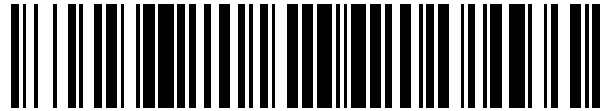


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 849 602**

51 Int. Cl.:

**H04W 28/02** (2009.01)

**H04W 76/15** (2008.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.11.2015 PCT/IB2015/002260**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.06.2016 WO16092356**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.11.2015 E 15816869 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2020 EP 3231248**

54 Título: **Amplificación WiFi con anclaje IP en LTE**

30 Prioridad:

**12.12.2014 US 201414569091**

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

**19.08.2021**

73 Titular/es:

**ALCATEL LUCENT (100.0%)  
Site Nokia Paris Saclay, Route de Villejust  
91620 Nozay, FR**

72 Inventor/es:

**KANUGOVI, SATISH y  
VASUDEVAN, SUBRAMANIAN**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

ES 2 849 602 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**

Amplificación WiFi con anclaje IP en LTE

5 ANTECEDENTES

10 En general, los sistemas celulares que utilizan espectro con licencia (por ejemplo, sistemas de evolución a largo plazo (LTE) de proyecto de asociación de tercera generación (3GPP)) y redes de área local inalámbrica (WLAN) que utilizan bandas de espectro sin licencia (por ejemplo, Wireless Fidelity (WiFi) u otro acceso local) se utilizan para proporcionar servicios inalámbricos de forma complementaria. Los sistemas celulares generalmente brindan cobertura macro celular en espacios abiertos y con cierto alcance en el interior de los edificios, mientras que las WLAN generalmente brindan servicios a empresas, residencias, lugares públicos y similares.

15 El documento US 2014/0078906 A1 describe la fusión de comunicaciones inalámbricas celulares y no celulares.

El documento US 2014/0079022 A1 describe el control de movilidad para la descarga de WiFi en sistemas inalámbricos.

20 El documento US 2014/0082697 A1 describe mejoras del sistema para permitir la descarga no 3GPP en 3GPP.

El documento WO 2014/047939 A1 describe un método y dispositivo de distribución de datos.

El documento US 2014/133298 A1 describe un método de descarga de datos y un equipo de usuario.

25 SUMARIO

La amplificación WiFi es una familia de esquemas para la integración de accesos WiFi y radio celular (por ejemplo, evolución a largo plazo (LTE) de proyecto de asociación de tercera generación (3GPP)) que aumenta la capacidad y cobertura WiFi descargando transmisiones de enlace ascendente a enlaces celulares y/o transmisiones de enlace descendente a enlaces WiFi. Al menos algunos ejemplos de realizaciones no requieren cambios en la infraestructura WiFi y se complementan con los estándares y la implementación de WiFi existentes.

Un elemento de red de acceso por radio se define en la reivindicación 1 adjunta.

35 El alcance de la divulgación está definido por la reivindicación 1 adjunta.

Al menos algunos ejemplos de realización de la integración de LTE-WiFi pueden proporcionar capacidad adicional de WiFi a LTE y también pueden mejorar el rendimiento de WiFi y/o la experiencia de la aplicación. Al menos algunas realizaciones de ejemplo también pueden garantizar un rendimiento WiFi más predecible y controlado.

40 Se pueden describir realizaciones de ejemplo en el contexto de, por ejemplo, integración de LTE y WiFi. Sin embargo, las realizaciones de ejemplo pueden extenderse a sistemas en los que WiFi (u otra tecnología inalámbrica basada en contención) se integra con LTE u otras tecnologías de transporte de datos como el acceso múltiple por división de código de banda ancha (WCDMA), el acceso de paquetes de alta velocidad (HSPA), el acceso múltiple por división de código (CDMA), la tecnología de acceso de radio optimizada para datos de evolución (EVDO), el acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSPDA), HSPDA+, interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WIMAX), etc.

50 Según una o más realizaciones de ejemplo, la agregación de sistemas celulares y WiFi se logra en un escenario en el que la dirección pública de Protocolo de Internet (IP) utilizada por la aplicación en el equipo de usuario (UE), que aprovecha las interfaces celular y WiFi concurrente y/o simultáneamente para conectarse a un servidor de aplicaciones, se obtiene de la asociación celular. Para el modo de operación de WiFi celular integrado, el UE multimodo se comunica con el AP WiFi con una dirección IP separada, que es proporcionada por un enrutador WLAN (o WiFi), y que es local para la WLAN proporcionada por el enrutador WLAN. El UE puede, independientemente del modo de operación agregado LTE-WiFi descrito, admitir la conexión de datos a través del enrutador WLAN al proveedor de servicios de Internet (ISP) como una conexión solo WiFi y/o con la red LTE en un modo solo LTE.

60 Según al menos una realización de ejemplo, un elemento de red de acceso por radio que incluye una estación base configurada para: asignar, en base a la información de medición de radioenlace recibida, al menos una primera parte del protocolo de convergencia de datos de paquetes de enlace descendente (PDCP) recibidos en la estación base para la entrega a un equipo de usuario a través de un enlace de red de área local inalámbrica (WLAN) entre un punto de acceso WLAN y el equipo de usuario, la información de medición de radioenlace recibida es indicativa de al menos una calidad de enlace de WLAN y una carga del enlace de WLAN; y enviar la primera parte de los paquetes PDCP de enlace descendente recibidos al punto de acceso WLAN para su entrega al equipo de usuario a través del enlace WLAN.

Al menos otra realización de ejemplo proporciona un elemento de red de acceso por radio que incluye una estación base configurada para: asignar, en base a la información de medición de enlace de radio recibida, al menos una primera parte de paquetes PDCP de enlace descendente recibidos en la estación base para su entrega a un equipo de usuario a través de un enlace WLAN entre un punto de acceso WLAN y el equipo de usuario, la información de medición de radioenlace recibida es indicativa de al menos una calidad de enlace WLAN y una carga en el enlace WLAN; y enviar la primera parte de los paquetes PDCP de enlace descendente a una puerta de enlace WLAN a través de un protocolo de túnel (GTP) del servicio general de radiocomunicación por paquetes (GPRS) entre la estación base y la puerta de enlace WLAN para su entrega al equipo de usuario a través del enlace WLAN.

## BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención se entenderá de manera más completa a partir de la descripción detallada que se proporciona a continuación y los dibujos adjuntos, en donde los elementos similares están representados por números de referencia similares, que se dan solo a modo ilustrativo y, por tanto, no limitan la presente invención.

La figura 1 ilustra una realización de ejemplo de un sistema de comunicación que tiene sistemas celulares y WiFi integrados.

La figura 2 ilustra otra realización de ejemplo de un sistema de comunicación que tiene sistemas celulares y WiFi integrados.

La figura 3 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para establecer un enlace WiFi con el UE.

La figura 4 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para transmitir paquetes al UE.

La figura 5 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para anular un enlace WiFi con el UE.

La figura 6 ilustra una realización de ejemplo de un sistema de comunicación que tiene sistemas celulares y WiFi integrados.

La figura 7 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para establecer un túnel GTP entre el eNB y la GW WLAN.

La figura 8 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para entregar paquetes PDCP a un UE.

La figura 9 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para la disociación de WiFi y la anulación del túnel GTP.

La figura 10 es un diagrama esquemático que ilustra componentes de ejemplo de un elemento de red según una realización de ejemplo.

Cabe señalar que estas figuras están destinadas a ilustrar las características generales de los métodos, la estructura y/o los materiales utilizados en determinadas realizaciones de ejemplo y para complementar la descripción escrita proporcionada a continuación. Sin embargo, estos dibujos no están a escala y pueden no reflejar con precisión las características estructurales o de rendimiento precisas de cualquier realización determinada, y no deben interpretarse como una definición o limitación del intervalo de valores o propiedades comprendidos por las realizaciones de ejemplo. El uso de números de referencia similares o idénticos en los diversos dibujos está destinado a indicar la presencia de un elemento o característica similar o idéntica.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

A continuación, se describirán más detalladamente varias realizaciones de ejemplo con referencia a los dibujos adjuntos en los que se muestran algunas realizaciones de ejemplo.

En la presente se describen realizaciones ilustrativas detalladas. Sin embargo, los detalles estructurales y funcionales específicos divulgados en la presente son simplemente representativos con el fin de describir realizaciones de ejemplo. Sin embargo, esta invención puede realizarse de muchas formas diferentes y no debe interpretarse como limitada solo a las realizaciones establecidas en la presente.

Por consiguiente, aunque las realizaciones de ejemplo pueden tener diversas modificaciones y formas alternativas, las realizaciones se muestran a modo de ejemplo en los dibujos y se describirán en la presente en detalle. Sin

embargo, debe entenderse que no hay intención de limitar las realizaciones de ejemplo a las formas particulares divulgadas. Por el contrario, las realizaciones de ejemplo deben cubrir todas las modificaciones, equivalentes y alternativas que caen dentro del alcance de esta divulgación. Los números similares se refieren a elementos similares en toda la descripción de las figuras.

5 Aunque los términos primero, segundo, etc. pueden usarse en la presente para describir varios elementos, estos elementos no deberían estar limitados por tales términos. Estos términos solo se usan para distinguir un elemento de otro. Por ejemplo, un primer elemento podría denominarse un segundo elemento y, de manera similar, un segundo elemento podría denominarse un primer elemento, sin apartarse del alcance de esta divulgación. Como se  
10 usa en la presente, el término "y/o" incluye todas y cada una de las combinaciones de uno o más de los elementos enumerados asociados.

15 Cuando se dice que un elemento está "conectado" o "acoplado" a otro elemento, puede estar conectado o acoplado directamente al otro elemento o pueden estar presentes elementos intermedios. Por el contrario, cuando se hace referencia a un elemento "conectado directamente" o "acoplado directamente" a otro elemento, no hay elementos intermedios presentes. Otras palabras utilizadas para describir la relación entre elementos deben interpretarse de manera similar (por ejemplo, "entre", frente a "directamente entre", "adyacente", frente a "directamente adyacente", etc.).

20 La terminología utilizada en la presente tiene el objetivo de describir realizaciones particulares solamente y no pretende ser limitativa. Como se usa en la presente, las formas singulares "un", "una", "el" y "la" pretenden incluir las formas plurales también, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Se entenderá además que los términos "comprende", "que comprende", "incluye" y/o "que incluye", cuando se usan en la presente, especifican la presencia de características, números enteros, pasos, operaciones, elementos y/o componentes indicados, pero no  
25 excluyen la presencia o adición de una o más características, números enteros, pasos, operaciones, elementos, componentes y/o grupos de los mismos.

30 También debe tenerse en cuenta que, en algunas implementaciones alternativas, las funciones/actos indicados pueden ocurrir fuera del orden indicado en las figuras. Por ejemplo, dos figuras mostradas en sucesión pueden, de hecho, ejecutarse sustancialmente al mismo tiempo, o pueden ejecutarse a veces en el orden inverso, dependiendo de la funcionalidad/actos involucrados.

35 En la siguiente descripción se proporcionan detalles específicos para proporcionar una comprensión completa de las realizaciones de ejemplo. Sin embargo, un experto en la técnica entenderá que se pueden llevar a la práctica realizaciones de ejemplo sin estos detalles específicos. Por ejemplo, los sistemas pueden mostrarse en diagrama esquemático para no oscurecer las realizaciones de ejemplo con detalles innecesarios. En otros casos, los procesos, las estructuras y las técnicas bien conocidas pueden mostrarse sin detalles innecesarios para evitar oscurecer las realizaciones de ejemplo.

40 En la siguiente descripción, se describirán realizaciones ilustrativas con referencia a actos y representaciones simbólicas de operaciones (por ejemplo, en forma de diagramas de flujo, organigramas, organigramas de datos, diagramas de estructura, diagramas esquemáticos, etc.) que pueden implementarse como módulos de programa o procesos funcionales que incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, etc., que realizan tareas particulares o implementan tipos de datos abstractos particulares y pueden implementarse utilizando  
45 hardware existente en, por ejemplo, pequeñas celdas inalámbricas existentes, estaciones base, NodoB, puertas de enlace, servidores, puntos de acceso inalámbricos, WiFi o de red de área local inalámbrica (WLAN), enrutadores inalámbricos, puertas de enlace WLAN, equipos de usuario (UE) que incluyen UE de modo dual, etc. Dicho hardware existente puede incluir una o más unidades de procesamiento central (CPU), dispositivos de sistema en chip (SOC), procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados de aplicaciones específicas, ordenadores con matriz de puertas programables en campo (FPGA) o similares.

50 Aunque un diagrama de flujo puede describir las operaciones como un proceso secuencial, muchas de las operaciones pueden realizarse en paralelo, de manera concurrente o en simultáneo. Además, el orden de las operaciones se puede reorganizar. Un proceso puede terminarse cuando se completan sus operaciones, pero  
55 también puede tener pasos adicionales no incluidos en la figura. Un proceso puede corresponder a un método, función, procedimiento, subrutina, subprograma, etc. Cuando un proceso corresponde a una función, su terminación puede corresponder a un retorno de la función a la función de llamada o la función principal.

60 Como se describe en la presente, el término "medio de almacenamiento", "medio de almacenamiento legible por ordenador" o "medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio" puede representar uno o más dispositivos para almacenar datos, incluida la memoria de solo lectura (ROM), la memoria de acceso aleatorio (RAM), RAM magnética, memoria de núcleo, medios de almacenamiento en disco magnético, medios de almacenamiento óptico, dispositivos de memoria rápida y/u otros medios tangibles legibles por máquina para almacenar información. El término "medio legible por ordenador" puede incluir, entre otros, dispositivos portátiles o  
65 fijos para almacenamiento, dispositivos de almacenamiento óptico y varios otros medios capaces de almacenar, contener o transportar instrucciones y/o datos.

Además, las realizaciones de ejemplo pueden implementarse mediante hardware, software, firmware, middleware, microcódigo, lenguajes de descripción de hardware o cualquier combinación de los mismos. Cuando se implementa en software, firmware, middleware o microcódigo, el código de programa o los segmentos de código para realizar las tareas necesarias pueden almacenarse en una máquina o en un medio legible por ordenador, como un medio de almacenamiento legible por ordenador. Cuando se implementa en software, un procesador o procesadores realizarán las tareas necesarias.

Un segmento de código puede representar un procedimiento, función, subprograma, programa, rutina, subrutina, módulo, paquete de software, clase o cualquier combinación de instrucciones, estructuras de datos o declaraciones de programa. Un segmento de código puede acoplarse a otro segmento de código o un circuito de hardware al pasar y/o recibir información, datos, argumentos, parámetros o contenidos de memoria. La información, los argumentos, los parámetros, los datos, etc. pueden pasarse, reenviarse o transmitirse a través de cualquier medio adecuado, incluido el intercambio de memoria, el paso de mensajes, el paso de tokens, la transmisión de red, etc.

Como se usa en la presente, el término "eNodoB" o "eNB" puede considerarse sinónimo de NodoB, y en lo sucesivo, ocasionalmente, estación base, estación transceptora, estación transceptora base (BTS), macrocelda, etc., y describe un transceptor en comunicación con recursos inalámbricos que proporciona a los usuarios un área de cobertura geográfica. Como se debate en la presente, los eNB pueden tener todas las funciones asociadas con las estaciones base convencionales y conocidas, además de la capacidad y funcionalidad debatidas en la presente.

Como se usa en la presente, el término "celda inalámbrica pequeña" puede considerarse sinónimo de, y en lo sucesivo, ocasionalmente, puede denominarse microcelda, picocelda, Nodo B doméstico (HNB), eNodo B doméstico (HeNB), etc., y describe un transceptor en comunicación y que proporciona recursos inalámbricos (por ejemplo, LTE, 3G, WiFi, etc.) a usuarios en un área de cobertura geográfica que es, en la mayoría de los casos, más pequeña que el área de cobertura geográfica cubierta por una macrocelda. Como se debate en la presente, las celdas inalámbricas pequeñas pueden tener todas las funciones asociadas con las estaciones base convencionales y conocidas, además de la capacidad y funcionalidad debatidas en la presente. En este sentido, las celdas inalámbricas pequeñas pueden incluir una estación base o un eNB (o un módulo eNB). Las celdas inalámbricas pequeñas según al menos algunas realizaciones de ejemplo también pueden servir como puntos de acceso (AP) WLAN (o WiFi) que proporcionan recursos WLAN (o WiFi) para dispositivos dentro del rango de la celda inalámbrica pequeña. Las celdas inalámbricas pequeñas según realizaciones de ejemplo se debatirán con más detalle más adelante.

El término "equipo de usuario" o "UE", como se debate en la presente, puede considerarse sinónimo de, y en lo sucesivo, ocasionalmente, denominarse usuario, cliente, dispositivo del cliente, unidad móvil, estación móvil, usuario móvil, móvil, abonado, usuario, estación remota, terminal de acceso, receptor, etc., y describe un usuario remoto de recursos inalámbricos en una red de comunicación inalámbrica (por ejemplo, una red LTE de 3GPP) y/o una WLAN. Los UE debatidos en la presente también pueden denominarse UE multimodo capaces de comunicarse a través de al menos LTE y WiFi.

Como se describe en la presente, un punto de acceso WiFi (AP WiFi) puede considerarse sinónimo de, y en lo sucesivo, ocasionalmente, denominado punto de acceso inalámbrico, enrutador inalámbrico, punto de acceso de red de área local inalámbrica (WLAN), etc., y describe un transceptor en comunicación con, y que proporciona recursos WiFi para dispositivos de cliente dentro del intervalo y conectados al AP WiFi. El AP WiFi permite que los dispositivos inalámbricos del cliente (por ejemplo, dispositivos electrónicos que tengan un transceptor WiFi) se conecten a otras redes (por ejemplo, inalámbricas y/o cableadas), como Internet.

En general, como se debate en la presente, un AP WiFi puede ser cualquier punto de acceso inalámbrico, enrutador u otro sistema físico de hardware de ordenador bien conocido, incluidos uno o más procesadores, varias interfaces de comunicación (por ejemplo, inalámbricas y cableadas), un medio legible por ordenador, etc. Una o más interfaces pueden configurarse para transmitir/recibir señales de datos a través de una conexión inalámbrica a través de una WLAN hacia/desde uno o más dispositivos, y también comunicarse con Internet, por ejemplo, a través de una conexión por cable.

Generalmente, como se debate en la presente, una pequeña celda inalámbrica puede ser cualquier celda inalámbrica pequeña bien conocida que incluya uno o más procesadores, varias interfaces de comunicación (por ejemplo, LTE, WiFi y cableadas), un medio legible por ordenador, memorias, etc. Se pueden configurar una o más interfaces para transmitir/recibir señales de datos a través de conexiones inalámbricas a través de una red WiFi y celular hacia/desde uno o más dispositivos, y también comunicarse con Internet, por ejemplo, a través de una conexión por cable.

Según realizaciones de ejemplo, las puertas de enlace (P-GW) de red de paquetes de datos (PDN), las puertas de enlace de servicio (S-GW), los UE, los servidores de aplicaciones/proxy, las celdas inalámbricas pequeñas, los eNB, los puntos de acceso (AP) inalámbricos, los AP WiFi, los enrutadores, los servidores, las puertas de enlace WLAN, las puertas de enlace de paquetes de datos evolucionados (ePDG), un proxy GTP, un agente de interfaz (o proxy),

etc. pueden ser (o incluir) hardware, firmware, software de ejecución de hardware o cualquier combinación de los mismos. Dicho hardware puede incluir una o más unidades de procesamiento central (CPU), dispositivos de sistema en chip (SOC), procesadores de señales digitales (DSP), circuitos integrados específicos de la aplicación (ASIC), matriz de puertas programables en campo (FPGA), ordenadores o similares configurados como máquinas de

5 objetivo especial para realizar las funciones descritas en la presente, así como cualquier otra función bien conocida de estos elementos. En al menos algunos casos, las CPU, SOC, DSP, ASIC y FPGA generalmente pueden denominarse circuitos de procesamiento, procesadores y/o microprocesadores.

10 La figura 1 ilustra una realización de ejemplo de un sistema de comunicación que tiene sistemas LTE y WiFi integrados.

En la presente se describirán realizaciones de ejemplo en el contexto de la integración de LTE y WiFi. Sin embargo, las realizaciones de ejemplo pueden extenderse a sistemas en los que WiFi (u otra tecnología inalámbrica basada en contención) se integra con LTE u otras tecnologías de transporte de datos, como el acceso múltiple por división

15 de código de banda ancha (WCDMA), el acceso de paquetes de alta velocidad (HSPA), el acceso múltiple por división de código (CDMA), la tecnología de acceso de radio optimizada para datos de evolución (EVDO), el acceso de paquetes de enlace descendente de alta velocidad (HSPDA), HSPDA+, interoperabilidad mundial para acceso por microondas (WiMAX), etc.

20 En referencia a la figura 1, el sistema de comunicación incluye una aplicación o un servidor proxy (denominado en la presente servidor de aplicaciones) 110; una puerta de enlace (PGW) de red de paquetes de datos (PDN) 103; una puerta de enlace de servicio (SGW) 101; y una celda inalámbrica pequeña 105.

El servidor de aplicaciones 110 puede ser un servidor web que aloja contenido multimedia (por ejemplo, voz, vídeo, etc.). En otro ejemplo, el servidor de aplicaciones 110 puede ser un servidor de voz sobre protocolo de internet (VoIP) que proporciona servicios de VoIP a los usuarios en la red, un servidor web, un servidor de mensajería instantánea, un servidor de correo electrónico, un software y/o un servidor en la nube, o cualquier otro servicio basado en el Protocolo de Internet (IP) que se pueda entregar a un equipo de usuario móvil u otro dispositivo que utilice acceso 3GPP y/o acceso no 3GPP (por ejemplo, WLAN, WiFi, etc.). En este sentido, el tráfico portador de

25 enlace descendente (o paquetes de enlace descendente) puede incluir una página web, un vídeo, un correo electrónico, un mensaje instantáneo, una dirección de una llamada VoIP, una dirección de una videollamada o similar, que se origina en el servidor de aplicación 110, y se envía a la celda inalámbrica pequeña 105 a través de Internet. El tráfico del portador de enlace ascendente puede incluir una solicitud de una página web, una solicitud de un vídeo, un correo electrónico, un mensaje instantáneo, una dirección de una llamada VoIP, una dirección de una videollamada, carga de un vídeo o similares.

30

35

El PGW 103 sirve como interfaz entre una red de datos de paquetes IP (IP-PDN) y una red de acceso de conectividad IP (IP-CAN). PGW 103 es responsable de la asignación de direcciones IP para los UE, así como de la aplicación de la calidad de servicio (QoS) y la carga basada en el flujo de acuerdo con las reglas de una función de control de políticas y reglas de carga (PCRF). PGW 103 se conecta operativamente a SGW 101 a través de la

40 interfaz S5/S8. SGW 101 también se conecta operativamente a la celda inalámbrica pequeña 105 a través de la interfaz S1-U.

SGW 101 proporciona una conexión entre la celda inalámbrica pequeña 105 y el PGW 103 almacenando un mapeo uno a uno actual entre los portadores del sistema de paquetes evolucionados (EPS) transportados a través de la interfaz SI-U (entre el SGW 101 y la celda inalámbrica pequeña 105) y la interfaz S5/S8. El SGW 101 sirve como

45 puerta de enlace entre la Red de acceso de radio terrestre (EUTRAN) del Sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS) y el Núcleo de paquetes evolucionado (EPC).

50 Todavía en referencia a la figura 1, la celda inalámbrica pequeña 105 incluye un eNB 1050 integrado (también denominado estación base o módulo de estación base) y un punto de acceso (AP) WiFi 120, así como un módulo de Agente de interfaz 1052 (también denominado en la presente como un procesador del agente de interfaz). El Agente de interfaz (o módulo) también puede denominarse unidad de Agente de interfaz o circuito de Agente de interfaz.

El eNB 1050 proporciona recursos inalámbricos y cobertura de radio para UE en el área de cobertura celular de la celda inalámbrica pequeña 105. Según una o más realizaciones de ejemplo, el eNB 1050 puede proporcionar recursos de radiofrecuencia de banda ancha (por ejemplo, 3GPP-LTE y similares) y puede basarse en Duplexación por división de frecuencia (FDD) o Duplexación por división de tiempo (TDD). El eNB 1050 también puede basarse en el acceso programado para los datos del usuario, de manera que los enlaces celulares entre el eNB 1050 se entiendan como enlaces programados, sin contención (es decir, todas las transmisiones del plano del usuario de

55 enlace descendente y ascendente para UE a través de enlaces celulares son programadas por el eNB 1050 integrado. El eNB 1050 puede estar configurado para comunicarse usando procedimientos existentes para su uso por celdas inalámbricas (por ejemplo, una macrocelda, microcelda, picocelda, eNodeB, eNB, HeNB, etc.) para comunicarse mediante una interfaz aérea LTE.

60

65

- 5 Como se mencionó anteriormente, la celda inalámbrica pequeña 105 incluye además un Agente de interfaz 1052. El Agente de interfaz puede mantener el mapeo entre el UE, la sesión LTE y el identificador de enlace Wi-Fi (por ejemplo, la dirección IP de Wi-Fi del UE) y los paquetes de ruta que se entregarán a través del enlace Wi-Fi a través del AP WLAN 120. El Agente de interfaz 1052 proporciona el "pegamento" entre la capa PDCP en la pila del protocolo de LTE en el eNB 1050 y el AP WiFi 120. El Agente de interfaz 1052 proporciona la ruta/vía adecuada para que los paquetes PDCP de enlace descendente sean entregados desde el eNB 1050 al UE 1 por el AP WiFi 120 a través del enlace WiFi 122.
- 10 En otra realización de ejemplo, el Agente de interfaz 1052 asegura la transmisión de datos con el UE 1 servido a través del enlace WiFi 122 a través del AP WiFi 120. El eNB 1050 establece un túnel IP con el UE 1 por el AP Wi-Fi 120, ya que el AP WiFi 120 no es considerado de confianza por el eNB 1050, como se define en los estándares de 3GPP. Para este objetivo, el Agente de interfaz 1052 actúa como un nodo de terminación para los túneles IPsec establecidos con el UE 1.
- 15 En otra realización de ejemplo, el Agente de interfaz 1052 recibe paquetes de enlace ascendente enviados desde el AP WiFi 120 y reenvía los paquetes de enlace ascendente recibidos al módulo PDCP de la sesión de UE adecuada en el eNB 1050.
- 20 El AP WiFi 120 en la celda inalámbrica pequeña 105 proporciona recursos WiFi para los UE en el área de cobertura WiFi de la celda inalámbrica pequeña 105. Como se sabe, los recursos WiFi son recursos de canal de tiempo compartido que utilizan un protocolo de acceso correcto (por ejemplo, Acceso múltiple con detección de portadora (CSMA)). Según el mecanismo de CSMA, cada transmisor potencial, incluyendo el AP WiFi 120 y los UE, compite por el uso del canal para transmisiones de enlace ascendente y descendente y difiere la transmisión hasta que se considera que el canal está libre.
- 25 En la celda inalámbrica pequeña 105, el eNB 1050 está conectado comunicativamente al AP WiFi 120 a través de un túnel IP entre el eNB 1050 y el AP WiFi 120. En este ejemplo, el eNB 1050 canaliza los paquetes PDCP destinados al UE 1 al AP WiFi 120 a través del túnel IP local, y el AP WiFi 120 entrega los paquetes PDCP recibidos al UE 1 a través del enlace WiFi 122. En este sentido, el tráfico IP de enlace descendente puede descargarse de la red LTE (o enlace) a la red WiFi (o enlace), amplificando así el rendimiento al UE 1.
- 30 Todavía en referencia a la figura 1, el UE 1 es un dispositivo de usuario multimodo que admite comunicaciones basadas tanto en LTE como en WiFi. Por ejemplo, el UE 1 puede ser un teléfono inteligente, una tableta, un ordenador portátil, un asistente digital personal (PDA) o similar. El UE 1 puede incluir: un procesador; una memoria; interfaz LTE; e interfaz WiFi. El procesador está conectado comunicativamente a cada una de la memoria, interfaz LTE e interfaz WiFi. La memoria almacena programas que pueden ser ejecutados por el procesador para proporcionar varias funciones de la capacidad de integración LTE-WLAN analizada en la presente. La memoria también almacena datos utilizables para proporcionar la ejecución, o generados como resultado de la ejecución de varias funciones de la capacidad de integración LTE-WLAN analizada en la presente. Se apreciará que la implementación del UE 1 que se representa en la figura 1 es simplemente un ejemplo, y ese UE 1 puede implementarse de cualquier otra manera adecuada para proporcionar funciones de la capacidad de integración LTE-WLAN.
- 35 Una vez conectado al AP WiFi 120 a través del túnel IP local, el eNB 1050 obtiene la dirección IP privada (o local) asignada al UE 1 por el AP WiFi 120. Usando la dirección IP local obtenida asignada al UE 1, el eNB 1050 canaliza los paquetes PDCP de enlace descendente destinados al UE 1 a través del AP WiFi 120 a través del túnel IP local, y el AP WiFi 120 entrega los paquetes PDCP recibidos al UE 1 a través del enlace descendente de WiFi.
- 40 En otra realización de ejemplo, mediante el uso de la dirección IP local obtenida asignada al UE 1, el eNB 1050 establece un túnel IPsec con el UE 1 y entrega los paquetes PDCP de enlace descendente a través del túnel IPsec seguro. Cuando se usa el túnel IPsec, los paquetes PDCP de enlace descendente se cifran y encapsulan mediante procedimientos IPsec y se envían a AP WiFi 120 a través del túnel IP local, y el AP WiFi 120 entrega los paquetes PDCP recibidos al UE 1 a través del enlace descendente de WiFi. En consecuencia, el tráfico IP de enlace descendente puede descargarse de la red LTE (o enlace) a la red (o enlace) WiFi, amplificando así la capacidad general de la red y/o el rendimiento proporcionado al UE 1. Según al menos algunas realizaciones de ejemplo, el UE 1 puede transmitir tráfico de enlace ascendente (por ejemplo, incluyendo mensajes de reconocimiento de WiFi (ACK)) al AP WiFi 120 en el enlace de WiFi 122. El UE 1 también puede transmitir tráfico de portador de enlace ascendente así como reconocimientos del protocolo de control de transporte (ACK TCP) en la parte de enlace ascendente del enlace LTE 1054. En al menos una realización de ejemplo, el UE 1 transmite solo mensajes de reconocimiento (ACK) de WiFi al AP WiFi 120 a través del enlace ascendente de WiFi, y el UE 1 transmite tráfico de portador de enlace ascendente y ACK TCP solo a través del enlace ascendente de LTE.
- 45 En otra realización de ejemplo, mediante el uso de la dirección IP local obtenida asignada al UE 1, el eNB 1050 establece un túnel IPsec con el UE 1 y entrega los paquetes PDCP de enlace descendente a través del túnel IPsec seguro. Cuando se usa el túnel IPsec, los paquetes PDCP de enlace descendente se cifran y encapsulan mediante procedimientos IPsec y se envían a AP WiFi 120 a través del túnel IP local, y el AP WiFi 120 entrega los paquetes PDCP recibidos al UE 1 a través del enlace descendente de WiFi. En consecuencia, el tráfico IP de enlace descendente puede descargarse de la red LTE (o enlace) a la red (o enlace) WiFi, amplificando así la capacidad general de la red y/o el rendimiento proporcionado al UE 1. Según al menos algunas realizaciones de ejemplo, el UE 1 puede transmitir tráfico de enlace ascendente (por ejemplo, incluyendo mensajes de reconocimiento de WiFi (ACK)) al AP WiFi 120 en el enlace de WiFi 122. El UE 1 también puede transmitir tráfico de portador de enlace ascendente así como reconocimientos del protocolo de control de transporte (ACK TCP) en la parte de enlace ascendente del enlace LTE 1054. En al menos una realización de ejemplo, el UE 1 transmite solo mensajes de reconocimiento (ACK) de WiFi al AP WiFi 120 a través del enlace ascendente de WiFi, y el UE 1 transmite tráfico de portador de enlace ascendente y ACK TCP solo a través del enlace ascendente de LTE.
- 50 La figura 3 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para establecer un enlace WiFi con el UE. La realización de ejemplo mostrada en la figura 3 se debatirá con respecto al sistema de comunicación mostrado en la figura 1. Sin embargo, se puede aplicar la misma o sustancialmente la misma metodología en otras realizaciones de ejemplo.
- 55 La figura 3 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para establecer un enlace WiFi con el UE. La realización de ejemplo mostrada en la figura 3 se debatirá con respecto al sistema de comunicación mostrado en la figura 1. Sin embargo, se puede aplicar la misma o sustancialmente la misma metodología en otras realizaciones de ejemplo.
- 60 La figura 3 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para establecer un enlace WiFi con el UE. La realización de ejemplo mostrada en la figura 3 se debatirá con respecto al sistema de comunicación mostrado en la figura 1. Sin embargo, se puede aplicar la misma o sustancialmente la misma metodología en otras realizaciones de ejemplo.
- 65 La figura 3 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para establecer un enlace WiFi con el UE. La realización de ejemplo mostrada en la figura 3 se debatirá con respecto al sistema de comunicación mostrado en la figura 1. Sin embargo, se puede aplicar la misma o sustancialmente la misma metodología en otras realizaciones de ejemplo.

- Haciendo referencia a las figuras 1 y 3, en el paso S310 el eNB 1050 inicia el establecimiento del enlace de WiFi 122 entre el AP WiFi 120 y el UE 1 enviando un mensaje de solicitud de medición (Control de medición) al UE 1. El mensaje de solicitud de medición también puede denominarse mensaje de control y solicitud de medición o mensaje de control de medición. El mensaje de solicitud de medición solicita un radioenlace y/o carga de información de medición del UE 1. En un ejemplo, el mensaje de solicitud de medición puede solicitar que el UE 1 mida la calidad de radioenlace y/o la carga asociada con uno o más identificadores de conjunto de servicios (SSID) identificados en el mensaje de solicitud de medición (por ejemplo, SSID en AP WiFi 120). Como se sabe, un SSID es un identificador para un subsistema WiFi en un AP WiFi, como el AP WiFi 120. Un AP WiFi puede servir a los STA utilizando múltiples SSID. Como se analiza en la presente, el radioenlace y/o la información de medición de carga a veces se puede denominar, por ejemplo, radioenlace y/o información de carga, información de estado de la red, información de estado del enlace, calidad del enlace de red y/o información de carga, características del enlace, información característica del enlace, características de red, etc.
- El mensaje de solicitud de medición del eNB 1050 también puede configurar parámetros de control de medición en el UE 1. El mensaje de solicitud de medición incluye una lista de SSID especiales para los cuales el eNB 1050 solicita que el UE 1 informe la calidad del radioenlace y/o la carga en la parte de mediciones de WiFi de un Informe de medición de LTE mejorado (analizado más adelante). Como se analiza en la presente, el SSID especial es un SSID con el que se asocian los UE que son compatibles con el modo de amplificación de la operación. Es decir, el SSID especial se usa en el contexto de realizaciones de ejemplo para identificar UE/STA que operan en el modo de amplificación. En las figuras, los SSID especiales a veces se pueden denominar SSIDn, SSIDc.
- Según al menos algunas realizaciones de ejemplo, en respuesta a la recepción del mensaje de solicitud de medición, el UE 1 obtiene mediciones de radioenlace WiFi y LTE para los SSID configurados por el eNB 1050 en el mensaje de solicitud de medición. Las mediciones del radioenlace WiFi se suman a las mediciones del enlace LTE obtenidas regularmente por el UE 1 según los modos de operación LTE existentes. Además de la calidad del enlace, el UE 1 también puede obtener información de carga de WLAN para los SSID configurados.
- Con más detalle, las mediciones del radioenlace WiFi pueden incluir mediciones de la calidad del enlace, como un indicador de intensidad de señal recibida (RSSI) de los paquetes WiFi de enlace descendente medidos por el UE 1. Las mediciones de la calidad del enlace LTE pueden incluir la potencia de recepción de la señal de referencia (RSRP) y la calidad de recepción de la señal de referencia (RSRQ), que son conocidas en la técnica. La información de carga de WLAN puede ser obtenida por el UE 1 a través de la transmisión de difusión por el AP WiFi 120.
- En el paso S312, el UE 1 envía un mensaje de informe de medición (informes de medición) que incluye las mediciones de radioenlace obtenidas al eNB 1050. En un ejemplo, las mediciones de radioenlace obtenidas pueden incluirse en un Informe de medición de LTE mejorado. Como se describe en la presente, el Informe de medición de LTE mejorado incluye la calidad del radioenlace WiFi y LTE y/o información de carga.
- Los estándares LTE actuales definen la señalización entre un UE y un eNB para transmitir la calidad del radioenlace LTE medida por el UE. A veces, esto se conoce como informe de medición LTE. Según al menos algunas realizaciones de ejemplo, este informe de medición de LTE se mejora para incluir además la calidad del enlace WiFi y/o información de carga para obtener el Informe de medición de LTE mejorado.
- Según una o más realizaciones de ejemplo, el AP WiFi 120 puede configurarse para utilizar un SSID especial para manejar/separar enlaces WiFi que se agregarán con enlaces LTE de acuerdo con realizaciones de ejemplo. En consecuencia, los UE que utilizan enlaces WiFi a SSID que no se consideran "SSID especiales" pueden no agregarse con enlaces LTE de acuerdo con realizaciones de ejemplo.
- Volviendo a la figura 3, en respuesta a la recepción del mensaje del informe de medición, en el paso S313 el eNB 1050 (por ejemplo, un Administrador de recursos de radio (RRM) en el eNB 1050) determina si agregar el enlace WiFi 122 (por ejemplo, si la adición del enlace WiFi 122 es beneficioso y/o deseable) para el UE 1 en función de la calidad del radioenlace y/o la información de carga incluida en el Informe de medición de LTE mejorado del UE 1.
- Si el eNB 1050 determina que el enlace WiFi 122 no es deseable, entonces el flujo de llamadas termina y el eNB 1050 continúa entregando paquetes al UE 1 a través del enlace LTE 1054 de la manera convencional.
- Por otro lado, si el eNB 1050 determina que el enlace WiFi 122 es deseable y/o beneficioso, entonces el eNB 1050 solicita la dirección MAC WiFi del UE 1 enviando un mensaje de solicitud de dirección MAC WiFi de Control de recursos de radio (RRC) (RRCGetWiFiDestAddress) al UE 1 en el paso S314. El mensaje de solicitud de dirección MAC WiFi RRC, así como los otros mensajes discutidos en la presente con un prefijo RRC, son mensajes RRC comunicados usando señalización RRC.
- En más detalle, por ejemplo, en el paso S313 el eNB 1050 determina si el enlace WiFi 122 es deseable y/o beneficioso comparando la calidad del enlace WiFi recibido o recibido/informado y/o la carga con los respectivos valores de umbral de calidad del enlace WiFi y/o de carga WiFi. En un ejemplo, si la calidad del enlace WiFi es

mayor o igual a un umbral de calidad del enlace WiFi y la carga WiFi es menor que un umbral de carga WiFi, entonces el eNB 1050 determina que agregar el enlace WiFi 122 es beneficioso y/o deseable, y envía el mensaje de solicitud de dirección MAC WiFi RRC al UE 1.

5 Volviendo a la figura 3, en respuesta al mensaje de solicitud de dirección MAC WiFi RRC (RRCGetWiFiDestAddress), en el paso S316 el UE 1 envía un mensaje de dirección MAC WiFi RRC (RRCGetWiFiDestAddressComplete) que incluye la dirección MAC WiFi del UE 1 al eNB 1050.

10 Después de recibir la dirección MAC WiFi para el UE 1, en el paso S318 el eNB 1050 envía un mensaje de solicitud de adición de AP (solicitud de adición de AP) al AP WiFi 120 que incluye la dirección MAC WiFi del UE 1. El mensaje de solicitud de adición de AP solicita que el AP WiFi 120 agregue la dirección MAC WiFi del UE 1 a la lista de UE autorizados a acceder al SSID especial asociado con los enlaces LTE y WiFi agregados.

15 En respuesta a la recepción del mensaje de solicitud de adición de AP, el AP WiFi 120 determina si permite que el UE 1 acceda al SSID especial. En el paso S320, el AP WiFi 120 envía un mensaje de respuesta de adición de AP (respuesta de adición de AP) al eNB 1050 basado en la determinación.

20 Según al menos algunas realizaciones de ejemplo, el AP WiFi 120 mantiene una lista de identificadores (ID) de MAC WiFi a los que se les permite acceder a un SSID particular. Esta lista puede ser dada, deseada, preconfigurada o proporcionada por el eNB 1050 en el mensaje de solicitud de adición de AP en el paso S318.

25 Además de la lista que indica permisos para dispositivos WiFi específicos (identificados por sus ID MAC WiFi únicos) para acceder al SSID en el AP WiFi 120, el AP WiFi 120 también puede tener en cuenta consideraciones adicionales como la carga existente para permitir o denegar una asociación de UE a través de un SSID particular.

30 Si el AP WiFi 120 decide permitir que el UE 1 acceda al SSID especial, entonces en el paso S322 el AP WiFi 120 asocia la dirección MAC WiFi del UE 1 con el SSID especial, y envía el mensaje de respuesta de adición de AP indicando 'SÍ' al eNB 1050. De lo contrario, si al UE 1 se le niega el acceso al SSID especial, entonces el AP WiFi 120 envía un mensaje de respuesta de adición de AP que indica 'NO' al eNB 1050, el flujo de llamadas termina y el UE 1 continúa comunicándose a través del enlace LTE 1054.

35 En respuesta a la recepción del mensaje de respuesta de adición de AP que indica SÍ, el eNB 1050 inicia la reconfiguración de las conexiones RRC en el UE 1 enviando un mensaje de reconfiguración de la conexión RRC (RRCConnectionReconfiguration) al UE 1 en el paso S324. El mensaje de reconfiguración de la conexión RRC incluye el SSID del AP WiFi 120, e indica al UE 1 que reconfigure sus conexiones RRC conectándose al SSID del AP WiFi 120 identificado en el mensaje de reconfiguración de la conexión RRC. En respuesta a la recepción del mensaje de reconfiguración de la conexión RRC, en el paso S326 el UE 1 establece el enlace WiFi 122 con el AP WiFi 120 mediante el intercambio de mensajes de autenticación y asociación con el AP WiFi 120. Al hacerlo de este modo, el UE 1 obtiene una dirección IP privada/local dentro de la red de área local inalámbrica (WLAN) proporcionada por el AP WiFi 120. Debido a que los métodos para establecer el enlace WiFi 122, incluidos los mensajes de autenticación y asociación analizados anteriormente, son bien conocidos, se omite una discusión detallada.

45 Después de establecer el enlace WiFi 122 con el AP WiFi 120, en el paso S328 el UE 1 informa al eNB 1050 que la reconfiguración de la conexión RRC está completa enviando un mensaje de finalización de la reconfiguración de la conexión RRC (RRCConnectionReconfigurationComplete) al eNB 1050. El mensaje de finalización de la reconfiguración de la conexión RRC incluye la dirección IP privada/local dentro de la WLAN, que es asignada al UE 1 por el AP WiFi 120 durante el proceso de autenticación/asociación analizado anteriormente.

50 En respuesta a la recepción del mensaje de finalización de la reconfiguración de la conexión RRC, en el paso S330 el eNB 1050 actualiza el Agente de interfaz 1052 en la celda inalámbrica pequeña 105 con la información requerida para permitir la tunelización de paquetes PDCP de enlace descendente desde el eNB 1050 al AP WiFi 120, y para habilitar el mapeo de los paquetes IP recibidos por el eNB 1050 desde el AP WiFi 120 a la sesión de UE adecuada, enviando un mensaje de conexión WiFi PDCP (PDCPWiFiConnect) al Agente de interfaz 1052. En un ejemplo, la información proporcionada al Agente de interfaz 1052 incluye la dirección IP de WiFi local asignada al UE 1 por el AP WiFi 120 durante el proceso de autenticación/asociación analizado anteriormente.

60 En otra realización de ejemplo, el Agente de interfaz 1052 establece un túnel IPsec con el UE 1 en respuesta a la recepción de la dirección IP WiFi del UE 1.

Una vez que el UE 1 ha establecido el enlace WiFi 122 con el AP WiFi 120 de acuerdo con el método mostrado, por ejemplo, en la figura 3, el eNB 1050 puede descargar paquetes PDCP de enlace descendente desde el enlace LTE 1054 dirigiendo al menos algunos paquetes PDCP de enlace descendente para su entrega a través del enlace WiFi 122 para su transmisión al UE 1. El eNB 1050 descarga los paquetes PDCP de enlace descendente como se describe a continuación en relación con la figura 4.

En el método mostrado en la figura 3, pueden omitirse los pasos S314, S316, S318, S320 y S322. En esta realización de ejemplo alternativa, los pasos S324, S326, S328 y S330 pueden seguir al paso S313.

5 La figura 4 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para transmitir paquetes al UE 1. Al igual que con la figura 3, la realización de ejemplo mostrada en la figura 4 se debatirá con respecto al sistema de comunicación mostrado en la figura 1. Sin embargo, se puede aplicar la misma o sustancialmente la misma metodología en otras realizaciones de ejemplo.

10 Todavía refiriéndose a la figura 4, en el paso S414, el eNB 1050 recibe paquetes PDCP de enlace descendente (también a veces denominados en la presente tráfico portador de enlace descendente) a través del portador S1 desde la red central (por ejemplo, SGW 101).

15 Al recibir los paquetes PDCP de enlace descendente, en el paso S415 el eNB 1050 distribuye los paquetes PDCP para su entrega a través del enlace LTE 1054 y el enlace WiFi 122 en función de la calidad del radioenlace y/o la información de carga del UE 1. En un ejemplo, el eNB 1050 distribuye la primera parte de los paquetes PDCP para su entrega a través del enlace LTE 1054 y una segunda parte de los paquetes PDCP para su entrega a través del enlace WiFi 122. El eNB 1050 también puede obtener información adicional del enlace WiFi del AP WiFi 120 intercambiando mensajes de informe de estado del enlace WiFi con el WiFi AP 120 como se ilustra en el paso S412b en la figura 4. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el paso S412b de la figura 4 pueden omitirse. La información adicional del enlace WiFi puede incluir, por ejemplo, la carga general en la interfaz WiFi en el AP WiFi 120.

20 En un ejemplo, en el paso S415, el eNB 1050 distribuye paquetes PDCP para su entrega a través del enlace LTE 1054 y el enlace WiFi 122 según una función de distribución. La función de distribución es un programador de enlaces múltiples que programa a través de los enlaces WiFi y LTE utilizando un algoritmo que tiene entradas como, entre otras, la calidad del radioenlace, la carga de los dos enlaces candidatos, etc. Las funciones de programación como esta son conocidas en la técnica y, por lo tanto, se omite un análisis detallado.

25 Todavía refiriéndose a la figura 4, en el paso S417 el eNB 1050 entrega (o transmite) los (por ejemplo, la primera parte de) paquetes PDCP asignados al enlace LTE 1054 al UE 1 a través del enlace LTE 1054.

30 Al mismo tiempo o simultáneamente con el paso S417, el eNB 1050 entrega (por ejemplo, la segunda parte de) los paquetes PDCP asignados para entrega a través del enlace WiFi 122 al UE 1 en los pasos S416, S416a y S416b. Más detalladamente, en los pasos S416 y 416a, el eNB 1050 tuneliza los paquetes PDCP de enlace descendente asignados para la entrega a través del enlace WiFi 122 al AP WiFi 120 para su entrega al UE 1 por el AP WiFi 120 a través del enlace WiFi 122.

35 Según al menos algunas realizaciones de ejemplo, el UE 1 puede medir (por ejemplo, de forma periódica o continua) la calidad y/o la carga del radioenlace LTE y WiFi. Según las realizaciones de ejemplo, el UE 1 puede proporcionar al eNB 1050 mediciones actualizadas de la calidad del radioenlace y/o de la carga periódicamente y/o cuando una medición actual de la calidad del radioenlace LTE y/o WiFi y/o de la carga difiere de un valor previamente medido y/o informado por más de un valor umbral.

40 Con referencia a la figura 4, el UE 1 puede enviar un mensaje de informe de medición actualizado, que incluye las mediciones calidad y/o carga del radioenlace actualizado, al eNB 1050 en el paso S410, y el UE 1 puede enviar un mensaje de informe de estado, que incluye información de carga WiFi actualizada, al eNB 1050 en el paso S412a. En un ejemplo, el mensaje de informe de estado puede incluir información de carga de HotSpot 2.0 proporcionada en marcos de control de WiFi sobre la señalización de HotSpot 2.0.

45 El eNB 1050 también puede obtener información adicional del enlace WiFi del AP WiFi 120 intercambiando mensajes de informe de estado del enlace WiFi con el WiFi AP 120 como se ilustra en el paso S412b en la figura 4. Sin embargo, debe tenerse en cuenta que el paso S412b de la figura 4 pueden omitirse. La información adicional del enlace WiFi puede incluir, por ejemplo, la carga general en la interfaz WiFi en el AP WiFi 120.

50 La recepción de la información actualizada sobre la calidad del radioenlace, la información de carga y/o la información adicional del enlace WiFi puede desencadenar la reconfiguración de la relación de distribución entre el enlace LTE 1054 y el enlace WiFi 122. En este sentido, el método analizado anteriormente con respecto a la figura 4 se puede realizar (o volver a realizar) como se discutió anteriormente.

55 La figura 5 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para eliminar y/o anular un enlace WiFi con el UE. La realización de ejemplo mostrada en la figura 5 se debatirá con respecto al sistema de comunicación mostrado en la figura 1. Sin embargo, se puede aplicar la misma o sustancialmente la misma metodología en otras realizaciones de ejemplo.

60 Como se analizó anteriormente, el UE 1 puede medir (por ejemplo, de forma periódica o continua) la calidad y/o la carga del radioenlace LTE y WiFi. Según las realizaciones de ejemplo, el UE 1 puede proporcionar al eNB 1050

mediciones actualizadas de la calidad del radioenlace y/o de la carga (por ejemplo, en un Informe de medición de LTE mejorado) periódicamente y/o cuando una medición actual de la calidad del radioenlace LTE y/o WiFi y/o de la carga difiere de un valor previamente medido y/o informado por más de un valor umbral.

- 5 Ahora, en referencia a las figuras 1 y 5, en el paso S512 el UE 1 envía un mensaje de informe de medición que incluye el Informe de medición de LTE mejorado actualizado al eNB 1050. El Informe de medición de LTE mejorado y el mensaje de informe de medición enviado en el paso S512 es el mismo o sustancialmente el mismo que el analizado anteriormente con respecto a la figura 4.
- 10 Según al menos algunas realizaciones de ejemplo, el eNB 1050 puede solicitar mediciones actualizadas enviando un mensaje de solicitud (o control) de medición en el paso S510. En un ejemplo, el eNB 1050 puede determinar que es necesario obtener mediciones actualizadas del enlace WiFi 122 más rápido que la velocidad de envío del UE (por ejemplo, basándose en varios valores de umbral). En este caso, el eNB 1050 puede solicitar informes de medición actualizados del UE 1. El eNB 1050 puede determinar que tal informe de medición actualizado es necesario cuando
- 15 el eNB 1050 determina que el UE 1 ha entrado en un borde de cobertura de la red Wi-Fi. En este caso, el eNB 1050 puede ser proactivo para obtener mediciones más recientes del enlace WiFi en lugar de esperar a que el UE 1 envíe los informes de medición por sí solo para reducir los datos enviados a través del enlace Wi-Fi ya que el enlace LTE alternativo está disponible y, en algunos casos, informa al UE 1 que anule la asociación con el AP WiFi actual y se asocie con otro AP WiFi.
- 20 Volviendo a la figura 5, en respuesta a la recepción del mensaje de informe de medición, en el paso S513 el eNB 1050 determina si eliminar (o anular) el enlace WiFi 122 para el UE 1 basándose en la información incluida en el Informe de medición de LTE mejorado del UE 1.
- 25 Por ejemplo, si la calidad del enlace WiFi (por ejemplo, en términos absolutos o en relación con la calidad del enlace LTE) está por debajo de un valor umbral de calidad del enlace, entonces el eNB 1050 puede determinar que el enlace WiFi 122 ya no es deseable y debe eliminarse o anularse. En otro ejemplo, si la velocidad de datos estimada disponible a través del enlace WiFi 122 basada en la estimación de la calidad del radioenlace y/o la carga en el AP WiFi 120 cae por debajo de un valor de umbral, entonces el eNB 1050 puede determinar que el enlace WiFi 122 ya
- 30 no es deseable y debería ser eliminado o anulado. En otro ejemplo más, si la retroalimentación del estado de PDCP informa que los paquetes enviados en el enlace WiFi 122 están experimentando retrasos y el número de tiempos de espera es mayor o igual a un umbral, entonces el eNB 1050 puede determinar que el enlace WiFi 122 ya no es deseable y debe ser eliminado o anulado.
- 35 Si el eNB 1050 determina que el enlace WiFi con el UE 1 todavía es deseable, entonces el flujo de llamadas mostrado en la figura 5 termina y el eNB 1050 continúa comunicándose a través de los enlaces LTE y WiFi como se analizó anteriormente con respecto a la figura 4.
- 40 Por otro lado, si el eNB 1050 determina que el enlace WiFi 122 con el UE 1 ya no es deseable y debería ser eliminado o anulado, entonces el eNB 1050 inicia la reconfiguración de las conexiones RRC en el UE 1 enviando un mensaje de reconfiguración de la conexión RRC (RRCConnectionReconfiguration) al UE 1 en el paso S514. El mensaje de reconfiguración de la conexión RRC es esencialmente el mismo que el mensaje de reconfiguración de la conexión RRC descrito anteriormente con respecto a la figura 3, excepto que el mensaje de reconfiguración de la
- 45 conexión RRC enviado en el paso S514 indica al UE 1 que reconfigure sus conexiones RRC disociándose/desconectándose del SSID del AP WiFi 120 identificado en el mensaje de reconfiguración de la conexión RRC.
- El eNB 1050 también puede solicitar la eliminación del enlace WiFi 122 en el AP WiFi 120 enviando un mensaje de solicitud de eliminación de WiFi (Solicitud de eliminación de AP) al AP WiFi 120 en el paso S516. Si el eNB 1050 envía el mensaje de solicitud de eliminación de WiFi al AP WiFi 120, el AP WiFi 120 elimina el contexto de UE en el AP WiFi 120 y notifica al eNB 1050 que el contexto de UE se ha eliminado enviando un mensaje de respuesta de eliminación de WiFi (AP Respuesta de eliminación) al eNB 1050 en el paso S517. Aunque como se muestra en la figura 5, se pueden omitir los pasos S516 y S517.
- 50
- 55 Todavía refiriéndose a la figura 5, después de que el eNB 1050 inicia la eliminación del enlace WiFi 122, en el paso S518 el UE 1 y el AP WiFi 120 intercambian mensajes de disociación para disociar/desconectar el UE 1 del SSID del AP WiFi 120. Debido a que los métodos para disociar/desconectar una conexión WiFi, incluidos los mensajes de disociación, analizados anteriormente son bien conocidos, se omite un análisis detallado.
- 60 Después de que el enlace WiFi 122 entre el UE 1 y el AP WiFi 120 se elimine (anule), en el paso S519 el UE 1 informa al eNB 1050 que la reconfiguración de la conexión RRC está completa enviando un mensaje de finalización de la reconfiguración de la conexión RRC (RRCConnectionReconfigurationComplete) al eNB 1050.
- 65 En respuesta a la recepción del mensaje de finalización de la reconfiguración de la conexión RRC, en el paso S520 el eNB 1050 actualiza el Agente de interfaz 1052 enviando un mensaje de desconexión de PDCP WiFi (PDCPWiFiDisconnect) al Agente de interfaz 1052. El mensaje de desconexión de WiFi PDCP informa al Agente de

interfaz 1052 que el enlace WiFi 122 entre el UE 1 y el AP WiFi 120 ha sido eliminado, y que los paquetes PDCP de enlace descendente ya no deberían dirigirse al enlace WiFi 122 para su entrega al UE 1.

5 En otra realización de ejemplo, el Agente de interfaz 1052 puede anular el túnel IPsec establecido con el UE 1 en respuesta a la recepción del mensaje de desconexión WiFi PDCP.

10 La figura 2 ilustra otra realización de ejemplo de un sistema de comunicación que tiene sistemas LTE y WiFi integrados. El sistema de comunicación de la figura 2 es similar al sistema de comunicación mostrado en la figura 1, excepto que el eNB 1050 y el AP WiFi 120 no están ubicados en una celda inalámbrica pequeña. Más bien, en la realización de ejemplo mostrada en la figura 6, la celda inalámbrica pequeña 105' incluye el eNB 1050, y el AP WiFi 120 está separado de la celda inalámbrica pequeña 105'.

15 En esta realización de ejemplo, el eNB 1050 en la celda inalámbrica pequeña 105 está conectado comunicativamente al AP WiFi 120, por ejemplo, mediante una conexión Ethernet. El eNB 1050 establece un túnel IP (por ejemplo, un túnel IP local) al AP WiFi 120 utilizando la dirección IP local asignada al eNB 1050 por el AP WiFi 120.

20 El funcionamiento del sistema de comunicación mostrado en la figura 2 es similar al funcionamiento del sistema de comunicación mostrado en la figura 1, excepto que el eNB 1050 se comunica con el AP WiFi 120 a través de una conexión externa (por ejemplo, una conexión Ethernet que es externa a la celda inalámbrica pequeña 105') entre el eNB 1050 y el AP WiFi 120, en lugar de una conexión interna dentro la celda inalámbrica pequeña.

25 Los métodos analizados anteriormente con respecto a figuras 3 a 5 pueden realizarse de forma similar mediante los componentes del sistema de comunicación mostrados en la figura 2. Por lo tanto, en la presente no se repetirán los análisis adicionales de los métodos mostrados en las figuras 3 a 5 en relación con el sistema de comunicación mostrado en la figura 2.

30 La figura 6 ilustra otra realización de ejemplo de un sistema de comunicación que tiene sistemas LTE y WiFi integrados.

35 El sistema de comunicación mostrado en la figura 6 es similar al sistema de comunicación mostrado en la figura 2, pero además incluye una puerta de enlace WLAN (GW) 115. Además, en la realización de ejemplo mostrada en la figura 6, la celda inalámbrica pequeña 105'' incluye además un proxy 135 de protocolo de túnel (GTP) del servicio general de radiocomunicación por paquetes (GPRS) acoplado comunicativamente al eNB 1050. Dado que la realización de ejemplo mostrada en la figura 6 es similar a la realización de ejemplo mostrada en la figura 2, solo se analizarán en detalle las diferencias entre estas realizaciones de ejemplo y los componentes adicionales.

40 En la realización de ejemplo mostrada en la figura 6, el eNB 1050 está acoplado comunicativamente al AP WiFi 120 a través de GW WLAN 115. Más detalladamente, el eNB 1050 está conectado al AP WiFi 120 a través de un túnel GTP a través de GW WLAN 115. Como se sabe, GTP es un grupo de protocolos de comunicaciones basados en IP que se utilizan para transportar carga útil tunelizada dentro de redes celulares (por ejemplo, Sistema Global para comunicaciones móviles (GSM), UMTS, LTE, etc.). En la realización de ejemplo mostrada en la figura 6, la WLAN que incluye el AP WiFi 120 y la GW WLAN 115 pueden ser una red de acceso no 3GPP confiable o no confiable, como se define en los estándares de 3GPP.

45 Como se analizó anteriormente, el eNB 1050 incluye el proxy GTP 135. El proxy GTP 135 mantiene un mapeo entre el RNTI para la sesión del UE, la dirección IP para la sesión del UE y el identificador de túnel GTP para el túnel GTP entre el eNB 1050 y la GW WLAN 115. El proxy GTP 135 también mantiene el túnel GTP entre el eNB 1050 y la GW WLAN 115 para la comunicación con el UE 1 a través del enlace WiFi 122. El proxy GTP 135 usa la dirección IP asociada con la sesión del UE para redirigir al menos una parte de los paquetes PDCP de enlace descendente a través del túnel GTP adecuado a la GW WLAN 115 para su transmisión al UE 1 a través del AP WiFi 120.

50 Todavía refiriéndose a la figura 6, el UE 1 incluye una pila de WiFi (WiFi STA) 102 y una pila de LTE 104, cuyas operaciones de ejemplo se analizarán con más detalle más adelante.

55 El funcionamiento de ejemplo de los sistemas de comunicación mostrados en la figura 6 se analizará con más detalle a continuación con respecto a las figuras 7 a 9.

60 La figura 7 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para establecer un túnel GTP entre el eNB 1050 y la GW WLAN 115. La realización de ejemplo mostrada en la figura 7 se debatirá con respecto al sistema de comunicación mostrado en la figura 6. Sin embargo, se puede aplicar la misma o sustancialmente la misma metodología en otras realizaciones de ejemplo.

65 En referencia a la figura 7, después de establecer una conexión IP LTE entre el UE 1 y el eNB 1050 (que incluye, por ejemplo, establecer una asociación entre el UE 1 y el eNB 1050, y realizar procedimientos de asignación de direcciones IP con el PGW 103 para asignar una dirección IP LTE para la sesión del UE del UE 1), y realizar la

- 5 configuración del portador S1 entre el eNB 1050 y el PGW 103, en el paso S711 la pila de LTE 104 en el UE 1 proporciona información para que el proxy GTP 135 correlacione la dirección IP LTE con el identificador de sesión del UE (Identificador de terminal de red de radio - RNTI) enviando un mensaje de inicio de configuración de RRC (RRCIPAddInfo) al proxy GTP 135 en el eNB 1050. El mensaje de inicio de configuración incluye la dirección IP LTE para la sesión del UE asignada por el PGW 103 cuando se establece la conexión IP LTE con la red central.
- 10 La pila de WiFi 102 en el UE 1 envía un mensaje de medición de WiFi a la pila de LTE 104 en el paso S713. El mensaje de medición de WiFi incluye información de medición de radioenlace y/o de carga para el enlace WiFi 122 entre el UE 1 y el AP WiFi 120. En un ejemplo, el mensaje de medición de WiFi puede incluir una indicación de intensidad de señal recibida (RSSI) y/o información de carga para un SSID particular (por ejemplo, SSIDn en la figura 7) en el AP WiFi 120.
- 15 Al recibir el mensaje de medición de WiFi de la pila de WiFi 102, en el paso S714 la pila de LTE 104 en el UE 1 envía un mensaje de medición de WiFi RRC (RRCWiFiMeas) que incluye la calidad del enlace WiFi y/o las características de carga recibidas desde la pila de WiFi 102 al eNB 1050.
- 20 En respuesta al mensaje de medición de WiFi RRC (RRCWiFiMeas) del UE 1, en el paso S715a el eNB 1050 envía un mensaje de conexión WiFi RRC (RRCWiFiConnect) a la pila de LTE 104 en el UE 1. El mensaje de conexión WiFi RRC identifica un SSID (SSIDc en la figura 7) en el AP WiFi 120 al que el UE 1 debería asociarse/conectarse.
- 25 En el paso S716, la pila de LTE 104 ordena a la pila de WiFi 102 que se conecte al SSID identificado en el mensaje de conexión WiFi RRC reenviando el mensaje de conexión WiFi RRC a la pila de WiFi 102.
- 30 En respuesta al mensaje de conexión WiFi RRC de la pila de LTE 104, la pila de WiFi 102 establece una conexión WiFi (por ejemplo, enlace WiFi 122) con el AP WiFi 120 al: (i) realizar, por ejemplo, sonda/asociación 802.11 con el AP WiFi 120 en el paso S717; y (ii) realizar la autenticación WiFi (por ejemplo, 802.11) con el AP WiFi 120 en el paso S718a. Debido a que los procedimientos para establecer una conexión WiFi de esta manera son bien conocidos, se omite un análisis detallado.
- 35 En el paso S718b, el AP WiFi 120 realiza una marcación de autenticación remota en el servicio de usuario (RADIUS)/autenticación, autorización y autenticación de conteo (AAA) con la red central (por ejemplo, a través del servidor AAA). Debido a que los procedimientos de autenticación como estos son bien conocidos, se omite un análisis detallado.
- 40 Todavía refiriéndose a la figura 7, en el paso S715b la pila de LTE 104 proporciona un mensaje de respuesta de conexión WiFi RRC (RRCWiFiConnectResponse) al eNB 1050 para notificar al eNB 1050 que el UE 1 se ha conectado (asociado con) el SSID identificado en el mensaje de conexión WiFi RRC.
- 45 En el paso S719, la pila de WiFi 102 desencadena la configuración del túnel GTP entre la GW WLAN 115 y el eNB 1050 enviando un mensaje de descubrimiento del Protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) a la GW WLAN 115. El mensaje de descubrimiento de DHCP es una solicitud de concesión de dirección IP, que incluye la dirección IP asignada por PGW 103 y el RNTI asociado con el SSID específico al que está conectado el UE 1. La GW WLAN 115 usa el SSID (o RNTI asociado con el SSID) en el mensaje de descubrimiento de DHCP para activar el establecimiento del túnel GTP con el eNB 1050. Cuando un servidor DHCP recibe un mensaje de descubrimiento de DHCP de un cliente, el servidor reserva una dirección IP para el UE 1. Luego, se establece un túnel GTP entre el eNB 1050 y la GW WLAN 115 de una manera similar a la configuración de un túnel GTP para una interfaz S2a/S2b, que es bien conocida en la técnica. Como bien se sabe en la técnica, se siguen los procedimientos de S2a para el establecimiento del túnel GTP, cuando la red WiFi (incluyendo GW WLAN 115 y AP WiFi 120) se considera confiable, según los estándares de 3GPP, por el eNB. En otra realización de ejemplo, se siguen los procedimientos de S2b para el establecimiento del túnel GTP, cuando la red WiFi (incluyendo GW WLAN 115 y AP WiFi 120) se considera no confiable, según los estándares de 3GPP, por el eNB.
- 50 Más detalladamente con respecto al establecimiento del túnel GTP, en el paso S720a la GW WLAN 115 solicita que el proxy GTP 135 establezca un túnel GTP entre el eNB 1050 y la GW WLAN 115 enviando un mensaje de solicitud de creación de sesión GTP al proxy GTP 135. El mensaje de solicitud de creación de sesión GTP incluye la dirección IP LTE recibida del UE 1 en el mensaje de descubrimiento de DHCP enviado en el paso S719 y un identificador único para el UE 1 (por ejemplo, identidad de abonado móvil internacional (IMSI)). En una realización de ejemplo, esto se incluye como el elemento bien conocido PAA (asignación de direcciones PDN) en el mensaje de solicitud de creación de sesión GTP.
- 60 El proxy GTP 135 verifica que la dirección IP LTE recibida en el mensaje de solicitud de creación de sesión GTP esté asociada con una sesión del UE válida utilizando el mapeo entre la sesión del UE y la dirección IP LTE asignada del paso S711 que se almacena en el proxy GTP 135.
- 65 Tras la verificación exitosa de que la dirección IP LTE está asociada con una sesión del UE válida, el proxy GTP 135 envía un mensaje de respuesta de creación de sesión GTP a la GW WLAN 115. El mensaje de respuesta de

creación de sesión GTP incluye la misma dirección IP LTE que fue asignada al UE 1 por la red LTE. Si el proxy GTP 135 no puede verificar que la dirección IP LTE recibida en el mensaje de solicitud de creación de sesión GTP está asociada con una sesión del UE válida, entonces el proxy GTP puede iniciar procedimientos para rechazar la solicitud de creación de túnel GTP. Dado que estos procedimientos se conocen bien, se omite un análisis detallado.

5 Todavía refiriéndose a la figura 7, después de establecer el túnel GTP con el eNB 1050, y en respuesta al mensaje de descubrimiento de DHCP, en el paso S721 la GW WLAN 115 envía un mensaje de oferta de DHCP S711 al UE 1. Como se sabe, un mensaje de oferta de DHCP incluye la dirección MAC del UE 1, la dirección IP que la GW WLAN 115 ha reservado para el UE 1, la máscara de subred, la duración de la concesión de la dirección IP y la dirección IP del servidor DHCP (en este caso, GW WLAN 115) que ofrece la concesión de la dirección IP. En este ejemplo, la GW WLAN 115 incluye la misma dirección IP LTE que se recibió en la respuesta de la sesión de creación GTP en el paso S720b.

10 En respuesta al mensaje de oferta de DHCP, en el paso S722 el UE 1 envía un mensaje de solicitud de DHCP a la GW WLAN 115 solicitando la dirección IP ofrecida en el mensaje de oferta de DHCP S711.

15 En respuesta al mensaje de solicitud de DHCP del UE 1, en el paso S723 la GW WLAN 115 envía un mensaje de reconocimiento (Ack) de DHCP S713 al UE 1. El mensaje de Ack de DHCP incluye la duración de la concesión y cualquier otra información de configuración solicitada por el UE 1, completando así el proceso de configuración de IP de manera que el UE 1 pueda transmitir y recibir paquetes desde el eNB 1050 a través del AP WiFi 120 y GW WLAN 115.

20 Una vez que se configura el túnel GTP entre la GW WLAN 115 y el eNB 1050 (por ejemplo, según el método mostrado en la figura 7) y se completa el proceso de configuración de IP, los paquetes PDCP pueden ser entregados al UE 1 a través del enlace WiFi 122 mediante la tunelización de los paquetes PDCP recibidos en el eNB 1050 a la GW WLAN 115 a través del túnel GTP.

25 La figura 8 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para entregar paquetes PDCP al UE 1 a través de los enlaces LTE y WiFi mediante la tunelización de al menos una parte de los paquetes PDCP de enlace descendente recibidos en el eNB 1050 desde el eNB 1050 a la GW WLAN 115 para su transmisión al UE 1 a través del enlace WiFi 122. La realización de ejemplo mostrada en la figura 8 se debatirá con respecto al sistema de comunicación mostrado en la figura 6. Sin embargo, se puede aplicar la misma o sustancialmente la misma metodología en otras realizaciones de ejemplo.

30 En referencia a la figura 8, en el paso S811, la pila de WiFi 102 en el UE 1 envía un mensaje de medición de WiFi a la pila de LTE 104 en el UE 1. El mensaje de medición de WiFi puede ser el mismo o sustancialmente el mismo que el mensaje de medición de WiFi analizado anteriormente con respecto a la figura 7.

35 Al recibir el mensaje de medición de WiFi de la pila de WiFi 102, en el paso S812 el UE 1 (por ejemplo, a través de la pila de LTE 104) envía un mensaje de medición de WiFi RRC (RRCWiFiMeas) que incluye las características del enlace de WiFi recibidas desde la pila de WiFi 102. El mensaje de medición de WiFi RRC puede ser el mismo o sustancialmente el mismo que el mensaje de medición de WiFi RRC analizado con respecto a la figura 7.

40 En base a las características del enlace WiFi recibidas en el mensaje de medición WiFi RRC y la información de condición de la red para el enlace LTE 1054 proporcionada por el eNB 1050, en el paso S813 el eNB 1050 determina una política de distribución de paquetes PDCP según una función de distribución. La política de distribución de paquetes PDCP identifica la manera en que los paquetes PDCP de enlace descendente deben distribuirse entre el enlace WiFi 122 y el enlace LTE 1054 con el UE 1.

45 En base a la información como la calidad del radioenlace y/o la carga en enlaces WiFi y LTE, la función de distribución determina la proporción de paquetes PDCP de enlace descendente que se entregarán a través del enlace LTE y el enlace WiFi. En este sentido, la función de distribución es un programador de enlaces múltiples que programa las transmisiones de paquetes PDCP a través de enlaces WiFi y LTE utilizando un algoritmo que tiene entradas como, entre otras, la calidad del enlace de radio, la carga de los dos enlaces candidatos, etc. Las funciones de programación de este tipo son conocidas en la técnica y, por lo tanto, se omite un análisis detallado.

50 Según al menos algunas realizaciones de ejemplo, la política de distribución de paquetes PDCP puede ser una de las siguientes: (i) un modo solo WiFi en el que el eNB 1050 tuneliza todos los paquetes PDCP destinados al UE 1 a la GW WLAN 115 para su transmisión al UE 1 a través del enlace WiFi 122; (ii) un modo solo LTE en el que el eNB 1050 transmite todos los paquetes PDCP destinados al UE 1 a través del enlace LTE 1054; y (iii) un modo híbrido WiFi-LTE en el que el eNB 1050 tuneliza algunos (por ejemplo, una primera parte) de los paquetes PDCP destinados al UE 1 a la GW WLAN 115 para su transmisión al UE 1 a través del enlace WiFi 122, mientras transmite otros paquetes PDCP (por ejemplo, una segunda parte) destinados al UE 1 a través del enlace LTE 1054. En el modo híbrido WiFi-LTE, los paquetes PDCP pueden transmitirse al UE 1 a través del enlace WiFi 122 y el enlace LTE 1054 al menos uno de forma concurrente y simultánea.

55

Al tunelizar los paquetes PDCP de enlace descendente a la GW WLAN 115, el eNB 1050 utiliza la información mantenida en el proxy GTP 135 para encapsular los paquetes PDCP a través del túnel GTP adecuado a la GW WLAN 115.

5 Con más detalle, como se mencionó anteriormente con respecto a los pasos S720a y S720b en la figura 7, el proxy GTP 135 crea un túnel GTP con la GW WLAN 115 y almacena el mapeo entre el identificador del túnel GTP y la dirección IP del UE 1 para el que se crea el túnel GTP. El proxy GTP 135 también mantiene un mapeo entre la dirección IP del UE y el identificador de sesión del UE en eNB 1050 (el RNTI). Cuando el eNB 1050 envía un paquete PDCP de enlace descendente destinado al UE 1, el mensaje/la señal del eNB 1050 se asocia con un RNTI.  
10 El proxy GTP 135 deriva la dirección IP correspondiente al RNTI y utiliza la dirección IP derivada para seleccionar el túnel GTP sobre el cual se enviará el paquete PDCP, encapsulando así el paquete PDCP para su transmisión a través del túnel GTP a la GW WLAN 115.

15 Volviendo a la figura 8, en el paso S814, el eNB 1050 recibe tráfico portador de enlace descendente (incluyendo paquetes PDCP de enlace descendente) desde el servidor de aplicaciones 110.

20 En el paso S815, el eNB 1050 distribuye el tráfico portador del enlace descendente entre el enlace WiFi 122 y el enlace LTE 1054 según la política de distribución del paquete PDCP determinada en el paso S813. El eNB 1050 entrega entonces los paquetes PDCP al UE 1 a través del enlace WiFi 122 y el enlace LTE 1054.

Con más detalle, el eNB 1050 transmite (por ejemplo, la primera parte de los) paquetes PDCP asignados al enlace LTE 1054 a través del enlace LTE 1054 entre el eNB 1050 y el UE 1.

25 En lo que respecta a (por ejemplo, la segunda parte de los) paquetes PDCP asignados para transmisión en el enlace WiFi 122, en el paso S816 el eNB 1050 envía estos paquetes PDCP a la GW WLAN 115 a través del túnel GTP.

En el paso S817, la GW WLAN 115 entrega los paquetes PDCP tunelizados al UE 1 a través del AP WiFi 120 a través del enlace WiFi 122 entre el AP WiFi 120 y el UE 1.

30 En el UE 1, la pila de WiFi 102 en el UE 1 reenvía los paquetes PDCP recibidos a través del enlace WiFi 122 a la pila de LTE 104. La pila de LTE 104 agrega los paquetes PDCP recibidos a través del enlace WiFi 122 y el enlace LTE 1054. Más detalladamente, el UE 1 recibe paquetes de enlace descendente enviados por el eNB 1050 a través del enlace WiFi 122 desde la pila de WiFi 102 y almacena los paquetes PDCP recibidos con los paquetes de enlace descendente recibidos a través del enlace LTE 1054 en una memoria intermediaria común. Luego, el UE 1 reordena los paquetes PDCP recibidos (por ejemplo, por número de secuencia PDCP) y entrega los paquetes PDCP reordenados a aplicaciones de capa superior para su posterior procesamiento y recepción del tráfico portador del enlace descendente.  
35

40 Después de establecer el túnel GTP con la GW WLAN 115 como se analizó anteriormente con respecto a la figura 7, el eNB 1050 puede determinar que el UE 1 debería disociarse del AP WiFi 120 y reanudar la comunicación únicamente a través del enlace LTE 1054 con el UE 1.

45 La figura 9 es un organigrama de señal (o llamada) que ilustra una realización de ejemplo de un método para la disociación de WiFi y la anulación del túnel GTP. La realización de ejemplo mostrada en la figura 9 se debatirá con respecto al sistema de comunicación mostrado en la figura 6. Sin embargo, se puede aplicar la misma o sustancialmente la misma metodología en otras realizaciones de ejemplo.

50 En referencia a la figura 9, basándose en las características del enlace WiFi y LTE recibidas en un mensaje de medición de WiFi RRC en el paso S912, el eNB 1050 determina si el UE 1 debe disociarse del AP WiFi 120, y si el túnel GTP entre el eNB 1050 y el GW WLAN 115 debe ser anulado.

55 Con más detalle, el eNB 1050 determina si aún es deseable enviar datos a través del enlace WiFi 122 basándose en la información de radioenlace para el enlace WiFi 122 y el enlace LTE 1054 informado por el UE 1 en el mensaje de medición de WiFi RRC. En un ejemplo, si la calidad del enlace WiFi (por ejemplo, en términos absolutos o en relación con la calidad del enlace LTE) es menor que un valor de umbral, el eNB 1050 determina que el envío de datos a través del enlace WiFi 122 ya no es deseable. En otro ejemplo, si la tasa de datos estimada disponible desde el enlace WiFi 122 basada en la estimación de la calidad de radioenlace y/o la carga en el AP WiFi 120 es menor que un valor de umbral, el eNB 1050 determina que el envío de datos a través del enlace WiFi 122 ya no es deseable. En otro ejemplo más, el eNB 1050 puede determinar que el envío de datos a través del enlace WiFi 122 ya no es deseable si la retroalimentación de los informes de estado PDCP indican que los paquetes enviados en el enlace WiFi 122 están experimentando retrasos y una cantidad de tiempos de espera que exceden un valor de umbral.  
60

65 Cuando el eNB 1050 determina que el UE 1 debe disociarse del AP WiFi 120 y el túnel GTP debe ser anulado, el proxy GTP 135 en el eNB 1050 solicita la anulación del túnel GTP enviando una solicitud de eliminación de sesión (GTP) a la GW WLAN 115 en el paso S914. En respuesta a la solicitud de eliminación de sesión (GTP), la GW

WLAN 115 elimina el túnel GTP establecido y envía una respuesta de eliminación de sesión (GTP) al eNB 1050 en el paso S915.

5 Una vez eliminado el túnel GTP, en el paso S916 el eNB 1050 indica al UE 1 que se disocie del AP WiFi 120 enviando un mensaje de terminación de WiFi RRC (RRCWiFiTerminate) al UE 1 a través del enlace LTE 1054. El mensaje de terminación de WiFi RRC incluye el SSID con el que el UE 1 está asociado actualmente.

10 En el paso S917, la pila de LTE 104 ordena a la pila de WiFi 102 en el UE 1 que se disocie del SSID en el AP WiFi 120 en respuesta al mensaje de terminación de WiFi RRC del eNB 1050.

En respuesta a la instrucción de la pila de LTE 104, la pila de WiFi 102 se disocia del AP WiFi 120 intercambiando mensajes de solicitud y respuesta de disociación con el AP WiFi 120 en los pasos S918 y S919.

15 Cuando se completa la disociación, el UE 1 informa al eNB 1050 que el UE 1 se ha disociado del AP WiFi 120 mediante el envío de un mensaje de terminación completa de WiFi RRC (RRCWiFi TerminateComplete) al eNB 1050 en el paso S920.

20 Una vez completados, los paquetes PDCP de enlace descendente ya no se descargan de la red LTE a la red WiFi para su entrega al UE 1.

25 La figura 10 ilustra componentes de ejemplo de un elemento de red según una realización de ejemplo. A efectos descriptivos, se supondrá que el elemento de red de la figura 10 es la celda inalámbrica pequeña 105. Sin embargo, la descripción de los componentes mostrados en la figura 10 también puede aplicarse a otros elementos de realizaciones de ejemplo, como GW WLAN, AP WiFi, UE, PGW, SGW, etc.

30 Como se muestra, la celda inalámbrica pequeña 105 incluye un procesador 600, conectado a una memoria 604 y varias interfaces 602. En algunas realizaciones, la celda inalámbrica pequeña 105 puede incluir muchos más componentes que aquellos mostrados en la figura 10. Sin embargo, no es necesario que todos estos componentes generalmente convencionales se muestren con el fin de divulgar la realización ilustrativa.

35 La memoria 604 puede ser un medio de almacenamiento legible por ordenador que generalmente incluye una memoria de acceso aleatorio (RAM), una memoria de solo lectura (ROM) y/o un dispositivo de almacenamiento masivo permanente, como una unidad de disco. La memoria 604 también almacena un sistema operativo y cualquier otra rutina/ módulo/ aplicación para proporcionar las funcionalidades de la celda inalámbrica pequeña 105, incluidas aquellas analizadas en la presente. Estos componentes de software también pueden cargarse desde un medio independiente de almacenamiento legible por ordenador en la memoria 604 utilizando un mecanismo de accionamiento (no se muestra). Dicho medio independiente de almacenamiento legible por ordenador puede incluir un disco, una cinta, una unidad de DVD/CD-ROM, una tarjeta de memoria u otro medio de almacenamiento similar legible por ordenador (no se muestra). En algunas realizaciones, los componentes de software pueden cargarse en  
40 la memoria 604 a través de una de las diversas interfaces 602, en lugar de un medio de almacenamiento legible por ordenador.

45 El procesador 600 puede configurarse para llevar a cabo instrucciones de un programa informático realizando las operaciones básicas aritméticas, lógicas y de entrada/salida del sistema. Se pueden proporcionar instrucciones al procesador 600 mediante la memoria 604.

50 Las diversas interfaces 602 pueden incluir componentes de hardware informático que conectan la celda inalámbrica pequeña 105 a través de una conexión cableada o inalámbrica al PGW 103, SGW 101, GW WLAN 115, AP WiFi 120, UE 1, servidor de aplicación/proxy 110 etc.

Como se entenderá, las interfaces 602 y los programas almacenados en la memoria 604 para establecer las funcionalidades de propósito especial del elemento de red variarán dependiendo del elemento de red.

**REIVINDICACIONES**

1. Un elemento de red de acceso por radio que comprende:

- 5 una estación base configurada para enviar (S310) un mensaje de solicitud de medición a un equipo de usuario, UE, iniciar la configuración de un enlace WiFi entre un punto de acceso WiFi, AP y el UE, el mensaje de solicitud de medición que incluye una lista de SSID especial para el cual el elemento de red de acceso por radio solicita que el UE informe la calidad del radioenlace WiFi y/o la carga en la parte de mediciones de WiFi de un Informe de medición de LTE mejorado,
- 10 en respuesta a la recepción (S312) de un mensaje de informe de medición, determinar (S313) si añadir un enlace WiFi para el equipo del usuario en función de la calidad del radioenlace WiFi y LTE y/o la información de carga incluida en el Informe de medición LTE mejorado del equipo del usuario, en caso de determinar que se agregue un enlace WiFi para el equipo del usuario basado en la calidad del radioenlace WiFi y LTE y/o la información de carga incluida en el Informe de medición LTE mejorado desde el equipo del usuario, enviar (S318) un mensaje de adición de punto de acceso a una red de área local inalámbrica, WLAN, punto de acceso, el mensaje de adición del punto de acceso incluye una dirección MAC WLAN para el equipo del usuario y solicitar que el punto de acceso WLAN agregue la dirección MAC WLAN a una lista de equipos de usuarios autorizados para acceder a un subsistema WLAN identificado por un identificador de conjunto de servicios, SSID, asociado con enlaces LTE y WiFi agregados en el punto de acceso WLAN;
- 20 en respuesta a la recepción (S320) de un mensaje de respuesta de adición de punto de acceso que indique Sí, enviar (S324) al equipo del usuario un mensaje de reconfiguración de conexión de control de recursos de radio, RRC, que incluya el SSID del punto de acceso WLAN e instruya al equipo del usuario a conectarse al subsistema WLAN identificado por el SSID;
- 25 recibir (S328) del equipo de usuario un mensaje de finalización de la reconfiguración de la conexión RRC que incluya una dirección IP privada dentro de la WLAN asignada al equipo del usuario mediante el punto de acceso de WLAN;
- 30 asignar, en base a la calidad del radioenlace WiFi y LTE recibida y/o la información de carga, al menos una primera parte del protocolo de convergencia de datos de paquetes de enlace descendente, PDCP, paquetes recibidos en la estación base para su entrega al equipo del usuario a través de un enlace WLAN entre el equipo del usuario y el punto de acceso WLAN, y enviar la primera parte de los paquetes PDCP de enlace descendente recibidos al punto de acceso WLAN para su entrega al equipo del usuario a través del enlace WLAN.

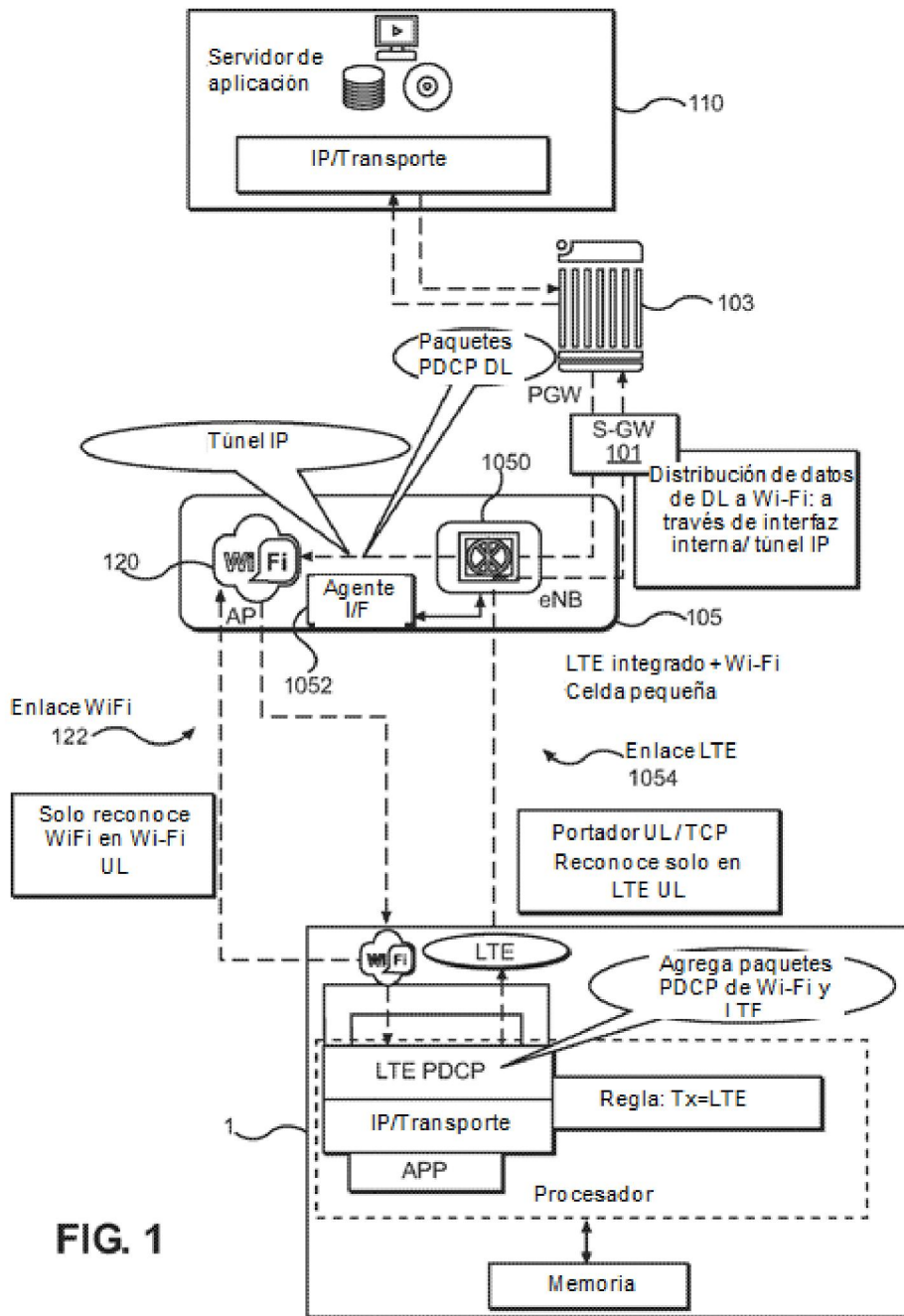


FIG. 1

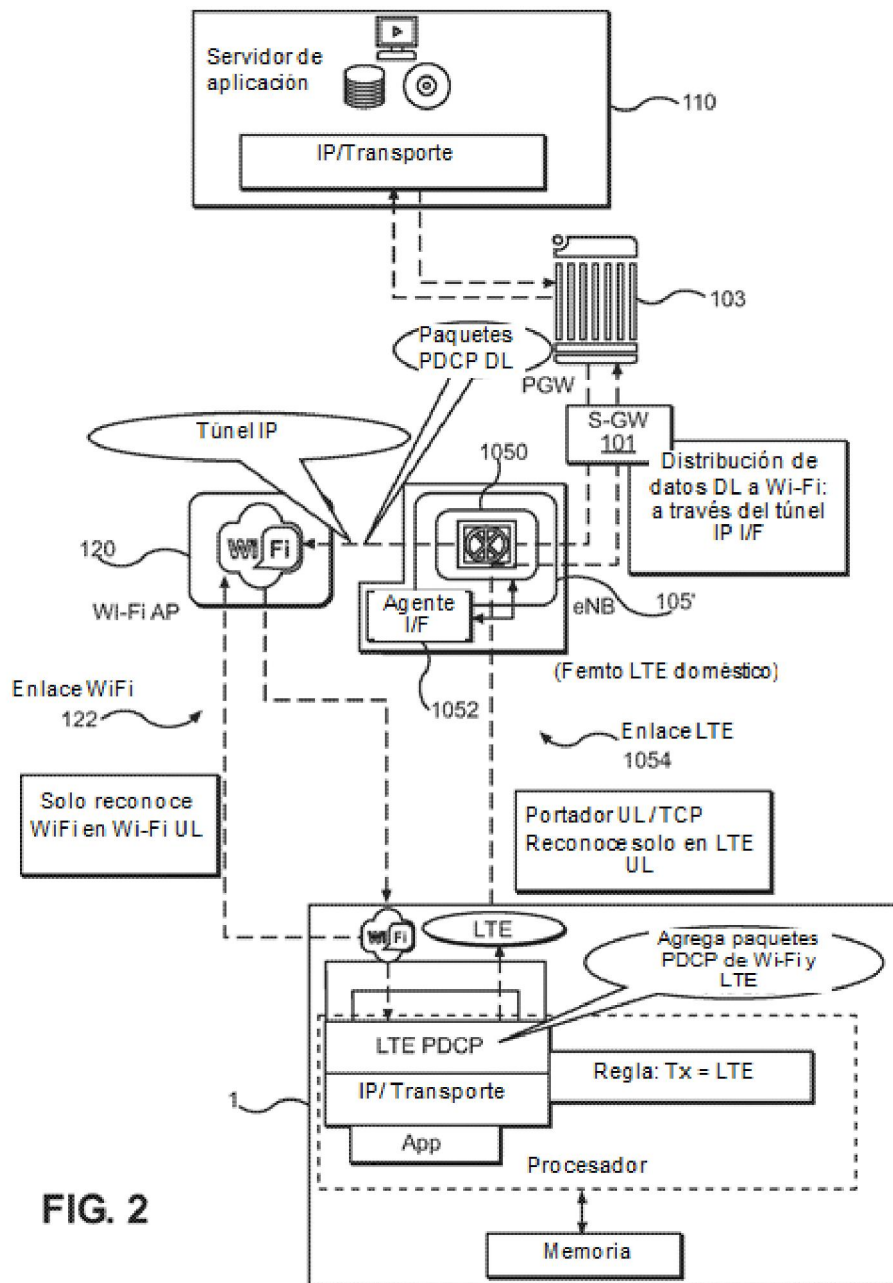


FIG. 2

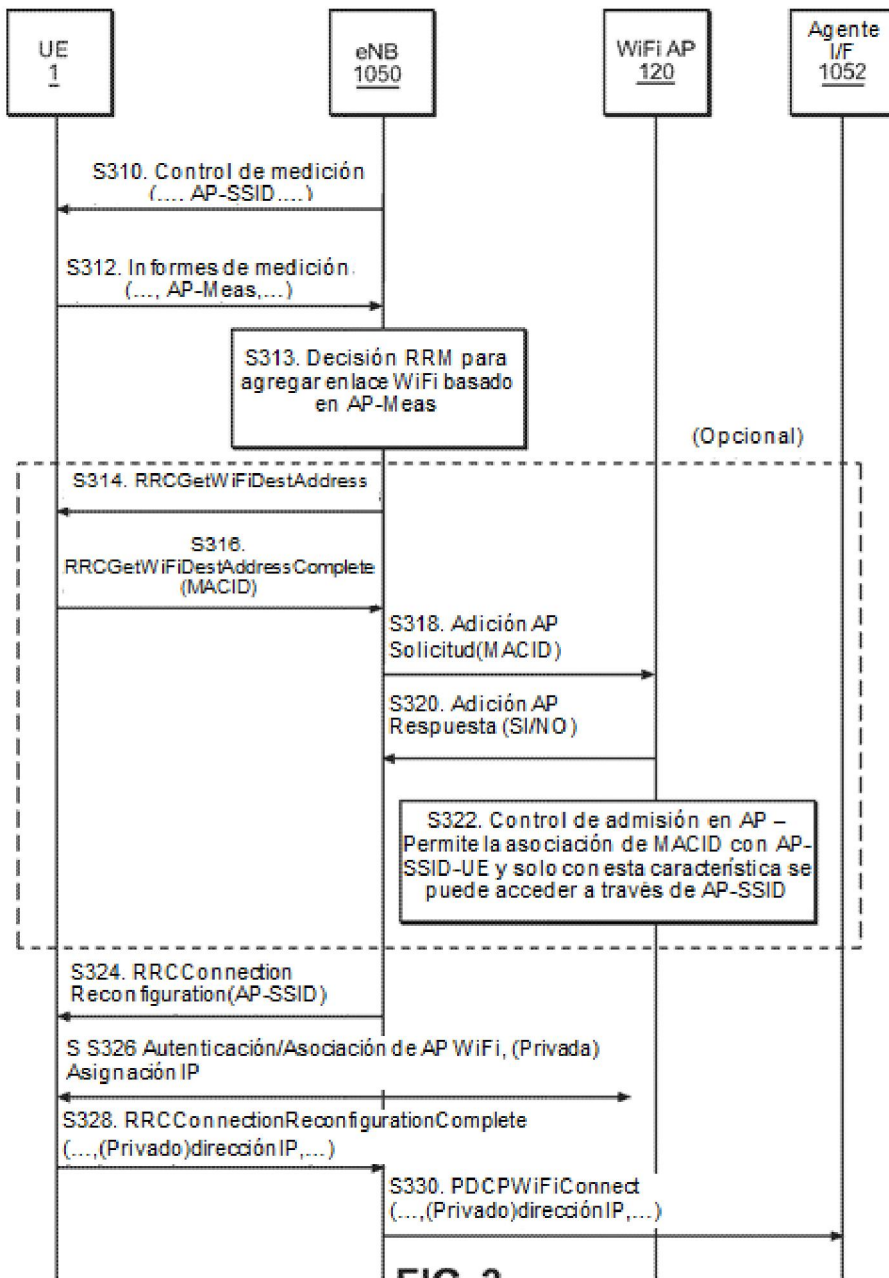


FIG. 3

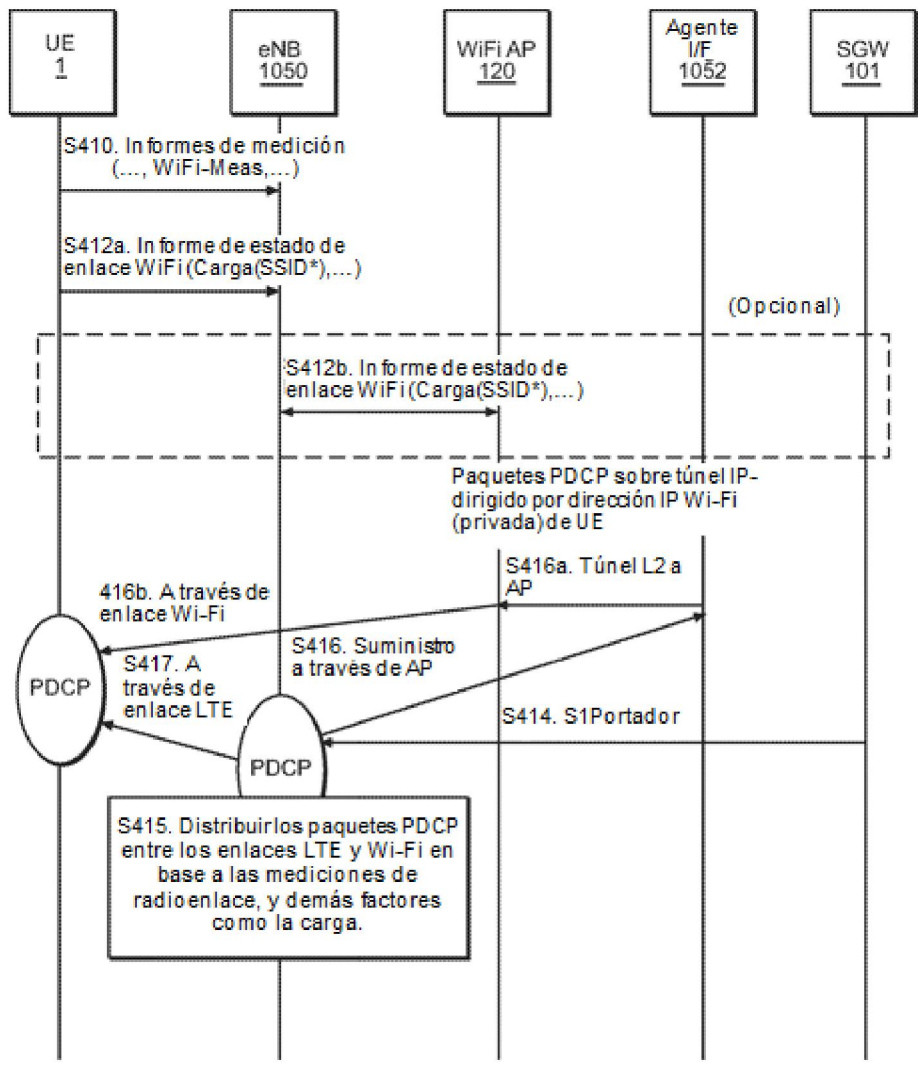


FIG. 4

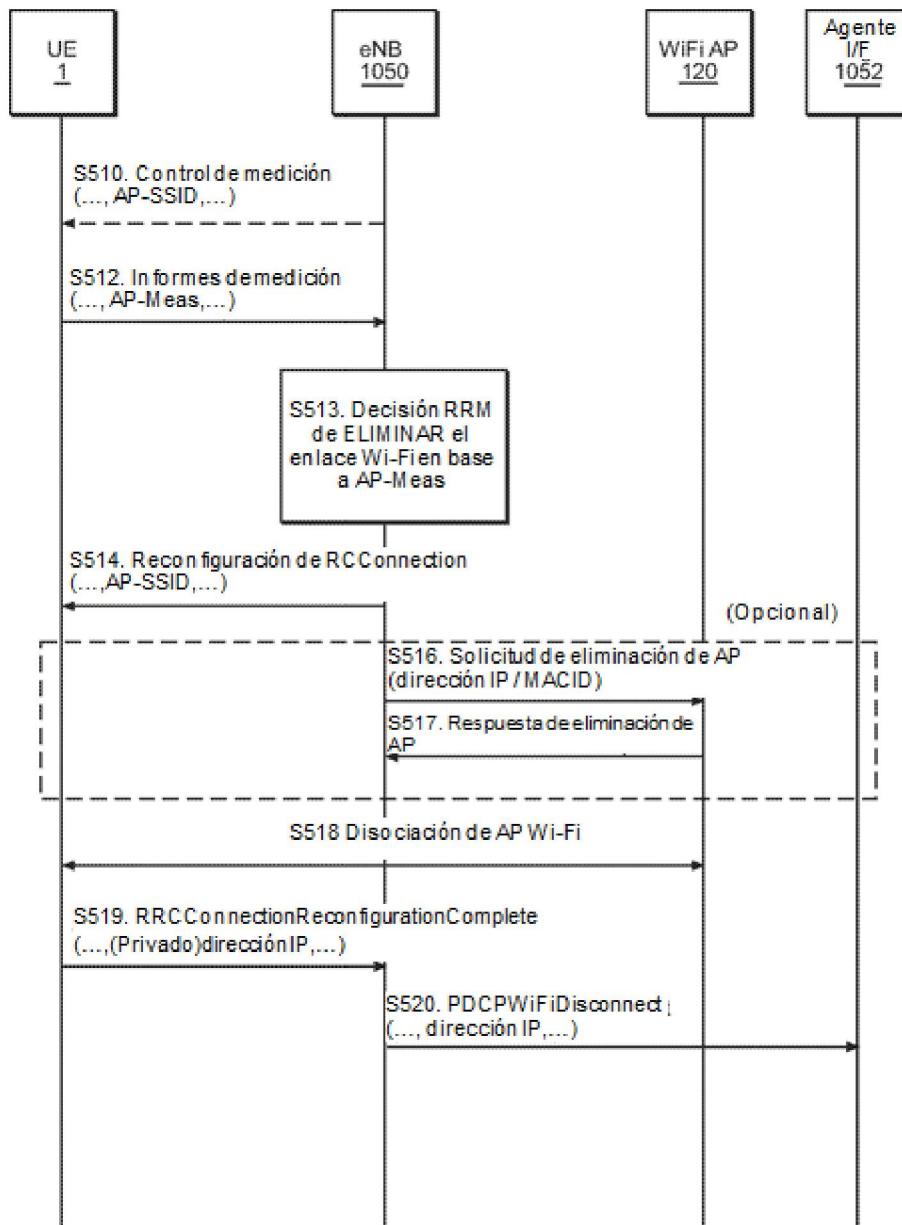


FIG. 5

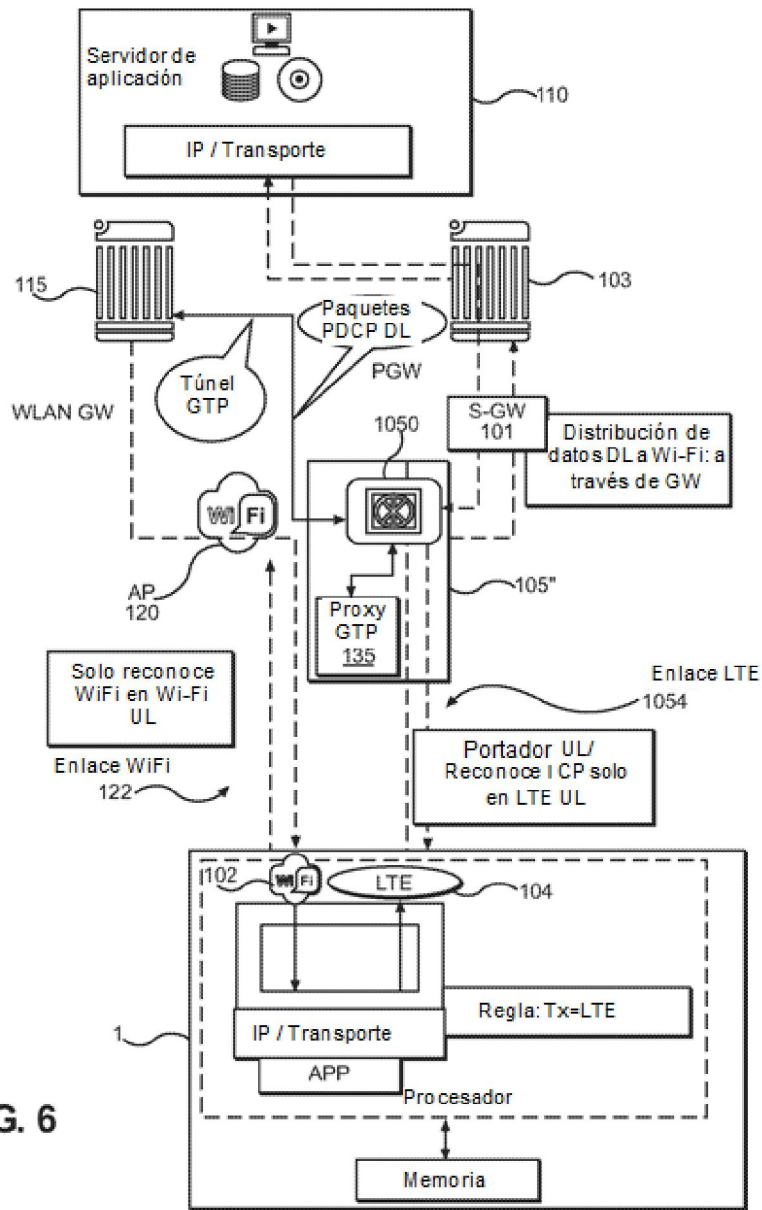


FIG. 6

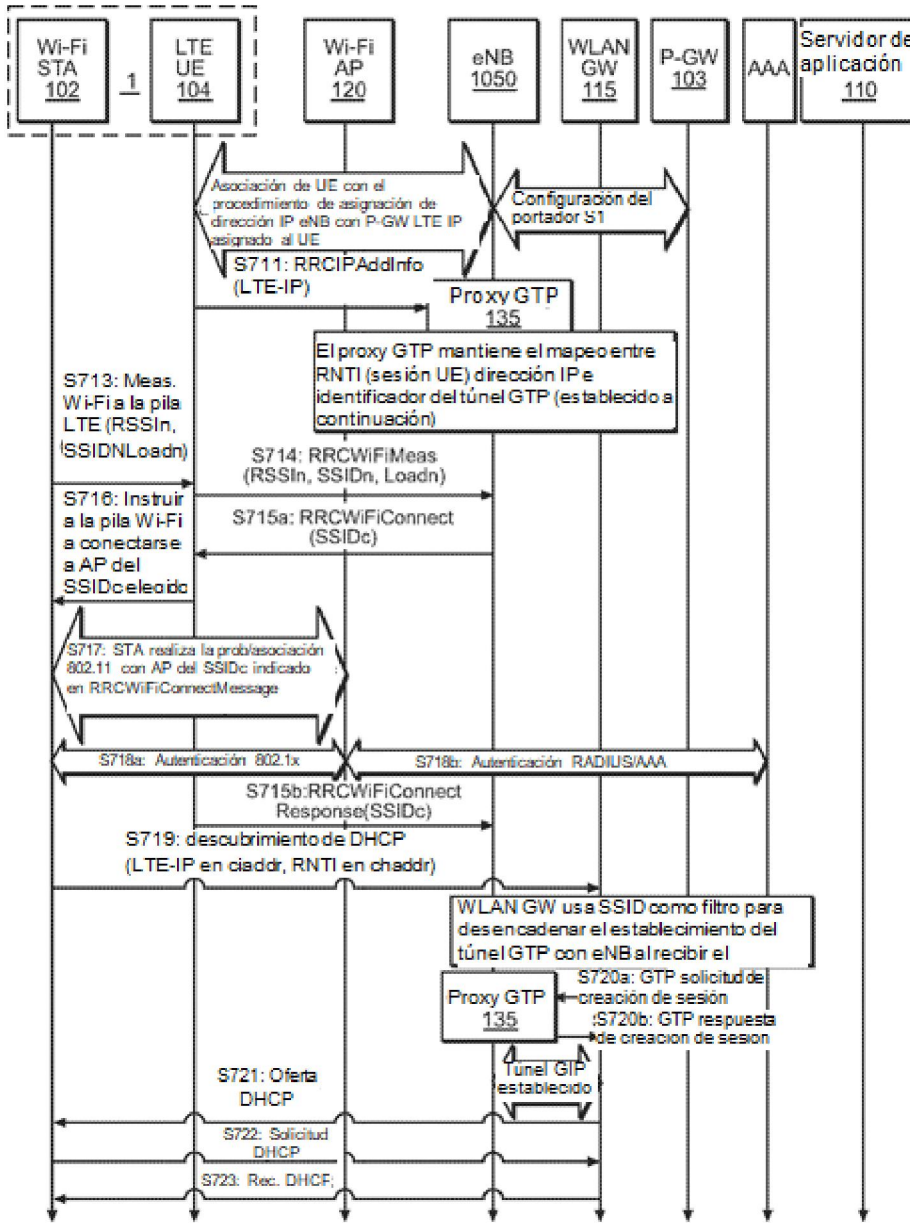


FIG. 7

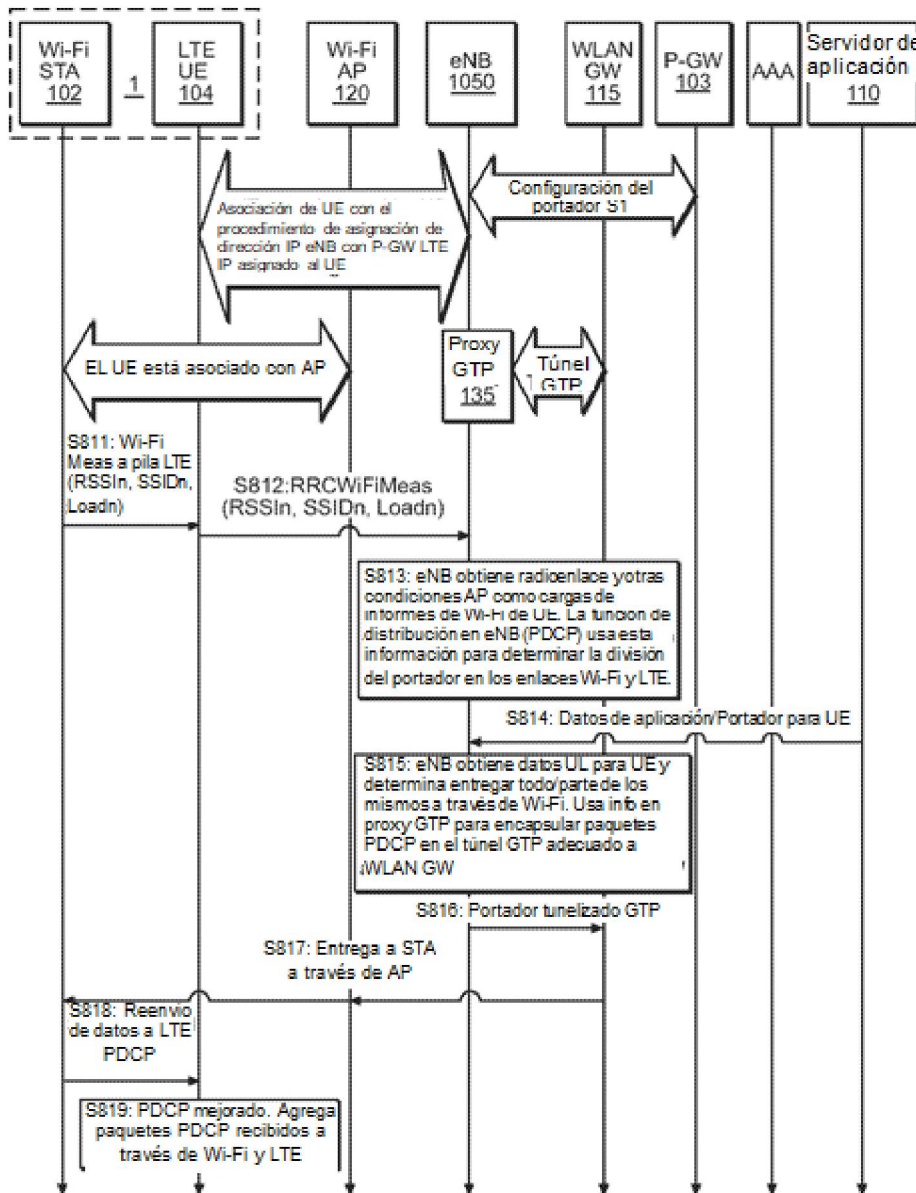


FIG. 8

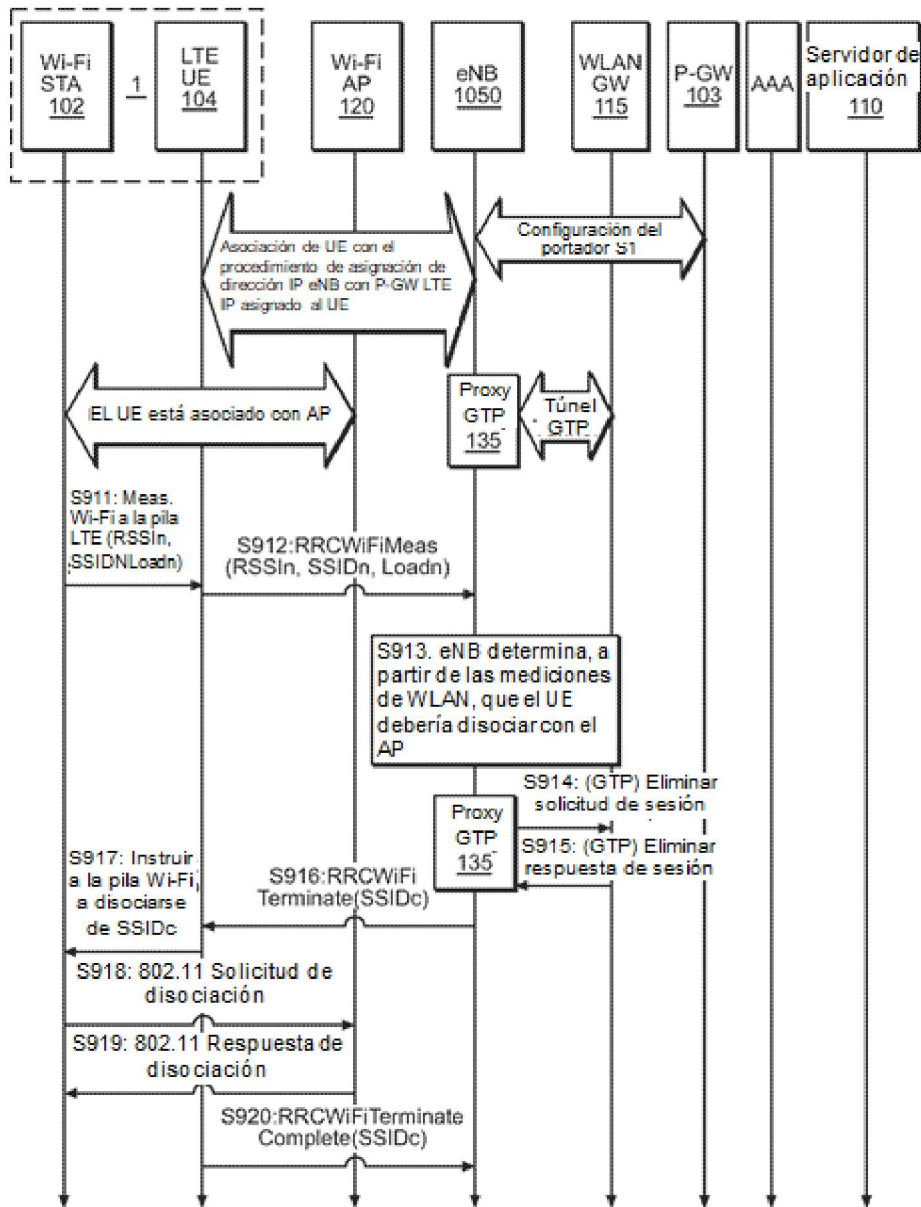


FIG. 9

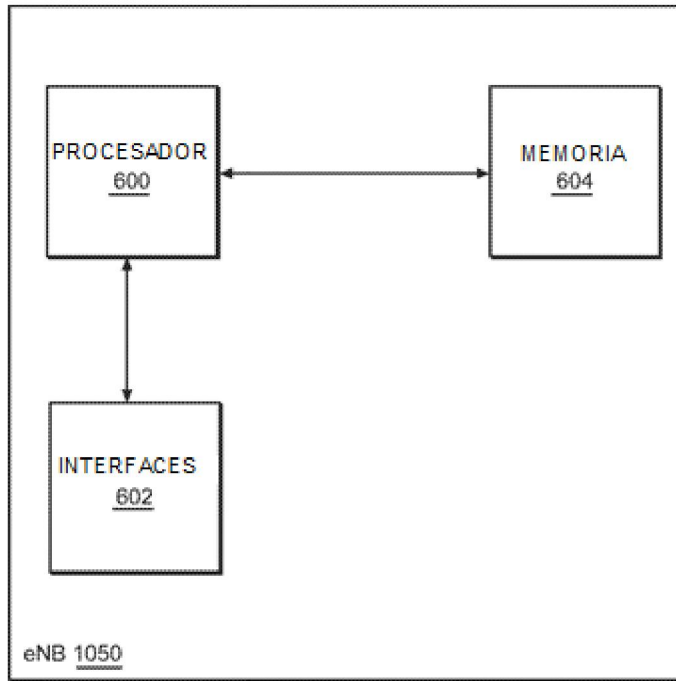


FIG. 10