

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 773 779**

51 Int. Cl.:

H04W 24/02	(2009.01)
H04W 36/08	(2009.01)
H04W 92/20	(2009.01)
H04W 84/04	(2009.01)
H04W 84/12	(2009.01)
H04W 88/16	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.07.2016 PCT/US2016/041824**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **19.01.2017 WO17011422**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.07.2016 E 16825016 (5)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.10.2019 EP 3323258**

54 Título: **Protocolo X2 mejorado**

30 Prioridad:

10.07.2015 US 201562191029 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
14.07.2020

73 Titular/es:

**PARALLEL WIRELESS INC. (100.0%)
100 Innovative Way, Suite 3410
Nashua, New Hampshire 03062, US**

72 Inventor/es:

**AGARWAL, KAITKI;
CAO, YANG;
ARORA, JITENDER;
SAJI, MICHAEL y
LUBENSKI, ZEEV**

74 Agente/Representante:

SÁNCHEZ SILVA, Jesús Eladio

ES 2 773 779 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

Protocolo X2 mejorado

5 Antecedentes

La interfaz X2 y el protocolo de aplicación X2 (denominado en la presente descripción protocolo X2 o X2AP) son una interfaz y un protocolo definidos para proporcionar comunicaciones punto a punto entre dos eNodeB dentro de una red de acceso de radio de Evolución a Largo Plazo (LTE). La interfaz X2 soporta el intercambio de información de señalización y también soporta el reenvío de paquetes de un eNodeB a otro eNodeB a través de un túnel. La interfaz X2 está definida y especificada en varias especificaciones técnicas de 3GPP, tales como 3GPP TS 36.420, incorporada aquí como referencia. La interfaz X2 es utilizada por el protocolo de aplicación X2, que soporta muchas aplicaciones, incluyendo la gestión de movilidad (por ejemplo, trasposos); gestión de carga; reporte de situaciones de error general; reinicio de X2; configuración de X2; y actualizaciones de configuración de eNB. El protocolo de aplicación X2 se define y especifica en 3GPP TS 36.423, que se incorpora aquí como referencia.

Los trasposos de un dispositivo móvil de un eNodeB a otro eNodeB son uno de los usos más importantes del X2AP. La habilitación de los eNodeB para realizar funciones de red de auto-organización (SON) también es un uso importante de X2AP. Sin embargo, X2AP, al estar limitado a la mensajería eNB-eNB, tiene una utilidad limitada para permitir cualquiera de estos usos importantes en una red heterogénea con comunicaciones entre nodos de red 3GPP y que no son 3GPP. Existe una necesidad de coordinación entre las redes WiFi y 3GPP, similar a la coordinación que ya es posible entre los nodos 3GPP que utilizan el protocolo X2.

Las siguientes especificaciones técnicas de 3GPP se conocen como referencia: TS 36.423; TS 36.420; TS 36.421; TS 23.402; TS 24.302; y TS 24.312, con la misma fecha que la fecha de prioridad de esta solicitud.

El documento WO 2015/127241 divulga el traspaso en celdas pequeñas integradas y redes WiFi. El documento EP 2 759 169 describe la transferencia continua, la descarga y el balanceo de carga en sistemas integrados WiFi/de celda pequeña. El documento US 2014/233386 divulga un método y un sistema para descargar el traspaso de conexiones inalámbricas de una red LTE a una red WiFi.

Resumen

Los aspectos de la invención se mencionan en la reivindicación 1 y las características preferidas se mencionan en las reivindicaciones dependientes.

Se describen los sistemas y métodos para una interfaz X2 mejorada en una red central del operador móvil, que proporciona interoperabilidad y mejoras funcionales tanto para el Proyecto de Asociación de 3ra Generación (3GPP) como para las redes WiFi. Esta interfaz, identificada en la presente descripción como una interfaz X2+, está destinada a permitir un control mejorado del operador para la interconexión de la red de área local inalámbrica (WLAN) y permitir que la WLAN se incluya en la Gestión de Recursos de Radio celular (RRM) del operador. Para hacerlo, esta puede permitir compartir información tal como la calidad del enlace de radio por equipo de usuario (UE), la calidad de la red de retorno, la carga y otra información entre las redes WLAN y 3GPP.

En una primera modalidad, se describe un sistema para una interfaz X2 mejorada en una red central del operador móvil, que comprende: una puerta de enlace de red de datos de paquete (PGW) de red central de Evolución a Largo Plazo (LTE); un NodeB evolucionado (eNodeB) conectado a la LTE PGW; un punto de acceso WiFi (AP) conectado a la LTE PGW a través de una puerta de enlace de red de área local inalámbrica (WLAN); y un nodo de coordinación posicionado como una puerta de enlace entre la LTE PGW y el eNodeB, y posicionado como una puerta de enlace entre la LTE PGW y el AP WiFi, el nodo de coordinación comprende además: un módulo de traducción de direcciones de red (NAT); y un módulo de protocolo para la comunicación con el eNodeB y el AP WiFi para solicitar trasposos de tecnología inter-radio (inter-RAT) de un equipo de usuario (UE) desde el eNodeB al AP WiFi y para reenviar paquetes destinados al UE desde el eNodeB al WiFi AP.

55 Breve descripción de las figuras

La Figura 1 es un diagrama de red esquemático para un sistema que implementa servicios sobre un protocolo X2 mejorado, de acuerdo con algunas modalidades.

60 La Figura 2 es un diagrama de flujo que representa un traspaso de un nodo 3GPP a un nodo que no es 3GPP, de acuerdo con algunas modalidades.

La Figura 3 es un diagrama de flujo que representa un traspaso de un nodo que no es 3GPP a un nodo 3GPP, de acuerdo con algunas modalidades.

65

La Figura 3 es un diagrama de flujo que representa un traspaso para el direccionamiento del tráfico, de acuerdo con algunas modalidades.

5 La Figura 5 es un diagrama esquemático de una estación base de tecnología de acceso de radio múltiple (multi-RAT), de acuerdo con algunas modalidades.

La Figura 6 es un diagrama esquemático de una puerta de enlace de coordinación mejorada, de acuerdo con algunas modalidades.

10 Descripción detallada

15 Como se describió anteriormente, existe una necesidad de coordinación entre las redes WiFi y 3GPP, similar a la coordinación que ya es posible entre los nodos 3GPP que utilizan el protocolo X2. Un enfoque es intentar integrar redes heterogéneas de acceso por radio como pares dentro de la red. Esto requiere duplicar la infraestructura. Por ejemplo, un operador de red hoy en día tiene típicamente un núcleo 3G y 4G LTE activo al mismo tiempo. Pero permitir la interoperabilidad y la coordinación es difícil y depende de los detalles de las tecnologías subyacentes. Ejemplos adicionales de este enfoque son la puerta de enlace de acceso inalámbrico de confianza (TWAG) y la puerta de enlace de datos de paquetes evolucionada (ePDG), que integran redes de acceso que no son 3GPP al conectarlas al núcleo EPC, pero con los mismos desafíos de interoperabilidad y coordinación. La coordinación de traspaso y SON entre una RAN 3GPP y una RAN que no es 3GPP es difícil y compleja.

25 Otro enfoque para realizar la coordinación es agregar una nueva función de red a la red central del operador como un nodo de red dedicado. Un ejemplo de este enfoque es la adición de la función de descubrimiento y selección de la red de acceso (ANDSF) al núcleo de paquetes evolucionado (EPC), como se especifica en 3GPP TS 24.312, incorporado aquí como referencia. Sin embargo, la nueva función de red tiene la desventaja de que no puede interactuar a la perfección con las funciones existentes. Si las funciones existentes no están al tanto de la nueva función, no podrán interoperar. Además, la actualización de las funciones existentes requerirá una inversión significativa para actualizar cada componente de la red central y probar si los nodos actualizados son interoperables.

30 Esta divulgación se centra en el uso de un nodo de coordinación en la red central, desplegado junto con un punto de acceso/ estación base multi-RAT mejorada. El nodo de coordinación se coloca en la red entre la RAN y el resto de la red central, y funciona como una puerta de enlace o, en algunos casos, como un proxy. Esta ubicación de red para el nodo de coordinación permite que el nodo de coordinación oculte los detalles de una RAN subyacente de la red central. Al ocultar la RAN subyacente y presentar interfaces estándares a la red central, el nodo de coordinación puede proporcionar una RAN virtualizada que reduce las preocupaciones de interoperabilidad, al tiempo que permite la heterogeneidad en la capa RAN e incluso permite traspasos inter-RAT sin interconectarse a la red central. El nodo de coordinación también puede proporcionar funciones de coordinación y SON para las RAN que forman parte de su RAN virtualizada, para mantener los nodos de RAN funcionando sin problemas, tal como el control de potencia entre vecinos, control de admisión de tráfico y balanceo de carga, y estas funciones de SON operan sin problemas entre las RAT y dentro de las RAT individuales.

45 Tal sistema es ventajoso ya que permite un circuito de retroalimentación estrecho a través de redes 3GPP y que no son 3GPP. Este tipo de coordinación es importante especialmente con el advenimiento de las tecnologías LTE-Sin licencia (LTE-U) y LTE- Acceso Asistido (LAA), que operan en las bandas de frecuencia WiFi tradicionales, y con un mayor uso esperado de WiFi para proporcionar acceso a dispositivos móviles y también para aplicaciones de la red de retorno inalámbrica. La coordinación de las funciones de gestión de red a través de LTE y WiFi es, por lo tanto, altamente deseable.

50 Una manera de lograr estos objetivos es mejorar la interfaz X2 y el protocolo X2AP, en algunas modalidades, para permitir las funciones de coordinación y traspaso contempladas por las especificaciones 3GPP X2 en esta nueva infraestructura de red. Por ejemplo, si bien la interfaz X2 se define entre dos eNodeB 3GPP, una interfaz X2+ extendida podría usarse entre un eNodeB y un punto de acceso (AP) WiFi, o entre un eNodeB y un nodo de coordinación, o entre un AP y un nodo de coordinación, o entre dos AP. Ciertas características del eNodeB LTE no están disponibles en un AP WiFi estándar.

55 Las operaciones y la información de SON se pueden compartir entre los módulos en el nodo de coordinación. En algunas modalidades, los métodos y operaciones de SON se pueden proporcionar como se entiende en las especificaciones 3GPP, o como se describe en la publicación de la solicitud de patente de Estados Unidos Núm. US20140092765 (PWS-71700US02) y US20160135132 (PWS-71775US01). Las operaciones específicas de SON habilitadas por la divulgación en la presente descripción incluyen el ajuste del nivel de potencia, la asignación centralizada de los niveles de potencia, el balanceo de carga, el direccionamiento del tráfico y la asignación de políticas de ordenamiento de archivos adjuntos a las redes para reducir la congestión. Las operaciones SON pueden ser iniciadas por el nodo de coordinación. Las operaciones de SON pueden requerir información de las estaciones base y/o AP, y el nodo de coordinación puede enviar mensajes X2+ para obtener la información de las estaciones base y/o AP. El nodo de coordinación también puede usar la información obtenida por otros medios, tal como la información almacenada en el nodo de coordinación, para tomar decisiones de SON, y puede enviar solicitudes de acción de SON a las estaciones base y/o AP utilizando mensajes X2+.

Los inventores han contemplado y entendido que un nodo de coordinación ubicado como una puerta de enlace en una red central puede administrar tanto eNodeB 3GPP como puntos de acceso WiFi. En la arquitectura estándar 3GPP, las funciones de gestión tales como el traspaso y el balanceo de carga entre eNB se habilitan a través del protocolo X2AP. Se propone un nuevo protocolo X2+ para gestionar tanto los nodos 3GPP como los puntos de acceso WiFi desde el nodo/puerta de enlace de coordinación, con el nodo de coordinación actuando como un nodo maestro o servidor, en algunas modalidades.

En algunas modalidades, el nodo de coordinación puede actuar como un controlador LAN inalámbrico (WLC), para gestionar un conjunto de AP WLAN, y puede coordinar adicionalmente las comunicaciones entre los AP WLAN y la red 3GPP. En algunas modalidades, el nodo de coordinación puede coordinarse con los WLC existentes basados en estándares para proporcionar capacidades de protocolo X2+ a las WLAN administradas por el WLC.

En algunas modalidades, la interfaz X2+ puede proporcionar una o más de las siguientes características.

- a. Esta puede proporcionar un balanceo de carga bidireccional mejorado entre las redes de acceso de radio WLAN y 3GPP para proporcionar una capacidad mejorada del sistema.
- b. Esta puede mejorar el rendimiento (la interconexión de la WLAN no debería reducir el rendimiento, sino que es preferible mejorar el rendimiento para una mejor experiencia del usuario).
- c. Esta puede mejorar la utilización de WLAN cuando está disponible y no está congestionada.
- d. Esta puede reducir o mantener el consumo de batería (por ejemplo, debido al escaneo/descubrimiento de WLAN).
- e. Esta puede ser compatible con todas las funciones relacionadas con WLAN de la red central existente, por ejemplo, descarga continua y con interrupciones, acceso confiable y no confiable, conectividad de red de datos de paquetes de acceso múltiple (MAPCON) y movilidad de flujo IP y descarga continua (IFOM).
- f. Esta puede ser compatible con las versiones anteriores de las especificaciones 3GPP y WLAN existentes, es decir, puede trabajar con equipos UE antiguos aunque los equipos UE antiguos no puedan beneficiarse de las mejoras proporcionadas por estas soluciones.
- g. Esta puede depender de la funcionalidad WLAN existente.
- h. Esta puede permitir la distinción del sistema WLAN objetivo (por ejemplo, basado en el identificador de conjunto de servicios o SSID).
- i. Esta puede permitir el control por UE para el direccionamiento del tráfico.
- j. Esta puede garantizar que las decisiones de selección de acceso no conduzcan a pasar entre la red universal de acceso de radio terrestre (UTRAN)/UTRAN evolucionada (E-UTRAN) y WLAN.

Arquitectura

Se puede emplear una arquitectura de red como se muestra en la siguiente figura. La figura muestra varios tipos de tecnología de acceso de radio que se coordinan en un nodo de coordinación multi-RAT, tales como la Puerta de enlace de Redes Heterogéneas Inalámbricas en Paralelo [TM]. El nodo de coordinación puede contener, en algunas modalidades, módulos que proporcionan funcionalidad para un EPC incorporado, un proxy de puerta de enlace de paquetes (P-GW) y un enrutador DSC. El protocolo que se utiliza para comunicarse con cada nodo se muestra como una etiqueta en el borde entre los dos nodos.

En algunas modalidades, los nodos marcados como "picocelda" pueden ser una macrocelda, una celda pequeña o una femtocelda, una celda empresarial o alguna combinación de las mismas. En algunas modalidades, se pueden coordinar numerosas celdas y/o AP de red inalámbrica, hasta un límite de procesamiento práctico del nodo de coordinación. EMS es un sistema de gestión de elementos. WLC es un controlador de LAN inalámbrica. AP es punto de acceso.

En algunas modalidades, cada AP puede comunicarse con el nodo de coordinación directamente o mediante un WLC. El WLC puede comunicarse directamente con el nodo de coordinación a través del protocolo X2+ definido en la presente descripción, u otro protocolo según corresponda. El tráfico de paquetes se puede enrutar a través de un nodo de conexión local desde el WLC al nodo de coordinación, en algunas modalidades. El tráfico con conmutación de circuitos se recibe en una estación base celular (que se muestra como Pico Celda en la figura anterior) y se transporta a través del protocolo luh a la red central a través del nodo de coordinación. Se entiende que los símbolos de unión y las barras diagonales en la figura anterior indican que una o más de las interfaces enumeradas pueden ser soportadas según sea necesario. En algunas modalidades, las celdas de acceso y los AP mostrados en la figura pueden conectarse individualmente entre sí mediante la interfaz X2+.

5 La entrega del mensaje del protocolo X2+ puede proporcionarse a través del protocolo de transmisión de control de flujo (SCTP), según lo define el protocolo 3GPP X2, en caso de que un AP multi-RAT soporte SCTP. Sin embargo, X2+ también se puede entregar a través de TCP, UDP, un túnel GTP-U, un túnel IPsec, IPv4, IPv6 o mediante cualquier otro protocolo IP. Los mensajes del protocolo X2+ pueden formatearse de manera similar a los mensajes del protocolo X2. Como X2 es un protocolo extensible, cualquier elemento de información adicional (IE) se puede agregar al mensaje del protocolo X2+ según sea necesario.

10 Un nodo de coordinación puede estar en una posición de puerta de enlace entre una red de acceso de radio (RAN) y una red central LTE. El nodo de coordinación puede proporcionar funcionalidad de proxy y puede aparecer como una estación base única (estación base virtualizada) a la red central, como se describe en otra parte en la presente descripción y en las solicitudes de patente incorporadas en la presente descripción como referencia. El nodo de coordinación puede actuar como una puerta de enlace de acceso inalámbrico confiable (TWAG) o también una puerta de enlace de red de paquetes de datos evolucionada (ePDG), o puede comunicarse con otros TWAG y ePDG, para permitir que las redes de acceso WiFi se conecten de manera segura y utilicen los servicios de la red central LTE. El nodo de coordinación puede usar una interfaz S2/S2a con el núcleo para TWAG y ePDG. El nodo de coordinación puede usar una interfaz S1 con el núcleo para sus eNodeB reales y virtuales conectados.

20 El nodo de coordinación puede actuar como un proxy y punto de enrutamiento para las comunicaciones del protocolo X2+, y puede iniciar las comunicaciones X2+ a uno o más eNodeB en la RAN, o incluso los que no son eNB, tal como los AP inalámbricos con capacidades especiales de X2+, para proporcionar funciones como se describe en la presente descripción.

25 El nodo de coordinación puede actuar como un proxy y punto de anclaje para un UE conectado. Por ejemplo, en lugar de permitir que un UE se ancle en una puerta de enlace de paquetes (PGW) en la red central, como suele ser el caso en una red LTE, un UE puede conectarse en el nodo de coordinación. El nodo de coordinación utiliza cualquier dirección IP asignada por la red central PGW para realizar la traducción de la dirección de red (NAT). El nodo de coordinación puede recibir la IP y puede asignarla directamente al UE, o puede asignar otra IP. Cuando el UE recibe comunicaciones del núcleo, se puede utilizar NAT en el nodo de coordinación para reenviar estas comunicaciones al UE.

30 El anclaje en el nodo de coordinación es útil cuando el UE se mueve de una red de acceso 3GPP (eNodeB) a una red de acceso WiFi. El nodo de coordinación puede detectar que se está realizando un traspaso, y puede proporcionar una función DHCP a la RAN de WiFi, y puede asignar la misma dirección IP que ya se está utilizando al UE, y puede realizar NAT y administrar de otra manera los flujos de paquetes hacia y desde el UE para que los flujos de paquetes que van hacia y desde el UE se entreguen, incluso a través de tecnologías de acceso por radio.

35 En algunas modalidades, el protocolo X2+ puede implementarse entre un nodo del lado del operador móvil, tal como un nodo de coordinación o eNB o eNB multi-RAT, y un nodo del lado del AP inalámbrico, tal como un AP inalámbrico o WLC. La implementación en el nodo de coordinación y WLC permite aplicaciones de red de optimización automática (SON) como se describió anteriormente. La implementación en eNB y AP permite la funcionalidad de traspaso como se describió anteriormente, y de manera análoga a las capacidades habilitadas por el protocolo X2 entre los eNodeB. Ciertos subconjuntos de la funcionalidad X2+ pueden implementarse en cada uno de estos nodos para habilitar la funcionalidad descrita en la presente descripción. Por ejemplo, la funcionalidad centrada en HO puede habilitarse en el eNB y el AP pero no la funcionalidad centrada en SON. Si la funcionalidad de traspaso se implementa en un WLC, el portal cautivo o las características de protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) utilizadas para la asignación de IP y anclaje de UE, y las características de traducción de direcciones de red (NAT) utilizadas para permitir el traspaso sin cambio de dirección IP también pueden ser implementadas en el WLC. En algunas modalidades, un módulo TWAG y un módulo ePDG pueden integrarse como módulos de software dentro del nodo de coordinación.

40 Se puede usar un análogo del nodo de red ANDSF, en algunas modalidades, para permitir que una red de acceso que no sea 3GPP, tal como un AP WiFi, proporcione ciertas características que normalmente se proporcionan usando X2 en una red 3GPP. ANDSF tradicional se implementa entre un UE y una red central LTE, y el nodo de red ANDSF proporciona información, tal como una política de movilidad entre sistemas (ISMP) y una política de enrutamiento entre sistemas (ISRP), e información de descubrimiento (una lista de redes que pueden estar disponibles), directamente a un UE sobre el punto de referencia S14. En esta divulgación, sin embargo, se puede implementar un subconjunto de ANDSF entre el nodo de coordinación y un AP que no es 3GPP. Este subconjunto de ANDSF se puede usar para informar al AP de los nodos LTE cercanos, para actualizar las políticas de conexión en un AP (por ejemplo, usando ISMP) y para coordinar traspasos dentro y fuera de la red del AP. En el caso de que un UE tenga una implementación de ANDSF, un objeto de gestión de ANDSF puede reenviarse al UE y el UE puede ser dirigido para seleccionar una red WiFi o LTE usando ISMP. Sin embargo, en el caso de que un UE no apto para ANDSF esté en el AP WiFi, el AP WiFi puede implementar un subconjunto de ANDSF, y puede configurarse para aplicar un ISMP directamente a uno o más UE en su red. Esto se considera en la presente descripción como el aspecto de aplicación de la funcionalidad ANDSF.

60 Por ejemplo, en algunas modalidades, un AP puede obtener una política ANDSF sobre X2+ de un nodo de coordinación. El nodo de coordinación puede indicar, a través de una política ISMP, que la red WiFi debe tener prioridad sobre una red LTE en el área. Luego, el AP puede intentar solicitar a los UE que se unan a su red para evitar que esos UE se unan a la

red LTE, por ejemplo, anunciando agresivamente las señalizaciones, aumentando su nivel de potencia si es posible, seleccionando automáticamente un canal que maximice su relación señal a ruido, y anunciando la conectividad a la red LTE a través de ANDSF. Si el AP es un nodo multi-RAT y está en el mismo dispositivo que el eNodeB cuya RAN LTE está identificada en la política, el eNodeB también puede configurarse para rechazar conexiones de los UE nuevos. Esto puede provocar que los UE multi-RAT se unan al AP en lugar de a la red LTE. Las funciones de gestión de ANDSF pueden usarse para sugerir a un UE a qué SSID conectarse. Se pueden habilitar diferentes políticas en función de la hora del día, el nivel de congestión y/u otros factores como se describe en otra parte de la presente descripción y en las solicitudes de patentes incorporadas en la presente descripción.

En algunas modalidades, el protocolo X2+ puede implementarse entre un nodo del lado del operador móvil, tal como un nodo de coordinación o eNB o eNB multi-RAT, y un nodo del lado del AP inalámbrico, tal como un AP inalámbrico o WLC. La implementación en el nodo de coordinación y WLC permite aplicaciones de red de optimización automática (SON) como se describió anteriormente. La implementación en eNB y AP permite la funcionalidad de traspaso como se describió anteriormente, y de manera análoga a las capacidades habilitadas por el protocolo X2 entre los eNodeB. Ciertos subconjuntos de la funcionalidad X2+ pueden implementarse en cada uno de estos nodos para habilitar la funcionalidad descrita en la presente descripción. Por ejemplo, la funcionalidad centrada en HO puede habilitarse en el eNB y el AP pero no la funcionalidad centrada en SON. Si la funcionalidad de traspaso se implementa en un WLC, el portal cautivo o las características de protocolo de configuración dinámica de host (DHCP) utilizadas para la asignación de IP y anclaje de UE, y las características de traducción de direcciones de red (NAT) utilizadas para permitir el traspaso sin cambio de dirección IP también pueden ser implementadas en el WLC. En algunas modalidades, un módulo TWAG y un módulo ePDG pueden integrarse como módulos de software dentro del nodo de coordinación.

La autenticación se puede llevar a cabo entre el nodo de coordinación y el AP, el WLC o el eNodeB. La autenticación se puede llevar a cabo durante el establecimiento del túnel IPsec entre los nodos y el nodo de coordinación, proporcionando así una autenticación segura basada en claves, así como el cifrado de las comunicaciones, para evitar el robo de mensajes de configuración enviados a través de la conexión del protocolo X2+.

El nodo de coordinación puede incluir varios módulos de la siguiente manera. Un módulo de escucha puede escuchar los mensajes X2+ entrantes. Dado que el protocolo X2+ y los mensajes X2 regulares son, en muchos aspectos, iguales, y difieren para algunos mensajes solo en el tipo de punto final soportado y el método de transporte, se puede usar un solo módulo de escucha para X2 y X2+, en algunas modalidades. Se puede encontrar una descripción de un nodo de coordinación para manejar los mensajes X2 en el documento US20150257051 (PWS-71756US01), incorporada aquí como referencia, y se puede usar el mismo nodo de coordinación para manejar los mensajes X2+ desde y hacia los nodos de red descritos en la presente descripción para los fines descritos en la presente descripción.

En algunas modalidades, se puede proporcionar control de admisión. El control de admisión puede involucrar la aplicación de políticas realizadas en el nodo de coordinación, y puede involucrar los mensajes X2+ intercambiados entre el eNodeB/AP y el nodo de coordinación para determinar si un UE dado debe ser entregado o debe rechazarse su admisión. El nodo de coordinación puede comunicarse con una función de políticas y reglas de carga (PCRF) o un servidor de autorización, autenticación y acceso (AAA) para obtener información para tomar una determinación sobre un UE particular, y puede enviar la determinación al eNB/AP a través del mensaje X2+.

En algunas modalidades, las políticas a ser aplicadas, incluidas las políticas de control de admisión, pueden ser aplicadas no por el nodo de coordinación sino directamente en el eNodeB o AP. Se puede configurar un AP mejorado con un módulo de función de descubrimiento y selección de red de acceso (ANDSF). El módulo ANDSF puede proporcionar la totalidad o un subconjunto de funcionalidades de un módulo ANDSF típico, y puede usarse para enviar una política de movilidad entre sistemas (ISMP) a un UE que soporte ANDSF.

En algunas modalidades, un módulo de gestión personalizado puede usar un protocolo propietario sobre la interfaz X2+ para llevar a cabo una variedad de funciones administrativas y de configuración, que incluyen: cambios de SSID; cambios de frecuencia y modulación; cambios de nivel de potencia; cambios de seguridad y autenticación; cambios de enrutamiento y filtrado; y otros cambios de configuración.

La Figura 1 es un diagrama de red esquemático para un sistema que implementa servicios sobre un protocolo X2 mejorado, de acuerdo con algunas modalidades. Los dispositivos móviles 101 están conectados al eNodeB multi-RAT 107, los dispositivos móviles 102 están conectados al eNodeB 108, el dispositivo móvil 103 está conectado al AP mejorado 105, y el dispositivo móvil 104 está conectado al AP de terceros compatible con los estándares 106. El controlador de LAN inalámbrica 109 controla los AP 105 y 106, y es capaz de proporcionar un X2+ jerárquico al AP mejorado 105, así como servir como TWAG/ePDG para los AP 105 y 106. También se proporciona el eNodeB de terceros 110. El nodo de coordinación 112 es la puerta de enlace para todos los nodos de red de acceso de radio 107, 108, 105, 106, 110. En algunos casos, el nodo de coordinación maneja el protocolo X2+ entre los nodos RAN y él mismo para llevar a cabo las funciones de SON y traspaso, incluidas las funciones de SON y traspaso a través de redes 3GPP/que no son 3GPP. El portal cautivo/servidor DHCP 111 se proporciona para proporcionar direcciones IP a WLC 109 y AP 105/106; en algunas modalidades, estas funciones también pueden ser proporcionadas por el nodo de coordinación 112. El nodo de coordinación gestiona las conexiones al sistema de gestión de elementos 113, el servidor AAA 114 y la red central LTE, un subconjunto de los cuales se muestra en PGW 115. PGW 115 proporciona acceso a Internet 117. En algunos casos,

el servidor de conexión local 116 proporciona acceso de red al WLC 109 para permitirle acceder al nodo de coordinación 112; esto puede hacerse a través de Internet pública en los casos en que los AP 105, 106 están en el hogar y están conectados a través de banda ancha residencial.

5 Durante el funcionamiento, el nodo de coordinación 112 lleva a cabo múltiples funciones, que incluyen: una funcionalidad de núcleo de paquete evolucionado (EPC) integrado para autorizar y ocultar funciones de EPC del núcleo; un proxy PGW y funciones NAT para ocultar los cambios de dirección IP y para permitir el anclaje IP de los UE en el nodo de coordinación; un enrutador DSC, y la funcionalidad ANDSF. La funcionalidad de aplicación de la ANDSF puede ser proporcionada por el AP mejorado 105, con políticas determinadas y enviadas desde el nodo de coordinación 112.

10 Acciones soportadas

Se puede pensar que dos categorías generales de acciones son soportadas por la interfaz X2+: traspasos; y funcionalidad de red de optimización automática (SON).

15 Los escenarios importantes que son soportadas incluyen: mantener las llamadas con conmutación de circuitos en 2G/3G y mover las sesiones con conmutación de paquetes a la WLAN; y mantener VoLTE en LTE y mover el canal de datos a WLAN.

20 Para los traspasos, se aplican muchos de los conceptos inalámbricos existentes del protocolo X2. Por ejemplo, el traspaso debe poder soportarse desde un nodo (por ejemplo, un nodo de acceso tal como un eNB o AP WiFi) a otro nodo, independientemente de si el nodo está en una red 3GPP o en una red WiFi. 3GPP TS 36.423, la especificación del protocolo X2, debe consultarse como referencia para lo siguiente, y se incorpora en la presente en su totalidad.

25 En algunas modalidades, los traspasos pueden iniciarse usando este protocolo. La información sobre el dispositivo móvil que se está entregando, los flujos de paquetes, las conexiones abiertas/portadores y otra información se puede pasar al nodo de destino desde el nodo de origen, opcionalmente transitando a través del nodo de coordinación.

30 En algunas modalidades, este protocolo también puede facilitar la autenticación. Los cifrados utilizados por primera vez para la autenticación en un nodo anterior se pasarán al nodo posterior durante el traspaso. Si un nodo ya se ha autenticado, los datos de autenticación pueden almacenarse en caché y estar disponibles, y la autenticación no se repetirá, guardando el viaje redondo al servidor de autenticación, autorización y acceso (AAA) de la red central.

35 Para la funcionalidad de red de optimización automática, se pueden soportar una variedad de escenarios deseables, tanto para los nodos de acceso WiFi como para los de 3GPP, incluidos los siguientes:

Prevenir la entrada de dispositivos móviles a un nodo particular. Si un nodo está congestionado, el protocolo X2+ puede usarse para solicitar información de carga, que puede ser utilizada por la red para evitar que los dispositivos móviles sean admitidos en ese nodo. Si el nodo no está congestionado, pero por lo demás es un nodo no deseado, por ejemplo, si la calidad del enlace es deficiente, también se puede usar el protocolo X2+. Esto puede considerarse como una función de balanceo de carga. El protocolo X2+ se puede usar para iniciar el estado de evitar la admisión de dispositivos móviles y para terminar dicho estado, en el nodo de acceso. Se pueden usar mensajes propietarios o se pueden usar políticas de ANDSF para WiFi. En el caso de los eNodeB, las solicitudes de conexión pueden ser interceptadas por el nodo de coordinación antes de que se complete una conexión, y los nodos de coordinación pueden evitar que el UE complete la conexión.

40 Se pueden llevar a cabo informes sobre las estadísticas del traspaso. El protocolo X2+ se puede usar para solicitar estadísticas de traspaso, tal como el número de caídas de llamadas o caídas de traspasos, caídas históricas, umbrales activos en el momento de la caída, umbrales en el momento actual, etc. Esta información se puede usar para facilitar la prevención de la admisión de dispositivos móviles o para balanceo de carga. Se pueden facilitar las operaciones de robustez de movilidad (MRO). La información puede agregarse en el nodo de coordinación y utilizarse a través de tecnologías y redes de acceso por radio. Notablemente, como un único módulo SON está presente en el nodo de coordinación, y el módulo SON para el nodo de coordinación integra la información que recibe, SON puede diagnosticar problemas con mayor precisión, identificar interrupciones, manejar patrones de tráfico de UE recurrentes, etc. y el nodo de coordinación puede cambiar la cobertura, la potencia de transmisión, los esquemas de modulación y otras configuraciones enviando mensajes X2+ a los eNodeB y/o AP WiFi.

55 Las operaciones de mitigación de interferencia pueden detectarse, facilitarse o iniciarse. La información sobre dos o más nodos de acceso puede enviarse a un coordinador central, que puede determinar que uno de los nodos de acceso está provocando la interferencia y luego puede solicitar que el nodo interferente reduzca su potencia de transmisión. Esto puede llevarse a cabo por interferencia de un nodo 3GPP a un nodo WiFi o viceversa, o entre nodos 3GPP o entre nodos WiFi.

60 La compensación de la interrupción puede ser detectada, facilitada o iniciada. Si se detecta que los traspasos fallan en un área en particular, o si solo se sabe que ciertas áreas están cubiertas, o si se descubre que un nodo de acceso

previamente activo está inactivo, un coordinador central puede solicitar que otros nodos de acceso aumenten la potencia de transmisión o que se active un nodo inactivo para cubrir el área.

5 La terminación del uso de Greenfield puede facilitarse o iniciarse. Si no se necesita un área de cobertura particular, por ejemplo, en un área rural en medio de la noche, el cierre de esa área puede iniciarse enviando mensajes X2+ a esos nodos.

10 Mientras que LTE realiza la gestión directa de los traspasos y controla directamente si un UE puede o no conectarse a un eNB dado, la conexión del UE a un AP WiFi está menos controlado. ANDSF puede usarse entre un UE y un nodo ANDSF en la red central para hacer que un UE se conecte a un SSID particular, pero esto requiere soporte de UE. Sin embargo, es deseable habilitar el traspaso entre WiFi y 3GPP y viceversa, incluso cuando ANDSF no soportada por el UE. A continuación se describen ciertos métodos habilitados por el protocolo X2+ y por coordinación utilizando el nodo de coordinación, para el balanceo de carga y el traspaso entre nodos 3GPP y que no son 3GPP. Específicamente, se contemplan los siguientes escenarios: (1) un traspaso de 3GPP a WiFi debido a la movilidad, (2) un traspaso de WiFi a 3GPP debido a la movilidad y (3) se considera un traspaso basado en la congestión del direccionamiento del tráfico.

1. UE en LTE, moviéndose a la zona de cobertura WiFi

20 La Figura 2 es un diagrama de flujo que representa un traspaso de un nodo 3GPP a un nodo que no es 3GPP, de acuerdo con algunas modalidades. Este escenario ocurre cuando un UE entra en una zona de cobertura WiFi mientras sale de una zona de cobertura LTE. En algunas modalidades, en la etapa 201, el eNodeB enviará reportes de medición de UE al nodo de coordinación, ya sea a través de X2+ o de otro protocolo. Además, el AP WiFi puede reenviar información con respecto a un UE recién conectado al nodo de coordinación a través de X2+. El nodo de coordinación puede detectar, basándose en las mediciones de intensidad de señal recibidas del UE o del eNodeB o del AP o de cualquiera de los anteriores, o en la información de ubicación sobre el UE, o triangulando la ubicación del UE, o reportando a los vecinos del UE, que el UE está realizando un traspaso. El nodo de coordinación puede comenzar a almacenar en memoria intermedia los paquetes que luego pueden enviarse al UE en el AP objetivo a través de X2+. En la etapa 202, el nodo de coordinación puede identificar que el mismo UE está conectado a ambos nodos. El nodo de coordinación puede entonces tomar la decisión de provocar un traspaso de LTE a WiFi para el UE. La decisión se puede tomar en base a un umbral interno en el nodo de coordinación, o en un umbral en el UE, el umbral se basa en una medida de la intensidad de la señal, tal como RSSI, o en la distancia o ubicación, o en otro factor.

35 En la etapa 203, el nodo de coordinación hace que el eNodeB LTE fuerce la distribución del UE. Sin embargo, el nodo de coordinación no solicita a la red central que se destruya el portador del UE, evitando así "la interrupción previa a la conexión". El nodo de coordinación luego asigna una dirección IP a través de DHCP, ya sea a través de un servidor DHCP interno o enviando mensajes X2+ al AP WiFi. La nueva IP puede o no ser la misma que la anterior. El AP WiFi luego asigna la nueva dirección IP al UE, y el UE comienza a usar el punto de acceso WiFi. El nodo de coordinación también puede reenviar al UE, a través del AP WiFi, cualquier tráfico IP que ya se haya recibido y almacenado en memoria intermedia para el UE en el eNodeB, o en el propio nodo de coordinación, a través de la red LTE, de manera similar a la manera en que los paquetes se reenvían desde el eNodeB fuente al destino durante un traspaso LTE X2. En la etapa 40 204, el tráfico adicional al UE se asigna a través de NAT en el nodo de coordinación a la red WiFi.

2. UE en WiFi, moviéndose a la zona de cobertura LTE

45 La Figura 3 es un diagrama de flujo que representa un traspaso de un nodo que no es 3GPP a un nodo 3GPP, de acuerdo con algunas modalidades. Este escenario ocurre cuando un UE está en movimiento y entra en una zona de cobertura LTE mientras sale de una zona de cobertura WiFi. En algunas modalidades, en la etapa 301, el UE puede entrar en la zona de cobertura LTE y solicitar conectarse al eNodeB, mientras mantiene una conexión al AP WiFi pero con desvanecimiento de la señal. Tanto el eNodeB como el WiFi AP pueden reportar esta información al nodo de coordinación a través del protocolo X2+. El nodo de coordinación puede detectar, basándose en las mediciones de intensidad de señal recibidas del UE o del eNodeB o del AP o de cualquiera de los anteriores, o en la información de ubicación sobre el UE, o triangulando la ubicación del UE, o reportando a los vecinos del UE, que el UE está realizando un traspaso. El nodo de coordinación puede comenzar a almacenar en búfer los paquetes para que el UE se entregue al eNodeB de destino. En la etapa 302, el UE se conecta al LTE PGW a través del nodo de coordinación y se le asigna una dirección IP. La IP puede usarse en el nodo de coordinación para la traducción de direcciones de red, para mantener cualquier flujo de IP actualmente activo a través de la conexión WiFi AP. En la etapa 303, una vez que el UE sale físicamente de la vecindad del AP WiFi, este puede abandonar la red WiFi. En la etapa 304, el nodo de coordinación puede usar NAT para mantener los flujos de paquetes hacia el UE en la nueva LTE RAN, y puede usar X2+ desde el AP WiFi al eNodeB a través del nodo de coordinación para reenviar paquetes desde el AP de origen al eNodeB destino. El UE y PGW pueden estar protegidos de cualquier cambio de dirección IP usando NAT.

3. Direccionamiento de tráfico/Control de Admisión basado en Congestión

65 La Figura 4 es un diagrama de flujo que representa un traspaso para el direccionamiento del tráfico, de acuerdo con algunas modalidades. Este escenario es muy similar a los dos escenarios descritos anteriormente, con la excepción de que el motivo del traspaso puede ser la congestión en lugar de los cambios en la intensidad de la señal del UE. En algunas

- modalidades, en la etapa 401, un nodo de coordinación puede monitorear tanto un AP WiFi como un eNodeB, y puede detectar que las dos estaciones base están cargadas de manera desigual. Se pueden usar varias mediciones de carga diferentes, tales como la intensidad de la señal, la interferencia, el número de usuarios, la utilización de la red de retorno, la utilización del procesador, etc. para identificar la carga. El nodo de coordinación es adecuado para gestionar múltiples estaciones base, ya que tiene una visión amplia de las condiciones de la red en toda la red. En la etapa 402, una vez que el nodo de coordinación detecta que existe una condición de sobrecarga, o una vez que uno u otro del control de congestión de la solicitud AP/eNB a través de un mensaje X2+, el nodo de coordinación envía un mensaje X2+ a cada nodo dirigiéndolos al traspaso forzoso de uno o más UE particulares.
- 5
- 10 En el caso del traspaso LTE-WiFi, en la etapa 403a, el nodo de coordinación puede dirigir el eNB a través de X2+ o S1 que el UE debe entregar, y puede dirigir el AP a través de X2+ para adquirir el UE; el nodo de coordinación puede enviar mensajes que, por ejemplo, provocan que el AP difunda su señal de señalización, ya sea a una velocidad normal o a una velocidad superior a la normal para adquirir el UE. El UE puede conectarse a la red WiFi.
- 15 En el caso del traspaso WiFi-LTE, en la etapa 403b, el nodo de coordinación puede enviar un mensaje a través del protocolo X2+ al AP para hacer que el UE se desconecte del AP. El AP puede configurarse para manejar mensajes propietarios para descartar UE particulares en función de la información de identificación, tal como MAC WiFi, IMSI, IMEI u otra información de identificación. El uso del protocolo X2+ para hacer que el AP desconecte el UE evita "la interrupción previa a la conexión". Alternativamente, el nodo de coordinación puede enviar una nueva política de ANDSF al AP, que puede contener un módulo de aplicación de políticas de ANDSF. El módulo de aplicación puede enviar una política de ANDSF al UE para hacer que el UE busque otro SSID, o dejar de usar el SSID actual, forzándolo así a salir de la red del AP actual. Alternativamente, se puede enviar un mensaje de congestión al UE para que busque otro SSID, y se puede usar una política ANDSF para hacer que el UE evite el SSID del AP fuente entregado. En algunos casos, se puede usar un traspaso de "la interrupción previa a la conexión" para forzar al UE a desconectarse del AP WiFi.
- 20
- 25 En la etapa 404, el nodo de coordinación puede usar NAT para mantener los flujos de paquetes hacia el UE en la nueva RAN, ya sea LTE o WiFi, y puede usar X2+ desde el origen al destino a través del nodo de coordinación para reenviar paquetes desde el AP de origen al eNodeB objetivo. El UE y PGW pueden estar protegidos de cualquier cambio de dirección IP usando NAT. La gestión se alivia así para el nodo particular.
- 30
- Mensajes de la interfaz X2+
- En una modalidad, en donde la interfaz X2+ se puede usar para la comunicación entre un AP WiFi y un nodo de coordinación, se pueden definir los siguientes mensajes, cada mensaje se define adicionalmente a continuación:
- 35 Configuración de la conexión; Respuesta de configuración de la conexión; Solicitud del estado de los recursos; Respuesta del estado de los recursos; Actualización del estado de los recursos; Desconectar la solicitud; Desconectar la respuesta; Solicitud de acción; y respuesta a la acción. Se contemplan los mensajes especificados en la especificación del protocolo X2AP, con el comportamiento descrito a continuación y/o como se describe en la especificación X2AP. También se pueden contemplar mensajes adicionales, tales como los mensajes descritos anteriormente para la implementación de traspaso, reenvío de datos, ANDSF, gestión de políticas, seguridad, configuración y otras funciones. Además, los futuros mensajes de especificación del protocolo X2AP pueden habilitarse entre el AP WiFi y el nodo de coordinación.
- 40
- Configuración/respuesta de la conexión: En algunas modalidades, el AP puede enviar el mensaje de configuración de la conexión al nodo de coordinación en el puerto/IP predefinido. Podemos usar el transporte TCP/SCTP. El AP o el controlador de LAN inalámbrica (WLC) puede enviar la lista completa de identificadores del conjunto de servicios básicos (BSSID), SSID, información sobre el vecino por exploración del canal (incluye SSID, número de canal y ancho de banda, indicador de intensidad de señal recibida (RSSI)), o una lista parcial de los mismos. El AP puede enviar un mensaje de configuración de conexión al nodo de coordinación con toda o parte de esta información. El nodo de coordinación puede devolver luego un mensaje de respuesta de configuración de la conexión con información de configuración basada en la información en el mensaje de configuración de la conexión.
- 45
- 50 Solicitud/respuesta del estado del recurso: en algunas modalidades, se pueden enviar y recibir mensajes de estado del recurso. Los estados de los recursos pueden ser, por ejemplo, los parámetros informativos descritos en cualquier parte de la presente descripción; los recursos pueden ser AP, enlaces WiFi o recursos en el AP, tal como cualquiera de los recursos identificados en la especificación X2AP. El nodo de coordinación puede enviar un mensaje de solicitud de estado del recurso al AP para solicitar que el AP envíe un mensaje de actualización del estado del recurso. Este también puede contener la periodicidad y los elementos que deben incluirse en el mensaje de actualización del estado del recurso.
- 55
- Actualización del estado del recurso: en algunas modalidades, el AP puede enviar mensajes de estado del recurso. El AP puede enviar la actualización del estado del recurso periódicamente/una vez (según lo solicitado por el nodo de coordinación en el mensaje de solicitud del estado del recurso).
- 60
- La actualización del estado de los recursos puede contener algunos o todos los siguientes parámetros de información, que pueden enviarse bajo demanda o periódicamente, o ambos: Información de vecinos por exploración de canales (SSID, número de canal y ancho de banda, RSSI); Número de usuarios asociados; Números de canales y ancho de banda en uso; Número de canal y ancho de banda soportados; Potencia de RF en uso; Rango de potencia de RF soportado; Rango
- 65

de Potencia de RF de señalización; Nivel de MCS de señalización soportado; Modo de operación (b/g/a/n/ac) en uso; Modo de operación soportado (b/g/a/n/ac); Umbral de detección del portador en uso; Rango de umbral de detección del portador soportado; Utilización de canales; Número de bytes recibidos/enviados; Número de paquetes recibidos/enviados; Rendimiento; Tráfico (protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP), protocolo de control de transporte (TCP)); Calidad de STA; Carga de BSS; Métricas de WAN, u otra información.

Solicitud/respuesta de desconexión: La solicitud/respuesta de desconexión se puede usar para desconectar la conexión X2+. El procedimiento de desconexión se puede iniciar desde cualquier extremo. Una solicitud de desconexión puede ser seguida por una respuesta de desconexión, reconociendo la desconexión.

Solicitud/respuesta de acción: La solicitud/respuesta de acción se utilizará para especificar una acción al AP desde el nodo de coordinación. El nodo de coordinación puede incluir la acción recomendada y su valor en la solicitud. Después de la ejecución de la acción, el AP puede devolver un mensaje de respuesta de acción. La solicitud de acción puede tener los siguientes parámetros de información, que pueden enviarse bajo demanda o periódicamente, o ambos: Comandos a AP; Números de canal y ancho de banda; Potencia de radiofrecuencia (RF); Nivel de modulación de señalización y esquema de codificación (MCS); Modo de operación (b/g/a/n/ac); Umbral de detección de portador; Máximo de estaciones asociadas (STA) para control de admisión; Recuento máximo de reintentos de paquetes; Solicitud de envío (RTS)/ Intercambio de Borrar para enviar (CTS); Nivel de Agregación de Trama; Nivel de datos MCS (automático, fijo); Nivel de inmunidad al ruido/interferencia; y Bypass de amplificador de bajo ruido (LNA). También se pueden proporcionar parámetros de información adicional.

Una vez que el nodo de coordinación tiene información sobre los AP WiFi/eNodeB/NodeB, este puede tomar una decisión inteligente sobre el balanceo de carga/traspaso entre WiFi/LTE/3G. Es posible que se puedan abarcar los siguientes escenarios (como se menciona en 3GPP TR 37.834, incorporado aquí como referencia en su totalidad):

- UE está dentro de la cobertura UTRAN/E-UTRAN, está utilizando 3GPP y entra en la cobertura WLAN AP
- UE está dentro de la cobertura UTRAN/E-UTRAN y WLAN, está utilizando WLAN y sale de la cobertura WLAN AP
- UE está dentro del área de cobertura de ambos, UE usando WLAN, en su lugar, todo o un subconjunto del tráfico del UE debe enrutarse a través de UTRAN/E-UTRAN
- UE está dentro del área de cobertura de ambos, UE utiliza UTRAN/E-UTRAN, en su lugar, todo o un subconjunto del tráfico del UE debe enrutarse a través de WLAN
- UE utiliza ambos accesos y debe conectarse a uno solo (WLAN o UTRAN/E-UTRAN) o parte del tráfico debe trasladarse al otro acceso

Se puede utilizar uno de los enfoques mencionados en 3GPP TR 37.834 para la selección de la red de acceso y el direccionamiento del tráfico en UE.

Modalidades adicionales

La Figura 5 es un diagrama esquemático de una estación base de tecnología de acceso de radio múltiple (multi-RAT), de acuerdo con algunas modalidades. La estación base mejorada 500 puede ser un eNodeB para usar con LTE, y también puede tener funcionalidad de AP WiFi ubicados conjuntamente. En algunas modalidades, las porciones/funciones de WiFi y eNB pueden separarse en dos dispositivos, y pueden proporcionarse por separado de acuerdo con lo que se describe aquí con relación a la Figura 5. La estación base mejorada 500 puede incluir el procesador 502, la memoria del procesador 504 en comunicación con el procesador, el procesador de banda base 506 y la memoria del procesador de banda base 508 en comunicación con el procesador de banda base.

La estación base mejorada 500 también puede incluir una funcionalidad de eNodeB 510, que puede incluir el módulo 510a X2/X2+ (para comunicarse con otros eNodeB y con un nodo de coordinación, respectivamente), y un módulo de configuración 510b (que permite cambios de configuración remota a través del protocolo X2+, incluso para aplicaciones SON). La estación base mejorada 500 también puede incluir el módulo de retorno 512, que proporciona una conexión de la red retorno a la red del operador; esta puede ser una conexión por cable o inalámbrica y puede ser otro módulo UE LTE separado. La estación base mejorada 500 también puede incluir AP WiFi 514, que puede incluir el módulo de configuración 514a (para configuración SON remota y otra configuración), el módulo de aplicación de ANDSF 514b (para proporcionar aplicación de control de acceso y admisión, como se describe en la presente descripción, así como otras funciones de gestión para el AP WiFi), módulo X2+ 514c (para la comunicación con el nodo de coordinación), módulo de autenticación administrativa X2+/514d (para garantizar la seguridad con el nodo de coordinación) y señalización AP 514e (utilizada para anunciar el SSID del AP).

El procesador 502 y el procesador de banda base 506 están en comunicación entre sí. El procesador 502 puede realizar funciones de enrutamiento y puede determinar si/cuando se necesita un conmutador en la configuración de red. El procesador de banda base 506 puede generar y recibir señales de radio para el eNodeB 510 y el AP WiFi 514, según las

instrucciones del procesador 502. En algunas modalidades, los procesadores 502 y 506 pueden estar en la misma placa lógica física. En otras modalidades, estos pueden estar en placas lógicas separadas.

5 Se puede utilizar una red de retorno inalámbrica o una red de retorno cableada. La red de retorno cableada puede ser una red de retorno basada en Ethernet (incluida Gigabit Ethernet), o una conexión de la red de retorno de fibra óptica, o una conexión de la red de retorno basada en cable, en algunas modalidades. La red de retorno inalámbrica se puede proporcionar utilizando una conexión LTE, utilizando un módem UE LTE. Además, se puede proporcionar una red de retorno inalámbrica, que puede ser WiFi 802.11a/b/g/n/ac/ad/ah, Bluetooth, Zig-Bee, microondas (que incluye microondas de línea de visión) u otra conexión de red de retorno inalámbrica. Cualquiera de las conexiones cableadas e inalámbricas puede usarse para acceso o retorno, de acuerdo con las condiciones y necesidades de red identificadas, y puede estar bajo el control del procesador 502 para la reconfiguración.

15 También se pueden incluir otros elementos y/o módulos, tal como un eNodeB doméstico, una puerta de enlace local (LGW), un módulo de red de autoorganización (SON) u otro módulo. También se pueden incluir amplificadores de radio adicionales, transceptores de radio y/o conexiones de red cableadas. El módulo SON puede configurarse para proporcionar una funcionalidad de aumento/disminución de potencia de transmisión, funcionalidad de conmutación de banda de radio o comunicaciones con otro módulo SON remoto que proporciona, por ejemplo, estos tipos de funcionalidades, en algunas modalidades. El módulo SON puede ejecutarse en el procesador de propósito general 502.

20 El procesador 502 puede identificar la configuración de red apropiada y puede realizar el enrutamiento de paquetes desde una interfaz de red a otra en consecuencia. El procesador 502 puede usar la memoria 504, en particular para almacenar una tabla de enrutamiento que se utilizará para enrutar paquetes. El procesador de banda base 506 puede realizar operaciones para generar las señales de radiofrecuencia para transmisión o retransmisión tanto por eNodeB 510 como por AP WiFi 514. El procesador de banda base 506 también puede realizar operaciones para decodificar las señales recibidas por el eNodeB 510 y el AP WiFi 514. El procesador de banda base 506 puede usar la memoria 508 para llevar a cabo estas tareas. Los datos pueden compartirse entre el eNodeB 510 y el AP WiFi 514, o pueden ser coordinados por el nodo de coordinación.

30 La Figura 6 es un diagrama esquemático de una puerta de enlace de coordinación mejorada, de acuerdo con algunas modalidades. El coordinador de señalización 600 incluye el procesador 602 y la memoria 604, que están configurados para proporcionar las funciones aquí descritas. También están presentes el módulo de coordinación/señalización (Coordinación y señalización RAN)/X2/X2+ de la red de acceso por radio 606, el módulo SON 608 y el módulo de virtualización RAN 610. En algunas modalidades, el servidor de coordinación 600 puede coordinar múltiples RAN usando el módulo SON 608, que incluye RAN 3GPP y que no es 3GPP. En algunas modalidades, el servidor de coordinación también puede proporcionar autorización, virtualización de enrutamiento y virtualización RAN a través del módulo 610. En algunas modalidades, se proporciona una interfaz de red aguas abajo 612 para interactuar con las RAN, que puede ser una interfaz de radio (por ejemplo, LTE), y se proporciona una interfaz de red aguas arriba 614 para interactuar con la red central, que puede ser una interfaz de radio (por ejemplo, LTE) o una interfaz cableada (por ejemplo, Ethernet). Las funciones de reducción de tormentas de señalización se pueden llevar a cabo en el módulo 606.

40 El coordinador de señalización 600 incluye el módulo de núcleo de paquete evolucionado (EPC) local 620, para la autenticación de usuarios, el almacenamiento y el almacenamiento en caché de información de perfil de prioridad, y para llevar a cabo otras funciones dependientes de EPC cuando no hay un enlace de retorno disponible. El EPC 620 local puede incluir HSS 622 local, MME 624 local, SGW 626 local, y PGW 628 local, así como otros módulos. El EPC 620 local puede incorporar estos módulos como módulos de software, procesos o contenedores. El EPC 620 local puede incorporar alternativamente estos módulos como un pequeño número de procesos de software monolíticos. Los módulos 606, 608, 610 y EPC 620 local pueden ejecutarse en el procesador 602 o en otro procesador, o pueden estar ubicados dentro de otro dispositivo.

50 El coordinador de señalización 600 puede ser una puerta de enlace de acceso para túneles de datos, que reenvía datos a una red central. El coordinador de señalización 600 también puede proporcionar funciones de cifrado, por ejemplo, usando IPsec para cifrar o descifrar datos para su reenvío a través de uno o más portadores a la red central. En el caso de que se use WiFi en una o más estaciones base para proporcionar acceso a los dispositivos de los usuarios, el coordinador de señalización puede ser una puerta de enlace de acceso inalámbrico confiable (TWAG) o una puerta de enlace de datos de paquetes evolucionada (ePDG), que proporciona la capacidad para dispositivos de usuario WiFi para participar y unirse a la red del operador. En algunos casos, el coordinador de señalización 600 puede ser una puerta de enlace de eNodeB doméstica (HENBGW). Debido a que los mecanismos incorporados QCI y TOS utilizados por los métodos descritos en la presente descripción son pasados a través de IPsec, GTP-U y otros protocolos de tunelización, el coordinador de señalización 600 preserva estos parámetros de calidad de servicio (QoS).

60 Alternativas

65 Puede proporcionarse una función de interconexión entre el protocolo X2+ y el protocolo X2, en algunas modalidades, en el nodo de coordinación, para su uso tal como cuando el destinatario previsto de un mensaje X2 es un eNodeB y no un AP WiFi.

5 En algunas modalidades, puede proporcionarse una funcionalidad ANDSF jerárquica. La ANDSF jerárquica puede permitir que ciertas funciones de una función ANDSF típica se implementen en el AP, tal como las funciones de aplicación para el direccionamiento del tráfico WiFi y el control de admisión de los UE, al tiempo que habilita ciertas otras funcionalidades en un nodo de coordinación, tal como la gestión global de políticas y SON global que utiliza información presentada por los AP y por los eNodeB en la red para permitir decisiones de SON basadas en la visibilidad de la red global.

10 En algunas modalidades, un módulo SON en el nodo de coordinación puede integrar información de las estaciones base 3GPP y WiFi, en base al protocolo X2+ descrito en la presente descripción, cuya información puede incluir: carga en varias redes o RAN; gotas históricas; umbrales para traspasos; números absolutos de caídas de llamadas; estadísticas de traspaso; interferencia y potencia de la señal recibida de las redes, incluyendo los reportes de medición de UE; interrupción de energía en una o más RAN; configuraciones y números de versiones de software.

15 Los nodos de coordinación pueden comunicarse entre sí a través del protocolo X2+ como pares, y pueden habilitar las características descritas en la presente descripción a través de múltiples nodos de coordinación, por ejemplo, traspasos o coordinación de SON a través de áreas de gestión de red del operador gestionadas por diferentes nodos de coordinación. La ANDSF jerárquica puede ser una jerarquía de una sola capa o una jerarquía de múltiples capas con múltiples capas de nodos de coordinación que se comunican entre sí a través del protocolo X2+. Otra funcionalidad X2+ descrita en la presente descripción puede llevarse a cabo de manera jerárquica con un solo nivel de jerarquía (es decir, padre e hijo), dos niveles o más niveles. Los nodos de coordinación individuales pueden compartirse entre múltiples redes centrales, o pueden proporcionar la funcionalidad de puerta de enlace RAN para múltiples redes centrales, o pueden hacer que múltiples redes centrales de operadores estén disponibles para una sola RAN (por ejemplo, redes centrales de múltiples operadores o MOCN).

25 En algunas modalidades, la visibilidad de un nodo de coordinación tiene forma de una RAN virtualizada o eNodeB virtualizado. Una o más redes centrales pueden ver un nodo de coordinación como un único eNodeB. El nodo de coordinación es responsable de realizar la gestión en una pluralidad de eNodeB y puntos de acceso WiFi, sin gestión adicional de una red central, utilizando las características y algoritmos de SON descritos en la presente descripción, que pueden incluir todos los métodos de SON descritos en los documentos US20140092765 y US20160135132.

30 El estándar Hotspot 2.0 y/o el protocolo 802.11u pueden usarse, en algunas modalidades. Hotspot 2.0 es un estándar publicado por WiFi Alliance y define los protocolos de interoperabilidad e interconexión. Los protocolos de descubrimiento y selección de red, descarga, transferencia y seguridad pueden ser manejados por el protocolo Hotspot 2.0. En algunas modalidades, se puede usar el protocolo y la especificación 802.11u. 802.11u permite que los dispositivos clientes WiFi obtengan información de un AP antes de la conexión. En algunas modalidades, la ANDSF puede ser reemplazada por Hotspot 2.0 o 802.11u. En algunas modalidades, se puede utilizar el protocolo de consulta de red de acceso (ANQP), el servicio de información de traspaso independiente de medios (MIH) según lo definido por 802.21, el descubrimiento de capacidades de servicios de comando y eventos MIH, el sistema de alerta de emergencia (EAS) para manejar alertas de emergencia y otros protocolos. Hotspot 2.0 permite el anuncio de la información de la red celular 3GPP, que incluye la red móvil terrestre pública (PLMN) de cualquier celda ubicada conjuntamente en un AP multi-RAT. La información de Hotspot 2.0 y 802.11u se puede proporcionar al servidor de coordinación, en algunas modalidades, con el servidor de coordinación actuando como un UE si es necesario, o mediante una solicitud especial de protocolo X2+. La aplicación del protocolo se puede realizar en el AP, con la coordinación de los perfiles y las configuraciones del AP en el nodo de coordinación, en algunas modalidades. El protocolo X2+ se puede usar como un protocolo para enviar, guardar, restaurar o de otra manera configurar una estación base o AP con diversas cargas útiles de configuración, que incluye la configuración de ANDSF, Hotspot 2.0 o 802.11u. El reenvío de consultas ANQP desde el AP al nodo de coordinación puede ser soportado por los UE que realizan el servicio de anuncio genérico (GAS) o consultas ANQP. La especificación 802.11u y la especificación del protocolo Hotspot 2.0 se incorporan aquí como referencia para todos los fines.

50 Cuando los módulos se describen en la presente descripción, la intención de esta divulgación es permitir que la funcionalidad del módulo se proporcione como hardware, software o parcialmente hardware y parcialmente software, en algunas modalidades. En el caso que se use un módulo de software para implementar la funcionalidad de un módulo, el módulo puede ser un único ejecutable, múltiples ejecutables, librerías compartidas, librerías vinculadas dinámicamente, librerías vinculadas estáticamente, múltiples procesos con memoria compartida, múltiples procesos con comunicación inter-proceso (IPC), software que se ejecuta en una sola máquina virtual o en múltiples máquinas virtuales, procesos que se comunican entre sí a través de una red privada o pública a través de interfaces de red reales o virtuales pero ubicados en una sola máquina, o de acuerdo con cualquier otro diseño de software.

60 En algunas modalidades, los transceptores de radio descritos en la presente descripción pueden ser estaciones base compatibles con un protocolo de transmisión de radio o interfaz aérea de evolución a largo plazo (LTE). Las estaciones base compatibles con LTE pueden ser eNodeB. Además de soportar el protocolo LTE, las estaciones base también pueden soportar otras interfaces aéreas, tales como UMTS/HSPA, CDMA/CDMA2000, GSM/EDGE, GPRS, EVDO, otras 3G/2G, TDD heredado u otras interfaces aéreas utilizadas para telefonía móvil. En algunas modalidades, las estaciones base descritas en la presente descripción pueden soportar interfaces aéreas WiFi, que pueden incluir uno o más de IEEE 802.11a/b/g/n/ac/af/p/h. En algunas modalidades, las estaciones base descritas en la presente descripción pueden soportar IEEE 802.16 (WiMAX), para transmisiones LTE en bandas de frecuencia sin licencia (por ejemplo, LTE-U, Acceso con licencia o LA-LTE), para transmisiones LTE que utilizan acceso de espectro dinámico (DSA), para transceptores de

radio para ZigBee, Bluetooth u otros protocolos de radiofrecuencia u otras interfaces aéreas. En algunas modalidades, las estaciones base descritas en la presente descripción pueden usar filtros de frecuencia programables. En algunas modalidades, las bandas de frecuencia de WiFi descritas en la presente descripción pueden ser canales determinados por los respectivos protocolos IEEE 802.11, que se incorporan en la presente descripción en la medida máxima permitida por la ley. En algunas modalidades, las estaciones base descritas en la presente descripción pueden proporcionar acceso a bandas de radiofrecuencia asociadas a radio móvil terrestre (LMR). En algunas modalidades, las estaciones base descritas en la presente descripción también pueden soportar más de uno de los protocolos de radiofrecuencia anteriores, y también pueden soportar ajustes de potencia de transmisión para algunos o todos los protocolos de radiofrecuencia soportados. Las modalidades descritas en la presente descripción pueden usarse con una variedad de protocolos siempre que haya bandas/canales de frecuencia contiguos. Aunque el método descrito supone un sistema de una entrada, una salida (SISO), las técnicas descritas también pueden extenderse a sistemas de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO).

Los expertos en la materia reconocerán que se pueden usar múltiples configuraciones de hardware y software dependiendo del protocolo de acceso, del protocolo de retorno, del esquema dúplex o la banda de frecuencia operativa al agregar o reemplazar placas hijas al nodo dinámico multi-RAT. Actualmente, hay placas de radio que se pueden usar para los distintos parámetros de radio. En consecuencia, los nodos multi-RAT de la presente invención pueden diseñarse para contener tantas placas de radio como se desee dados los parámetros de radio de las redes de malla heterogéneas dentro de las cuales es probable que opere el nodo multi-RAT. Los expertos en la materia reconocerán que, en la medida en que una placa de radio estándar no esté disponible para realizar la transmisión/recepción en un parámetro de radio particular, una placa de radio capaz de funcionar, por ejemplo, en frecuencias de espacios blancos, no sería difícil de diseñar.

Los expertos en la materia también reconocerán que el hardware puede incorporar software, el software puede almacenarse en hardware como firmware, y varios módulos y/o funciones pueden realizarse o proporcionarse como hardware o software dependiendo de las necesidades específicas de una modalidad particular. Los expertos en la materia reconocerán que las celdas pequeñas, las macroceldas, los puntos de acceso inalámbrico, las puertas de enlace femto, etc., pueden beneficiarse de los métodos descritos en la presente descripción.

En cualquiera de los escenarios descritos en la presente descripción, donde el procesamiento puede realizarse en la celda, el procesamiento también puede realizarse en coordinación con un servidor de coordinación en la nube. El eNodeB puede estar en comunicación con el servidor de coordinación en la nube a través de una conexión de protocolo X2/X2+ u otra conexión. El eNodeB puede realizar la coordinación entre celdas a través del servidor de comunicación en la nube, cuando otras celdas están en comunicación con el servidor de coordinación en la nube. El eNodeB puede comunicarse con el servidor de coordinación en la nube para determinar si el UE tiene la capacidad de soportar un traspaso a WiFi, por ejemplo, en una red heterogénea.

Aunque los métodos anteriores se describen como modalidades separadas, un experto en la materia comprenderá que sería posible y deseable combinar varios de los métodos anteriores en una sola modalidad, o combinar métodos dispares en una sola modalidad. Por ejemplo, todos los métodos anteriores pueden combinarse. En los escenarios en los que se describen múltiples modalidades, los métodos pueden combinarse en orden secuencial, en varios órdenes según sea necesario.

Aunque algunos de los sistemas y métodos anteriores se describen en referencia al estándar de evolución a largo plazo (LTE), un experto en la materia comprenderá que estos sistemas y métodos pueden adaptarse para su uso con otros estándares inalámbricos o versiones de los mismos.

En algunas modalidades, el software necesario para implementar los métodos y procedimientos descritos en la presente descripción puede implementarse en un lenguaje de procedimiento de alto nivel o en un lenguaje orientado a objetos, tal como C, C++, C#, Python, Java o Perl. El software también puede implementarse en lenguaje ensamblador si se desea. El procesamiento de paquetes implementado en un dispositivo de red puede incluir cualquier procesamiento determinado por el contexto. Por ejemplo, el procesamiento de paquetes puede implicar el entramado de control de enlace de datos de alto nivel (HDLC), compresión de cabeceras, y/o cifrado. En algunas modalidades, el software que, cuando se ejecuta, hace que un dispositivo lleve a cabo los métodos descritos en la presente descripción puede almacenarse en un medio legible por computadora, tal como una memoria de solo lectura (ROM), una memoria de solo lectura programable (PROM), una memoria de solo lectura borrable eléctricamente programable (EEPROM), memoria flash o un disco magnético que se pueda leer mediante una unidad de procesamiento de propósito general o especial para realizar los procesos descritos en la presente descripción. Los procesadores pueden incluir cualquier microprocesador (núcleo único o multinúcleo), sistema en chip (SoC), microcontrolador, procesador de señal digital (DSP), unidad de procesamiento de gráficos (GPU), o cualquier otro circuito integrado capaz de procesar instrucciones tal como un microprocesador x86.

Aunque la presente divulgación se ha descrito e ilustrado en las modalidades de ejemplo anteriores, se entiende que la presente divulgación se ha llevado a cabo solo a modo de ejemplo, y que se pueden realizar numerosos cambios en los detalles de implementación de la divulgación sin apartarse de la alcance de la invención, que está limitado solo por las reivindicaciones a continuación. Pueden agregarse, eliminarse o sustituirse varios componentes en los dispositivos descritos en la presente descripción con aquellos que tienen la misma funcionalidad o una funcionalidad similar. Se pueden agregar o eliminar de los procesos descritos en la presente descripción varias etapas como se describe en las

figuras y en la divulgación, y las etapas descritas se pueden realizar en un orden alternativo, de acuerdo con el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Las características de una modalidad pueden usarse en otra modalidad. Otras modalidades están dentro de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema para una interfaz X2 mejorada en una red central del operador móvil, que comprende:
 5 una puerta de enlace de la red de datos de paquetes de la red central de evolución a largo plazo, LTE (115), PGW; y un servidor de coordinación (112, 600) posicionado como una puerta de enlace entre el LTE PGW (115) y una red de acceso de radio 3GPP, RAN, que comprende una pluralidad de NodeB evolucionados, eNodeB, (107, 108, 110), y posicionada como una puerta de enlace entre el LTE PGW (115) y una red de acceso de radio WiFi, RAN, que comprende una pluralidad de puntos de acceso WiFi, AP, (105, 106), el AP WiFi (105, 106) controlado por una red de área local inalámbrica, WLAN, un controlador (109), el servidor de coordinación (112, 600) está configurado para:
 10 detectar (202, 301) que un UE (101, 102, 103, 104) está llevando a cabo un traspaso con tecnología inter-radio, inter-RAT, hacia o desde un eNodeB (107, 108, 110) desde o hacia un AP WiFi (105, 106), actuar como un proxy PGW y punto de anclaje para el equipo de usuario, UE, (101, 102, 103, 104) para permitir el anclaje de IP del UE en el servidor de coordinación (112), y realizar una traducción de dirección de red, NAT, (204, 304) para ocultar los cambios de dirección IP, realizar una funcionalidad de núcleo de paquete evolucionado integrado, EPC, para autorizar y ocultar funciones EPC de la red central LTE, gestionar flujos de paquetes hacia y desde el UE (101, 102, 103, 104), de modo que los flujos de paquetes que van hacia y desde el UE se entregan, incluso a través de tecnologías de acceso de radio, RAT y proporcionar coordinación de RAN 3GPP y RAN WiFi, y proporcionar funciones de red de autoorganización, SON, para RAN 3GPP y RAN WiFi,
 20 en donde el servidor de coordinación está configurado para usar una interfaz X2 mejorada entre sí mismo y los nodos RAN, que incluye la pluralidad de eNodeB, (107, 108, 110) y la pluralidad de AP WiFi (105, 106), para realizar el traspaso y las funciones SON.
- 25 2. El sistema de la reivindicación 1, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado para: detectar (202) que el UE está realizando un traspaso desde un eNodeB (107, 108, 110) a un AP WiFi (105, 106), tomar la decisión de provocar el traspaso del eNodeB (107, 108, 110) al AP WiFi (105, 106), y provocar (203) que el eNodeB fuerce la distribución del UE, y mapear (204) a través del tráfico NAT hacia el UE hacia la RAN WiFi.
- 30 3. El sistema de la reivindicación 2, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado además para: proporcionar una función de protocolo de configuración dinámica de host, DHCP, a la RAN WiFi, y asignar una dirección IP a través del DHCP, ya sea a través de un servidor DHCP interno o enviando mensajes de interfaz X2 mejorados al AP WiFi (105, 106) a la cual el UE está realizando el traspaso.
- 35 4. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado para: detectar (301) que el UE está realizando un traspaso desde un AP WiFi (105, 106) a un eNodeB (107, 108, 110), conectar (302, 303) el UE al PGW LTE (115) a través del servidor de coordinación (112, 600), y usar (304) NAT para mantener los flujos de paquetes hacia el UE en la RAN 3GPP desde el AP WiFi de origen al eNodeB.
- 40 5. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado además para: proporcionar la funcionalidad de proxy y aparecer como una única estación base virtualizada para la red central LTE.
- 45 6. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado además para: usar una interfaz S1 con el núcleo LTE para eNodeB reales y virtuales conectados.
- 50 7. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado además para: actuar como una puerta de enlace de acceso inalámbrico confiable, TWAG o una puerta de enlace de red de paquetes de datos evolucionada, ePDG y/o comunicarse con otros TWAG y ePDG, para permitir que las redes de acceso WiFi se conecten y utilicen de manera segura los servicios de la red central LTE, y/o usar una interfaz S2/S2a con la red central LTE.
- 55 8. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado además para: compartir información entre la RAN WiFi y la RAN 3GPP, la información compartida incluye al menos una de calidad del enlace de radio por UE, calidad de retorno y carga.
- 60 9. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en donde la coordinación de la RAN 3GPP y la RAN WiFi, y/o las funciones SON para la RAN 3GPP y la RAN WiFi incluyen al menos uno de:
- 65

asignación centralizada de niveles de potencia, control de potencia entre vecinos, ajuste de nivel de potencia, control de admisión de tráfico, direccionamiento de tráfico, balanceo de carga, y asignación de políticas de ordenamiento de las conexiones a las redes para reducir la congestión.

- 5 10. El sistema de la reivindicación 9, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado además para proporcionar un balanceo de carga bidireccional entre la RAN WiFi y la RAN 3GPP.
- 10 11. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado además para:
administrar los eNodeB 3GPP y los puntos de acceso WiFi.
- 15 12. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado para realizar una función de descubrimiento y selección de red de acceso, función ANDSF, opcionalmente en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado para usar la funcionalidad ANDSF para informar al AP WiFi del eNodeB cercano (107, 108, 110), actualizar las políticas de conexión en el AP WiFi (105, 106) y coordinar los traspasos dentro y fuera de la RAN WiFi.
- 20 13. El sistema de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado para usar la interfaz X2 mejorada para transmitir información, desde un nodo fuente a un nodo objetivo de un traspaso de UE, la información transmitida comprende al menos uno de:
información sobre el UE que se entrega, flujos de paquetes, conexiones abiertas o portadores.
- 25 14. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 13, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado para usar la interfaz X2 mejorada para solicitar estadísticas del traspaso y/o para detectar, facilitar o iniciar operaciones de mitigación de interferencia.
- 30 15. El sistema de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 14, en donde el servidor de coordinación (112, 600) está configurado para usar la interfaz X2 mejorada para detectar, facilitar o iniciar la compensación de la interrupción y/o para facilitar o iniciar la terminación del uso de greenfield.

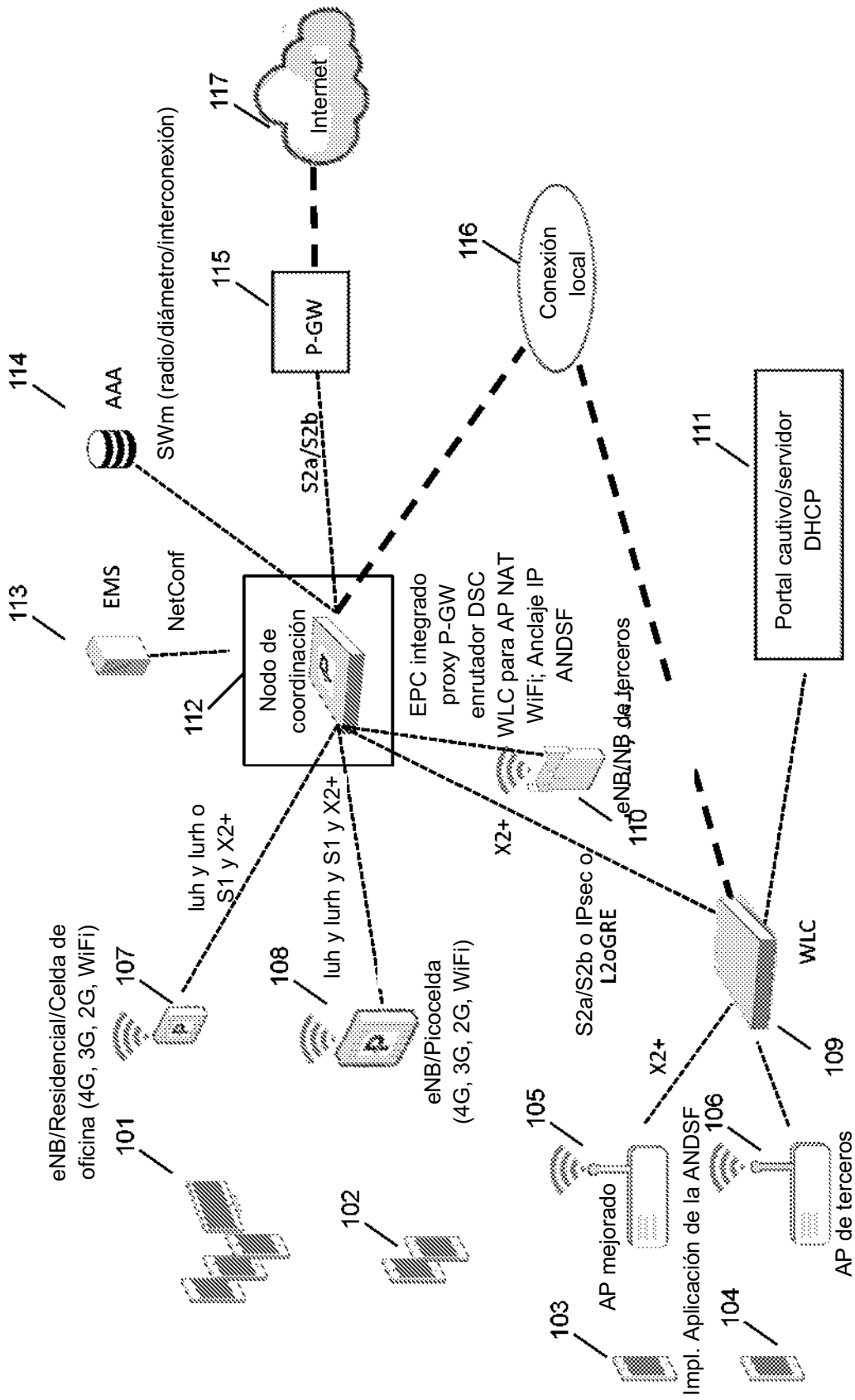
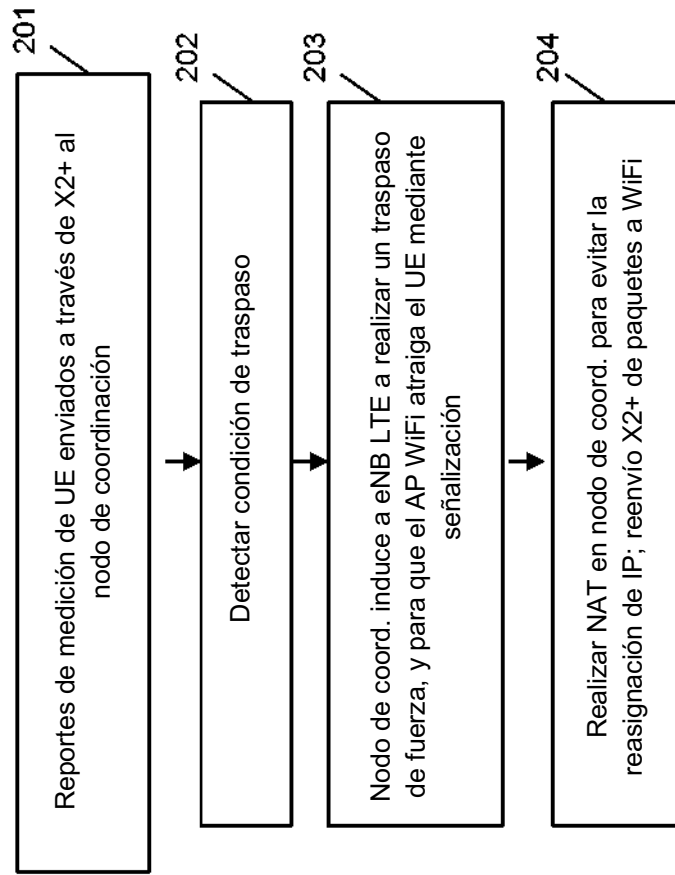
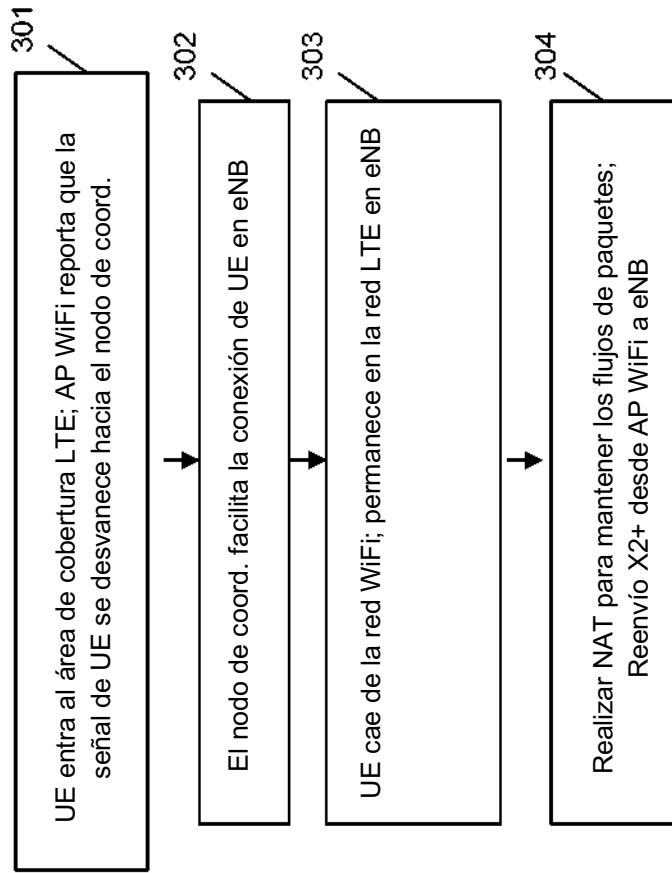


FIGURA 1



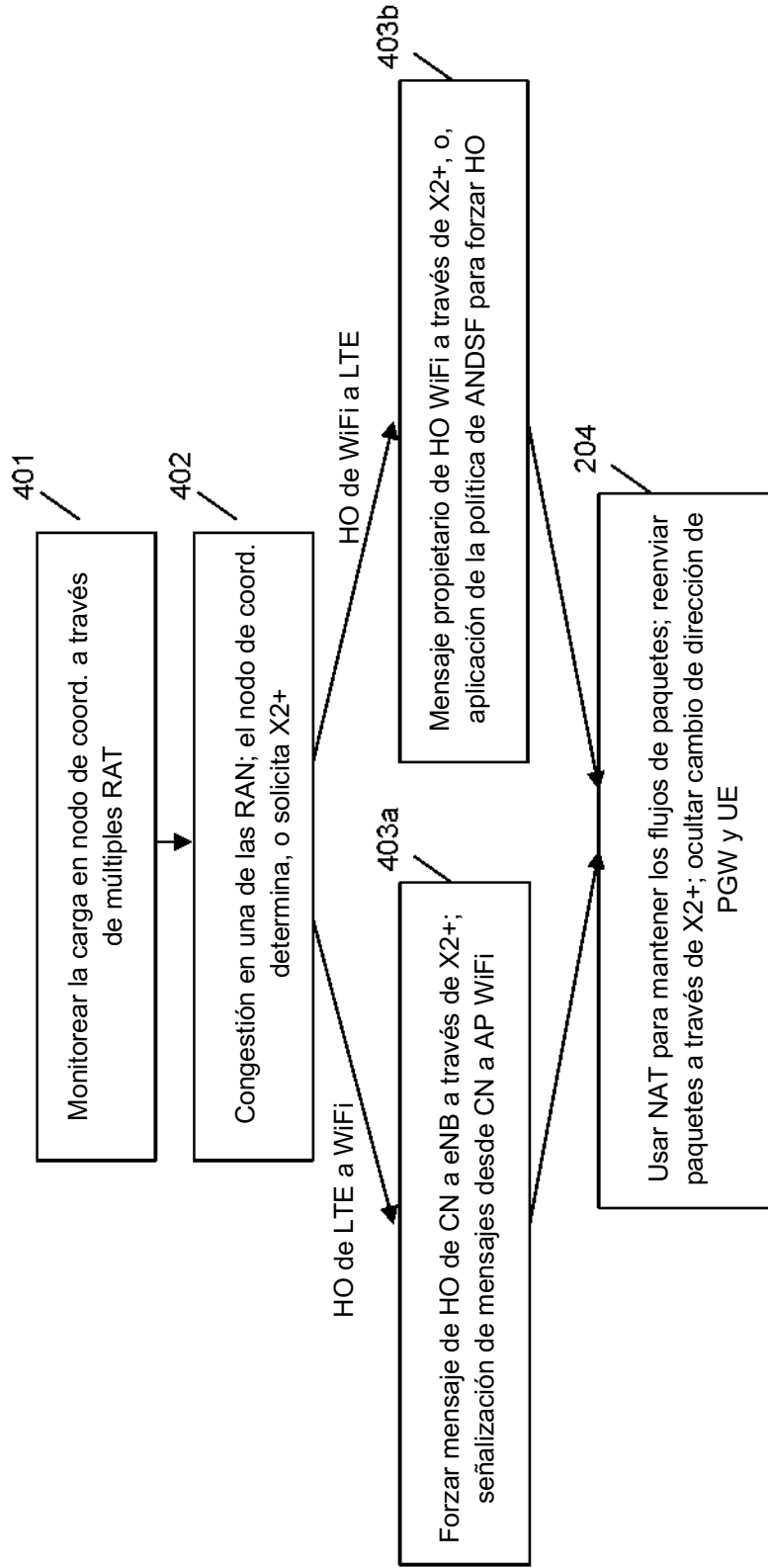
HO de LTE a WiFi

FIGURA 2



HO desde WiFi a LTE

FIGURA 3



HO desde WiFi a LTE, en caso de congestión (direccionamiento del tráfico)

FIGURA 4

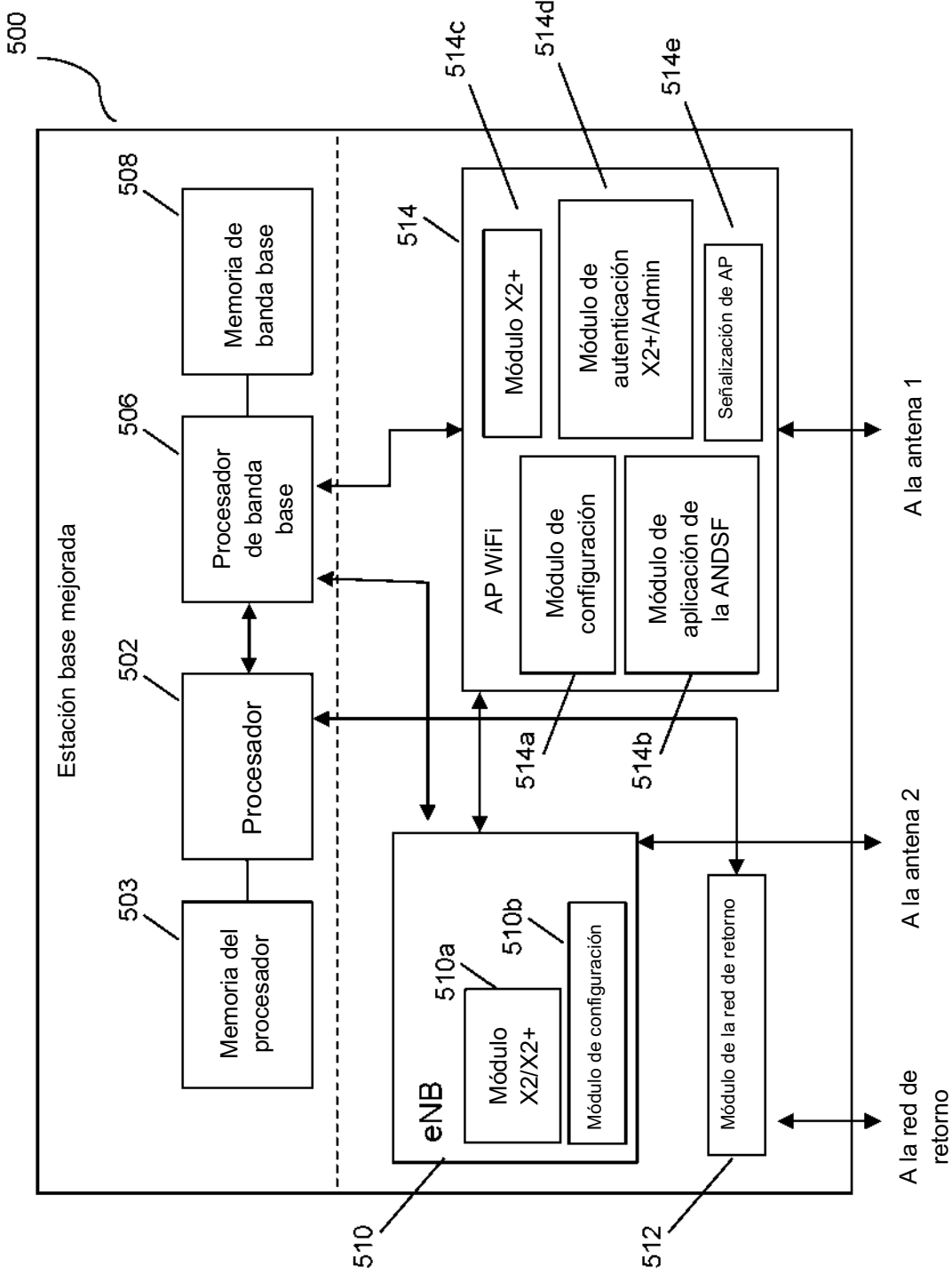


FIGURA 5

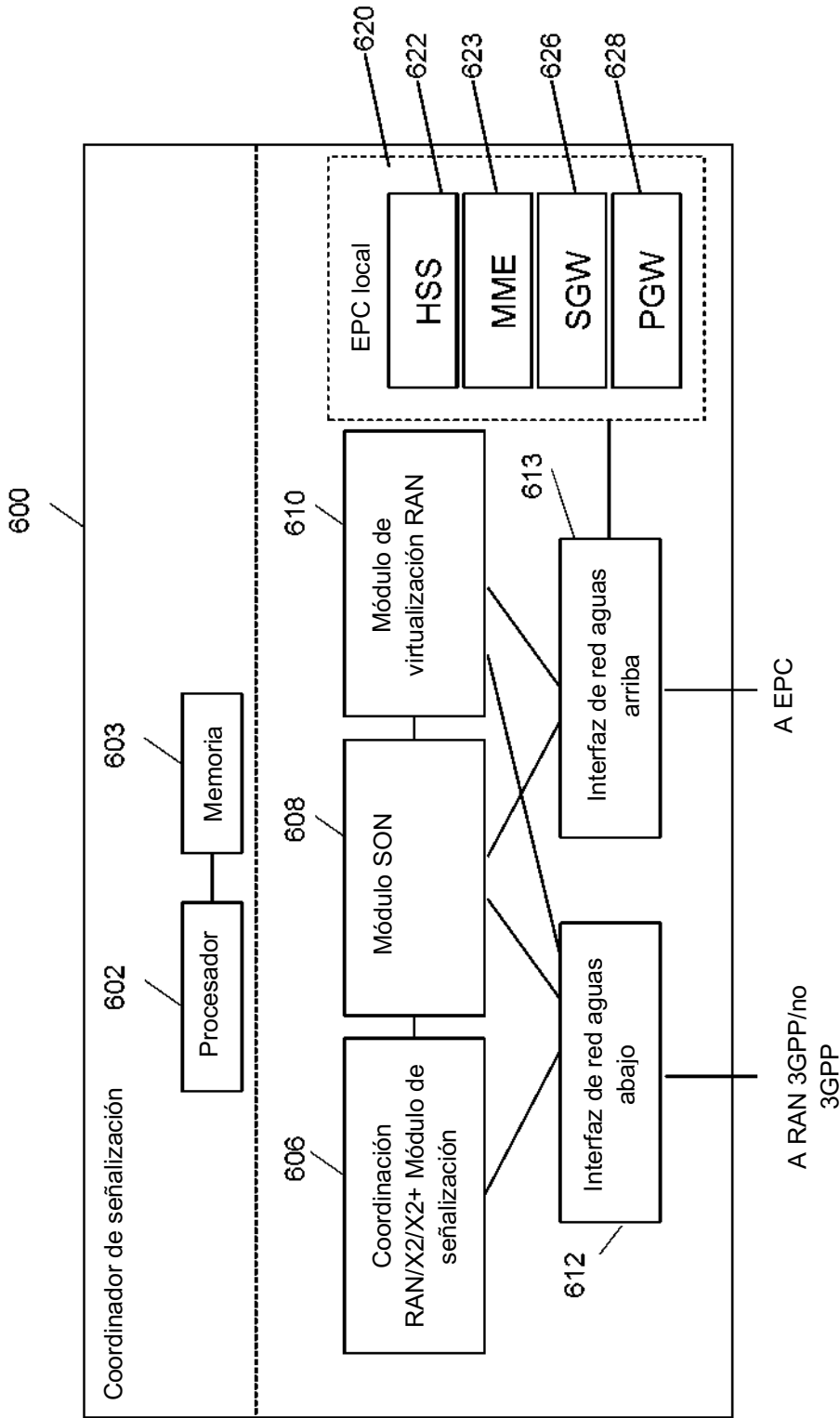


FIGURA 6