(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 810 159**

(51) Int. CI.:

H04L 1/18 (2006.01)
H04L 12/893 (2013.01)
H04W 80/06 (2009.01)
H04W 28/02 (2009.01)
H04L 29/06 (2006.01)
H04L 12/801 (2013.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.03.2014 PCT/US2014/031749**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **02.10.2014 WO14160719**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.03.2014 E 14719499 (7)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.05.2020 EP 2979513**

(54) Título: **Proxy de protocolo de control de trasmisión en una red de acceso de radio de evolución a largo plazo**

(30) Prioridad:

25.03.2013 US 201361804920 P
25.03.2013 US 201361804932 P
25.03.2013 US 201361804991 P
25.03.2013 US 201361804893 P

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
08.03.2021

(73) Titular/es:

ALTIOSTAR NETWORKS, INC. (100.0%)
200 Ames Pond Drive
Tewksbury, MA 01876, US

(72) Inventor/es:

CHOWDHURY, KUNTAL y
DAHOD, ASHRAF, M.

(74) Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

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

Proxy de protocolo de control de trasmisión en una red de acceso de radio de evolución a largo plazo

Campo técnico

La materia objeto descrita la presente memoria se refiere generalmente al procesamiento de datos y, en particular, a un protocolo de control de trasmisión en una red de acceso de radio de evolución a largo plazo.

Antecedentes

En la actualidad, las redes de celdas proporcionan capacidades de comunicación a demanda a los individuos y a las entidades de negocios. Típicamente, una red de celdas es una vez inalámbrica que puede estar distribuida sobre áreas de terreno, que se denominan celdas. Cada una de dichas celdas está servida por al menos un transmisor-receptor de localización fija, que se denomina un sitio de celda o una estación base. Cada celda puede utilizar un conjunto de frecuencias diferentes de las celdas vecinas para evitar la interferencia y proporcionar una anchura de banda garantizada dentro de cada celda. Cuando las celdas se unen juntas, proporcionan cobertura de radio en un área geográfica amplia, lo que hace posible que un gran número de teléfonos móviles, y/o otros dispositivos inalámbricos o transmisores-receptores portátiles se comuniquen entre sí y con transmisores-receptores y teléfonos fijos en cualquier lugar dentro de la red. Tales comunicaciones son realizadas a través de estaciones base y son realizadas incluso cuando los transmisores-receptores móviles se están moviendo a través de más de una celda durante la transmisión. Los principales proveedores de comunicaciones inalámbricas han desarrollado tales sitios de celdas en todo el mundo, permitiendo con ello que los teléfonos móviles de comunicaciones y los dispositivos de ordenador móviles sean conectados a una red de teléfono conmutada pública y a la red Internet pública.

Un teléfono móvil es un teléfono portátil y que es capaz de recibir y/o realizar llamadas de teléfono y/o de datos a través de un sitio de celda o de una torre de transmisión utilizando ondas de radio para transfer y señales a y desde el teléfono móvil. En vista de un gran número de usuarios de teléfonos móvil, las redes de teléfono móvil actuales proporcionan un recurso limitado y compartido. En este sentido, los sitios de celda de los dispositivos móviles pueden cambiar la frecuencia y utilizar trasmisores de baja potencia para permitir el uso simultáneo de las redes por muchos usuarios con menos interferencia. La cobertura por un sitio de celda puede depender de una localización geográfica particular y/o del número de usuarios que pueden utilizar potencialmente la red. Por ejemplo, en una ciudad un sitio de celdas puede tener un rango de hasta aproximadamente 0,8 km (1/2 milla); en áreas rurales, el rango puede ser de como mucho 8 Km (5 millas); y en algunas áreas, un usuario puede recibir señales procedentes de un sitio de celda alejado 40 km (25 millas).

Lo que sigue son ejemplos de tecnologías celulares digitales que son utilizadas por proveedores de comunicaciones: Sistema Global para Comunicaciones Móviles ("GSM"), Servicio General de Paquetes vía Radio ("GPRS"),cdmaOne, CDMA2000, Datos de Evolución Optimizada ("EV-DO"), Velocidades de Datos Mejoradas para Evolución GSM ("EDGE"), Sistema de Telecomunicaciones Móvil Universal ("UMTS"), Telecomunicaciones Sin cable Mejoradas Digitales ("DECT"), AMPS digital ("IS-136/TDMA"), y Red Mejorada Digital Integrada ("iDEN"). La Evolución de Largo Plazo o 4G LTE, que fue desarrollada por el cuerpo de estándares Proyecto de Asociación de Tercera Generación ("3GPP") es un estándar para una comunicación inalámbrica de datos de alta velocidad para teléfonos móviles y terminales de datos. LTE está basada en las tecnologías celulares digitales GSM/EDGE y UMTS/HSPA y permite aumentar la capacidad y la velocidad utilizando una interfaz de radio diferente junto con mejoras de la red troncal.

Los enlaces de comunicaciones típicamente conectan dispositivos de punto extremo (por ejemplo teléfonos móviles, ordenadores personales, servidores, etc.) de manera que en los dispositivos puede trasmitir datos de uno a otro. Las transmisiones de datos están típicamente gobernadas por distintos protocolos que son específicos en una "suite" o paquete de aplicaciones de protocolo de Internet, que incluye el modelo de red y un conjunto de protocolos de comunicaciones utilizados para redes de Internet y/o similares. La suite de protocolo de internet está típicamente referida como TCP/IP y contiene sus protocolos más importantes: el Protocolo de Control de Trasmisión ("TCP") o y el protocolo de internet ("IP"). El modelo y protocolos TCP/IP son mantenidos por "Internet Engineering Task Force" o Grupo de trabajo de Ingeniería de Internet ("IETF"). TVP/IP proporciona una conectividad de extremo a extremo que especifica cómo deberían ser formateados, dirigidos y transmitidos, encaminados y recibidos en el dispositivo de punto de extremo de destino. Los protocolos TCP/IP están organizados en las siguientes cuatro capas de abstracción (de más inferior a más elevada): la capa de enlace (que contiene tecnologías de comunicación para un único un segmento de red (enlace)), la capa de internet (que conecta redes independientes para establecer trabajo entre redes), la capa de transporte (que maneja la comunicación proceso a proceso) y la capa de aplicación (que proporciona interfaces para el usuario y para los servicios de soporte).

En vista de la gran cantidad de datos que son típicamente transmitidos a y/desde dispositivos de punto extremo en los sistemas de comunicaciones inalámbricas existentes, tales sistemas y/o dispositivos de punto extremo asociados están afectados por diversos problemas, tales como la pérdida de datos, congestión, transmisiones redundantes, pérdida de potencia de batería (por ejemplo, en el equipo del usuario), y otros. De este modo, existe la necesidad de proporcionar un sistema de comunicación inalámbrico que sea capaz de proporcionar una transmisión de datos

fiable, eficiente y de coste efectivo entre los dispositivos de punto extremo utilizando TCP.

El documento US-A-2009/201813 describe un dispositivo para la transmisión de paquetes de datos entre un usuario y un servidor, comprendiendo el dispositivo una memoria y un procesador configurados para proporcionar un componente proxy de TCP para establecer un enlace de comunicación entre el dispositivo de usuario y el servidor.

El artículo publicado BORDER HUGHES NETWORK SYSTEMS M KOJO UNIVERSITY OF HELSINKI J GRINER NASA GLENN RESEARCH CENTER G MONTENEGRO SUN MICROSYSTEMS J ET, "Performance Enhancing Proxies Intended to Mitigate Link-Related Degradations; rfc3135.txt" contiene una medición de proxis de mejora de rendimiento para proporcionar rendimiento TCP en comunicaciones de red.

Compendio

La presente invención proporciona un dispositivo para la transmisión de paquetes de datos, como está definido la reivindicación 1. Las realizaciones adicionales de la invención están especificadas en las reivindicaciones dependientes.

Los detalles de una o más variaciones de la materia objeto descrita en la presente memoria están expuestos en los dibujos adjuntos y en la descripción que sigue. Otras características y cualquier combinación de componentes de hardware y/o software que pueden estar dispuestas en una estación base (por ejemplo, eNodeB) pueden estar conectada conmutativamente a ella. Estos componentes pueden estar separados de otros componentes de la estación base y/o compartir componentes con otro hardware y/o software dispuestos en la estación base. El método incluye también trasmitir el paquete de datos utilizando el protocolo de control de trasmisión.

En algunas implementaciones, la materia objeto actual puede incluir una o más de las siguientes características opcionales. El método puede incluir evitar la re-transmisión del paquete de datos desde servidor hasta el dispositivo de usuario después de que el servidor fracasa en recibir un acuse de recibo procedente del dispositivo de usuario dentro de un periodo de tiempo predeterminado. En algunas implementaciones, el método puede incluir enviar al servidor el acuse de recibo que indica la recepción del paquete de datos por el dispositivo de usuario.

En algunas implementaciones, el método puede incluir evitar la transmisión de múltiples acuses de recibo desde el dispositivo de usuario, que indiquen la recepción del paquete de datos por parte del dispositivo de usuario.

En algunas implementaciones, el método también puede incluir enviar al servidor un acuse de recibo que indica una recepción del paquete de datos por el dispositivo de usuario después de recibir una confirmación de que el paquete de datos fue recibido por el dispositivo de usuario, siendo la confirmación generada por al menos una de la capa de control de acceso al medio (MAC) del dispositivo de usuario y una capa de control de enlace de radio (RLC) del dispositivo de usuario.

En algunas implementaciones, el componente proxy de protocolo de control de trasmisión puede incluir al menos un componente de optimización de protocolo de control de trasmisión configurado para realizar la optimización de al menos un parámetro de protocolo de control de trasmisión. En algunas implementaciones, el dispositivo de usuario puede incluir una fuente de alimentación configurada para alimentar el dispositivo de usuario para la transmisión y recepción de datos desde la estación base, y la optimización del al menos un parámetro de protocolo de control de trasmisión puede estar configurada para reducir el consumo de energía en la fuente de alimentación del dispositivo de usuario. En algunas implementaciones, la optimización del al menos un parámetro de protocolo de control de trasmisión puede estar configurada para reducir el consumo de los recursos de canal compartido de enlace ascendente físico ("PUSCH") asociados con el enlace de comunicaciones entre el dispositivo de usuario y una estación base que comprende al menos un procesador y al menos una memoria. En algunas implementaciones, la optimización del al menos un parámetro de protocolo de control de trasmisión puede estar configurada para reducir la interferencia de un enlace de comunicaciones de enlace ascendente entre el dispositivo de usuario y una estación base que comprende al menos un procesador y al menos una memoria.

También se describen artículos que comprenden un medio leíble por una máquina encarnado perceptiblemente que incorpora instrucciones que, cuando son realizadas, hacen que una o más máquinas (por ejemplo, ordenadores, etc.) den lugar a las operaciones descritas en la presente memoria. De manera similar, están también descritos sistemas de ordenador que incluyen un procesador y una memoria conectada al procesador. La memoria puede incluir uno o más programas que hacen que el procesador realice una o más de las operaciones descritas en la presente memoria. Adicionalmente, los sistemas de ordenador pueden incluir unidades de procesamiento especializadas adicionales que son capaces de aplicar una única instrucción a múltiples puntos de datos en paralelo.

Los detalles de una o más variaciones de la materia objeto descrita en la presente memoria se exponen en los dibujos adjuntos y en la siguiente descripción. Otras características y ventajas de la materia objeto descrita en la presente memoria resultarán evidentes de la descripción y de los dibujos, y de las reivindicaciones.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos, que se incorporan aquí y que constituyen una parte el que esta memoria, muestran ciertos aspectos de la materia objeto descritas la presente memoria y, junto con la descripción, ayudan a explicar algunos de los principios asociados con las implementaciones descritas. En los dibujos,

La Fig. 1a ilustra un sistema de comunicaciones de evolución a largo plazo ("LTE") convencional a modo de ejemplo;

La Fig. 1b ilustra un detalle adicional del sistema LTE mostrado en la Fig. 1a;

La Fig. 1c ilustra un detalle adicional del núcleo de paquete evolucionado del sistema LTE a modo de ejemplo mostrado en la Fig. 1a;

La Fig. 1d ilustra un Nodo B evolucionado a modo de ejemplo del sistema LTE a modo de ejemplo mostrado en la Fig. 1a;

La Fig. 2 ilustra un detalle adicional de un Nodo B evolucionado mostrado en las Figs. 1a-d;

La Fig. 3 ilustra una Red de Acceso de Radio de Evolución a Largo Plazo inteligente, a modo de ejemplo, de acuerdo con algunas implementaciones de la materia objeto actual;

La Fig. 4 ilustra un sistema de comunicaciones a modo de ejemplo que incluye una funcionalidad de TCP en una estación base, de acuerdo con algunas implementaciones de la materia objeto actual;

La Fig. 5 ilustra un sistema de comunicaciones a modo de ejemplo que incluye un componente proxy de TCP, de acuerdo con algunas implementaciones de la materia objeto actual;

La Fig. 6 ilustra un sistema a modo de ejemplo, de acuerdo con algunas implementaciones de la materia objeto actual;

La Fig. 7 ilustra un método a modo de ejemplo, de acuerdo con algunas implementaciones de la materia objeto actual.

Descripción detallada

Para afrontar las deficiencias de las soluciones actualmente disponibles, una o más implementaciones de la materia objeto actual proporcionan una red de acceso de radio de evolución a largo plazo que tiene capacidades inteligentes, incluyendo la transmisión de datos utilizando TCP.

I. Sistema de Comunicaciones de Evolución a Largo Plazo

Las Figs. 1 a-c y 2 ilustran un sistema de comunicación de evolución a largo plazo ("LTE") convencional a modo de ejemplo 100 junto con diversos componentes. Un sistema LTE o un 4G LTE, como es comercialmente conocido, es gobernado por un estándar para comunicación inalámbrica de datos de alta velocidad para teléfonos móviles y terminales de datos. El estándar está basado en GSM/EDGE ("Sistema Global para Comunicaciones Móviles"/" Velocidades de Datos Mejoradas para Evolución GSM") así como tecnologías de redes UTMS/HSPA ("Sistema de Telecomunicaciones Móviles Universal"/"Accesos a Paquetes de Alta Velocidad"). El estándar está desarrollado por el 3GPP ("Proyecto de Asociación de Tercera Generación").

Como se muestra en la Fig. 1a, el sistema 100 puede incluir una red y acceso de radio terrestre universal evolucionada ("EUTRAN") 102, un núcleo de paquete evolucionado ("EPC") 108, y una red datos de paquete ("PDN") 101, en donde la EUTRAN 102 y el EPC 108 proporciona comunicación entre un equipo de usuario 104 y la PDN 101. La EUTRAN 102 puede incluir una pluralidad de nodos B evolucionados ("eNodeB" o "ENODEB" o "enodeb" o "eNB") o estaciones de base 106 (a, b, c) (como se muestra la Fig. 1b) que proporcionan capacidades de comunicación a una pluralidad de equipos de usuario 104 (a, b, c). El equipo de usuario 104 puede ser un teléfono móvil, un "smartphone", una tableta, un ordenador personal, un asistente digital personal ("PDA"), un servidor, un terminal de datos, y/o cualquier otro tipo de equipo de usuario, y/o cualquier combinación de los mismos. El equipo de usuario 104 se puede conectar al EPC 108 y finalmente, a la PDN 101, por medio de cualquier eNodeB 106. Típicamente, el equipo de usuario 104 se puede conectar al eNodeB 106 más cercano, en términos de distancia. El sistema LTE 100, la EUTRAN 102 y el EPC 108 trabajan juntos para proporcionar conectividad, movilidad y servicios al equipo de usuario 104.

La Fig. 1b ilustra un detalle adicional de la red 100 mostrada en la Fig. 1a. Como se ha expuesto anteriormente, la EUTRAN 102 incluye una pluralidad de eNodeBs 106, también conocidos como sitios de celda. Los eNodeBs 106 proporcionan funciones de radio y realizan funciones de control de clave que incluyen programación de recursos de enlace de aire o gestión de recursos de radio, movilidad de modo activo o entrega, y control de admisión para servicios. Los eNodeBs 106 son responsables de seleccionar qué entidades de gestión de movilidad (MMEs, como se muestra en la Fig. 1c) servirán al equipo de usuario 104 y para las características de control similares a la compresión y encriptación de encabezado. Los eNodeBs 106 que forman una EUTRAN 102 colaboran entre sí para

la gestión y entrega de recursos de radio.

La comunicación entre el equipo de usuario 104 y el eNodeB 106 se produce por medio de una interfaz de aire 122 (también conocida como interfaz "LTE-Uu"). Como se muestra en la Fig. 1b, la interfaz de aire 122 proporciona comunicación entre el equipo de usuario 104b y el eNodeB 106a. La interfaz de aire 122 utiliza Acceso Múltiple de División de Frecuencia Ortogonal ("OFDMA") y Acceso Múltiple de División de Frecuencia de Única Portadora ("SC-FDMA"), una variante OFDMA, en el enlace de bajada y enlace de subida respectivamente. El OFDMA permite el uso de múltiples tecnologías de antena conocidas, tales como Múltiple Entrada Múltiple Salida ("MIMO").

La interfaz de aire 122 utiliza diversos protocolos, que incluyen un control de recursos de radio ("RRC") para enviar señales entre el equipo de usuario 104 y el eNodeB 106 y el estrato sin acceso ("NAS") para señalizar entre el equipo del usuario 104 y la MME (como se muestra en la Fig. 1c). Además de la señalización, el tráfico de usuario es transferido entre el equipo de usuario 104 y el eNodeB 106. Tanto la señalización como el tráfico que en el sistema 100 son realizados por canales de capa física ("PHY").

Múltiples eNodeBs 106 pueden estar interconectados entre sí utilizando una interfaz X2 130 (a, b, c). Como se muestra en la Fig. 1a, la interfaz X2 130a proporciona interconexión entre el eNodeB 106a y el eNodeB 106b; la interfaz X2 130b proporciona interconexión entre el eNodeB 106a y el eNodeB 106c; y la interfaz X2 130c proporciona interconexión entre el eNodeB 106b y el eNodeB 106c. La interfaz X2 puede ser establecida entre dos eNodeBs con el fin de proporcionar un intercambio de señales, que puede incluir una información relacionada con la carga o con la interferencia, así como una información relacionada con la transferencia. Los eNodeBs 106 se comunican con el núcleo de paquete evolucionado 108 por medio de una interfaz S1 124(a, b, c). La interfaz S1 124 puede estar dividida en dos interfaces: una para el plano de control (mostrado como la interfaz de plano de control (interfaz S1-MME) 128 en la Fig. 1c) y la otra para el plano del usuario (mostrada como interfaz de plano de usuario (interfaz S1-U) 125 en la Fig. 1c).

El EPC 108 establece y hace cumplir el servicio de calidad ("QoS") para los servicios de usuario y permite que el equipo de usuario 104 mantenga una dirección de protocolo de internet ("IP") consistente mientras se está moviendo. Se ha de observar que cada nodo en la red 100 tiene su propia Dirección IP. El EPC 108 está diseñado para trabajar con redes inalámbricas de legado. El EPC 108 está también diseñado para separar el plano de control (es decir, la señalización) y el plano del usuario (es decir, el tráfico) en la arquitectura de red troncal, lo que permite más flexibilidad de la implementación, y escalabilidad independiente de las funciones de control y datos de usuario.

La arquitectura de EPC 108 está dedicada a datos de paquete y se muestra con más detalle en la Fig. 1c. El EPC 108 incluye una pasarela de servicio (S-GW) 110, una pasarela PDN (P-GW) 112, una entidad de gestión de movilidad ("MME") 114, un servidor de abonado doméstico ("HSS") 116 (una base de datos de abonado para el EPC 108), y una función de control de política y reglas de pago ("PCRF") 118. Algunos de estos (tales como S-GW, P-GW, MME, y HSS) a menudo están combinados en nodos de acuerdo con la implementación de fabricante.

El S-GW 110 funciona como un rúter entre datos de paquete IP y es el anclaje de trayectoria de portador de equipo de usuario en del EPC 108. De este modo, el equipo de usuario se mueve desde un eNodeB 106 a otro utilizando operaciones de movilidad, el S-GW 110 permanece siendo el mismo y la trayectoria de portador hacia la EUTRAN 102 es conmutada para hablar con el nuevo eNodeB 106 que sirve el equipo de usuario 104. Si el equipo de usuario 104 se mueve al dominio de otro S-GW 110, la MME 114 transferirá todas las trayectorias de portador del equipo de usuario a nuevo S-GW. El S-GW 110 establece trayectorias de portador para el equipo de usuario a uno o más P-GWs 112. Si los datos aguas abajo son recibidos para un equipo de usuario en activo, el S-GW 110 almacena los paquetes aguas abajo y solicita a la MME 114 localizar y restablecer las trayectorias de portador a y a través de la EUTRAN 102.

El P-GW 112 es la pasarela entre el EPC 108 (y el equipo de usuario 104 y la EUTRAN 102) y la PDN 101 (mostrada en la Fig. 1a). El P-GW 112 funciona como un rúter para el tráfico de usuario así como realiza funciones de parte del equipo de usuario. Estas incluyen asignación de dirección IP para el equipo de usuario, filtrado de paquetes de tráfico de usuario aguas abajo para asegurar que está situado en la trayectoria de portador apropiada, hacer cumplir el QoS aguas abajo incluyendo la velocidad de datos. Dependiendo de los servicios que un abonado esté utilizando, puede haber múltiples trayectorias de portador de datos de usuario entre el equipo de usuario 104 y el P-GW 112. El abonado puede utilizar servicios sobre PDNs servidos por diferentes P-GWs, en cuyo caso el equipo de usuario tiene al menos cuna trayectoria de portador establecida para cada P-GW 112. Durante la transferencia del equipo de usuario desde un eNodeB a otro, si el S-GW 110 está también cambiando, la trayectoria de portador desde el P-GW 112 es conmutada al nuevo S-GW.

La MME 114 gestiona el equipo de usuario 104 dentro del EPC 108, incluyendo gestión de autenticación de abonado, manteniendo un contexto para el equipo de usuario autenticado 104, estableciendo trayectorias de portador de datos en la red para el tráfico de usuario, y manteniendo el rastro de la ubicación de los móviles inactivos que no se han separado de la red. Para el equipo de usuario inactivo 104 que necesita ser reiniciado en la red de acceso para recibir datos aguas abajo, la MME 114 iniciará la paginación para localizar el equipo de usuario y restablecer las trayectorias de portador a y a través de la EUTRAN 102. La MME 114 para un equipo de usuario particular 104 es seleccionada por el eNodeB 106, desde el cual, el equipo de usuario 104 inicia el acceso del

sistema. La MME es típicamente parte de una colección de MMEs en el EPC 108 con la finalidad de compartir carga y redundancia. En el establecimiento de las trayectorias de portador de datos de usuario, la MME 114 es responsable de seleccionar el P-GW 112 y el S-GW 110, que formarán los extremos de la trayectoria de datos a través del EPC 108.

El PCRF 118 es responsable de la toma de decisiones de control de política, así como de controlar las funcionalidades de carga basadas en el flujo en la función de cumplimiento de control de política ("PCEF"), que reside en el P-GW 110. El PCRF 118 proporciona la autorización QoS (identificador de clase QoS ("QCI") y velocidades de bit) que decide cómo será cierto flujo de datos tratado en el PCEF y asegura que esto está de acuerdo con el perfil de suscripción del usuario.

Como se ha establecido anteriormente, los servicios de IP 119 son proporcionados por la PDN 101 (como se muestra la Fig. 1a).

II. eNodeB

La Fig. 1d ilustra una estructura a modo de ejemplo del eNodeB 106. El eNodeB 106 puede incluir al menos una cabeza de radio remota ("RRH") 132 (típicamente, puede haber tres RRH 132) y una unidad de banda base ("BBU") 134. La RRH 132 puede estar conectada a las antenas 136. La RRH 132 y la BBU 134 pueden estar conectadas utilizando una interfaz óptica que se amolda con la especificación estándar de interfaz de radio pública común ("CPRI") 142. El funcionamiento del eNodeB 106 puede ser caracterizado utilizando los siguientes parámetros estándar (y especificaciones): banda de radiofrecuencia (Banda4, Banda9, Banda17) anchura de banda (5, 10, 15, 20 MHz), esquema de acceso (enlace de bajada: OFDMA; enlace de subida: SC-OFDMA), tecnología de antena (enlace de bajada: 2x2 MIMO; enlace de subida: 1x2 entrada única salida múltiple ("SIMO")), número de sectores (6 máximo), potencia de trasmisión máxima (60W), velocidad de trasmisión máxima (enlace de bajada: 150 Md/s; enlace de subida: 50 Mb/s), interfaz S1/X2 (1000Base-SX, 1000Base-T), y en torno móvil (hasta 350 km/h). La BBU 134 puede ser responsable del procesamiento de señal de banda base digital, terminación de la línea S1, terminación de la línea X2, procesamiento de llamada y procesamiento de control de monitorización. Los paquetes IP que son recibidos desde el EPC 108 (no mostrados en la Fig. 1d) pueden ser modulados a señales de banda base digitales y transmitidos a la RRH 132. Inversamente, en las señales de banda base digitales recibidas desde la RRH 132 pueden ser desmoduladas a paquetes IP para la transmisión al EPC 108.

La RRH 132 puede trasmitir recibir señales inalámbricas utilizando las antenas 136. La RRH 132 puede convertir (utilizando señales de banda base digitales de convertidor ("CONV") 140) procedentes de la BBU 134 a señales de radio frecuencia ("RF") y amplificar la potencia (utilizando amplificador ("AMP") 138) para la transmisión al equipo de usuario 104 (no mostrado en la Fig. 1d). Inversamente, las señales RF que son recibidas desde el equipo de usuario 104 son amplificadas (utilizando AMP 138) y convertidas (utilizando CONV 140) a señales de banda base digitales para la transmisión a la BBU 134.

La Fig. 2 ilustra un detalle adicional de un eNodeB 106 a modo de ejemplo. El eNodeB 106 incluye una pluralidad de capas: capa LTE 1 202, la capa LTE 2 204, y capa LTE 3 206. La capa LTE 1 incluye una capa física ("PHY"). La capa LTE 2 incluye un control de acceso al medio ("MAC"), un control de enlace de radio ("RLC"), un protocolo de convergencia de datos de paquete ("PDCP"). La capa LTE 3 incluye diversas funciones y protocolos, que incluyen un control de recurso de radio ("RRC"), una asignación de recurso dinámica, configuración y provisión de medida de eNodeB, un control de admisión de radio, un control de movilidad de conexión, y una gestión de recurso de radio ("RRM"). El protocolo RLC es un protocolo de fragmentación de solicitud repetida automática ("ARQ") utilizado sobre una interfaz de aire celular. El protocolo RRC maneja la señalización de plano de control de la capa LTE 3 entre el equipo de usuario y la EUTRAN. RRC incluye funciones para el establecimiento y liberación de conexión, difusión de información de sistema, establecimiento/reconfiguración y liberación de portador de radio, procedimientos de movilidad de conexión RRC, notificación y liberación de paginación, y otro control de potencia de bucle exterior. El PDCP realiza la compresión y descompresión del encabezado IP, transferencia de datos de usuario y mantenimiento de números de secuencia de Portadores de Radio. La BBU 134, mostrada en la Fig. 1d, puede incluir capas LTE L1-L3.

Una de las funciones principales del eNodeB 106 es la gestión de recursos de radio, que incluye programación tanto de recursos de interfaz de aire de enlace entre el encale de subida y enlace de bajada para el equipo de usuario 104, el control de recursos de portador, y control de admisión. El eNodeB 106, como agente para el EPC 108, es responsable en de la transferencia de mensajes de paginación que son utilizados para localizar móviles cuando están inactivos. El eNodeB 106 comunica también información de canal de control común en el aire, compresión de encabezado, encriptación y desencriptación de los datos de usuario enviados en el aire, y establece criterios de reporte de transferencia y de desencadenamiento. Como se ha establecido anteriormente, el eNodeB 106 puede colaborar con otro eNodeB 106 sobre la interfaz X2 con el fin de la realizar la gestión de transferencia de interferencia. Los eNodeBs 106 comunican con la MME de EPC por medio de la interfaz S1-MME y con el S-GW con la interfaz S1-U. Además, el eNodeB 106 intercambia datos de usuario con el S-GW sobre la interfaz S1-U. El eNodeB 106 y el EPC 108 tienen una relación mucho con mucho para compartir carga de soporte y redundancia entre las MMEs y los S-GWs. El eNodeB 106 selecciona una MME de un grupo de MMEs de manera que puede ser compartido por múltiples MMEs para evitar la congestión.

III. Red de Acceso de Radio LTE Inteligente

La Fig. 3 ilustra un sistema 300 a modo de ejemplo, de acuerdo con algunas implementaciones de la materia objeto actual. El sistema 300 puede ser implementado como una red de acceso de radio de nube centralizada ("C-RAN"). El sistema 300 puede incluir al menos una unidad de cabeza de radio remota inteligente ("iRRH") 302 y una unidad de banda base inteligente ("iBBU) 304. La iRRH 302 y la iBBU 304 pueden estar conectadas utilizando comunicación de red de enlaces intermedios "fronthaul" de Ethernet ("FH") 306 y la iBBU 304 puede ser conectada al EPC 108 utilizando comunicación de red de retorno "backhaul" ("BH") 308. El equipo de usuario 104 (no mostrado en la Fig. 3) puede comunicar con la iRRH 302.

En algunas implementaciones, la iRRH 302 puede incluir el módulo amplificador de potencia ("PA") 312, el módulo de radiofrecuencia ("RF") 314, la capa LTE L1 (o la capa PHY) 316, y una parte 318 de la capa LTE L2. La parte 318 de la capa LTE L2 puede incluir la capa MAC y puede incluir además algunas funcionalidades/protocolos asociados con RLC y PDCP, como se describirá más adelante. La iBBU 304 puede ser una unidad centralizada que puede comunicar con una pluralidad de iRRH y puede incluir la capa LTE L3 322 (por ejemplo, RRC, RRM etc.) y también puede incluir una parte 320 de la capa LTE L2. Similar a la parte 318, la parte 320 puede incluir diversas funcionalidades/protocolos asociados con RLC y PDCP. De este modo, el sistema 300 puede estar configurado para dividir funcionalidades/protocolos asociados con RLC y PDCP entre la iRRH 302 y la iBBU 304.

IV. TCP en Red de Acceso de radio LTE Inteligente

En algunas implementaciones, el sistema de la materia objeto actual puede estar configurado para implementar y/o utilizar de otra forma el protocolo de control de trasmisión ("TCP") con la finalidad de realizar transmisiones de datos entre un equipo de usuario y un servidor por medio de un eNodeB. El eNodeB puede estar configurado para manejar transmisiones TCP y puede incluir un procesador TCP que puede actuar como un componente para la gestión de tales transmisiones de datos.

El TCP es considerado como uno de los protocolos de núcleo de la suite de protocolo de internet ("IP") y proporciona envío fiable, ordenado y con error comprobado de una cadena de octetos entre programas que se ejecutan en dispositivos que pueden estar conectados a una red (por ejemplo, una red de área local, intranet, o Internet pública. El TCP reside en la capa de transporte. El TCP acepta datos procedentes de cadenas de datos, los divide en trozos, y los añade a un encabezado TCP, que crea un segmento TCP. El segmento TCP es entonces encapsulado en un diagrama de datos IP e intercambiado con dispositivos equiparados.

Un segmento TCP incluye un encabezado TCP y una sección de datos. El encabezado TCP contiene diez campos obligatorios y un campo de extensión opcional. La sección de datos sigue el encabezado e incluye datos de carga útil para una aplicación. La longitud de la sección de datos es calculada sustrayendo la longitud combinada del encabezado TCP y el encabezado IP de encapsulado desde una longitud de diagrama de datos IP total (como se especifica en el encabezado IP). Los navegadores de web u otras aplicaciones utilizan TCP, cuando se conectan a servidores en el Word Wide Web, para enviar datos de carga útil (por ejemplo, correo electrónico, archivos, etc.) y/o transferir archivos desde una ubicación a otra.

Las operaciones de protocolo TCP incluyen tres fases: establecimiento de conexión, transferencia de datos, y finalización de la conexión. El establecimiento de conexión implica un proceso de protocolo de intercambio de múltiples etapas que es seguido por la fase de transferencia de datos. Después de que la transmisión de datos se haya completado, la fase determinación de conexión cierra los circuitos virtuales establecidos y libera todos lo recursos asignados. Las conexiones TCP son gestionadas por un sistema de funcionamiento a través de una interfaz de programación que representa un punto final para las comunicaciones, es decir un "socket" de internet.

Para establecer una conexión, el TCP utiliza protocolo de intercambio de tres vías. Sin embargo, antes de que un cliente (por ejemplo una aplicación de software, un dispositivo de punto extremo (por ejemplo, un ordenador personal, un dispositivo inalámbrico, un servidor, etc.)) se pueda conectar a un servidor, el servidor realiza un proceso de apertura pasiva (es decir uniéndose a y escuchando en un puerto para abrirlo para las conexiones). Una vez establecida, la aplicación de cliente inicia una apertura activa. Durante la apertura activa, el protocolo de intercambio de tres vías incluye: enviar un paquete SYN desde el cliente al servidor, en donde el cliente establece el número de secuencia de segmento en un valor aleatorio; enviar un paquete SYN-ACK procedente del servidor como respuesta, en donde el paquete incluye un número de acuse de recibo que es establecido en uno más que el número de secuencia recibido y un número de secuencia elegido por el servidor para el paquete, en donde el número de secuencia es otro número aleatorio; y enviar un paquete ACK desde el cliente de nuevo al servidor. En el paquete ACK, el número de secuencia es establecido en el valor de acuse de recibo recibido y el número de acuse de recibo es establecido en uno más que el número de secuencia recibido.

Para terminar una conexión, se utiliza un protocolo de intercambio de cuatro vías, en donde cada lado (cliente y servidor) termina la conexión independientemente. Cuando un dispositivo de punto extremo desea detener su mitad de la conexión, trasmite un paquete FIN, en donde el otro dispositivo de punto extremo realiza acuse de recibo con

un paquete ACK. De este modo, la finalización de la conexión típicamente incluye un par de paquetes FIN y ACK procedentes de cada dispositivo de punto extremo TCP.

La transmisión de datos utilizando TCP puede ocurrir entre dispositivos en redes de comunicación por cable y/o inalámbricas. Para permitir el uso del TCP con el fin de realizar transmisión de datos entre el equipo de usuario y una red inalámbrica (tal como una red descrita en combinación con las Figs. 1a-3 anteriores) y servidores, puede estar incluido un procesador TCP en el eNodeB.

A. Proxy TCP

La Fig. 4 ilustra un sistema 400 a modo de ejemplo que tiene un procesador TCP, es decir un servidor TCP consecutivo y un cliente TCP en un eNode B, de acuerdo con algunas implementaciones de la materia objeto actual. El sistema 400 puede incluir un eNodeB 404 y/o cualquier otro tipo de estación base conectada de forma comunicativa con un equipo de usuario 402 por medio de un enlace sobre el aire 410 y con un servidor 406 por medio de un enlace 412. El servidor 406 puede ser parte de la red troncal (no mostrada en la Fig. 4) y/o puede ser un servidor fuera de la red troncal. El servidor puede incluir y/o obtener datos que son deseados por el equipo de usuario 402. El equipo de usuario 402 puede comunicar con el eNodeB 404, como se ha descrito anteriormente en combinación con las Figs. 1a-3. El eNodeB 404 puede incluir la estructura mostrada en la Fig. 3 y descrita anteriormente.

En algunas implementaciones, el eNodeB 404 puede incluir un procesador TCP 408 que puede actuar como un proxy y/o un intermediario entre el equipo de usuario 402 y el servidor 406. El procesador TCP 408 puede ser un módulo de software y/o cualquier combinación de componentes de hardware y/o software que pueden estar dispuestos en la estación base (por ejemplo, el eNodeB 404). Estos componentes pueden estar separados de otros componentes de la estación base y/o compartir componentes con otro hardware y/o software dispuestos en la estación base.

Para establecer conexión entre el equipo de usuario 402 y el servidor 406, el procesador TCP 408 realiza la representación en nombre del servidor TCP 406 para establecer una conexión TCP con el equipo de usuario 402, y después realiza la representación en nombre del equipo de usuario 402 hacia el servidor TCP 406 estableciendo una sesión TCP con el servidor TCP 406. El procesador TCP 408 puede trasmitir datos recibidos desde el equipo de usuario 402 al servidor 406 así como trasmitir datos recibidos desde el servidor 406 al equipo de usuario 402. El procesador TCP 408 puede interactuar con unos componentes de Nivel 2, tales como los componentes PDCP y RLC.

En transmisiones TCP, en el rendimiento de una comunicación puede estar limitado por dos ventanas: una ventana de congestión ("CNWD") y una ventana de recepción ("RW"). La CNWD determina el número de bytes que pueden ser destacados en cualquier momento durante una transmisión TCP. Esto es diferente del tamaño de ventana TCP mantenido por el receptor de datos. La CNWD evita que un enlace entre dos puntos extremos de la conexión sea sobrecargado con demasiado tráfico. El tamaño de la CNWD se calcula estimando cuánta congestión hay entre los dos puntos extremos. El remitente de datos típicamente mantiene CNWD. Cuando se establece una conexión, CNWD (con valor mantenido independientemente en cada anfitrión) se establece en un múltiplo pequeño del tamaño de segmento máximo ("MSS") permitido en la conexión. La varianza adicional en la ventana de congestión se determina mediante el enfoque de aumento aditivo/disminución multiplicativa ("AIMD") (es decir, un algoritmo de control de retroalimentación utilizado para evitar la congestión TCP, que aumenta la velocidad de transmisión (tamaño de ventana) hasta que se produce la pérdida de datos y/o aumenta la CNWD en una cantidad fija cada tiempo de ida y vuelta. Cuando la congestión es detectada, el transmisor disminuye la velocidad de transmisión en un factor multiplicativo (por ejemplo recorta la ventana de congestión a la mitad después de la pérdida de datos)). Si todos los segmentos son recibidos y los acuses de recibo alcanzan el remitente a tiempo, un valor constante es añadido al tamaño de ventana. La ventana crece exponencialmente hasta que se produce una expiración o el receptor alcanza su límite (un valor umbral "sstresh"). Después de esto, la CNWD aumenta linealmente a una velocidad de 1/(ventana de congestión) paquetes en cada nuevo acuse de recibo recibido. Cuando se produce la expiración, sucede lo siguiente: la ventana de congestión es reseteada a 1MSS, "sstresh" es establecido a la mitad del tamaño de ventana antes de que la pérdida de paquete empiece, y el inicio lento "slow start" es iniciado. Un administrador del sistema puede ajustar el límite de tamaño de ventana máximo y/o ajustar la constante añadida durante el aumento aditivo, como parte de la sintonización de TCP. El flujo de datos sobre una conexión TCP es también controlado mediante la RW, que es proporcionada por el receptor de datos. El remitente determina cuántos datos puede enviar comparando su propia CNWD con la RW.

Para evitar la congestión, la CNWD no debería exceder la capacidad de la red en la que los datos son transmitidos. Para controlar el flujo de datos, RWND no debería exceder la capacidad del equipo receptor para procesar datos. El equipo receptor puede quedar sobrepasado por los datos si el receptor (por ejemplo, un servidor web) está muy atareado. Típicamente, cada segmento TCP puede contener un valor actual de RWND. Si un remitente recibe un ACK, acusando recibo de 1000 bytes y especificando tamaño de RWND de 5000 bytes, el remitente no enviará paquetes de datos después del byte 6000, incluso si lo permite la CNWD.

El Ensamblado TCP o la unión retrasada típicamente se refieren a un aplazamiento de una conexión entre dos puntos extremos con el fin de obtener suficiente información acerca de la conexión y/o puntos extremos para tomar una decisión de encaminamiento apropiada. Algunos dispositivos de punto extremo (por ejemplo, conmutadores de aplicación, rúters, etc.) pueden retrasar la unión de una sesión de cliente (por ejemplo el quipo de usuario) con un servidor hasta que se han completado los protocolos de intercambio adecuados.

B. Optimizador: optimizaciones con Proxy TCP en el eNodeB

En algunas implementaciones, el procesador TCP 408 puede incluir un componente optimizador TCP 414. El optimizador TCP 414 puede realizar optimización y/o aumento de velocidad de la conexión entre el equipo de usuario 402 y el servidor 406. El optimizador TCP 414 puede ser un módulo de software y/o cualquier combinación de componentes de hardware y/o software que pueden estar dispuestos en una estación base (por ejemplo, el eNodeB 404). Estos componentes pueden estar separados de otros componentes de la estación base y/o compartir componentes con otro hardware y/o software dispuestos en la estación base.

En algunas implementaciones, el optimizador TCP 414 puede reducir y/o eliminar la fase de inicio lenta del TCP (una fase de inicio lenta es típicamente iniciada después de que se complete el proceso de protocolo de intercambio de tres vías). En algunas implementaciones, el proxy TCP en el eNodeB puede terminar las sesiones TCP sobre el aire. De este modo, puede mover la sesión TCP algún estado de evitar la congestión directamente después de que se haya completado el protocolo de intercambio de tres vías. En algunas implementaciones, el proxy TCP puede ser consciente de que solo hay un salto para la sesión TCP, y también puede ser consciente de pérdidas de paquete sobre el aire debido a la ubicación conjunta con las capas LTE (tales como, MAC y RLC). Utilizando la asistencia de Capa inferior (por ejemplo, MAC, RLC), el proxy TCP puede reenviar cualquier paquete de datos perdido al equipo de usuario sin tener que recurrir a un modo de inicio lento. Puede mantener la sesión TCP en un estado de evitación de congestión para una velocidad de transferencia de datos máxima. En algunas implementaciones, el proxy TCP puede eliminar la necesidad de acumulación lenta de confidencia en el modo de inicio lento que puede ser una omisión a todas las implementaciones TCP.

La Fig. 5 ilustra un sistema 500 a modo de ejemplo que puede incluir un componente proxy TCP 508, de acuerdo con algunas implementaciones de la materia objeto actual. El componente proxy TCP 508 puede estar conectado de forma comunicativa con la estación base (por ejemplo, el eNodeB) 504. El componente proxy TCP 508 puede ser parte del eNodeB 504 y/o puede ser un componente separado. El componente proxy TCP 508 puede estar conectado de forma comunicativa por medio de un enlace 512 con un servidor 506 y puede estar configurado para intercambiar paquetes de datos utilizando el protocolo de funcionamiento TCP estándar. El componente proxy TCP 508 puede estar conectado de forma comunicativa con un equipo de usuario 502 por medio de un enlace 510. El protocolo de comunicaciones TCP puede ser implementado sobre el enlace 510, cuando los paquetes TCP pueden ser intercambiados de forma fiable utilizando los componentes de Capa 2 LTE, que pueden incluir PDCP, RLC, y solicitud de repetición automática híbrida MAC ("HARQ"). El uso del componente proxy TCP 508 puede estar configurado para reducir y/o eliminar sustancialmente el inicio lento asociado con el protocolo de comunicación TCP. Adicionalmente, el proxy TCP puede eliminar sustancialmente la re-transmisión de paquetes TCP y/o desencadenar innecesariamente la evitación de congestión TCP. Además, la latencia que puede ser experimentada por el usuario también puede ser reducida, mejorando con ello la calidad de servicio ("QoS"). También, el componente proxy TCP 508 puede mejorar la buena producción. El componente proxy TCP 508 puede ser ventajoso dado que no requiere pila TCP mejorada en el cliente y el servidor. Los beneficios adicionales del componente proxy TCP 508 pueden incluir, pero no se limitan a, una vida de la batería del equipo de usuario mejorada (es bien conocido que en los sistemas de comunicaciones LTE, la vida de la batería del equipo de usuario puede ser corta dada la cantidad de procesamiento que realiza); ahorro en los recursos PUSCH; y reducción de la interferencia de enlace ascendente, especialmente en el borde de la celda.

Haciendo de nuevo referencia a la Fig. 4, en algunas implementaciones, el componente optimizador TCP 414 puede ser utilizado para mejorar la utilización de espectro de radio eliminando las re-transmisiones no necesarias y evitando el falso desencadenamiento de los protocolos de evitación de congestión TCP. El proxy TCP 408 puede servir paquetes de datos al equipo de usuario 402 desde el búfer de caché local que puede estar incluido en el eNodeB que puede ser creado por medio de un cliente TCP consecutivo, que busca datos del servidor 406. Utilizando esquemas de envío fiable de Capa inferior proporcionados por LTE (tales como en las capas MAC y/o RLC), el proxy TCP puede gestionar las velocidades de transferencia de datos, y las re-transmisiones desde el caché local cuando sea necesario en base a la retroalimentación desde las capas inferiores. Esto puede ayudar a eliminar una necesidad de re-transmisiones redundantes de paquetes entregados en el aire, que típicamente se producen en una sesión TCP normal. Esto también puede ayudar a eliminar sustancialmente el uso del recurso de radio poco económico, aumentando con ello la utilización del espectro.

En algunas implementaciones, el componente optimizador TCP 414 puede reducir más la latencia experimentad por el usuario durante las conexiones con el servidor 406, mejorando con ello la QoS. Adicionalmente, puede mejorar un buen rendimiento de la conexión entre el equipo de usuario 402 y el servidor 406 sin requerir una pila TCP mejorada en el equipo de usuario 402 y/o en el servidor 406.

En algunas implementaciones, el uso del proxy TCP 408 puede mejorar la vida de la batería del equipo de usuario 402, ahorrar recursos de canal compartido de enlace ascendente físico ("PUSCH"), y reducir la interferencia de enlace ascendente, especialmente en el borde de la celda.

En algunas implementaciones, el procesador TCP 408 también puede reducir el consumo de una fuente de energía del equipo de usuario 402. En el equipo de usuario 402, la vida de su fuente de alimentación puede ser directamente proporcional a los requisitos y/o al uso de una conexión de enlace ascendente ("UL") con el equipo de usuario 402. La conexión de enlace ascendente con el equipo de usuario es utilizada típicamente para trasmitir acuses de recibo TCP ("ACKs"). El envío de tales ACKs puede consumir una cantidad significativa de energía de la fuente de alimentación en el equipo de usuario. Esto puede ser especialmente cierto en sistemas limitados de enlace ascendente que pueden requerir que el equipo de usuario 402 envíe transmisiones de enlace ascendente con una energía incrementada produciendo con ello un consumo de energía incrementado.

En algunas implementaciones, el eNodeB 404 puede ser informado de la información referente al envío del paquete sobre una conexión de enlace descendente al equipo usuario. En este sentido, el eNodeB 404 puede incluir un módulo que puede suprimir o evitar de otra forma el envío de los ACKs. En algunas implementaciones, el procesador TCP 408 puede enviar los ACKs al servidor 406. Además, cliente de software en el equipo de usuario 402 también puede suprimir los ACKs TCP, de manera que los recursos PUSCH no son solicitados por el equipo de usuario para este fin, aumentando con ello la vida de la fuente de alimentación en el equipo de usuario 402.

En algunas implementaciones, el procesador de proxy TCP 408 puede estar configurado para enviar un acuse de recibo al servidor 406 de forma asíncrona, y al mismo tiempo enviar paquetes de datos al equipo de usuario 402. Esto puede permitir comunicaciones independientes entre los tres componentes: proxy TCP 408, el equipo de usuario 402, y el servidor 406, es decir la comunicación entre el proxy TCP 408 y el equipo de usuario 402 puede ser independiente de la comunicación entre el proxy TCP 408 y el servidor 406. Las Capas inferiores pueden ser utilizadas para enviar cualesquiera paquetes de datos perdidos sobre el aire para reducir el número de solicitudes de re-transmisión.

En algunas implementaciones, la materia objeto actual puede estar configurada para ser implementada en un sistema 600, como se muestra en la Fig. 6. El sistema 600 puede incluir uno o más de un procesador 610, una memoria 620, un dispositivo de almacenamiento 630, y un dispositivo de entrada/salida 640. Cada uno de los componentes 610, 620, 630 y 640 puede estar interconectado utilizando un bus de sistema 650. El procesador 610 puede estar configurado para procesar instrucciones para la ejecución dentro del sistema 600. En algunas implementaciones, el procesador 610 puede ser un procesador de hilo único. En implementaciones alternativas, el procesador 610 puede ser un procesador de múltiples hilos. El procesador 610 puede estar además configurado para procesar instrucciones almacenadas en la memoria 620 o en el dispositivo de almacenamiento 630, incluyendo información de recepción o envío a través del dispositivo de entrada/salida 640. La memoria 620 puede almacenar información dentro del sistema 600. En algunas implementaciones, la memoria 620 puede ser un medio leíble por ordenador. En implementaciones alternativas, la memoria 620 puede ser una unidad de memoria volátil. En todavía algunas implementaciones, la memoria 620 puede ser una unidad de memoria no volátil. El dispositivo de almacenamiento 630 puede ser capaz de proporcionar almacenamiento en masa para el sistema 600. En algunas implementaciones, el dispositivo de almacenamiento 630 puede ser un medio leíble por un ordenador. En implementaciones alternativas, el dispositivo de almacenamiento 630 puede ser un dispositivo de disco blando, un dispositivo de disco duro, un dispositivo de disco óptico, un dispositivo de cinta, una memoria de estado sólido no volátil, o cualquier otro tipo de dispositivo de almacenamiento. El dispositivo de entrada/salida 640 puede estar configurado para proporcionar operaciones de entrada/salida para el sistema 600. En algunas implementaciones, el dispositivo de entrada/salida 640 puede incluir un teclado y/o un dispositivo de puntero. En realizaciones alternativas, el dispositivo de entrada/salida 640 puede incluir una unidad de presentación para presentar interfaces de usuario gráficas.

La Fig. 7 ilustra un método 700 a modo de ejemplo para la transmisión de paquetes de datos entre un dispositivo de usuario y un servidor, de acuerdo con algunas implementaciones de la materia objeto actual. En 702, puede estar dispuesto un componente proxy de protocolo de control de trasmisión ("TCP"). El componente proxy TCP puede establecer un enlace de comunicación entre el dispositivo de usuario y el servidor de acuerdo con un protocolo de control de trasmisión para la transmisión de un paquete de datos entre el dispositivo de usuario y el servidor. El componente proxy TCP puede estar dispuesto en una estación base (por ejemplo, un eNodeB como se muestra y se ha descrito anteriormente con relación a las Figs. 3-5) y/o puede estar conectado de forma comunicativa con la estación base. En 704, el paquete de datos puede ser transmitido utilizando el protocolo de control de trasmisión.

En algunas implementaciones, la materia objeto actual puede incluir una o más de las siguientes características. El método puede incluir evitar la re-transmisión del paquete de datos desde el servidor al dispositivo de usuario después de que el servidor fracase en la recepción de un acuse de recibo desde el dispositivo de usuario dentro de un periodo de tiempo predeterminado. En algunas implementaciones, el método puede incluir enviar al servidor el acuse de recibo que indica la recepción del paquete de datos por el dispositivo de usuario. En algunas implementaciones, como se ha establecido anteriormente, el proxy TCP puede enviar un acuse de recibo al servidor de manera sincronizada y al mismo tiempo enviar paquetes de datos al dispositivo de usuario. Como tal, la comunicación entre el proxy TCP y el dispositivo de usuario puede ser independiente de la comunicación entre el

proxy TCP y el servidor. El proxy TCP puede confiar en las Capas inferiores para enviar cualesquiera paquetes de datos que se pueden perder en el aire para reducir el número de solicitudes de re-transmisión.

En algunas implementaciones, el método puede incluir evitar la transmisión de múltiples acuses de recibo desde el dispositivo de usuario que indiquen la recepción del paquete de datos por el dispositivo de usuario.

En algunas implementaciones, el método también puede incluir enviar al servidor un acuse de recibo que indica una recepción del paquete de datos por el dispositivo de usuario después de recibir una confirmación de que el paquete de datos fue recibido por el dispositivo de usuario, siendo la configuración generada por al menos una de la capa de control de acceso al medio (MAC) del dispositivo de usuario y una capa de control de enlace de radio (RLC) del dispositivo de usuario.

En algunas implementaciones, el componente proxy de protocolo de control de trasmisión puede incluir al menos un componente de optimización de protocolo de control de trasmisión configurado para realizar la optimización de al menos un parámetro de protocolo de control de trasmisión. En algunas implementaciones, el dispositivo de usuario puede incluir la fuente de alimentación configurada para alimentar el dispositivo de usuario para la transmisión y recepción de datos desde la estación base, y la optimización de al menos un parámetro de protocolo de control de trasmisión puede estar configurada para reducir el consumo de energía en la fuente de alimentación del dispositivo de usuario. En algunas implementaciones, la optimización del al menos un parámetro de protocolo de control de trasmisión puede estar configurada para reducir el consumo de los recursos de canal compartido de enlace ascendente físico ("PUSCH") asociados con un enlace de comunicaciones entre el dispositivo de usuario y una estación base que comprende al menos un procesador y al menos una memoria. En algunas implementaciones, la optimización de al menos un parámetro de protocolo de control de trasmisión puede estar configurada para reducir la interferencia de un enlace de comunicaciones de enlace ascendente entre el dispositivo de usuario y una estación base que comprende al menos un procesador y al menos una memoria.

Los sistemas y métodos descritos en la presente memoria pueden ser llevados a la práctica de distintas formas que incluyen, por ejemplo, un procesador de datos, tal como un ordenador que también incluye una base de datos, circuitos electrónicos digitales, firmware, software, o combinaciones de los mismos. Además, las características anteriormente mencionadas y otros aspectos y principios de las presentes implementaciones descritas pueden ser implementados en diversos entornos. Tales entornos y aplicaciones relacionadas pueden ser construidos fácilmente para realizar los diversos procesos y operaciones de acuerdo con las implementaciones descritas o pueden incluir un ordenador de finalidad general o una plataforma de computación selectivamente activada o reconfigurada por código para proporcionar la funcionalidad necesaria. Los procesos descritos en la presente memoria no están referidos inherentemente a cualquier ordenador, red, arquitectura, entorno, u otro aparato particulares, y pueden ser implementados mediante una combinación adecuada de hardware, software, y/o firmware. Por ejemplo, varias máquinas de finalidad general pueden ser utilizadas con programas escritos de acuerdo con las enseñanzas de las implementaciones descritas, o puede ser más conveniente construir un aparato o sistema especializado para realizar los métodos y técnicas requeridos.

Los sistemas y métodos descritos en la presente memoria pueden ser implementados como un producto de programa de ordenador, es decir, un programa de ordenador encarnado tangiblemente en un portador de información, por ejemplo, en un dispositivo de almacenamiento leíble por una máquina o en una señal programada, para la ejecución por, o para controlar la información de, el aparato de procesamiento de datos, por ejemplo, un procesador programable, un ordenador, o múltiples ordenadores. Un programa de ordenador puede ser escrito en cualquier forma de lenguaje de programación, incluyendo lenguajes compilados o interpretados, y puede ser desplegado de cualquier forma, incluyendo un programa independiente o como un módulo, componente, subrutina, u otra unidad adecuada para ser utilizado en un entorno de computación. Un programa de ordenador puede ser desplegado para ser ejecutado en un ordenador o en múltiples ordenadores en una ubicación o múltiples ubicaciones distribuidas e interconectados mediante una red de comunicación.

Como se ha utilizado la presente memoria, el término "usuario" se puede referir a cualquier entidad que incluye una persona o un ordenador.

Aunque los números ordinales tales como primero, segundo, y similares, pueden en algunas situaciones, referirse a un orden, como se ha utilizado en este documento los números ordinales no necesariamente implican un orden. Por ejemplo, los números ordinales pueden ser utilizados únicamente para distinguir un artículo de otro. Por ejemplo, para distinguir un primer evento de un segundo evento, pero no necesariamente implican una ordenación cronológica o un sistema de referencia fijo (de manera que un primer evento en un párrafo de la descripción puede ser diferente de un primer evento en otro párrafo de la descripción).

La descripción anterior está destinada a ilustrar pero no a limitar el campo de la invención, que está definido por el alcance de las reivindicaciones adjuntas. Otras implementaciones están dentro del campo de las siguientes reivindicaciones.

Estos programas de ordenador, que también pueden ser referidos como programas, software, aplicaciones de software, aplicaciones, componentes, o código, incluyen instrucciones de máquina para un procesador programable,

y pueden ser implementados en un lenguaje de programación de procedimiento de alto nivel y/o orientados a un objeto, y/o el lenguaje de ensamblado/máquina. Como se ha utilizado en la presente memoria, el término "medio leíble por una máquina" se puede referir a cualquier producto de programa de ordenador, aparato y/o dispositivo, tal como por ejemplo discos magnéticos, discos ópticos, memoria, y dispositivos lógicos programables (PLDs), utilizados para proporcionar instrucciones y/o datos de máquina a un procesador programable, que incluye un medio leíble por una máquina que recibe las instrucciones de máquina como una señal leíble por una máquina. El término "señal leíble por una máquina" se refiere a cualquier señal utilizada para proporcionar instrucciones y/o datos de máquina a un procesador programable. El medio leíble por una máquina puede almacenar tales instrucciones de máquina de forma no transitoria, tal como por ejemplo una memoria de estado sólido no transitoria o un disco duro magnético o cualquier medio de almacenamiento equivalente. El medio leíble por una máquina puede almacenar alternativamente o adicionalmente tales instrucciones de máquina de una manera transitoria, tal como por ejemplo como sería un caché de procesador u otra memoria de acceso aleatorio asociada con uno o más y núcleos de procesador físicos.

Para proporcionar interacción con un usuario, la materia objeto descrita en la presente memoria puede ser implementada en un ordenador que tenga un dispositivo de pantalla, tal como por ejemplo un tubo de rayos catódicos (CRT), o un monitor de pantalla de cristal líquido (LCD) para presentar la información al usuario y un teclado y un dispositivo de puntero, tal como por ejemplo un ratón o una bola de desplazamiento, mediante el cual el usuario puede proporcionar datos de entrada al ordenador. Pueden ser utilizados también otros tipos de dispositivos para proporcionar interacción con el usuario. Por ejemplo, la retroalimentación proporcionada al usuario puede ser cualquier forma de retroalimentación sensorial, tal como por ejemplo retroalimentación visual, retroalimentación auditiva, o retroalimentación táctil; y los datos de entrada procedentes del usuario pueden ser recibidos de cualquier forma, que incluye, pero no se limita a, entradas de datos acústicas, de voz, o táctiles.

La materia objeto descrita en la presente memoria puede ser implementada en un sistema de computación que incluye un componente de soporte, tal como por ejemplo uno o más servidores de datos, o que incluye un componente de middleware, tal como por ejemplo uno o más servidores de aplicación, o que incluye un componente de extremo delantero, tal como por ejemplo uno o más ordenadores de cliente que tienen interfaz de usuario gráfica o un navegador de web a través del cual un usuario puede interactuar con una implementación de la materia objeto descrita la presente memoria, o cualquier combinación tal como componentes de soporte, de middleware, componentes de extremo delantero. Los componentes del sistema pueden estar interconectados mediante cualquier forma o medio de comunicación de datos digital, tal como por ejemplo una red de comunicación. Ejemplos de redes de comunicación incluyen, pero no se limitan a, una red de área local ("LAN"), una red de área amplia ("WAN)", o Internet.

El sistema de computación puede incluir clientes y servidores. Un cliente y un servidor están generalmente, pero no exclusivamente, remotos uno respecto al otro y típicamente interactúan a través de una red de comunicación. La relación del cliente y el servidor surge por medio de programas de ordenador que se ejecutan en los respectivos ordenadores y que tienen una relación cliente-servidor entre sí.

Las implementaciones expuestas en la descripción anterior no representan todas las implementaciones acordes con la materia objeto descrita en la presente memoria. En su lugar, únicamente son ejemplos de acuerdo con aspectos relacionados con la materia objeto descrita. Aunque han sido descritas anteriormente con detalle unas pocas variaciones, son posibles otras modificaciones o adiciones. Por ejemplo, las implementaciones descritas anteriormente pueden estar dirigidas a las diversas combinaciones o subcombinaciones de las características y/o combinaciones y subcombinaciones descritas de diversas características adicionales descritas anteriormente. Además, los flujos lógicos expuestos en las figuras adjuntas y/o descritos en la presente memoria no necesariamente requieren el orden particular mostrado, o el orden secuencial, para conseguir los resultados deseados. Otras implementaciones pueden estar dentro del alcance de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo (404, 504, 508) para la transmisión de paquetes de datos entre un dispositivo de usuario (402, 502) y un servidor (406, 506), comprendiendo el dispositivo una estación base de nodo evolucionado, eNodeB, estación base (404, 504), siendo el dispositivo de usuario un dispositivo móvil que se conecta de forma inalámbrica a la estación base de eNodeB, comprendiendo el dispositivo:

al menos una memoria (620); y

al menos un procesador (610) conectado operativamente con la memoria (620), estando el al menos un procesador configurado para:

proporcionar un componente proxy de protocolo de control de trasmisión (408, 508) para establecer un enlace de comunicación entre el dispositivo de usuario (402, 502) y el servidor (406, 506) de acuerdo con un Protocolo de Control de Trasmisión, TCP, para la transmisión de un paquete de datos entre el dispositivo de usuario y el servidor, en donde el componente proxy TCP está configurado para:

establecer un primer enlace de comunicación proxy TCP con el dispositivo de usuario en nombre del servidor;

establecer un segundo enlace de comunicación proxy TCP con el servidor en nombre del dispositivo de usuario; e

iniciar un protocolo de evitación de congestión en base al primer y segundo enlaces de comunicación proxy TCP establecidos y eliminar una fase de inicio lenta de protocolo de control de trasmisión;

trasmitir el paquete de datos al dispositivo de usuario utilizando el protocolo de control de trasmisión, y al mismo tiempo, trasmitir de forma asíncrona un acuse de recibo indicativo de una recepción del paquete de datos por el dispositivo al usuario al servidor, en donde la trasmisión de un acuse de recibo de una recepción del paquete de datos por el dispositivo de usuario desde el dispositivo de usuario al servidor está configurada para ser suprimida; y

evitar la re-transmisión del paquete de datos desde el servidor al dispositivo de usuario después de que el servidor fracase en recibir un acuse de recibo desde el dispositivo de usuario dentro de un periodo de tiempo predeterminado.

2. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el al menos un procesador está configurado para evitar la transmisión al servidor de múltiples acuses de recibo recibidos desde el dispositivo de usuario que indican la recepción del paquete de datos por el dispositivo de usuario.

3. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el al menos un procesador está configurado para enviar al servidor el acuse de recibo que indica la recepción del paquete de datos por el dispositivo de usuario después de la recepción de una confirmación de que el paquete de datos ha sido recibido por el dispositivo de usuario, siendo la confirmación generada por al menos una de la capa de control de acceso al medio del dispositivo de usuario y la capa de control de enlace de radio del dispositivo de usuario.

4. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde

el dispositivo de usuario incluye una fuente de alimentación configurada para alimentar el dispositivo de usuario para la transmisión y recepción de datos desde la estación base; y

reducir, utilizando al menos un parámetro de protocolo de control de trasmisión, el consumo de energía en la fuente de alimentación del dispositivo de usuario.

5. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el al menos un procesador en la estación base de eNodeB, que utiliza el al menos un parámetro de protocolo de control de trasmisión, está configurado para reducir el consumo de recursos de canal compartido de enlace ascendente físico asociados con un enlace de comunicaciones entre el dispositivo de usuario y la estación base de eNodeB.

6. El dispositivo de acuerdo con la reivindicación 1, en donde el al menos un procesador en la estación base de eNodeB, que utiliza el al menos un parámetro de protocolo de control de transmisión, está configurado para reducir la interferencia de un enlace de comunicaciones de enlace ascendente entre el dispositivo de usuario y la estación base de eNodeB.

7. Un método implementado por ordenador para la transmisión de paquetes de datos entre un dispositivo de usuario y un servidor utilizando un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

8. Un producto de programa de ordenador, para la transmisión de paquetes de datos entre un dispositivo de usuario y un servidor, que comprende un medio leíble por una máquina que almacena instrucciones que, cuando son ejecutadas por al menos un procesador programable, hacen que el al menos un procesador programable opere como un dispositivo de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

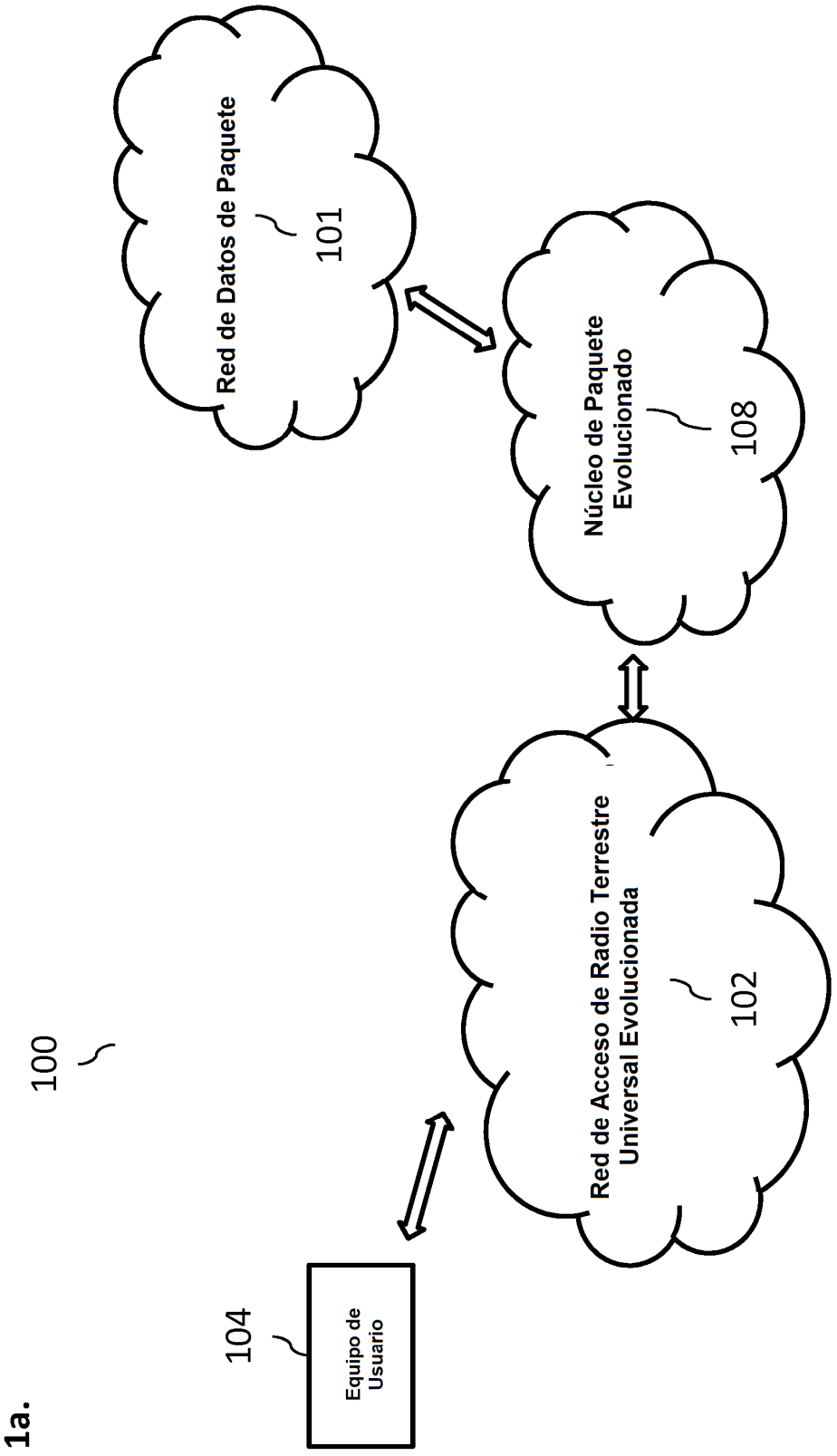
100
Red de Datos de Paquete
101
Núcleo de Paquete Evolucionado
108
Red de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada
102
104
Equipo de Usuario

FIG. 1a.

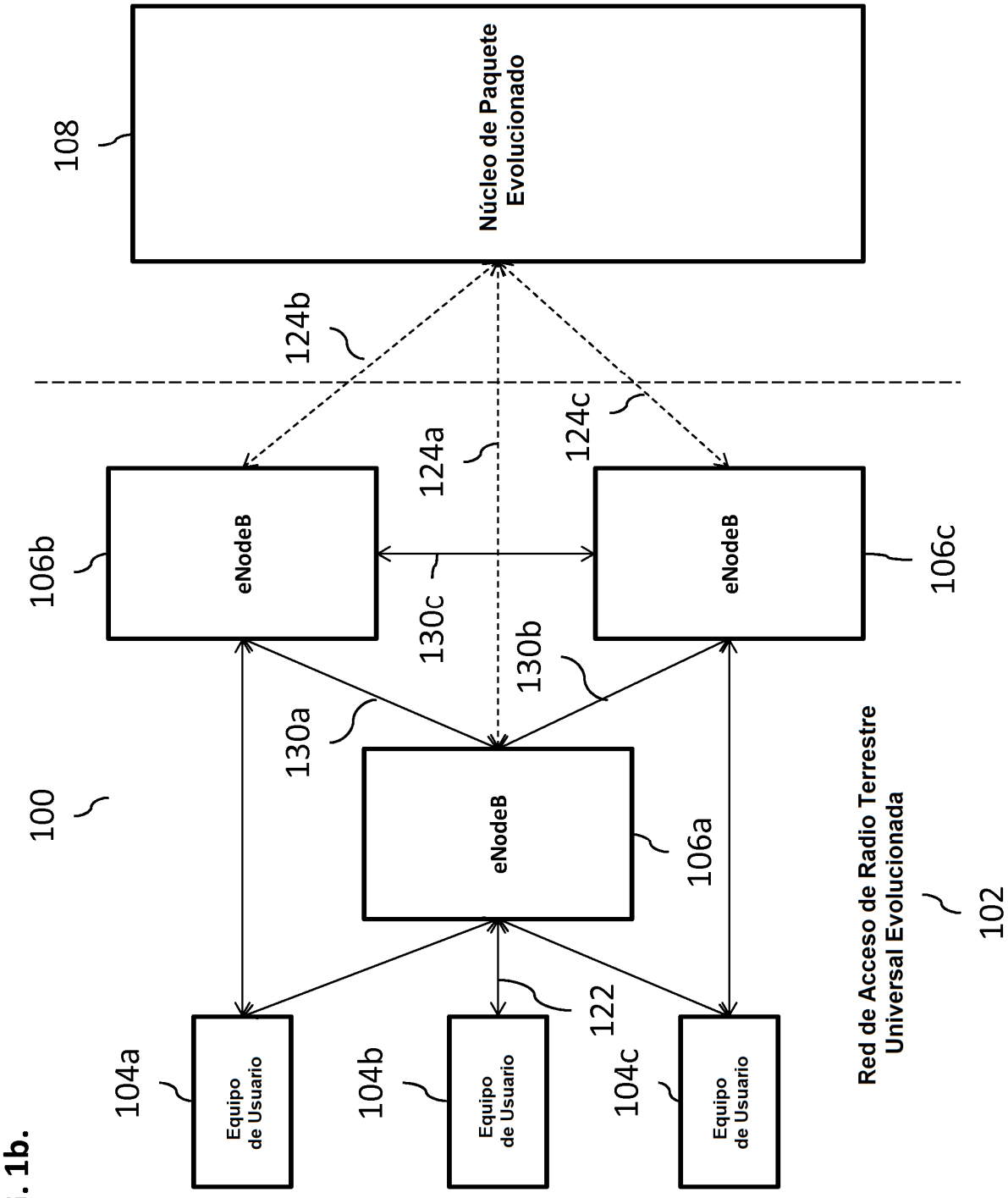
108
Núcleo de Paquete Evolucionado
124b
124a
124c
106b
eNodeB
eNodeB
106c
130c
130b
130a
100
eNodeB
106a
Red de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada
102
122
104a
Equipo de Usuario
104b
Equipo de Usuario
104c
Equipo de Usuario

FIG. 1b.

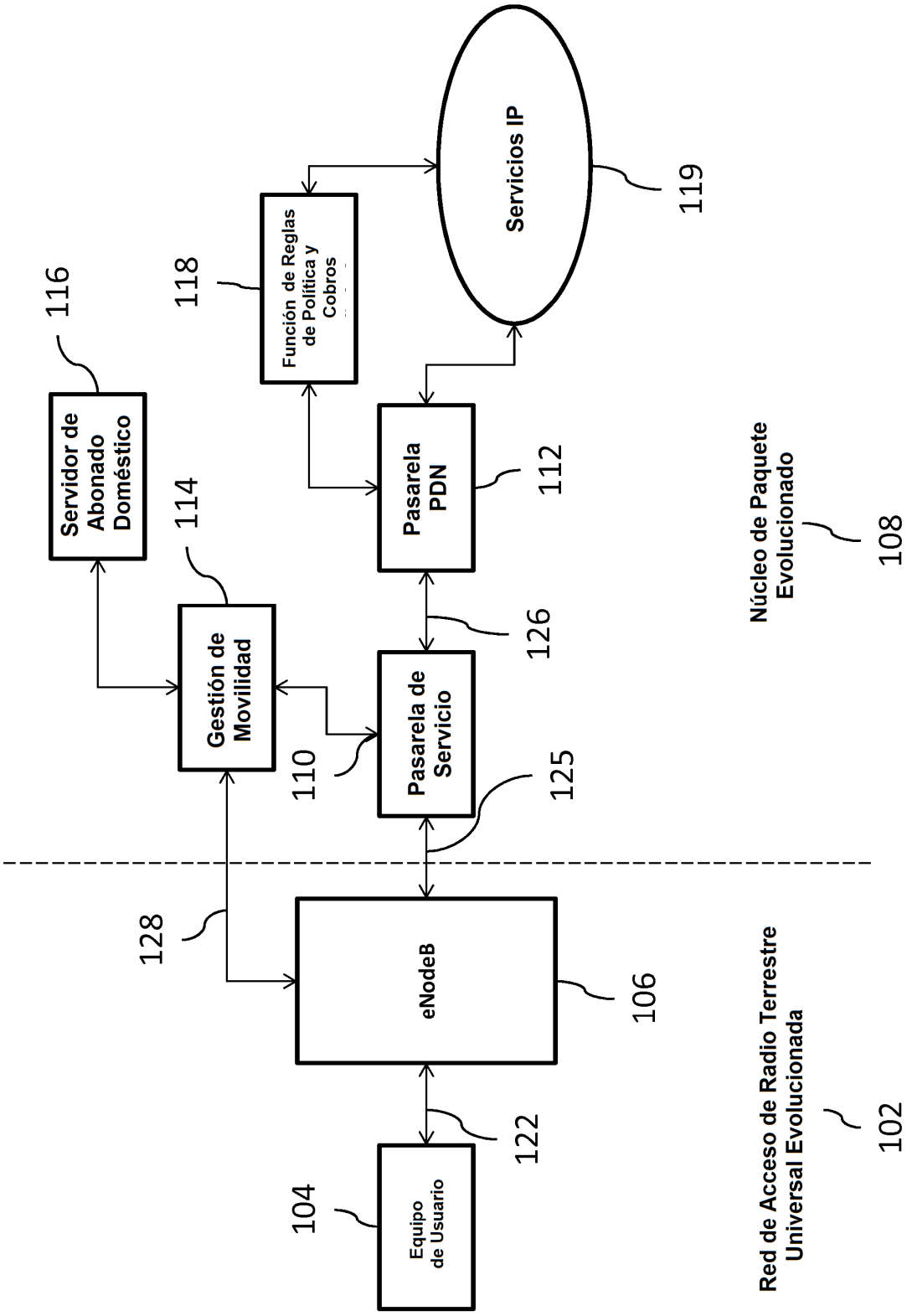
Servicios IP
119
Función de Reglas de Política y Cobros
118
116
Servidor de Abonado Doméstico
114
Gestión de Movilidad
Pasarela PDN
112
126
Pasarela de Servicio
110
125
128
eNodeB
106
122
104
Equipo de Usuario
Núcleo de Paquete Evolucionado
108
Red de Acceso de Radio Terrestre Universal Evolucionada
102

FIG. 1c.

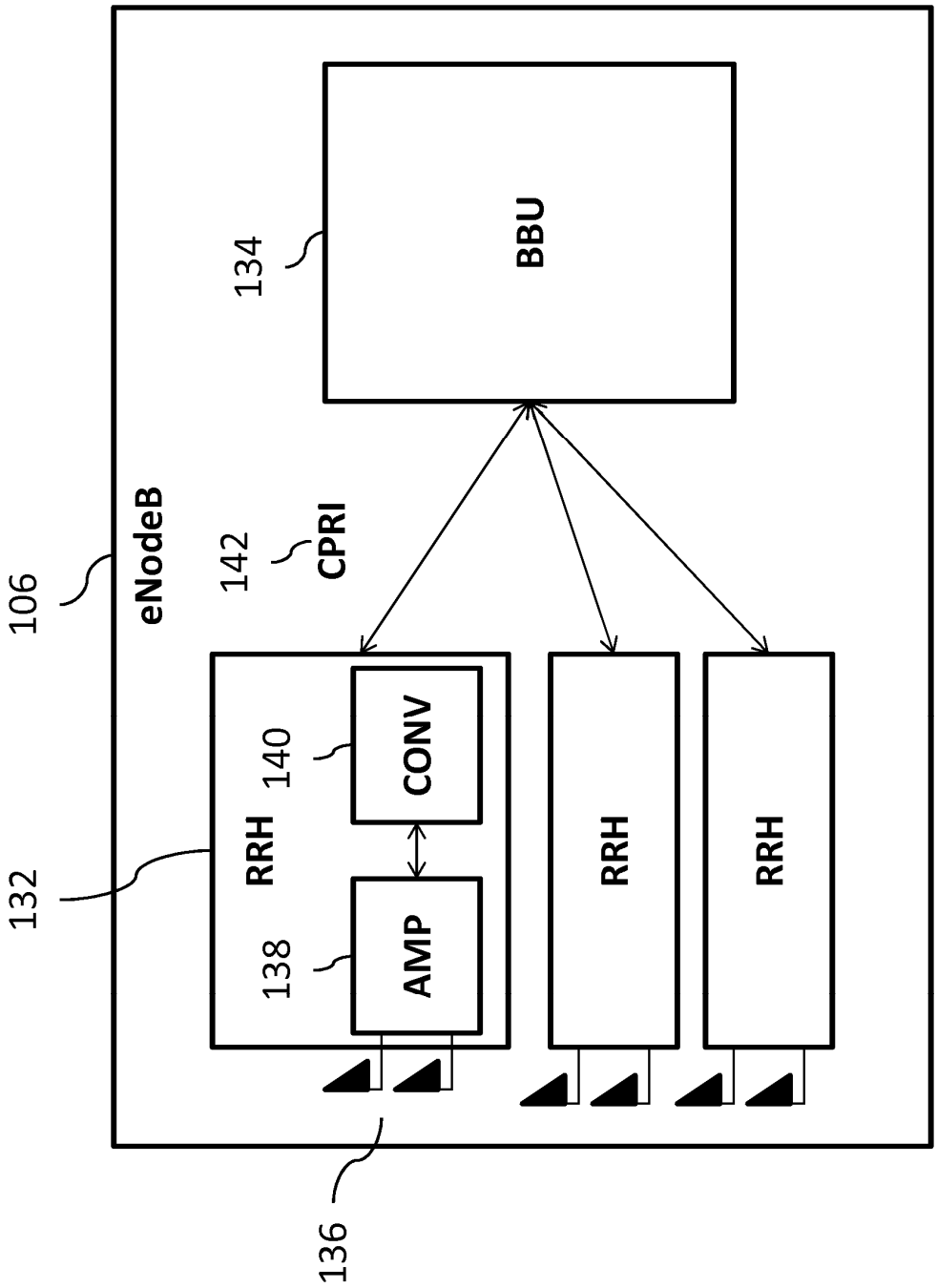
BBU
134
eNodeB
106
142
CPRI
RRH
132
140
CONV
138
AMP
RRH
RRH
136

FIG. 1d.

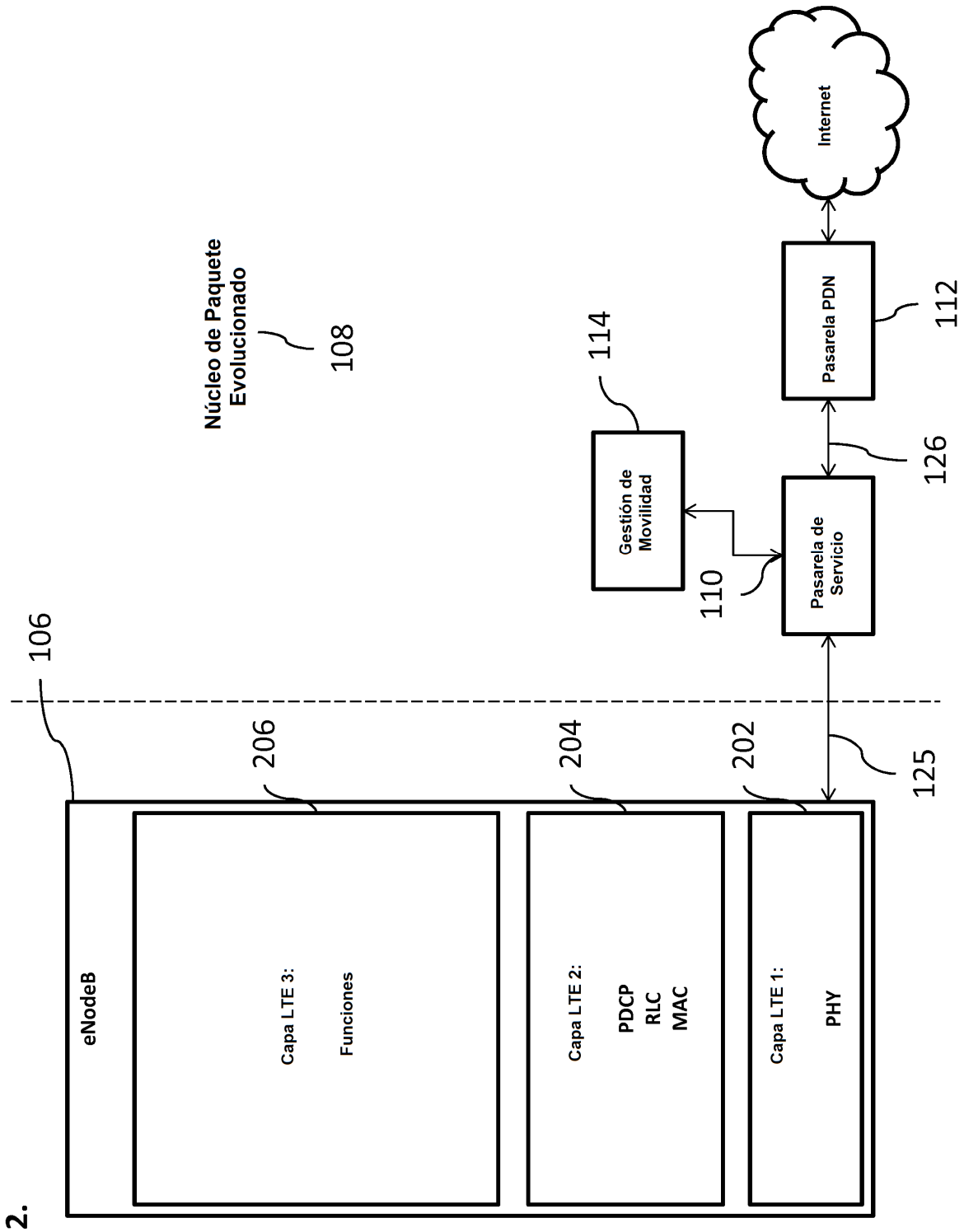
Internet
Pasarela PDN
112
Núcleo de Paquete Evolucionado
108
114
Gestión de Movilidad
126
110
Pasarela de Servicio
106
206
204
202
125
eNodeB
Capa LTE 3:
Funciones
Capa LTE 2:
PDCP
RLC
MAC
Capa LTE 1:
PHY

FIG. 2.

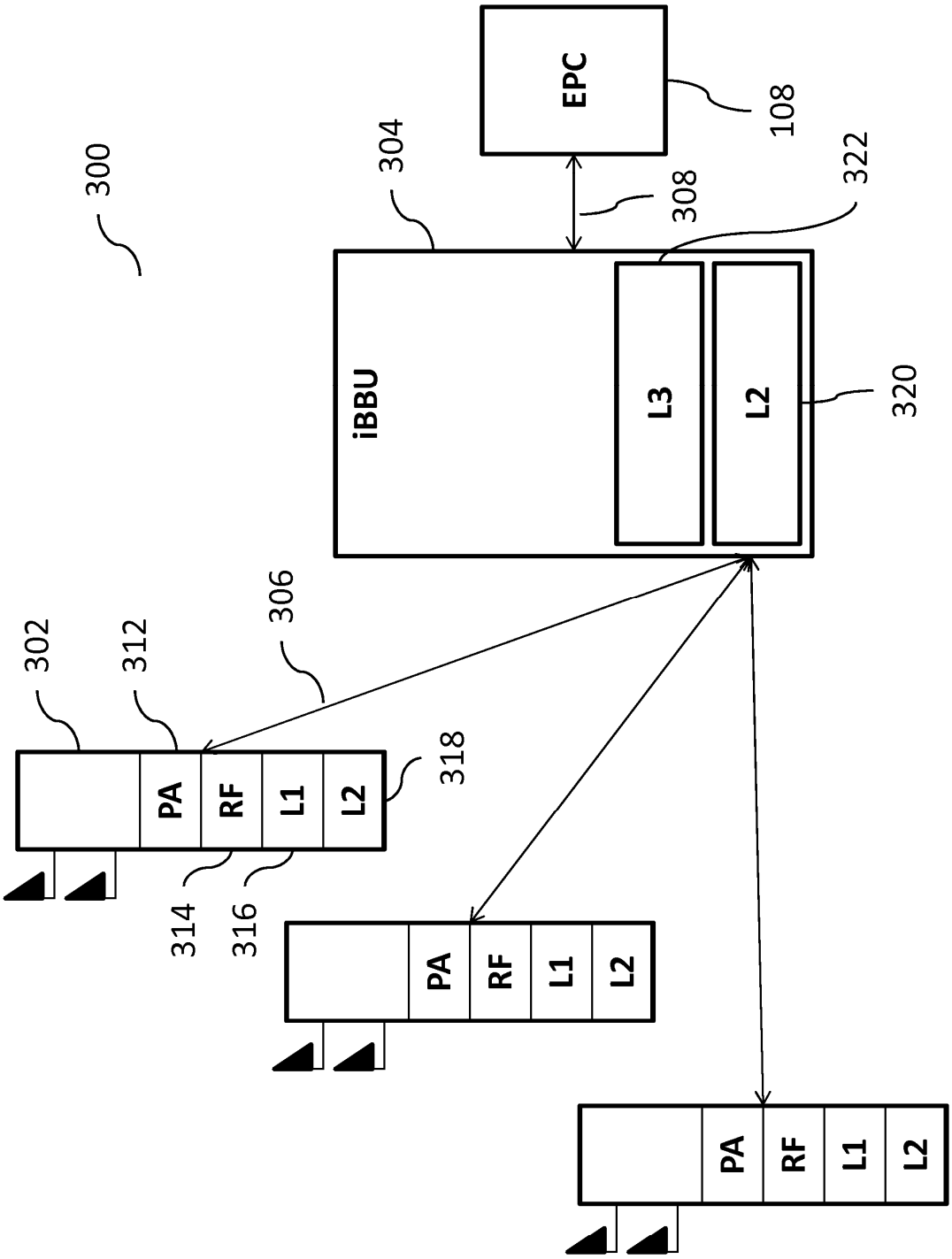
300
EPC
108
304
308
322
iBBU
L3
L2
320
306
302
312
PA
RF
L1
L2
318
314
316
PA
RF
L1
L2
PA
RF
L1
L2

FIG. 3.

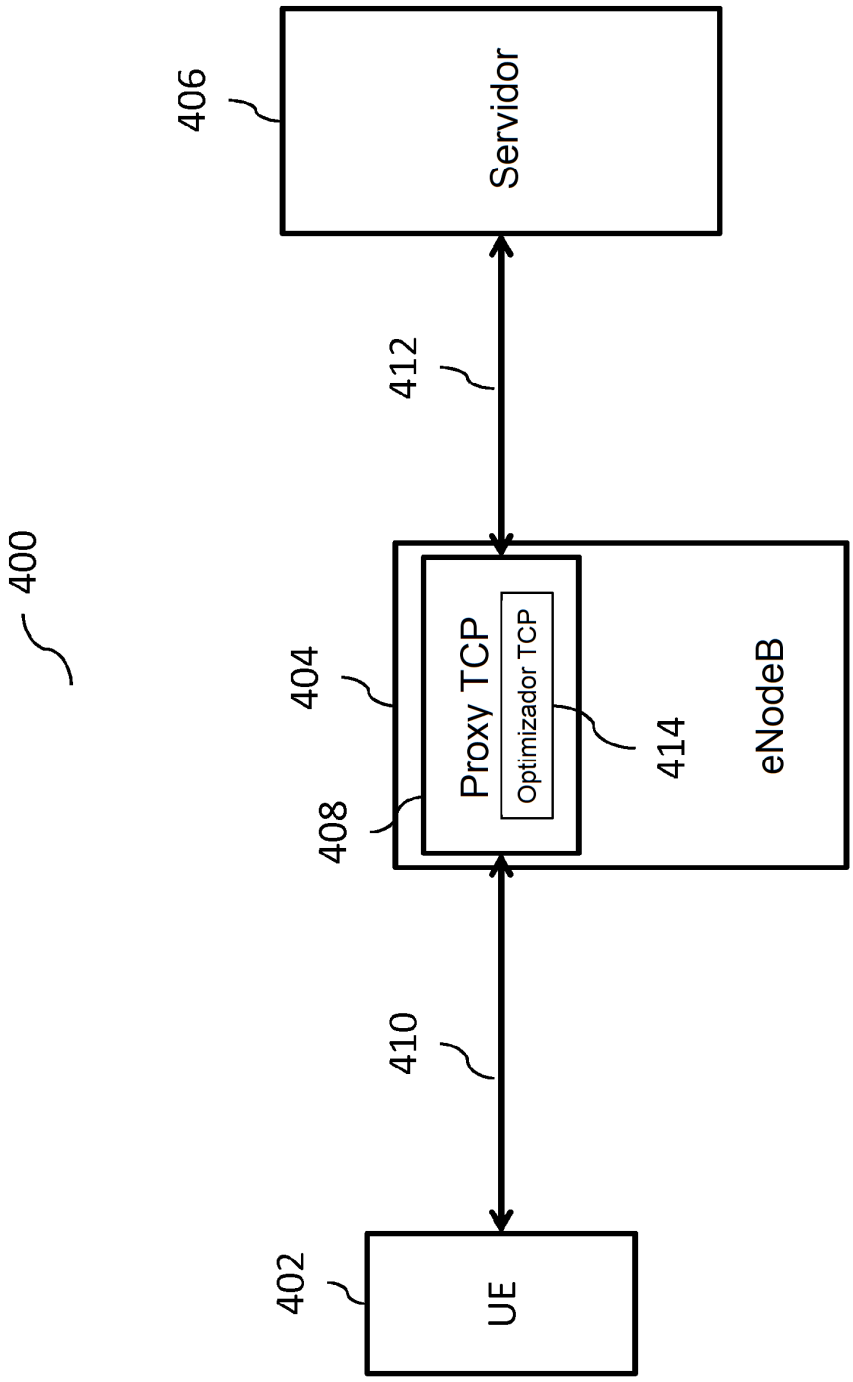
400
406
Servidor
412
404
Proxy TCP
Optimizador TCP
414
eNodeB
408
410
402
UE

FIG. 4.

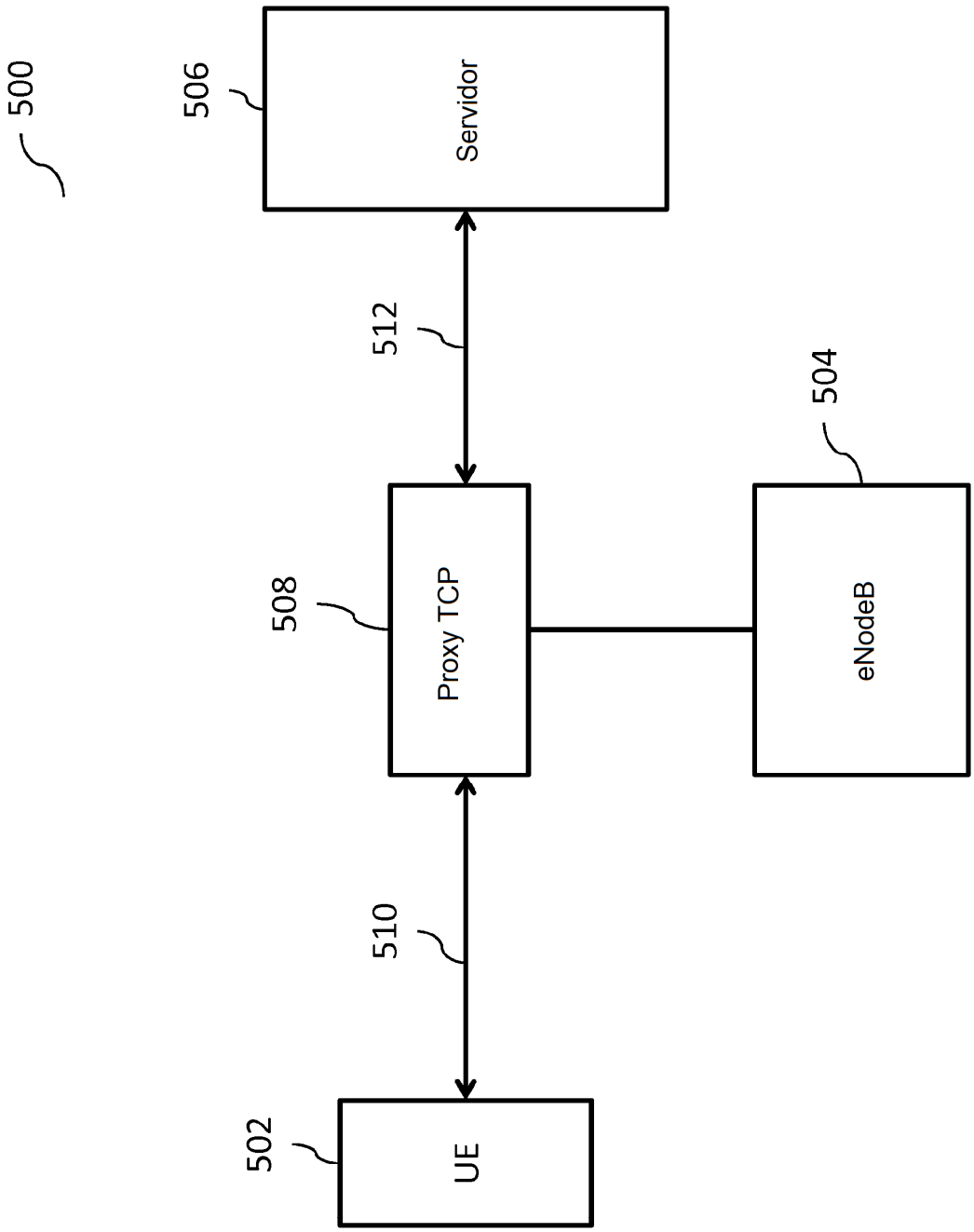

FIG. 5.

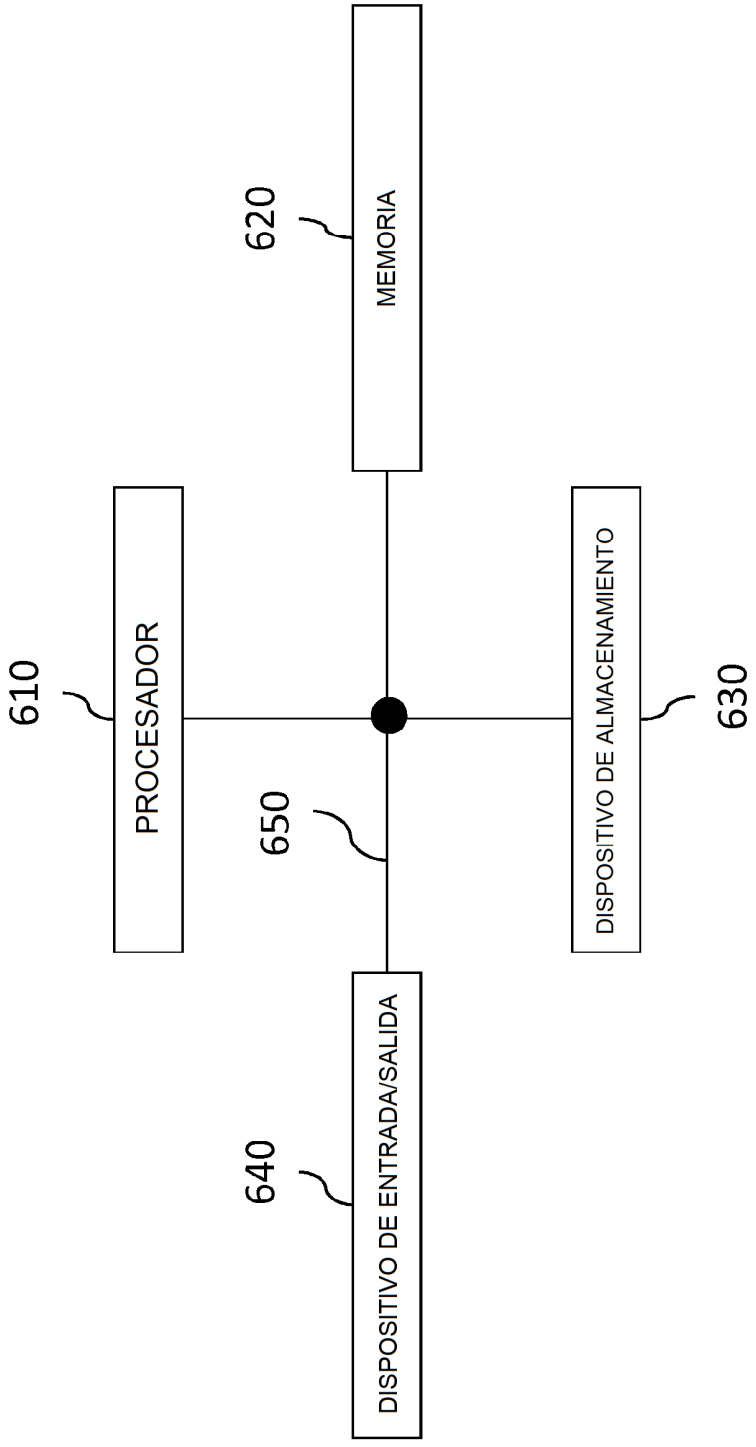
600
620
MEMORIA
610
PROCESADOR
650
DISPOSITIVO DE ALMACENAMIENTO
630
640
DISPOSITIVO DE ENTRADA/SALIDA

FIG. 6.

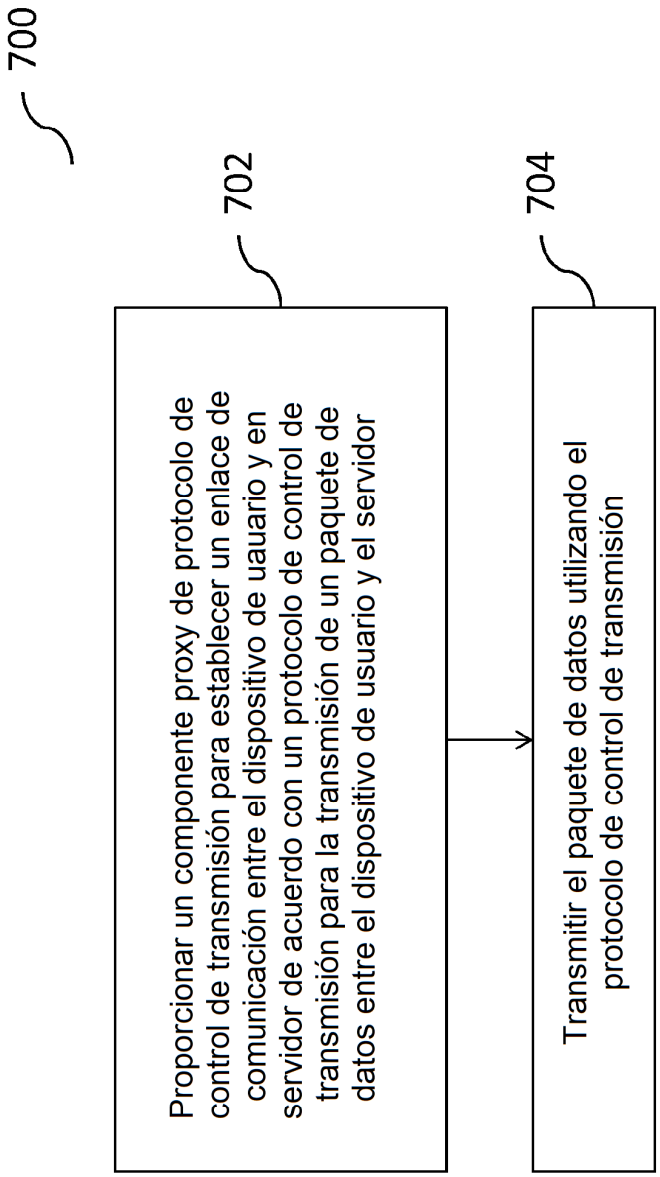
700
702
Proporcionar un componente proxy de protocolo de control de transmisión para establecer un enlace de comunicación entre el dispositivo de uauario y en servidor de acuerdo con un protocolo de control de transmisión para la transmisión de un paquete de datos entre el dispositivo de usuario y el servidor
704
Transmitir el paquete de datos utilizando el protocolo de control de transmisión

FIG. 7.