece a cero, en 602. En un ejemplo, cada unidad de comunicación inalámbrica puede seleccionar una identidad de descubrimiento. Por ejemplo, puede seleccionarse una identidad de descubrimiento a partir de un valor aleatorio de un espacio de número alto (digamos un número de 32). Cuanto mayor sea el espacio de número, menor será la probabilidad 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, cada unidad de comunicación inalámbrica realiza la operación de descubrimiento transmitiendo sus propios mensajes de descubrimiento (por ejemplo, una baliza de descubrimiento de primera fase) y buscando recibir mensajes de descubrimiento desde otros dispositivos. En algunos ejemplos, esta operación de descubrimiento se realiza durante un periodo de tiempo limitado (por ejemplo, T1). En algunos ejemplos, el mensaje de descubrimientos puede 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 del 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 ID de descubrimiento diferentes que se han encontrado), almacena estos en un vector y los etiqueta con el número de iteración, en 606.

A continuación se hace una determinación en 610 en cuanto a si han finalizado las iteraciones. Si se determina que las iteraciones no han terminado, por ejemplo el contador no se ha alcanzado, este proceso se repite durante un número de iteraciones, $N_{\text{búsqueda}}$. Sin embargo, si se determina que las iteraciones han terminado en 610, cada unidad de comunicación inalámbrica mira a los contenidos de los $N_{\text{búsqueda}}$ vectores (almacenados en 606) y determina el número de dispositivos vecinos (identificados por su ID de descubrimiento) que se produce en todos los N vectores. Esto proporciona el número de vecinos únicos sistemáticamente observados.

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 encaminador de borde en un sistema de comunicación inalámbrica 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 encaminador de borde puede emplearse en la operación en 532 en la Figura 5, tras la unidad de comunicación inalámbrica habiendo encontrado ya vecinos.

Sin embargo, si al menos se encontró un vecino en 702, el proceso se mueve a 704 en el que se inicia un segundo temporizador (T2). Posteriormente, se realiza descubrimiento en 706. Sin embargo, esta vez, se usa un nuevo formato de mensaje de descubrimiento de segunda fase. En un ejemplo, el nuevo mensaje de descubrimiento de segunda fase incluye uno o más de: el (mismo) ID de descubrimiento, el número de vecinos únicos sistemáticamente observados (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/potencia (importante para 102 dispositivos). En 708, se realiza una determinación en cuanto a si el dispositivo ha recibido una respuesta de segunda etapa desde otro dispositivo con su métrica o métricas. Si no se ha recibido ninguna respuesta en 708, el proceso regresa a 706.

Si al menos se ha recibido una notificación con las mismas métricas en 708, se realiza una operación de votación por (al menos) ambos dispositivos. Por ejemplo, en 710, se realiza una función empírica a priori por ambos dispositivos para determinar, digamos, un único parámetro de calidad a partir de parámetro o parámetros de mensajes de segunda fase comunicados en 706. En algunos ejemplos, se prevé que un mensaje de votación puede incluir información de calidad de canal en el nodo B. En algunos ejemplos, también se prevé que la potencia de batería del encaminador de borde también puede proporcionarse.

El resultado de ambos dispositivos realizando la función empírica a priori es que el dispositivo con la mayor métrica de calidad se declarará el 'ganador' de esa operación de votación particular. En un ejemplo, en un enfoque de transmisión basada en difusión, el 'ganador' de esa operación de votación particular puede continuar transmitiendo mensajes de descubrimiento de segunda fase (por ejemplo, de la forma escrita en 706) y recibir respuestas, por ejemplo desde otros dispositivos, como en 712. En algunos ejemplos, esto puede implicar un número de rondas de votación similar al definido en 706, 708, 710. En contraste, el 'perdedor' puede simplemente dejar de difundir o enviar mensajes de descubrimiento, como en 713. En un ejemplo alternativo, en un enfoque de transmisión basada

en descubrimiento, los dispositivos pueden transmitir el resultado o resultados entre sí para confirmar el 'ganador' y/o 'perdedor'.

Se hace una determinación en 714 en cuanto a si el segundo temporizador (T2) ha expirado. Si el segundo temporizador (T2) no ha expirado en 714 el proceso regresa a 706. Sin embargo, si el segundo temporizador (T2) ha expirado en 714 el dispositivo ganador encenderá su funcionalidad de encaminador de borde en 716 para iniciar una malla activa iniciando la transmisión de balizas de malla activas y dejando de transmitir los mensajes de descubrimiento de fase 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 avisos de encaminador ICMPv6.

Ventajosamente, haciendo una medición de vecinos sistemáticamente observados, no se seleccionarán UE móviles como encaminadores de borde.

Por lo tanto, en algunos ejemplos, puede usarse un número de nuevos mensajes para encontrar vecinos. Como se ha indicado anteriormente, un primer nuevo mensaje puede ser una forma de unas balizas de malla activas se describen que se usan para identificar un dispositivo como un encaminador de borde. En algunos ejemplos, esta nueva baliza puede comprender información acerca de la red de malla que soporta. En algunos ejemplos, esto puede usar mensajes de difusión simples, para la etapa 532 en la Figura 5.

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

Haciendo referencia ahora a la Figura 9, ilustra un tercer formato de mensaje 900 de ejemplo, que puede usarse en el diagrama de flujo de la Figura 7, así como la etapa 532 en la Figura 5, para un proceso (de segunda fase) para seleccionar una unidad de comunicación inalámbrica como un encaminador de borde, de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención. El tercer formato de mensaje 900 de ejemplo puede usarse para realizar votación para determinar qué dispositivo debería ser el encaminador de borde. El tercer formato de mensaje 900 de ejemplo comprende, en este ejemplo al menos, uno o más de: (a) una indicación de que el tercer mensaje se refiere a indicación de votación, (b) ID de descubrimiento 905, (c) un número de vecinos descubiertos únicos 910, (d) uno o más indicador o indicadores de calidad de canal (CQI) u otra métrica de calidad celular 915, (d) indicación de potencia de batería 920. Aunque el tercer formato de mensaje 900 de ejemplo ilustra un ID de descubrimiento 905 de 32 bits, un número de vecinos descubiertos únicos 910 de 5 bits, uno o más CQI 915 de 4 bits e indicación de potencia de batería 920 de 4 bits se prevé que pueden usarse igualmente otros tamaños de campo, por ejemplo basándose en el número de dispositivos o tecnología inalámbrica, etc.

Dispositivos dentro de cobertura tienen elección de conectividad

Haciendo referencia ahora a la Figura 10, se ilustra una vista general de un sistema de comunicación inalámbrica por el que una unidad de comunicación inalámbrica dentro de un área de cobertura de una célula de comunicación se configura con opciones de conectividad a la Internet, por ejemplo se necesita una decisión entre usar cobertura celular y un único salto dentro de cobertura enlace de comunicación, de acuerdo con algunas realizaciones de ejemplo de la presente invención. La Figura 10 muestra el caso de un dispositivo dentro de cobertura 1025 configurado para actuar como un nodo de extremo, pero también retransmitido a través de un encaminador de borde a la Internet 110. El enlace celular entre el dispositivo y la Internet 110 se muestra en gris porque aunque puede o no estar activo el dispositivo podría establecer el mismo si fuera necesario.

En este escenario, existen dos rutas para tráfico de alta o baja prioridad para el dispositivo dentro de cobertura 225. Por ejemplo, la unidad de comunicación inalámbrica 1025 puede haber establecido anteriormente un portador celular a la red celular y tener un contexto de NAS en la MME, pero ahora puede estar en un modo de depeso de RRC. Por lo tanto, existe un contexto en la infraestructura celular, pero no hay ningún portador de radio activo. En estas condiciones el dispositivo 1025 que actúa como nodo de extremo tiene dos direcciones IPv6, de forma que puede elegir seleccionar una ruta o la otra dependiendo de la prioridad y tipo de tráfico. Por ejemplo, para tráfico de alta prioridad, la unidad de comunicación inalámbrica 1025 puede decidir que es mejor usar la trayectoria celular directa (que implicaría obtener una conexión de RRC en la red celular y enviar datos a lo largo de esta trayectoria). Para tráfico de menor prioridad, sería más apropiada la trayectoria de conectividad de malla a través de otro nodo dentro

de cobertura que actúa como un encaminador de borde. Por lo tanto, en algunos ejemplos, podría llevarse a cabo una simple prueba de prioridad de calidad de servicio (QoS) para determinar la mejor ruta.

5 Direcciones IP in LTE™ se proporcionan normalmente por la pasarela de PDN 415, o un servidor DHCP externo separado. La primera dirección se asocia con la conexión directa 1015 a través de la red celular, es decir avisos de encaminador que se transmiten a través de enlace de transporte enviados directamente a través de la infraestructura celular. La segunda dirección se obtiene a través de avisos de encaminador enviados desde el encaminador de borde dispositivo 225.

10 Por lo tanto, es posible que el dispositivo 1025 elija la ruta por la que se envían datos a la Internet. Una primera ruta sigue desde el establecimiento de una conexión de RRC a la red celular (si no está establecida en la actualidad) y envío de datos directamente (usando la dirección IP obtenida a partir de avisos de encaminador enviados desde la red, habitualmente desde una PGW en el caso de LTE, pero podría ser desde otra funcionalidad fuera del EPC. Usar esta primera opción es probable que proporcione una conexión de menor latencia, aunque puede costar más potencia y sobrecarga de señalización. Por lo tanto, el tipo de tráfico influenciará en la decisión de usar una ruta u otra (y dirección IP asociada).

15 Una segunda opción es usar la conectividad de malla 1020, a un dispositivo de encaminador de borde local 225 y enviar datos a través de este dispositivo usando la dirección IP obtenida a partir de los avisos de encaminador enviados desde el encaminador de borde dispositivo 225.

20 Para soportar dos opciones de encaminamiento, el servidor de aplicación 1005 reside dentro de la internet 110 para reconocer que puede alcanzarse el dispositivo 1025 a través de dos direcciones. En un ejemplo, el servidor de aplicación 1005 puede reconocer de forma similar que debería usar una dirección, digamos asociada con funcionalidad de malla, para datos de prioridad baja y alta tolerancia a retardo (a través del encaminador de malla 225) y las otras direcciones, asociadas con la conexión directa 1015, datos de alta prioridad y baja tolerancia a retardo. En este ejemplo, el dispositivo 1025 necesitaría registrar ambas direcciones con el servidor de aplicación 1005. De esta manera, el dispositivo 1025 puede decidir finalmente discontinuar el enlace directo 1015 si el enlace de comunicación 1020, 1010 con conexión de malla a través de encaminador de borde 225 es aceptable.

30 Se ha de observar que para mantener un contexto dentro del núcleo de paquete evolucionado (EPC) de un sistema de LTE™ (incluso cuando no hay una conexión de RRC, es decir el dispositivo está realizando funcionalidad de modo reposo), se requiere que el dispositivo realice actualizaciones de área de seguimiento (TAU) periódicas y escuche periódicamente en busca de mensajes de radiobúsqueda, que cuesta energía. Por lo tanto dispositivos que desean preservar incluso más potencia pueden perder su contexto de EPC (es decir ir desde modo registrado de gestión de movilidad de sistema de paquetes evolucionada (EMM) a modo no registrado de EMM) dejando de enviar TAU.

Dispositivo se mueve desde fuera de cobertura a dentro de cobertura

35 Haciendo referencia ahora a la Figura 11, se ilustra una vista general de un sistema de comunicación inalámbrica 1100 por el que una unidad de comunicación inalámbrica entra en un área de cobertura de una célula 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 de comunicación inalámbrica 225 se ubican dentro de la célula de comunicación área de cobertura y, por lo tanto, son capaces de comunicar en un portador LTE™ 221 con una pasarela de paquetes (PGW) 415 en la red principal a través del eNodoB 210 y pasarela de servicio (SGW) 420. La PGW 415 se conecta a una red pública, tal como internet 110. En este punto la comunicación WiFi™ ilustrada como una línea discontinua, representa comunicación de alcance menor que se dispone para revelarse entre unidades de comunicación inalámbrica 225. Se prevé que en otros ejemplos la conectividad de malla podría usar tecnologías adicionales o alternativas, tal como Bluetooth™ u 802.15.4, por ejemplo. Por lo tanto, LTE™ proporciona la red de área extensa cobertura y se usa WiFi™ para conectividad de malla entre dispositivos. La comunicación WiFi™ es capaz de usarse para determinar qué unidad de comunicación inalámbrica 225 es más adecuada para identificarse como un encaminador de borde cuando se ubica dentro de un área de cobertura de una célula de comunicación.

50 La Figura 11 muestra otro dispositivo 245 que está fuera de cobertura celular. Por lo tanto, dispositivo 245 busca mensajes de descubrimiento o balizas, así como canales de difusión (BCH) de LTE™. Por lo tanto, cuando fuera de cobertura celular, el dispositivo 245 intenta escuchar a dos tecnologías separadas: (i) para determinar cuando está dentro de alcance de un UE de modo dual/encaminador de borde transmitiendo balizas descubribles, así como (ii) intentar escuchar a la red celular para averiguar si se ha movido dentro de cobertura de la red celular. Si el dispositivo 245 recibe una baliza desde un dispositivo dentro de cobertura, forma una red de malla.

55 Como se ilustra, si dispositivo fuera de cobertura 245 se mueve dentro de cobertura de la red celular, es decir dentro de alcance de transmisiones desde el eNodoB 210, el dispositivo puede mantener comunicación de malla WiFi™ con el encaminador de borde dispositivo 225. Adicionalmente o como alternativa, el dispositivo 245 puede establecer

una conexión de RRC con la red celular directa en 1115, por ejemplo si requisitos de calidad de servicio (QoS) de tráfico justifican esto. Por lo tanto, el dispositivo 245 puede estar en una posición para seleccionar entre las dos opciones cómo recibe la conectividad de Internet. Si el dispositivo 245 no estaba dentro de una malla (es decir no tenía ninguna conectividad) entonces debería comenzar desde la parte superior del diagrama de flujo descrito en la

5 Figura 5. En algunos ejemplos, si la conectividad de malla QoS es aceptable, a continuación el dispositivo 245 puede dejar incluso de buscar cobertura celular, ahorrando de este modo potencia de batería adicional no realizando estas mediciones.

En algunos ejemplos, se prevé que las balizas de malla activas también pueden incluir información de calidad de canal en el nodo B, para que sea usada por el encaminador de borde. En algunos ejemplos, también se prevé que

10 quizás la potencia de batería del encaminador de borde también puede proporcionarse. De esta manera, si un dispositivo es capaz de escuchar a múltiples balizas de malla activas, nodos de extremo potenciales podrían seleccionar una malla u otra malla basándose en esta información, por ejemplo si un dispositivo es capaz de escuchar a dos balizas de malla activas, puede decidir unirse con la que diga que tiene la mejor calidad de canal a la estación base celular.

Haciendo referencia ahora a la Figura 12, se ilustra un sistema informático típico 1200 que puede emplearse para implementar conmutación controlada por software entre un primer modo de operación en el que un enlace de retroceso puede estar disponible y un segundo modo de operación en el que un enlace de retroceso puede no estar disponible en algunas realizaciones de ejemplo de la invención. Sistemas informáticos de este tipo puede usarse en

15 unidades de comunicación inalámbrica. Los expertos en la materia reconocerán también cómo implementar la invención usando otros sistemas informáticos o arquitecturas. El sistema informático 1200 puede representar, por ejemplo, un sobremesa, ordenador o equipo portátil, dispositivo informático de mano (PDA, teléfono celular, mini ordenador portátil, etc.), ordenador central, servidor, cliente, o cualquier otro tipo de dispositivo informático de fin especial o general según sea deseable o apropiado para una aplicación o entorno dado. El sistema informático 1200 puede incluir uno o más procesadores, tal como un procesador 1204. El procesador 1204 puede implementarse

20 usando un motor de procesamiento de fin general o especial tal como, por ejemplo, un microprocesador, microcontrolador u otra lógica de control. En este ejemplo, el procesador 1204 se conecta a un bus 1202 u otro medio de comunicaciones.

El sistema informático 1200 también puede incluir una memoria principal 1208, tal como memoria de acceso aleatorio (RAM) u otra memoria dinámica, para almacenar información e instrucciones a ejecutarse por el procesador

30 1204. La memoria principal 1208 también puede usarse para almacenar variables temporales u otra información intermedia durante la ejecución de instrucciones a ejecutarse por el procesador 1204. El sistema informático 1200 puede asimismo 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 informático 1200 también puede incluir sistema de almacenamiento de información 1210, que puede incluir, por ejemplo, una unidad de medios 1212 y una interfaz de almacenamiento extraíble 1220. La unidad de medios 1212 puede incluir una unidad u otro mecanismo para soportar medios de almacenamiento fijos o extraíbles, tal como una unidad de disco duro, una unidad de disco flexible, una unidad de cinta magnética, una unidad de disco óptico, un disco compacto (CD) o unidad de escritura o lectura (R o RW) de unidad de video digital (DVD) u otra

35 unidad de medios fija o extraíble. Los medios de almacenamiento 1218 pueden incluir, por ejemplo, un disco duro, disco flexible, cinta magnética, disco óptico, CD o DVD u otro medio fijo o extraíble que se lee o escribe por la unidad de medios 1212. Como ilustran estos ejemplos, los medios de almacenamiento 1218 pueden incluir un medio de almacenamiento legible por ordenador que tiene software informático particular o datos almacenados en el mismo.

En realizaciones alternativas, sistema de almacenamiento de información 1210 puede incluir otros componentes similares para permitir que programas informáticos u otras instrucciones o datos se carguen en el sistema

45 informático 1200. Tales componentes pueden incluir, por ejemplo, una unidad de almacenamiento extraíble 1222 y una interfaz 1220, tal como un cartucho de programa e interfaz de cartucho, una memoria extraíble (por ejemplo, una memoria flash u otro módulo de memoria extraíble) y ranura de memoria, y otras unidades de almacenamiento extraíbles 1222 e interfaces 1220 que permiten que se transfieran software y datos desde la unidad de almacenamiento extraíble 1218 al sistema informático 1200.

El sistema informático 1200 también puede incluir una interfaz de comunicaciones 1224. La interfaz de comunicaciones 1224 puede usarse para permitir que software y datos se transfieran entre el sistema informático 1200 y dispositivos externos. Ejemplos de interfaz de comunicaciones 1224 pueden incluir un módem, una interfaz de red (tal como una Ethernet u otra tarjeta NIC), un puerto de comunicaciones (tal como por ejemplo, un puerto de Bus Serial Universal (USB)), una ranura y tarjeta PCMCIA, etc. Software y datos transferidos a través de la interfaz

50 de comunicaciones 1224 son en forma de señales que pueden ser electrónicas, electromagnéticas y ópticas y otras señales capaces de recibirse mediante la interfaz de comunicaciones 1224. Estas señales se proporcionan a la interfaz de comunicaciones 1224 a través de un canal 1228. Este canal 1228 puede transportar señales y puede implementarse usando un medio inalámbrico, alambre o cable, fibras ópticas u otro medio de comunicaciones. Algunos ejemplos de un canal incluyen una línea telefónica, un enlace de teléfono celular, un enlace de RF, una red

de área local o extensa y otros canales de comunicación.

En este documento, las expresiones 'producto de programa informático', 'medio legible por ordenador' y similares pueden usarse generalmente para referirse a medios tal como, por ejemplo, la memoria 1208, el dispositivo de almacenamiento 1218 o la unidad de almacenamiento 1222. Estas y otras formas de medio legible por ordenador pueden almacenar una o más instrucciones para uso por el procesador 1204, para provocar que el procesador realice operaciones especificadas. Tales instrucciones, generalmente denominadas como 'código de programa informático' (que puede agruparse en forma de programas informáticos u otros agrupamientos), cuando se ejecutan, habilitan que el sistema informático 1200 realice funciones de realizaciones de la presente invención. Obsérvese que el código puede provocar directamente que el procesador realice operaciones especificadas, se compile para hacerlo y/o se combine con otros elementos de software, hardware y/o firmware (por ejemplo, librerías para realizar funciones estándar) para hacerlo.

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

Se apreciará adicionalmente que, por propósitos de claridad, las realizaciones descritas de la invención con referencia a diferentes unidades funcionales y procesadores es posible que puedan modificarse o reconfigurarse con cualquier distribución adecuada de funcionalidad entre diferentes unidades funcionales o procesadores, sin menoscabar la invención. Por ejemplo, la funcionalidad ilustrada para realizarse mediante procesadores o controladores separados puede realizarse por el mismo procesador o controlador. Por lo tanto, referencias unidades funcionales específicas deben verse únicamente referencias a medios adecuados para proporcionar la funcionalidad descrita, en lugar de indicativas de una estructura u organización lógica o física.

Aspectos de la invención pueden implementarse de cualquier forma adecuada incluyendo hardware, software, firmware o cualquier combinación de estos. La invención puede implementarse opcionalmente, al menos parcialmente, 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 producto de programa informático no transitorio que comprende código de programa ejecutable para aumentar la cobertura en un sistema de comunicación inalámbrica.

En un ejemplo, puede usarse producto de programa informático tangible no transitorio que comprende código ejecutable almacenado en el mismo para seleccionar una unidad de comunicación remota inalámbrica para configuración como un encaminador de borde en un sistema de comunicación inalámbrica que comprende múltiples unidades de comunicación remotas inalámbricas. El código de programa ejecutable puede ser operable para, cuando se ejecuta en la unidad de comunicación inalámbrica remota: comunicar con al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica usando una primera tecnología; comunicar con un nodo de red celular usando una segunda tecnología; procesar primeros mensajes recibidos desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica; y configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador de borde para soportar comunicaciones de red de malla usando la primera tecnología basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos procesados.

En un ejemplo, puede usarse 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 aplicación que es acoplable a un sistema de comunicación inalámbrica que comprende múltiples unidades de comunicación remotas inalámbricas. El código de programa ejecutable puede ser operable para, cuando se ejecuta en el servidor de aplicación, comprender: almacenar direcciones de protocolo de internet, IP, para las múltiples unidades de comunicación remotas inalámbricas, en el que al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica se asigna múltiples direcciones IP; seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP basándose en los diferentes tipos de datos de comunicación que desea soportar la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica; y ordenar que la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica use la dirección IP seleccionada.

En un ejemplo, puede usarse producto de programa informático tangible no transitorio que comprende código ejecutable almacenado en el mismo para seleccionar conectividad de internet. El código de programa ejecutable puede ser operable para, cuando se ejecuta en una unidad de comunicación remota inalámbrica: comunicar con un nodo de red celular usando o bien una primera tecnología empleada con conectividad de malla a través de al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica o bien una segunda tecnología empleada con una conexión directa; y seleccionar conectividad de internet para comunicación usando cualquiera de: una primera dirección de protocolo de internet, IP, asociada con funcionalidad de malla para encaminar datos de baja prioridad y alta tolerancia a retardo a través de un encaminador de borde y el nodo de red celular; o una segunda dirección IP asociada con conexión directa al nodo de red celular para datos de alta prioridad y baja tolerancia a retardo.

En un ejemplo, producto de programa informático tangible no transitorio que comprende código ejecutable almacenado en el mismo puede usarse para configurar una unidad de comunicación remota inalámbrica con encaminador de malla funcionalidad. El código de programa ejecutable puede ser operable para, cuando se ejecuta en la unidad de comunicación remota inalámbrica: comunicar con un nodo de red celular usando o bien una primera tecnología empleada con conectividad de malla a través de al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica o bien una segunda tecnología empleada con una conexión directa; recibir primeros mensajes usando la primera tecnología empleada con conectividad de malla desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica; determinar cuándo la unidad de comunicación remota inalámbrica se mueve fuera de cobertura del nodo de red celular y, en respuesta al mismo, configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica con encaminador de malla funcionalidad que transfiere datos desde un nodo a otro nodo dentro de una red de malla usando la primera tecnología basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos.

Por lo tanto, los elementos y componentes de una realización de la invención pueden implementarse física, funcional y lógicamente de cualquier forma adecuada. De hecho, la funcionalidad puede implementarse en una única 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 descritos en este documento pueden implementarse en un circuito integrado para incorporación en una o más de las unidades de comunicación.

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 remotas inalámbricas. En este primer ejemplo, el circuito integrado comprende: al menos un puerto receptor configurado para recibir primeros mensajes usando una primera tecnología desde al menos una 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 una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para transmitir usando la segunda tecnología al nodo de red celular; y un procesador acoplado al al menos un puerto receptor y el al menos un puerto transmisor y dispuesto para configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador de borde para soportar comunicaciones de red de malla usando la primera tecnología basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica.

En un segundo ejemplo de un circuito integrado, el circuito integrado puede ser adecuado para un servidor de aplicación acoplable a un sistema de comunicación inalámbrica que comprende múltiples unidades de comunicación remotas inalámbricas. En este ejemplo, el circuito integrado comprende: una memoria configurada operablemente para almacenar direcciones de protocolo de internet (IP) para las múltiples unidades de comunicación remotas inalámbricas, en el que a al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica se asignan múltiples direcciones IP; un procesador, acoplado operablemente a la memoria, y configurado para seleccionar una dirección IP de las múltiples direcciones IP basándose en los diferentes tipos de datos de comunicación que desea soportar la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica; y un transmisor configurado para ordenar que la al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica use la dirección IP seleccionada.

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 de transceptor configurado para comunicarse con un nodo de red celular usando o bien una primera tecnología empleada con conectividad de malla a través de al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica o bien una segunda tecnología empleada con una conexión directa; y un procesador acoplado al al menos un puerto de transceptor y configurado para seleccionar conectividad de internet usando cualquiera de: una primera dirección de protocolo de internet, IP, asociada con funcionalidad de malla para encaminar datos de baja prioridad y alta tolerancia a retardo a través de un encaminador de borde y el nodo de red celular; o una segunda dirección IP asociada con conexión directa al nodo de red celular para datos de alta prioridad y baja tolerancia a retardo.

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 de transceptor configurado para comunicarse con un nodo de red celular usando o bien una primera tecnología empleada con conectividad de malla a través de al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica o bien una segunda tecnología empleada con una conexión directa; y un procesador acoplado al al menos un puerto de transceptor y dispuesto para determinar cuándo la unidad de comunicación remota inalámbrica se mueve fuera de cobertura del nodo de red celular y, en respuesta al mismo, configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica con encaminador de malla funcionalidad que transfiere datos desde un nodo a otro nodo dentro de una red de malla usando la primera tecnología basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de primeros mensajes recibidos usando la primera tecnología empleada con conectividad de malla desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica.

Adicionalmente, se concibe que límites entre bloques lógicos son meramente ilustrativos y que realizaciones

alternativas pueden fusionar bloques lógicos o elementos de circuito o imponer una composición alternativa de funcionalidad en diversos bloques lógicos o elementos de circuito. Se pretende adicionalmente que las arquitecturas representadas en este documento son meramente ilustrativas, y que de hecho pueden implementarse muchas otras arquitecturas que consiguen la misma funcionalidad.

- 5 Aunque la presente invención se ha descrito en conexión con algunas realizaciones de ejemplo, no pretende limitarse a la forma específica expuesta en este documento. En su lugar, el alcance de la presente invención se limita únicamente por las reivindicaciones adjuntas. Adicionalmente, aunque una característica puede aparecer que se describe en conexión con realizaciones particulares, un experto en la materia reconocería que diversas características de las realizaciones descritas pueden combinarse de acuerdo con la invención. En las
10 reivindicaciones, el término 'que comprende' no excluye la presencia de otros elementos o etapas.

- Adicionalmente, aunque se listan individualmente, una pluralidad de medios, elementos o etapas de método pueden implementarse, por ejemplo, mediante una única unidad o procesador. Adicionalmente, aunque pueden incluirse características individuales en diferentes reivindicaciones, estas pueden posiblemente combinarse ventajosamente y la inclusión en diferentes reivindicaciones no implica que una combinación de características no es viable y/o
15 ventajosa. También, la inclusión de una característica en una categoría de las reivindicaciones no implica una limitación a esta categoría, sino que indica que la característica es igualmente aplicable a otras categorías de reivindicaciones, según sea apropiado.

REIVINDICACIONES

1. Una unidad de comunicación remota inalámbrica para comunicarse con un nodo de red celular y otras unidades de comunicación remotas inalámbricas, comprendiendo la unidad de comunicación remota inalámbrica:

5 al menos un receptor configurado para recibir primeros mensajes usando una primera tecnología desde al menos una 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 transmisor configurado para transmitir los primeros mensajes usando la primera tecnología a al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para transmitir usando la segunda tecnología al nodo de red celular; y
 10 un procesador acoplado al al menos un receptor y el al menos un transmisor y dispuesto para configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador entre la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y el nodo de red celular basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos desde la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica,
 15 en el que la unidad de comunicación remota inalámbrica se **caracteriza por que** el primer mensaje es un mensaje de descubrimiento que incluye una identidad de descubrimiento de la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica seleccionada como un valor aleatorio por la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y en el que el primer mensaje comprende adicionalmente una indicación de si la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica está dentro o fuera de cobertura celular.

20 2. La unidad de comunicación remota inalámbrica de la reivindicación 1 en la que el procesador se configura para investigar mensajes de descubrimiento recibidos por el al menos un receptor desde la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica para determinar las unidades de comunicación remotas inalámbricas que están dentro de alcance de la unidad de comunicación remota inalámbrica.

25 3. La unidad de comunicación remota inalámbrica de cualquier reivindicación anterior en la que el procesador se configura para procesar el mensaje de descubrimiento junto con un identificador, ID, de descubrimiento recuperado para determinar un número de unidades de comunicación remotas inalámbricas vecinas únicas sistemáticamente observadas.

30 4. La unidad de comunicación remota inalámbrica de cualquier reivindicación anterior en la que, en respuesta a la unidad de comunicación remota inalámbrica configurándose como un encaminador entre la primera tecnología y la segunda tecnología, el al menos un transmisor se configura para transmitir una baliza asociada con la conectividad de malla, en el que la baliza comprende uno o más de un grupo de:

35 un identificador de conjunto de servicios, SSID,
 un identificador de conjunto de servicios de difusión, BSSID,
 una indicación de una métrica de calidad para la red celular;
 un nivel de potencia para el nodo de red celular;

una métrica de disponibilidad de batería/potencia de la unidad de comunicación remota inalámbrica.

40 5. La unidad de comunicación remota inalámbrica de cualquier reivindicación anterior en la que el al menos un transmisor se configura adicionalmente para transmitir un mensaje de votación a cada al menos una otra unidad o unidades de comunicación remotas inalámbricas desde la que la unidad de comunicación remota inalámbrica recibe un primer mensaje, para intercambiar de este modo información entre la unidad de comunicación remota inalámbrica y otras unidades de comunicación remotas inalámbricas descubiertas.

45 6. La unidad de comunicación remota inalámbrica de la reivindicación 5 en la que el mensaje de votación comprende un parámetro que habilita que el procesador realice un cálculo empírico a priori para determinar si la unidad de comunicación remota inalámbrica se ubica geográficamente en una mejor posición para configurarse como un encaminador que la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica, o en la que el parámetro en el mensaje de votación comprende uno o más de un grupo de:

50 la identidad de descubrimiento de la unidad de comunicación remota inalámbrica de transmisión;
 una indicación de un número de otras unidades de comunicación remotas inalámbricas únicas cuyos propios mensajes de descubrimiento se reciben sistemáticamente por la unidad de comunicación remota inalámbrica;
 una métrica de calidad para la red celular;
 un nivel de potencia para el nodo de red celular;

una métrica de disponibilidad de batería/potencia de la unidad de comunicación remota inalámbrica.

7. La unidad de comunicación remota inalámbrica de cualquier reivindicación anterior en la que el procesador se dispone para configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador para soportar al menos uno de un grupo de:

5 transferir paquetes de datos desde comunicaciones de red de malla usando la primera tecnología basándose en, al menos en parte, una comparación de información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y el contenido de mensaje de descubrimiento transmitido;
soportar comunicaciones de red de malla usando la primera tecnología en respuesta a un segundo mensaje de descubrimiento recibido desde una unidad de comunicación remota inalámbrica fuera de cobertura.

10 8. La unidad de comunicación remota inalámbrica de cualquier reivindicación anterior en la que, en respuesta al procesador determinando que la unidad de comunicación remota inalámbrica se ha movido fuera de cobertura del nodo de red celular, el procesador se configura para:

(i) dejar de reenviar datos recibidos en la malla al nodo de red celular a través de la conectividad celular;
 (ii) dejar de enviar avisos de encaminador a encaminadores de malla y nodos de extremo;
 15 (iii) dejar de enviar mensajes de descubrimiento que indican que la unidad de comunicación remota inalámbrica puede proporcionar conectividad de malla;
 (iv) efectuar una transición para funcionar como un encaminador de malla para encaminar comunicaciones entre al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y una unidad de comunicación remota inalámbrica adicional que está funcionando como un encaminador de borde.

20 9. Un circuito integrado para una unidad de comunicación remota inalámbrica para comunicarse con un nodo de red celular y otras unidades de comunicación remotas inalámbricas, comprendiendo el circuito integrado:

al menos un puerto receptor configurado para recibir primeros mensajes usando una primera tecnología desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para recibir segundos mensajes usando una segunda tecnología desde el nodo de red celular;
 25 al menos un puerto transmisor configurado para transmitir los primeros mensajes usando la primera tecnología a al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para transmitir usando la segunda tecnología al nodo de red celular; y
 un procesador acoplado al al menos un puerto receptor y el al menos un puerto transmisor y dispuesto para configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador entre la al menos una otra
 30 unidad de comunicación remota inalámbrica y el nodo de red celular basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos desde la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica,
 en el que el circuito integrado se **caracteriza por que** el primer mensaje es un mensaje de descubrimiento que incluye una identidad de descubrimiento de la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica
 35 seleccionada como un valor aleatorio por la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y en el que el primer mensaje comprende adicionalmente una indicación de si la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica está dentro o fuera de cobertura celular.

10. Un método de selección de una unidad de comunicación remota inalámbrica para configuración como un encaminador en un sistema de comunicación inalámbrica que comprende múltiples unidades de comunicación remotas inalámbricas, comprendiendo el método, en la unidad de comunicación remota inalámbrica:

comunicar con al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica usando una primera tecnología,
 comunicar con un nodo de red celular usando una segunda tecnología:
 procesar primeros mensajes recibidos desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica;
 y
 45 configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador entre la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y el nodo de red celular basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos procesados,
 en el que el método se **caracteriza por que** el primer mensaje es un mensaje de descubrimiento que incluye una identidad de descubrimiento de la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica
 50 seleccionada como un valor aleatorio por la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y en el que el primer mensaje comprende adicionalmente una indicación de si la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica está dentro o fuera de cobertura celular.

11. Un sistema de comunicación inalámbrica que comprende múltiples unidades de comunicación remotas inalámbricas, en el que al menos una unidad de comunicación remota inalámbrica comprende:

al menos un receptor configurado para recibir primeros mensajes usando una primera tecnología desde al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para recibir segundos mensajes usando una segunda tecnología desde el nodo de red celular;

5 al menos un transmisor configurado para transmitir los primeros mensajes usando la primera tecnología a al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y configurado para transmitir usando la segunda tecnología al nodo de red celular; y

10 un procesador acoplado al al menos un receptor y el al menos un transmisor y dispuesto para configurar la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador entre la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y el nodo de red celular basándose en, al menos en parte, información obtenida a partir de los primeros mensajes recibidos desde la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica,

15 en el que el sistema de comunicación inalámbrica se **caracteriza por que** el primer mensaje es un mensaje de descubrimiento que incluye una identidad de descubrimiento de la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica seleccionada como un valor aleatorio por la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica y en el que el primer mensaje comprende adicionalmente una indicación de si la al menos una otra unidad de comunicación remota inalámbrica está dentro o fuera de cobertura celular.

20 12. El sistema de comunicación inalámbrica de la reivindicación 11 en el que el al menos un procesador configura la unidad de comunicación remota inalámbrica como un encaminador en respuesta a procesar los primeros mensajes y determinar que la pluralidad de unidad de comunicación remota inalámbrica requiere un número mínimo de conexiones de control de recursos de radio requeridas desde la pluralidad de unidades de comunicación remotas inalámbricas de comunicación.

13. El sistema de comunicación inalámbrica de cualquiera de las reivindicaciones anteriores 11 a 12 en el que se configuran una pluralidad de unidades de comunicación remotas inalámbricas para votar entre ellas mismas para determinar cuál tiene que configurarse como un encaminador.

25

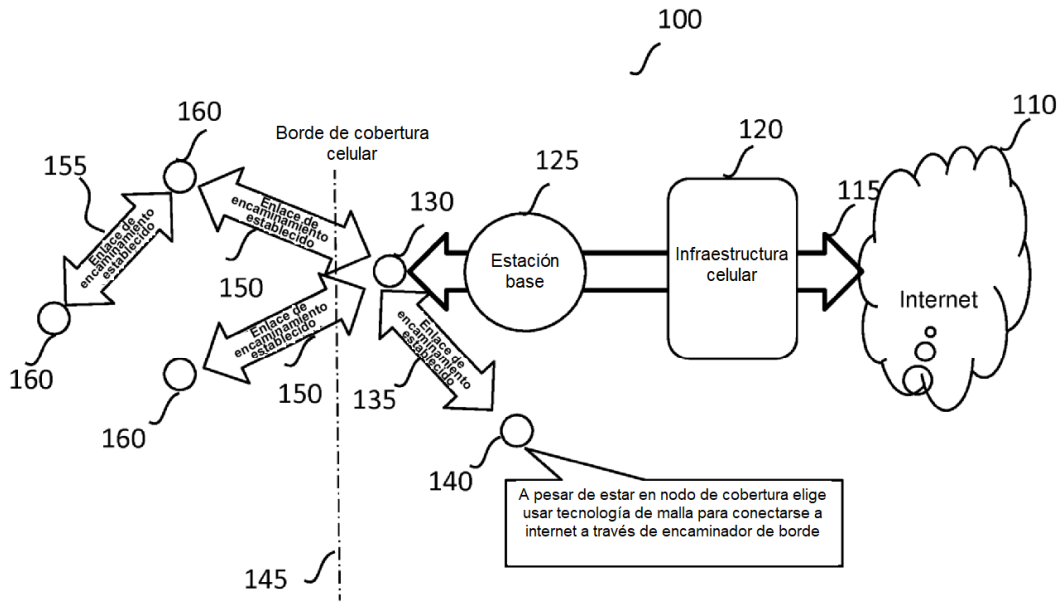


FIG. 1 - Técnica anterior

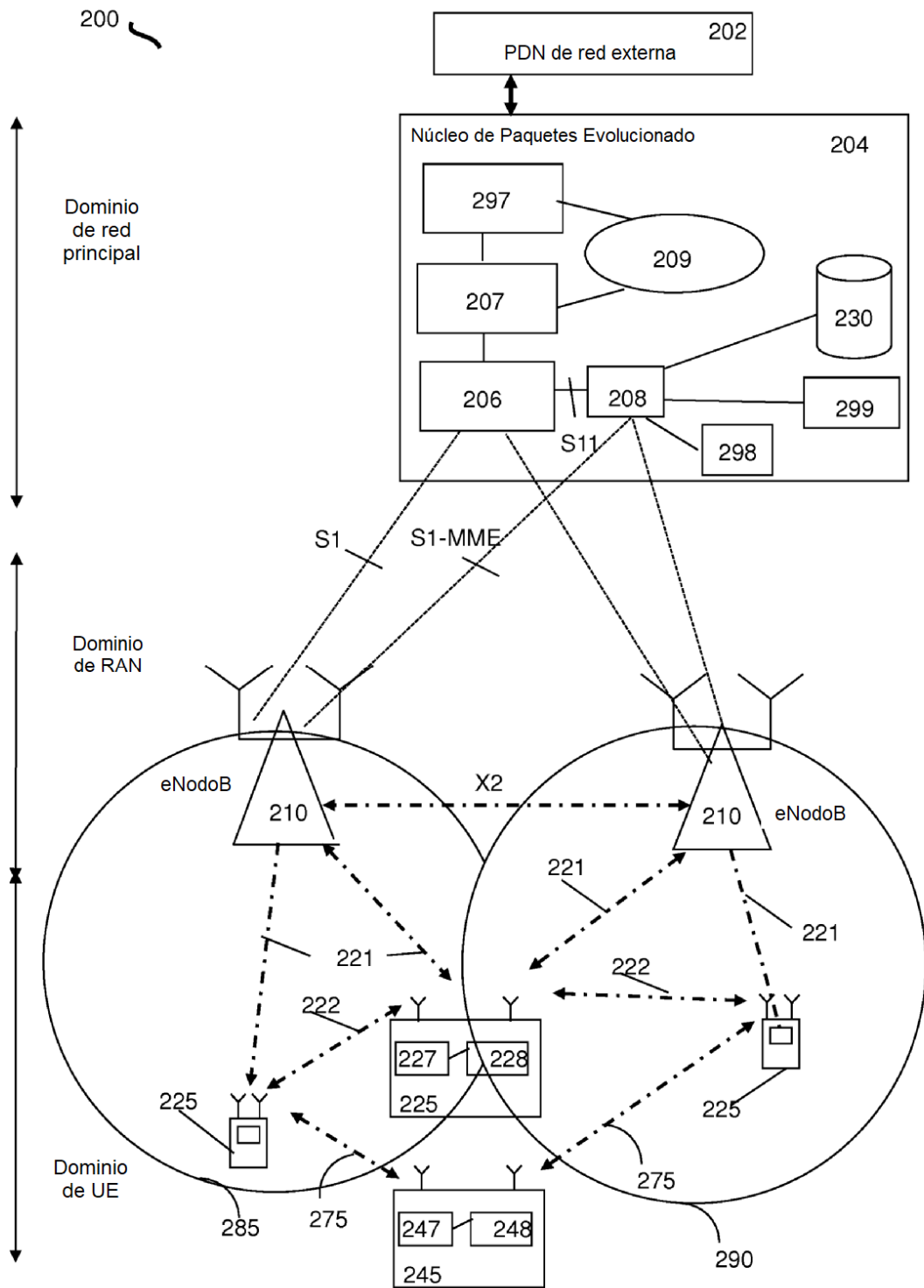


FIG. 2

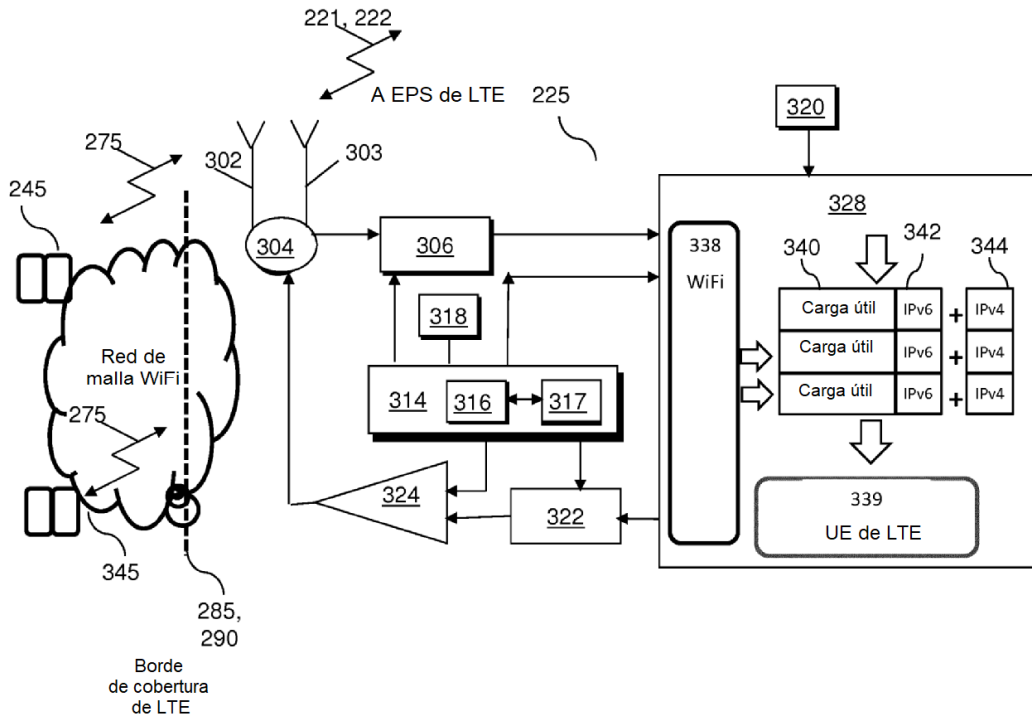


FIG. 3

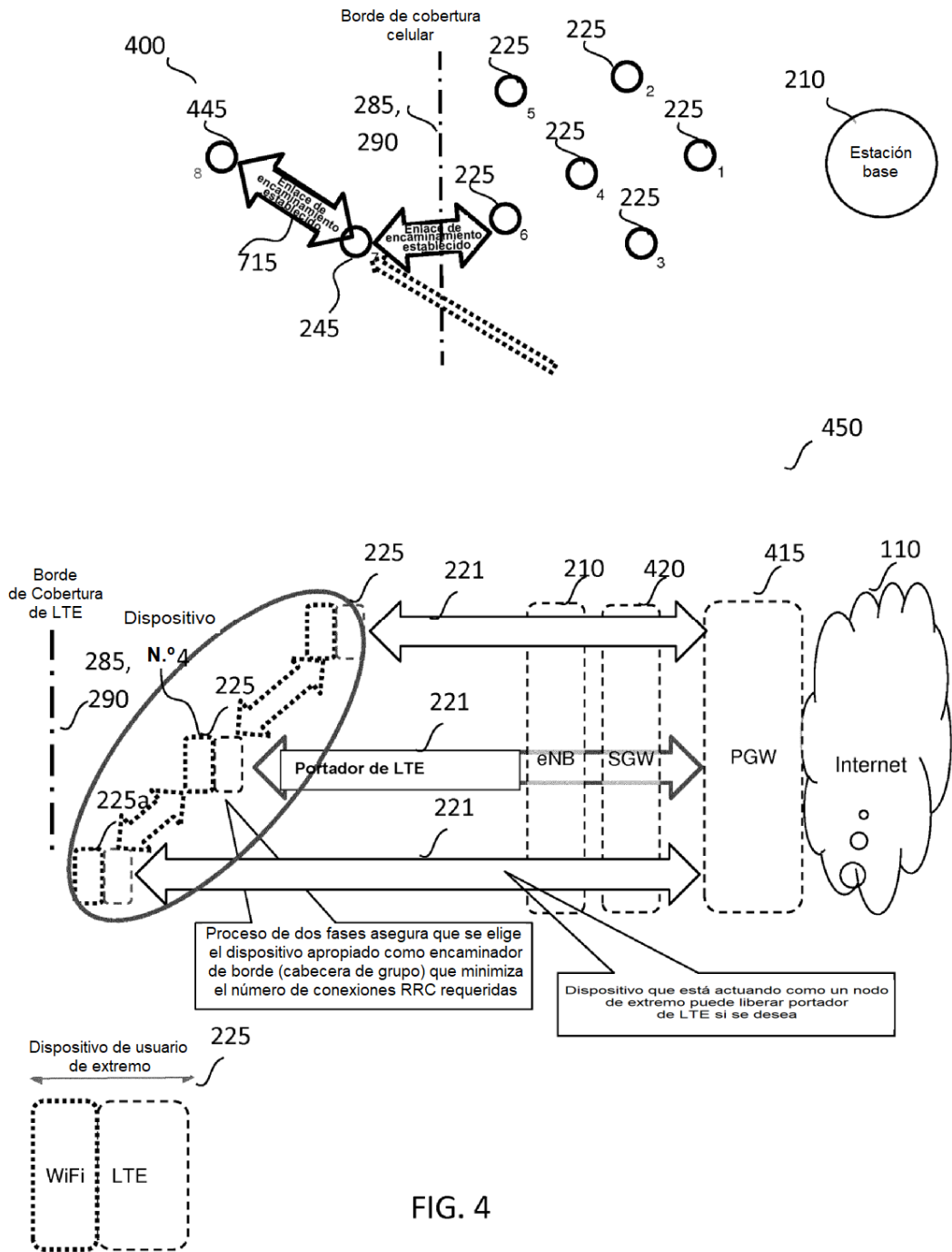


FIG. 4

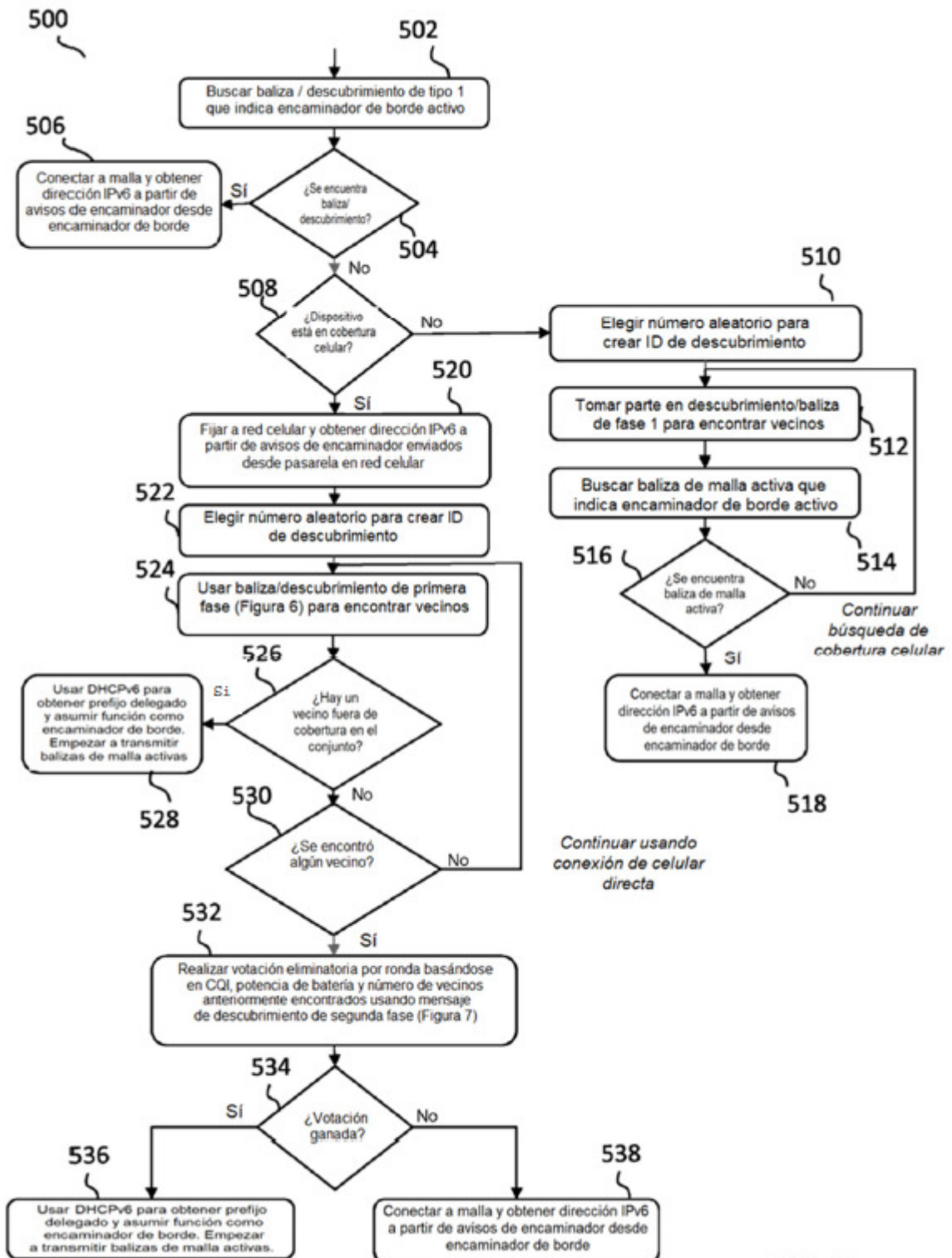


FIG. 5

600

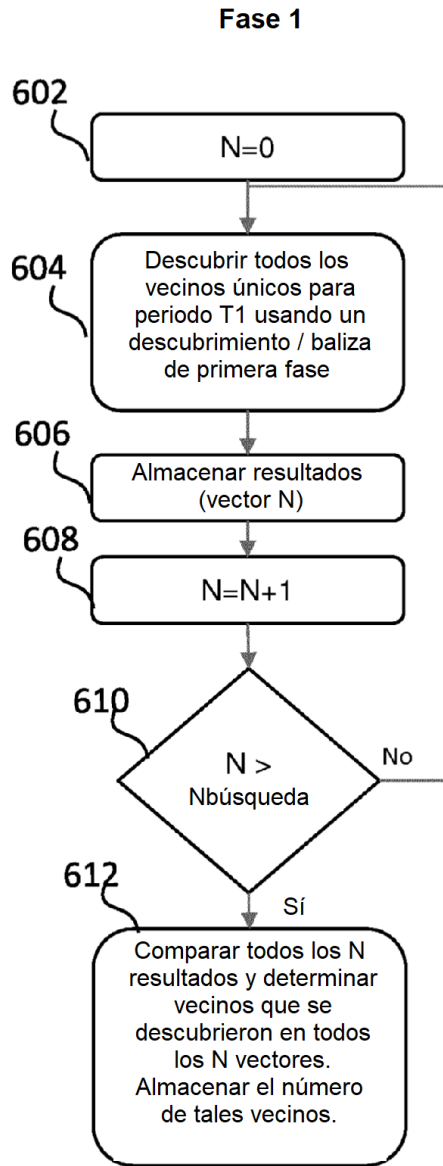
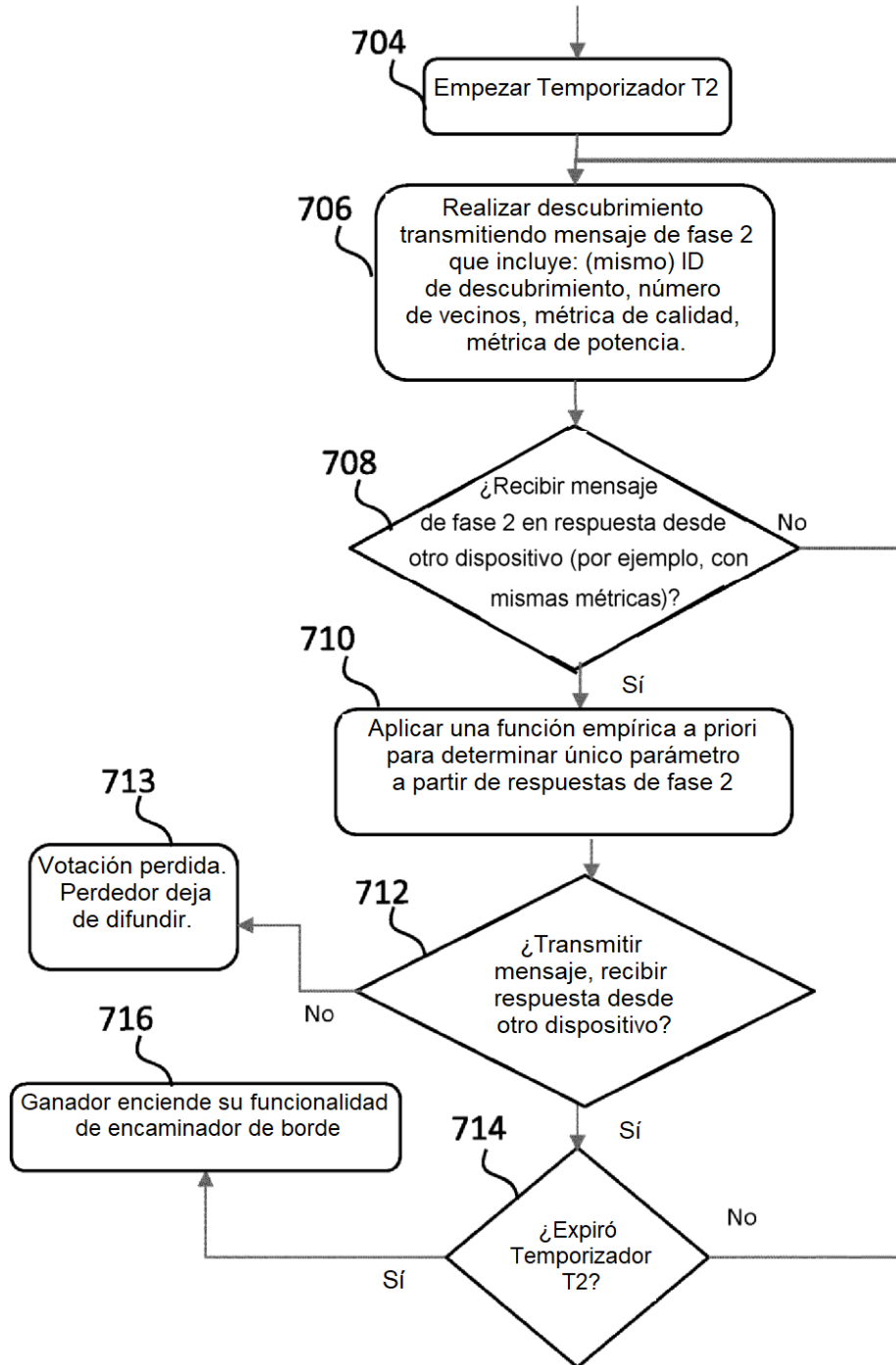


FIG. 6

700

Fase 2



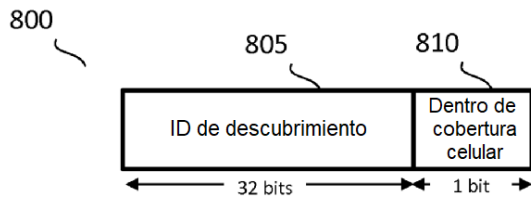


FIG. 8

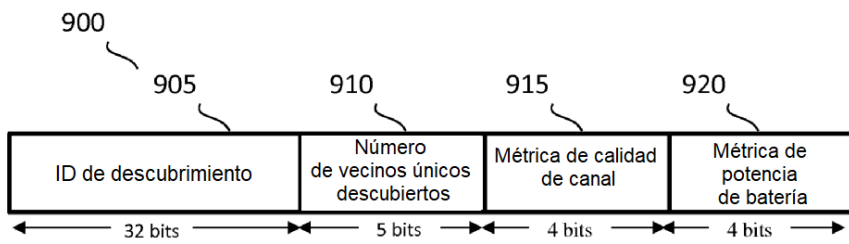


FIG. 9

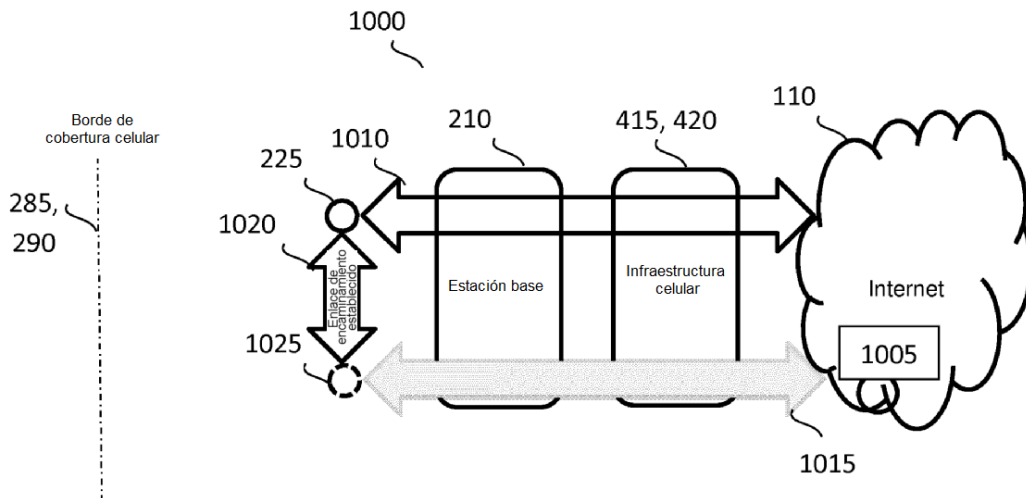


FIG. 10

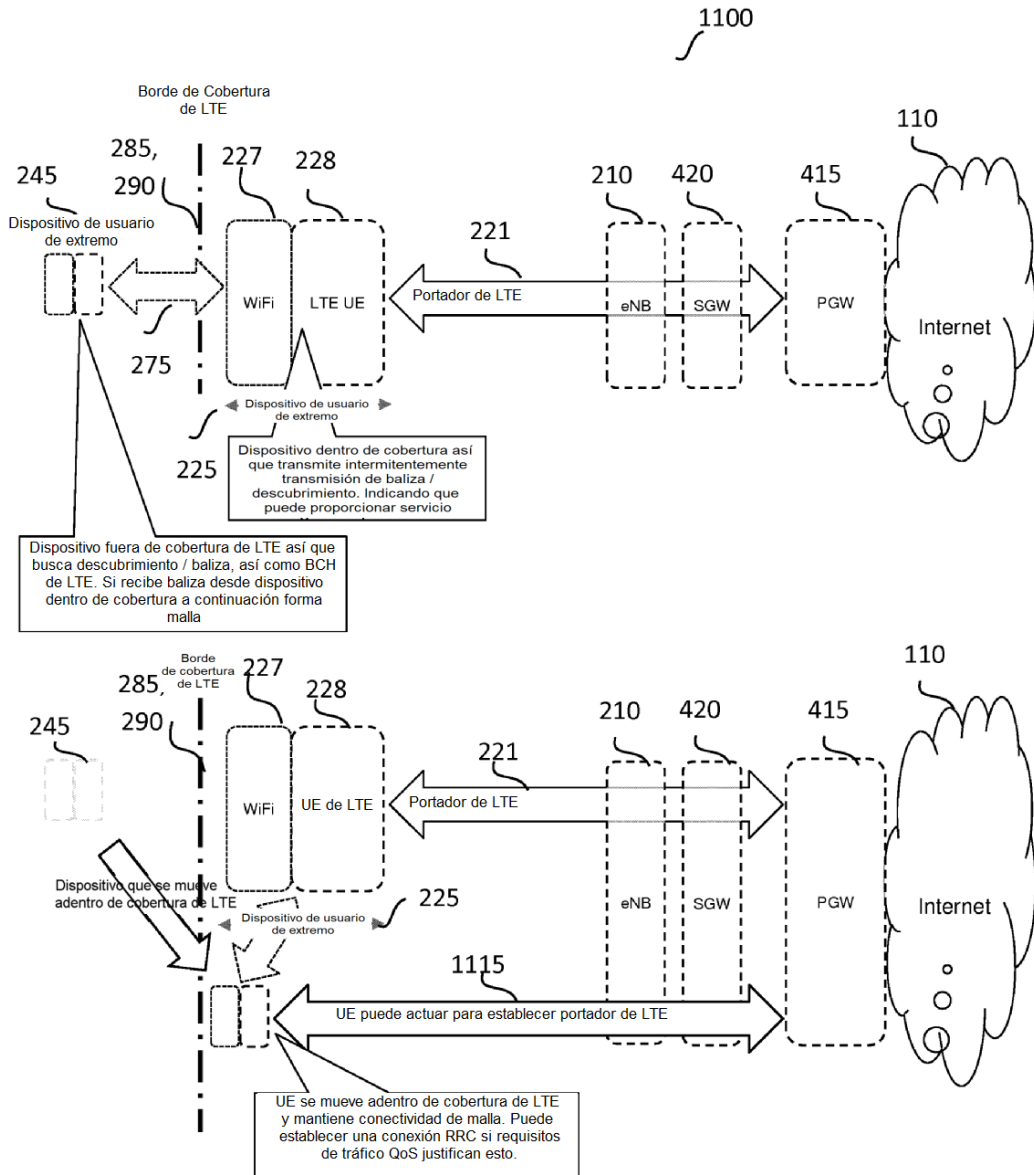


FIG. 11

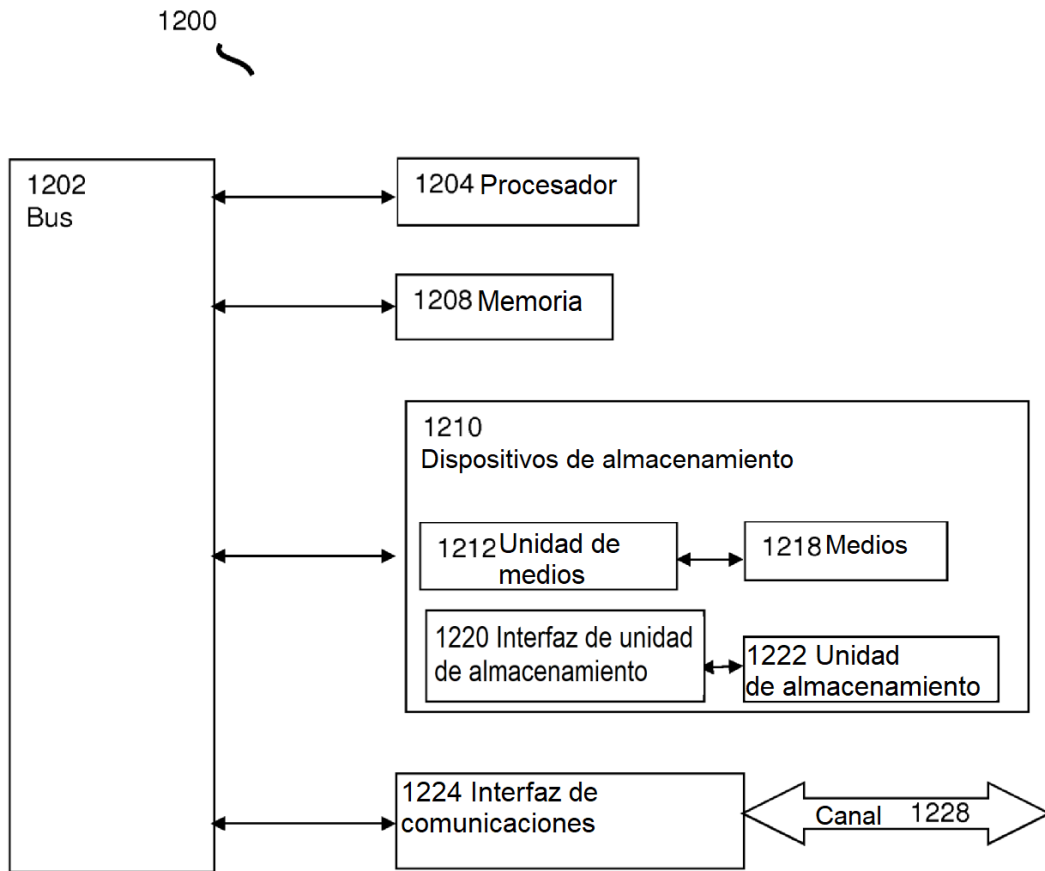


FIG. 12