

SOPORTE DEL SISTEMA 5G PARA TRANSMITIR LA SINCRONIZACIÓN DEL TIEMPO DE TSN

Solicitudes relacionadas

- 5 **[0001]** Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud de patente provisional número de serie 62/769,390, presentada el 19 de noviembre de 2018, cuya divulgación se incorpora aquí como referencia en su totalidad.

Campo técnico

- 10 **[0002]** La divulgación actual se refiere a la transmisión de información de sincronización del tiempo.

Antecedentes

- 15 **[0003]** La industria manufacturera está experimentando una transformación digital hacia la "Cuarta Revolución Industrial" (Industria 4.0) hacia la fabricación inteligente. La infraestructura de conectividad flexible es un habilitador clave para que la fabricación interconecte máquinas, productos y todo tipo de otros dispositivos de una manera flexible, segura y consistente.

- 20 **[0004]** El sistema de Quinta generación (5G) del Proyecto de Asociación de tercera generación (3GPP), como alternativa o complemento de la solución de conectividad por cable, debería soportar los nuevos requisitos y desafíos que surgen de estos dominios verticales. 3GPP cuenta con un estudio sobre Comunicación para automatización en dominios verticales (Reporte técnico (TR) 22.804), donde se analizan muchos casos de uso de dominios verticales. Las aplicaciones de automatización industrial, como el control de
25 movimiento, tienen requisitos de servicio extremadamente estrictos en cuanto a alta disponibilidad, ultrafiabilidad, baja latencia, baja fluctuación y determinismo, por ejemplo, 1-10 milisegundos (ms) de latencia de extremo a extremo, 1-100 microsegundos (μs) de variación del retardo del paquete.

[0005] Hoy en día, las soluciones de bus de campo alámbricas como PROFINET®, EtherCAT® y Ethernet/Protocolo de Internet (IP) se utilizan principalmente en la planta de producción para interconectar sensores, actuadores y controladores en un sistema de automatización. Las Redes sensibles al tiempo (TSN) del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE) 802.1 como tecnología novedosa podrá proporcionar a las industrias manufactureras latencias deterministas y garantizadas y servicios de pérdida de paquetes extremadamente baja a través de redes estándar IEEE 802 en un futuro próximo. Se necesitan formas mejoradas de transmitir la sincronización del tiempo.

10 Resumen

[0006] Ciertos aspectos de la presente divulgación y sus realizaciones pueden proporcionar soluciones a los desafíos antes mencionados u otros. Se proporcionan sistemas y métodos para habilitar el soporte del sistema de quinta generación (5G) para transmitir la sincronización del tiempo. En algunas realizaciones, se proporciona un método realizado por un dispositivo inalámbrico para transmitir información en el dominio del tiempo externo. El método incluye recibir un mensaje en un primer dominio de tiempo utilizado por el dispositivo inalámbrico, comprendiendo el mensaje información en el dominio del tiempo externo; determinar información sobre un segundo dominio del tiempo en base a la información en el dominio del tiempo externo; y transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo a otro nodo. En algunas realizaciones, información de tiempo está incluida en la carga útil de un Protocolo de túnel de Servicio general de paquetes vía radio (GTP) y el dispositivo inalámbrico puede obtener información de tiempo directamente de la carga útil de datos. Esto minimiza el impacto de la Red de acceso por radio (RAN) y/o la Estación base de nueva radio (GNB) y agrega el potencial para el soporte de dominio de tiempo múltiple.

[0007] En algunas realizaciones, el sistema 5G puede transmitir información de dominio de tiempo múltiple a las estaciones finales industriales que pertenecen a dominios de tiempo diferentes.

[0008] En algunas realizaciones, el primer dominio de tiempo es un dominio de tiempo 5G. En algunas realizaciones, el segundo dominio de tiempo es un dominio de tiempo de Redes sensibles al tiempo (TSN).

5 **[0009]** En algunas realizaciones, transmitir información sobre el segundo dominio de tiempo a otro nodo comprende transmitir información sobre el segundo dominio de tiempo a una estación final en el dominio de tiempo de TSN.

[0010] En algunas realizaciones, el mensaje comprende una carga útil de GTP.

10 **[0011]** En algunas realizaciones, transmitir información sobre el segundo dominio de tiempo a otro nodo comprende transmitir información sobre el segundo dominio de tiempo a un nodo traductor/adaptador que puede interactuar entre el primer dominio de tiempo y el segundo dominio de tiempo.

15 **[0012]** En algunas realizaciones, el método también incluye determinar que el mensaje recibido incluye información en el dominio del tiempo externo inspeccionando un campo en el mensaje recibido. En algunas realizaciones, inspeccionar un campo en el mensaje recibido comprende inspeccionar un campo EtherType en el mensaje recibido.

[0013] En algunas realizaciones, el método también incluye recibir un mensaje en el primer dominio de tiempo utilizado por el dispositivo inalámbrico, comprendiendo el mensaje información externa del dominio de tiempo para al menos un tercer dominio de tiempo.

20 **[0014]** En algunas realizaciones, se proporciona un método realizado por un nodo para transmitir información en el dominio del tiempo externo. El método incluye recibir un mensaje en un segundo dominio del tiempo basado en la información en el dominio del tiempo externo; determinar la información externa del dominio del tiempo sobre el segundo dominio del tiempo; y transmitir información sobre el segundo dominio de tiempo a otro nodo en un primer dominio de tiempo usado por el nodo, comprendiendo el mensaje la información
25 externa del dominio de tiempo.

Breve descripción de las gráficas

[0015] Las figuras gráficas adjuntas incorporadas y que forman parte de esta especificación ilustran varios aspectos de la divulgación, y junto con la descripción sirven para explicar los principios de la divulgación.

5 **[0016]** La Figura 1 ilustra un ejemplo de integración de Redes sensibles al tiempo (TSN) con 5G, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

[0017] La Figura 2 ilustra un ejemplo de una red de comunicaciones celulares, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

10 **[0018]** La Figura 3 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica representado como una arquitectura de red de Quinta Generación (5G) compuesta de Funciones de red (NF) centrales, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

[0019] La Figura 4 ilustra una arquitectura de red 5G que usa interfaces basadas en servicios entre las FN en el plano de control, en lugar de los puntos de referencia/interfaces de punto a punto utilizados en la arquitectura de red 5G de la Figura 3, según algunas
15 realizaciones de la presente divulgación;

[0020] La Figura 5 ilustra una realización en la que un mensaje de Protocolo de tiempo de precisión (PTP) se envía a través de Ethernet, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

20 **[0021]** La Figura 6 ilustra un ejemplo de uso de un sufijo en el mensaje (g)PTP para transmitir la información de marca de tiempo, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

[0022] La Figura 7 ilustra una realización con un modelo de caja negra 5G, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

25 **[0023]** La Figura 8 ilustra una realización en la que el sistema 5G actúa como un “relé de alerta de tiempo” de TSN compatible, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

[0024] La Figura 9 ilustra un ejemplo de tres dominios de tiempo en una red de automatización industrial, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

[0025] La Figura 10 ilustra una realización con dos relojes externos, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

[0026] La Figura 11 ilustra una realización con dos relojes externos, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

5 **[0027]** La Figura 12 ilustra un ejemplo en el que una Estación final A está comunicando sincronización de tiempo a una Estación final B, las cuales están en un dominio de tiempo de TSN, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

[0028] La Figura 13 es un diagrama de bloques esquemático de un nodo de acceso por radio según algunas realizaciones de la presente divulgación;

10 **[0029]** La Figura 14 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una realización virtualizada del nodo de acceso por radio según algunas realizaciones de la presente divulgación;

[0030] La Figura 15 es un diagrama de bloques esquemático del nodo de acceso por radio según algunas realizaciones de la presente divulgación;

15 **[0031]** La Figura 16 es un diagrama de bloques esquemático de un Equipo de usuario (UE) según algunas realizaciones de la presente divulgación;

[0032] La Figura 17 es un diagrama de bloques esquemático del UE según algunas realizaciones de la presente divulgación;

20 **[0033]** La Figura 18 ilustra un sistema de comunicación que incluye una red de telecomunicaciones, tal como una red celular del tipo Proyecto de asociación de tercera generación (3GPP) según algunas realizaciones de la presente divulgación;

[0034] La Figura 19 ilustra un sistema de comunicación que incluye un computador anfitrión, según algunas realizaciones de la presente divulgación;

25 **[0035]** La Figura 20 es un diagrama de flujo que ilustra un método implementado en un sistema de comunicación según algunas realizaciones de la presente divulgación; y

[0036] La Figuras 21-23 son diagramas de flujo que ilustran métodos implementados en un sistema de comunicación según algunas realizaciones de la presente divulgación.

Descripción detallada

[0037] Las realizaciones expuestas a continuación representan información para permitir a los expertos en la técnica poner en práctica las realizaciones e ilustrar el mejor modo de practicar las realizaciones. Al leer la siguiente descripción a la luz de las figuras gráficas adjuntas, los expertos en la técnica comprenderán los conceptos de la divulgación y reconocerán las aplicaciones de estos conceptos que no se tratan particularmente en este documento. Debe entenderse que estos conceptos y aplicaciones se encuentran dentro del alcance de la divulgación.

[0038] Nodo de radio: Tal como se usa en este documento, un "nodo de radio" es un nodo de acceso por radio o un dispositivo inalámbrico.

[0039] Nodo de acceso por radio: Tal como se usa en este documento, un "nodo de acceso por radio" o "nodo de red de radio" es cualquier nodo en una Red de acceso por radio de una red de comunicaciones celulares que opera para transmitir y/o recibir señales de forma inalámbrica. Algunos ejemplos de un nodo de acceso por radio incluyen, pero no se limitan a, una estación base (por ejemplo, una estación base de nueva radio (NR) (gNB) en una red de NR de Quinta generación (5G) del Proyecto de asociación de tercera generación (3GPP) o un Nodo B mejorado o evolucionado (eNB) en una red de Evolución a largo plazo de 3GPP (LTE)), una estación base macro o de alta potencia, una estación base de baja potencia (por ejemplo, una estación base micro, una estación base pico, un eNB de hogar, o similar) y un nodo de retransmisión.

[0040] Nodo de red central: Tal como se usa en este documento, un "nodo de red central" es cualquier tipo de nodo en una red central. Algunos ejemplos de un nodo de red central incluyen, por ejemplo, una Entidad de gestión de movilidad (MME), una Puerta de enlace de red de paquetes de datos (P-GW), una Función de exposición de capacidad de servicio (SCEF), o similares.

[0041] Dispositivo inalámbrico: Tal como se usa en este documento, un "dispositivo inalámbrico" es cualquier tipo de dispositivo que tiene acceso a (es decir, es servido por) una red de comunicaciones celulares mediante la transmisión y/o recepción inalámbrica de

señales a nodos de acceso por radio. Algunos ejemplos de un dispositivo inalámbrico incluyen, pero no se limitan a, un dispositivo de Equipo de usuario (UE) en una red 3GPP y un dispositivo de Comunicación de tipo de máquina (MTC).

[0042] Nodo de red: Tal como se usa en este documento, un "nodo de red" es cualquier nodo que sea parte de la Red de acceso por radio o la red central de una red/sistema de comunicaciones celulares.

[0043] Nótese que la descripción que se proporciona en este documento se centra en un sistema de comunicaciones celulares 3GPP y, como tal, a menudo se utiliza terminología 3GPP o terminología similar a la terminología 3GPP. Sin embargo, los conceptos descritos en este documento no se limitan a un sistema 3GPP.

[0044] Nótese que, en la descripción de este documento, se puede hacer referencia al término "celda"; sin embargo, particularmente con respecto a los conceptos de NR de 5G, pueden usarse haces en lugar de celdas y, como tal, es importante señalar que los conceptos descritos en este documento son igualmente aplicables tanto a celdas como a haces.

[0045] La Figura 1 ilustra un ejemplo de integración de Redes sensibles al tiempo (TSN) con 5G. La información de tiempo del dominio de trabajo de TSN (reloj externo) se envía a través de los UE a las respectivas estaciones finales. Este reloj externo se ilustra en las Figuras como un reloj con líneas discontinuas. Esta opción asume que el reloj 5G interno del sistema (que se muestra en las figuras como un reloj sólido) se hace disponible para todos los nodos en el sistema 5G, permitiendo de este modo la Función del plano de usuario (UPF) (Función de la red de transporte (TP)) para retransmitir el reloj externo de TSN junto con la información de la marca de tiempo de la TP (usando el reloj interno del sistema 5G) al UE. El reloj del sistema interno 5G se puede poner a disposición de la función de TP en la UPF a través de la red de transporte subyacente entre gNB y UPF. El reloj interno del sistema 5G puede estar disponible para el UE con señalización de información de tiempo relacionada con la sincronización absoluta de tramas de radio (es decir, usando métodos basados en Bloque de información del sistema (SIB)/Control de recursos de radio (RRC) descritos para LTE Ver-15).

[0046] La información de tiempo (mensajes generalizados de Protocolo de tiempo de precisión (gPTP), que incluyen la información sobre la marca de tiempo del mensaje de sincronización entrante) se puede transmitir desde la UPF al UE como paquetes de datos (por ejemplo, carga útil). Como ejemplo, la UPF se puede configurar con reglas de reenvío específicas de paquetes para hacer eso.

[0047] Según el ejemplo, para una determinada Sesión de Unidad de paquete de datos (PDU) (actualización de reloj realizada para cada UE a través de punto a punto) para ese UE, una de las direcciones de destino de Ethernet podría ser específica para admitir la operación gPTP (nótese, como se describe en IEEE 1588, el valor específico 0x88F7 para el campo EtherType se asigna para el caso en el que los mensajes del Protocolo de tiempo de precisión (PTP) se transportan allí y podrían usarse para simplificar esta operación). En algunas realizaciones, EtherType es un campo de dos octetos en una trama de Ethernet. Se utiliza para indicar qué protocolo está encapsulado en la carga útil de la trama. En otras realizaciones, esta misma información podría transmitirse en un campo diferente o de una manera diferente.

[0048] Cuando la información de tiempo (por ejemplo, los mensajes "follow_up" y "sync" del reloj de TSN) llega en el UE, el UE ajusta el mensaje "follow_up" en función de la diferencia entre la marca de tiempo de la UPF (TP) y del UE (en este caso se toma cuando el mensaje de sincronización se envía a la estación final). Las marcas de tiempo de la UPF y el UE están basadas en el reloj interno del sistema 5G.

[0049] Hay dos datos disponibles en la UPF:

1. El mensaje de (g)PTP del reloj interno (ilustrado como un reloj con líneas discontinuas): por ejemplo, los mensajes "sync", "follow up" [IEEE 1588 / 802.1AS]
2. Marca de tiempo. La UPF hará la marca de tiempo con un reloj 5G (ilustrado como un reloj sólido) en el punto donde llega el mensaje (g)PTP.

[0050] Esos dos datos deben ser enviados desde la UPF al UE.

[0051] Actualmente existen cierto(s) desafío(s). La información de tiempo se puede transferir desde la UPF al UE de múltiples formas.

1. Usando la red de transporte subyacente de UPF, con intercambio de (g)PTP, la Red de transporte (TP) → gNB mediante el protocolo (g)PTP, luego gNB envía al UE usando SIB/RRC al UE (TR23.734 incluida).
2. UPF pone la información en el Protocolo de túnel de Servicio general de paquetes vía radio para el cabezal del Plano de usuario (GTP-U), → envía a RAN mediante GTP, luego gNB obtiene información puesta en el cabezal PDCP/xxx, luego envía al UE.
3. Las PDU de Ethernet (que transportan mensajes (g)PTP) se envían desde la UPF a la RAN a través de GTP-U, donde un nuevo valor para el campo de tipo de mensaje GTP-U indica "PDU de Ethernet". A continuación, la gNB envía la PDU de Ethernet al UE utilizando SIB/RRC.

[0052] Todas esas soluciones tendrán un impacto en la gNB. Se necesitan formas mejoradas de transmitir la sincronización del tiempo.

[0053] Se proporcionan sistemas y métodos para permitir el soporte del sistema 5G para transmitir la sincronización de tiempo. En algunas realizaciones, se proporciona un método realizado por un dispositivo inalámbrico para transmitir información en el dominio del tiempo externo. El método incluye recibir un mensaje en un primer dominio de tiempo utilizado por el dispositivo inalámbrico, comprendiendo el mensaje información en el dominio del tiempo externo; determinar información sobre un segundo dominio del tiempo en base a la información en el dominio del tiempo externo; y transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo a otro nodo. En algunas realizaciones, la información de tiempo se incluye en una carga útil de GTP y el dispositivo inalámbrico puede obtener información de tiempo directamente de la carga útil de datos. Esto minimiza el impacto de RAN y/o gNB y agrega el potencial para soporte de dominio de tiempo múltiple.

[0054] La Figura 2 ilustra un ejemplo de una red de comunicaciones celulares 200 según algunas realizaciones de la presente divulgación. En las realizaciones descritas en el presente documento, la red de comunicaciones celulares 2000 es una red NR de 5G. En este ejemplo,

la red de comunicaciones celulares 200 incluye las estaciones base 202-1 y 202-2, que en LTE se denominan eNB y en NR de 5G se denominan gNB, que controlan las macroceldas 204-1 y 204-2 correspondientes. Las estaciones base 202-1 y 202-2 se denominan generalmente en el presente documento colectivamente como estaciones base 202 e individualmente como estación base 202. Asimismo, las macroceldas 204-1 y 204-2 se denominan generalmente en el presente documento colectivamente como macroceldas 204 e individualmente como macrocelda 204. La red de comunicaciones celulares 200 también puede incluir una serie de nodos de baja potencia 206-1 a 206-4 que controlan las celdas pequeñas 208-1 a 208-4 correspondientes. Los nodos de baja potencia 206-1 a 206-4 pueden ser pequeñas estaciones base (como estaciones base pico o femto) o cabezales de radio remotos (RRH), o similares. Notablemente, aunque no se ilustra, una o más de las celdas pequeñas 208-1 a 208-4 pueden ser proporcionadas alternativamente por las estaciones base 202. Los nodos de baja potencia 206-1 a 206-4 se denominan generalmente aquí colectivamente como nodos de baja potencia 206 e individualmente como nodo de baja potencia 206. Asimismo, las celdas pequeñas 208-1 a 208-4 se denominan generalmente en el presente documento colectivamente como celdas pequeñas 208 e individualmente como celda pequeña 208. Las estaciones base 202 (y opcionalmente los nodos de baja potencia 206) están conectadas a una red central 210.

[0055] Las estaciones base 202 y los nodos de baja potencia 206 brindan servicio a los dispositivos inalámbricos 212-1 a 212-5 en las celdas 204 y 208 correspondientes. Los dispositivos inalámbricos 212-1 a 212-5 se denominan generalmente en el presente documento colectivamente como dispositivos inalámbricos 212 e individualmente como dispositivo inalámbrico 212. Los dispositivos inalámbricos 212 también se denominan a veces en el presente documento como UE.

[0056] La Figura 3 ilustra un sistema de comunicación inalámbrica representado como una arquitectura de red 5G compuesta de Funciones de red (NF) centrales, donde la interacción entre dos NF cualquiera está representada por un punto/interfaz de referencia

punto a punto. La Figura 3 puede verse como una implementación particular del sistema 2000 de la Figura 2.

[0057] Visto desde el lado del acceso, la arquitectura de la red 5G que se muestra en la Figura 3 comprende una pluralidad de Equipos de usuario (UE) conectados a una Red de acceso por radio (RAN) o una Red de acceso (AN), así como una Función de gestión de acceso y movilidad (AMF). Típicamente, la R(AN) comprende estaciones base, por ejemplo, como los Nodos B evolucionados (eNB) o estaciones base 5G (gNB) o similares. Visto desde el lado de la red central, las NF centrales de 5G que se muestran en la Figura 3 incluyen una Función de selección de segmento de red (NSSF), una Función de servidor de autenticación (AUSF), una Gestión de datos unificada (UDM), una AMF, una Función de gestión de sesiones (SMF), una Función de control de políticas (PCF), y una Función de aplicación (AF).

[0058] Las representaciones de puntos de referencia de la arquitectura de red 5G se utilizan para desarrollar flujos de llamadas detallados en la estandarización normativa. El punto de referencia N1 está definido para transmitir señalización entre el UE y la AMF. Los puntos de referencia para la conexión entre la AN y la AMF y entre la AN y la UPF se definen como N2 y N3, respectivamente. Existe un punto de referencia, N11, entre la AMF y la SMF, lo que implica que la SMF está al menos parcialmente controlada por la AMF. La SMF y la UPF utilizan N4 para que la UPF se pueda configurar utilizando la señal de control generada por la SMF, y la UPF puede informar de su estado a la SMF. N9 es el punto de referencia para la conexión entre diferentes UPF, y N14 es el punto de referencia que conecta entre diferentes AMF, respectivamente. N15 y N7 se definen ya que PCF aplica la política a AMF y SMP, respectivamente. Se requiere N12 para que la AMF realice la autenticación del UE. N8 y N10 se definen porque los datos de suscripción del UE son necesarios para AMF y SMF.

[0059] La red central 5G tiene como objetivo separar el plano de usuario y el plano de control. El plano de usuario transporta el tráfico de usuarios mientras que el plano de control transporta la señalización en la red. En la Figura 3, la UPF está en el plano de usuario y todas las demás NF, es decir, AMF, SMF, PCF, AF, AUSF y UDM, están en el plano de control. La separación de los planos de usuario y de control garantiza que cada recurso de plano se

escale de forma independiente. También permite que las UPF se implementen por separado de las funciones del plano de control de manera distribuida. En esta arquitectura, las UPF se pueden implementar muy cerca de los UE para acortar el Tiempo de ida y vuelta (RTT) entre los UE y la red de datos para algunas aplicaciones que requieren baja latencia.

- 5 **[0060]** La arquitectura central de la red 5G se compone de funciones modularizadas. Por ejemplo, AMF y SMF son funciones independientes en el plano de control. Las AMF y SMF separadas permiten evolución y escalado independientes. Otras funciones del plano de control como PCF y AUSF se pueden separar como se muestra en la Figura 3. El diseño de función modular permite que la red central 5G admita varios servicios de manera flexible.
- 10 **[0061]** Cada NF interactúa directamente con otra NF. Es posible utilizar funciones intermedias para enrutar mensajes de una NF a otra NF. En el plano de control se define como servicio un conjunto de interacciones entre dos NF para que sea posible su reutilización. Este servicio permite compatibilidad con modularidad. El plano de usuario admite interacciones tales como operaciones de reenvío entre diferentes UPF.
- 15 **[0062]** La Figura 4 ilustra una arquitectura de red 5G que usa interfaces basadas en servicios entre las FN en el plano de control, en lugar de los puntos de referencia/interfaces de punto a punto utilizados en la arquitectura de red 5G de la Figura 3. Sin embargo, las NF descritas anteriormente con referencia a la Figura 3 corresponden a las NF que se muestran en la Figura 4. Los servicios, etc., que una NF proporciona a otras NF autorizadas pueden
- 20 exponerse a las NF autorizadas a través de la interfaz basada en servicios. En la Figura 4, las interfaces basadas en servicios se indican con la letra "N" seguida del nombre de la NF, por ejemplo, Namf para la interfaz basada en servicios de la AMF y Nsmf para la interfaz basada en servicios de la SMF, etc. La Función de exposición de red (NEF) y la Función de repositorio de red (NRF) en la Figura 4 no se muestran en la Figura 3 discutida anteriormente.
- 25 Sin embargo, debe aclararse que todas las NF representadas en la Figura 3 pueden interactuar con la NEF y la NRF de la Figura 4 según sea necesario, aunque no se indica explícitamente en la Figura 3.

[0063] Algunas propiedades de las NF mostradas en las Figuras 3 y 4 pueden describirse de la siguiente manera. La AMF proporciona autenticación, autorización, gestión de movilidad, etc. basándose en el UE. Un UE que incluso utilice tecnologías de acceso múltiple está básicamente conectado a una única AMF porque la AMF es independiente de las tecnologías de acceso. La SMF es responsable de la gestión de sesiones y asigna direcciones de Protocolo de Internet (IP) a los UE. También selecciona y controla la UPF para la transferencia de datos. Si un UE tiene varias sesiones, se pueden asignar diferentes SMF a cada sesión para gestionarlas individualmente, y posiblemente proporcionar diferentes funcionalidades por sesión. La AF proporciona información sobre el flujo de paquetes a la PCF responsable del control de políticas para respaldar la Calidad de servicio (QoS). Con base en la información, la PCF determina políticas sobre movilidad y administración de sesiones para que la AMF y la SMF funcionen correctamente. La AUSF admite la función de autenticación para el UE o similar y, por lo tanto, almacena datos para la autenticación del UE o similar, mientras que la UDM almacena datos de suscripción del UE. La Red de datos (DN), que no forma parte de la red central 5G, proporciona acceso a Internet o servicios de operador y similares.

[0064] Una NF puede implementarse como un elemento de red en un hardware dedicado, como una instancia de software que se ejecuta en un hardware dedicado o como una función virtualizada instanciada en una plataforma apropiada, por ejemplo, una infraestructura en la nube.

[0065] Existen varias opciones para transporte (g)PTP. Algunas realizaciones de la presente invención se refieren a dos variaciones. La Figura 5 ilustra una realización en la que (g)PTP se envía a través de Ethernet.

[0066] Cuando se transporta a través de Ethernet, el primer byte de (g)PTP ocupa el primer byte del campo de datos del cliente de la trama ETH. El campo de tipo ETH se establece en 0x88F7 e identifica el campo de datos del cliente como un mensaje (g)PTP.

[0067] La UPF/el UE puede usar 0x88F7 para detectar que es un mensaje (g)PTP. La información de tiempo se transfiere como carga útil y la TS de (g)PTP es manejada por un

traductor. En esta opción, la función de traductor/adaptador entre el puente de TSN y la UPF tendrá las funciones de soportar la marca de tiempo y el protocolo (g)PTP. El traductor/adaptador está sincronizado con el reloj 5G (reloj sólido). Esto se puede hacer a través de la red de transporte subyacente. El reloj 5G puede pasar de gNB a UPF y luego al traductor.

1. El mensaje PTP desde el puente TSN llega al Traductor, el traductor lo detecta para el mensaje (g)PTP de acuerdo con el método descrito en el presente documento. En algunas realizaciones, esto se conoce como el ingreso al dominio de reloj 5G.

2. Si la llegada de la trama/paquete se confirma como mensaje (g)PTP, el traductor lo marcará con la marca de tiempo del reloj 5G. Esto se puede llamar TS_translator_upf. En algunas realizaciones, cuando el gPTP llega a la UPF, incluye: Tiempo de TSN=a, valores de correctionfield de TSN (pero acumula diversas contribuciones a lo largo de la cadena) =b.

3. El traductor modifica el mensaje (g)PTP y también el encabezado de Ethernet.

a. Modifica el mensaje (g)PTP entrante original agregando TS_translator_upf en un campo "Sufijo". El cabezal de Ethernet realizará los cambios correspondientes, por ejemplo, el cambio de tamaño del paquete. Pero el tipo de Ethernet debe mantenerse como original para que indique que es un mensaje (g)PTP. En algunas realizaciones, después de TT en el lado UPF, el mensaje de gPTP incluye: Tiempo de TSN=a, valores de correctionfield de TSN (pero acumula varias contribuciones a lo largo de la cadena) =b, sufijo =c (TS_upf_translator).

- 5 b. El traductor (lado de UPF) que tiene función de soporte de (g)PTP, alternativamente, puede cambiar directamente el cuerpo de (g)PTP; por ejemplo, el campo de "corrección" (en el caso de un reloj de dos pasos, se encuentra en el mensaje de follow_up). En algunas realizaciones, después de TT en el lado de UPF, el mensaje de gPTP incluye: Tiempo de TSN=a, valores de correctionfield de TSN (pero acumula varias contribuciones a lo largo de la cadena) = $TS_upf_translator - b$.
- 10 4. El mensaje (g)PTP modificado llega entonces a la UPF, la UPF lo considera como una carga útil y la UPF lo transmite en el procedimiento 3GPP normal. Por ejemplo, la sesión de PDU de Ethernet es entre el UE y la UPF, la UPF directamente toma la trama de recepción del traductor y lo pone en la carga útil de GTP y establece el destino a gNB. Luego, la gNB desencapsula GTP y agrega un encabezado de Protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP) y transmite al UE. El UE elimina la pila 3GPP y obtiene la trama ETH original como salida del traductor (lado de UPF).
- 15 5. El traductor (lado del UE) puede detectar la carga útil de acuerdo con los métodos descritos en este documento.
6. El traductor soporta (g)PTP y decodifica el mensaje (g)PTP.
- 20 a. Cuando se utiliza el método de sufijo (g)PTP para transmitir la marca de tiempo del traductor, el traductor del lado del UE es específico de la implementación, puede leer tanto el cuerpo del mensaje de (g)PTP como el sufijo,
- b. En el caso alternativo, como en el paso 3b, el traductor está utilizando el método estándar (g)PTP para leer el mensaje (g)PTP, y el valor del campo de "corrección".

7. El traductor (lado del UE) hace la marca de tiempo con el reloj 5G, TS_translator_UE, y calcula la diferencia entre el TS_translator_UE y TS_translator_upf, que es un TS_delta.

5 8. El traductor (lado del UE) genera un nuevo mensaje (g)PTP hacia las estaciones finales, con cambios de (g)PTP correctionfield= TS_delta. En algunas realizaciones, esto se denomina salida del dominio de reloj 5G. En algunas realizaciones, de acuerdo con el método 3a, el NUEVO PTP en la salida del traductor del lado del UE incluye: tiempo de TSN =a, correctionfield =b+ TS_delta (tiempo de residencia 5G). En algunas realizaciones, de acuerdo con el método 3b, el NUEVO PTP en la salida del
10 traductor del lado del UE incluye: tiempo de TSN=a, correctionfield =TS_translator_ue – (TS_tran_upf – b).

[0068] La Figura 6 ilustra un ejemplo de del uso de un sufijo en el mensaje (g)PTP para transmitir la información de marca de tiempo. La función de traductor/adaptador puede
15 implementarse como una entidad independiente como muestra la Figura 7, o puede incluirse como parte de la UPF y el UE como se muestra en la Figura 8.

[0069] La Figura 7 ilustra una realización con un modelo de caja negra 5G. En algunas realizaciones, todo el sistema 5G se puede mantener intacto, por lo que habrá un impacto mínimo en los nodos del sistema 5G. La función de traductor/adaptador ubicada en el borde
20 del sistema 5G puede hacerse cargo de todas las funciones relacionadas 802.1AS. Por ejemplo, la compatibilidad con (g)PTP, la marca de tiempo y/o el Mejor algoritmo de reloj maestro (BMCA) se pueden implementar en el traductor. La función de traductor se puede implementar como parte de la UPF/el UE o como una entidad independiente.

[0070] La Figura 8 ilustra una realización en la que el sistema 5G actúa como un "relé
25 consciente del tiempo" compatible con TSN. En algunas realizaciones, es un tipo de implementación de "reloj de límite distribuido", o en un término de 802.1AS "retransmisión distribuida consciente del tiempo". En algunas realizaciones, o sólo los elementos de red en los bordes del sistema de 5G (por ejemplo, el UE de la izquierda y la Función de la red de

transporte (TP) de la UPF a la derecha) necesitan dar soporte a las operaciones IEEE 802.1AS. El reloj interno del sistema 5G mantendrá estos elementos de red sincronizados para que la marca de tiempo de los mensajes de eventos de gPTP se realice correctamente. En algunas realizaciones, el sistema 5G tiene que manejar correctamente el BMCA (en particular, manejar los mensajes de anuncio de gPTP) para configurar correctamente el estado de los puertos (g)PTP y seleccionar el Gran Maestro (GM). La ubicación de la función BMCA puede ser independiente de la implementación. Dada la operación específica descrita por IEEE 802.1AS, la operación real de tiempo consiste en el procesamiento del campo de corrección en el mensaje de sincronización (así como de la manipulación adecuada de las operaciones de retardo de igual a igual). El correcto funcionamiento se garantiza manteniendo el reloj del UE y el reloj de TP que soportan la UPF, sincronizados entre ellos (en este caso sincronizados con el reloj interno del sistema 5G).

[0071] En algunas realizaciones, la información de tiempo del dominio de trabajo de TSN (reloj externo) se envía a través de los UE a las respectivas estaciones finales. En algunas realizaciones, esta opción asume que el reloj interno del sistema 5G (reloj sólido) está disponible para todos los nodos en el sistema 5G, lo que permite que la UPF (y/o la función de TP) retransmita el reloj externo de TSN junto con la información de la marca de tiempo de TP (usando el reloj del sistema interno 5G) al UE. El reloj del sistema interno 5G se puede poner a disposición de la función TP en la UPF a través de la red de transporte subyacente entre gNB y UPF. El reloj interno del sistema 5G puede estar disponible para el UE con señalización de información de tiempo relacionada con la sincronización absoluta de tramas de radio (por ejemplo, usando los métodos basados en SIB/RRC descritos para LTE Versión 15). La información de tiempo (mensajes gPTP, incluyendo la información sobre la marca de tiempo del mensaje de sincronización entrante) se puede transmitir desde la UPF al UE como paquetes de datos (por ejemplo, carga útil). Como ejemplo, la UPF se puede configurar con reglas de reenvío específicas de paquetes para hacer eso. Para una sesión de PDU determinada para ese UE, una de las direcciones de destino podría ser específica para soportar la operación gPTP (nótese que, en algunas realizaciones, se asigna un Ethertype específico a mensajes (g)PTP y podría usarse para simplificar esta operación). En algunas

realizaciones, cuando la información de tiempo (por ejemplo, mensajes de "seguimiento" y "sincronización" del reloj de TSN) llega al UE, el UE ajusta el mensaje de "seguimiento" basándose en la diferencia entre la marca de tiempo de la UPF (TP) y del UE (en este caso se toma cuando el mensaje de sincronización se envía a la estación final). La marca de tiempo de UPF y UE se basa en el reloj del sistema interno 5G.

[0072] La Figura 8 ilustra un ejemplo de cómo el sistema 5G puede transmitir de forma transparente la sincronización del TSN al UE. Hay dos dominios de tiempo en la figura, el dominio de tiempo de 5G (relojes sólidos) y el dominio de tiempo de TSN (relojes con líneas discontinuas). El sistema 5G está modelado como un reloj transparente.

[0073] El sistema 5G tiene su propia referencia de reloj, por ejemplo, un Gran maestro (GM) de 5G, que sirve para las funciones relacionadas con la radio. Las gNBs se sincronizan con el GM de 5G. El reloj 5G puede estar disponible para UE con señalización de información de tiempo relacionada con la sincronización absoluta de tramas de radio. En algunas realizaciones, la función de red de transporte (TP) de la UPF puede sincronizarse con el reloj 5G a través de la red de transporte de capa inferior entre la gNB y la UPF usando (g)PTP. En algunas realizaciones, la función de red de transporte (TP) de la UPF realiza la marca de tiempo usando un reloj de 5G cuando el flujo de (g)PTP ingresa a la TP.

[0074] El puente de TSN y las estaciones finales pertenecen al mismo dominio de tiempo de trabajo de TSN. La estación de puente y final en el lado derecho del sistema 5G están sincronizados con GM de TSN. Para transferir la sincronización TSN desde el puente a la estación final en el lado izquierdo del sistema 5G, el sistema 5G en el ejemplo se modela como un reloj transparente como se define en IEEE 1588. En estas realizaciones, el puerto puente conectado a la UPF actúa como maestro, la estación final actúa como Reloj ordinario únicamente esclavo (SOOC) conectado al UE. En estas realizaciones, la UPF puede marcar el tiempo de los mensajes (g)PTP entrantes desde el puente de TSN y retransmitir el tiempo marcado junto con la información de tiempo de TSN al UE como parte de la transmisión de datos. En algunas realizaciones, el UE ajusta el mensaje de "seguimiento" de TSN con la diferencia entre la marca de tiempo de la UPF (TP) y el UE a la llegada de los relojes TSN.

[0075] Cabe señalar que IEEE 802.1AS no describe el uso de relojes de (g)PTP compatibles con el funcionamiento de un reloj transparente IEEE 1588. De hecho, en gPTP sólo hay dos tipos de sistemas sensibles al tiempo: estaciones finales sensibles al tiempo y relés sensibles al tiempo, mientras IEEE 1588 tiene relojes ordinarios, relojes de límite, 5 relojes transparentes de extremo a extremo, y relojes transparentes P2P. Una estación final sensible al tiempo corresponde a un reloj ordinario IEEE 1588, y un relé sensible al tiempo es un tipo de reloj de límite IEEE 1588.

[0076] En algunas realizaciones, otra forma de implementar el canal de sincronización transparente es igualando los retrasos en ambas direcciones del sistema 5G (por ejemplo, 10 enlace ascendente y enlace descendente). En la práctica, el sistema 5G emula el comportamiento de un enlace (g)PTP (directo).

[0077] En algunas realizaciones, también podría haber un nuevo Valor de tipo de mensaje GTP-U. Los paquetes (g)PTP se pueden incrustar dentro de las PDU de Ethernet utilizando un campo Tipo = 0x88F7 (PTP sobre Ethernet según IEEE 1588) y entregarse a la UPF. La 15 UPF normalmente se ocupa de la entrega de PDU de Ethernet que contienen la carga útil del plano de usuario (es decir, PDU de Ethernet específicas de UE) mientras que en este caso la UPF debe transmitir información de control no específica del dispositivo (es decir, información de reloj de trabajo transportada dentro de una PDU de Ethernet) a una gNB para su posterior distribución a los UE. Una posible solución puede ser la siguiente:

- 20 • Las PDU de ethernet que contienen mensajes de (g)PTP pueden ser enviados a través de la red 5G a la gNB de la misma manera que las PDU de Ethernet específicas de dispositivo final (es decir, mediante la interfaz S1-U) pero usando la dirección del Control de acceso al medio (MAC) de destino específica de la distribución del mensaje (g)PTP.
- 25 • Esta dirección MAC se utiliza para garantizar el soporte completo de un extremo a otro de (g)PTP, en lugar de la transmisión de paquetes a través de cualquier elemento de red que no admita (g)PTP. Esta dirección MAC es la dirección predeterminada para

G.8275.1 (perfil PTP para distribución de tiempo o fase) y un nodo con esta dirección MAC (por ejemplo, UPF) es un nodo que admite el procesamiento de paquetes (g)PTP.

- La UPF envía una PDU de Ethernet (con direcciones MAC que indican encapsulación de mensajes (g)PTP) dentro del contexto de una pila de protocolos que consta de (g)PTP/Ethernet/GTP-U/UDP/IP.

- La capa GTP-U termina en la gNB y, por lo tanto, requiere que la gNB realice una inspección del campo de tipo de mensaje GTP-U por operación heredada. Sin embargo, se puede introducir un nuevo valor de campo de tipo de mensaje que indique "PDU de Ethernet" (por ejemplo, los valores decimales 106-111 están disponibles para uso futuro - TS 29.060 de 3GPP) para permitir que la UPF indique al gNB que la carga útil de la PDU de GTP-U consta de la información del plano de control transportada dentro de una PDU de Ethernet.

- Al recibir una PDU de GTP-U con un campo de tipo de mensaje que indica "PDU de Ethernet", la gNB examina la dirección MAC de destino de la PDU de Ethernet transportada por esa PDU de GTP-U y determina que está configurada en 0x88F7 (es decir, se transmite un mensaje (g)PTP dentro de la PDU de Ethernet).

- La gNB puede entonces decidir si (a) usar un mensaje de difusión para transmitir la PDU de Ethernet y así minimizar la cantidad de ancho de banda necesaria para retransmitir la (g)PTP/PDU de Ethernet a través de la interfaz de radio o (b) enviar la PDU de Ethernet a todos los UE bajo su control que utilizan mensajes RRC dirigidos a UE individuales.

- Para el caso (b), los medios por los que un gNB puede determinar el conjunto de RNTI a utilizar para la distribución de PDU de Ethernet pueden verse como una función específica de implementación.

- Esta solución permite eliminar el uso de la capa IP dentro de la pila de protocolos utilizada entre la UPF y la gNB, así como eliminar la posible participación de la MME para enrutar la carga útil de (g)PTP/PDU de Ethernet (es decir, la MME es el plano de control orientado, pero esta solución propone un caso de excepción en el que la MME

se puede omitir para el caso de enrutar la información del reloj de trabajo de TSN a los UE a través de la gNB)

[0078] Las mismas realizaciones descritas en este documento puede aplicarse casos de uso de múltiples dominios. En algunas realizaciones, una red de automatización industrial consta de dos o más dominios de tiempo. Por lo tanto, la integración de 5G en la automatización industrial requiere que el sistema 5G pueda admitir diferentes dominios de tiempo para la sincronización. La Figura 9 ilustra un ejemplo de tres dominios de tiempo en una red de automatización industrial. En la parte (A) de la Figura 9, el primer dominio de tiempo es el "dominio de tiempo universal" que se utiliza para alinear operaciones y eventos cronológicamente en la fábrica. También hay dos dominios de reloj de trabajo que consta de una máquina o un conjunto de máquinas. Los diferentes dominios de reloj de trabajo pueden tener diferentes escalas de tiempo y precisión de sincronización.

[0079] Debido a la movilidad, diferentes dominios de reloj de trabajo pueden interactuar entre sí. La parte (B) de la Figura 9 ilustra una realización en la que los dominios del Reloj de trabajo se fusionan en uno. La parte (C) de la Figura 9 ilustra una realización en la que los miembros de los diferentes dominios del Reloj de trabajo interactúan mientras mantienen sus propias sincronizaciones de tiempo separadas.

[0080] En algunas realizaciones, un solo dominio de reloj es suficiente y el propio sistema 5G podría proporcionar uno adecuado (de hecho, normalmente tiene que funcionar sincrónico con un estándar reconocido internacionalmente como el GPS).

[0081] En algunas realizaciones, el UE sólo recibe información de tiempo de 5G mediante la gNB, y actúa como el reloj maestro para las estaciones finales de TSN. En algunas realizaciones, los puentes de TSN y las estaciones finales también reciben información de tiempo del GM de 5G a través de la UPF y la red de transporte por debajo de la capa. Por lo tanto, todos los dominios conectados están bloqueados con el reloj de 5GS (la misma hora universal; todos los dominios de reloj de trabajo sincronizados con la hora universal).

[0082] En este caso, cada interfaz del sistema 5G es vista por las redes TSN conectadas y por las estaciones finales, como GM independientes, cada una de ellas operando en

dominios gPTP independientes, pero proporcionando el mismo tiempo a todas las redes conectadas. Por ejemplo, el reloj de 5G en la función de transporte (TP) de la UPF está actuando como GM de TSN y proporciona la referencia GM a la TSN trabajo Domain s 1 y 2. El reloj 5G en los UE actúa como GM de TSN para las estaciones finales que pertenecen a los Dominios de trabajo de TSN 1 y 2 respectivamente. La Figura 10 ilustra una realización con dos relojes externos, según algunas realizaciones de la presente divulgación.

[0083] La Figura 11 ilustra una realización con dos relojes externos (ilustrado como un reloj con líneas discontinuas similar a las figuras anteriores y un reloj con rayas más pequeñas). Los mensajes asociados con el primer reloj externo y el segundo reloj externo pueden diferenciarse por el atributo (g)PTP domainNumber. El traductor de UE manejará ambas instancias de (g)PTP; una se ocupa del primer dominio de reloj externo, una se ocupa del segundo dominio de reloj externo. Aunque solo se muestran dos relojes externos por simplicidad, esta descripción no se limita a los mismos. En algunas realizaciones, las estaciones finales seleccionan mensajes (g)PTP basándose en domainNumber.

[0084] Una opción alternativa puede ser una implementación con el modelo de caja negra 5G como se describe anteriormente. En una implementación de este tipo, todo el sistema 5G se puede mantener intacto, por lo que tendrá un impacto mínimo en los nodos del sistema 5G. La función de traductor/adaptador ubicada en el borde del sistema 5G puede encargarse de todas las funciones relacionadas con 802.1AS. Por ejemplo, el soporte (g)PTP, marca de tiempo, se puede implementar en el traductor. La función de traductor se puede implementar como parte de la UPF/UE o como una entidad independiente.

[0085] La Figura 12 ilustra un ejemplo en el que una Estación final A está comunicando sincronización de tiempo a una Estación final B, las cuales están en un dominio de tiempo de TSN. En esta realización, el sistema 5G contribuye a este requisito de sincronización de extremo a extremo (E2E) operando como entrada y salida. Como se muestra en la Figura 12, en esta realización, el UE actúa como la entrada al sistema 5G mientras que el 5GC actúa como la salida del sistema 5G. Cualquiera de las realizaciones discutidas anteriormente podría usarse para comunicar esta vez información relacionada.

[0086] La Figura 13 es un diagrama de bloques esquemático de un nodo traductor 1300 según algunas realizaciones de la presente divulgación. El nodo traductor 1300 puede ser, por ejemplo, una estación base 202 o 206. Como se ilustra, el nodo traductor 1300 incluye un sistema de control 1302 que incluye uno o más procesadores 1304 (por ejemplo, unidades de procesamiento central (CPU), Circuitos integrados de aplicación específica (ASIC), matrices de puertas programables en campo (FPGA) y/o similares), memoria 1306 y una interfaz de red 1308. El uno o más procesadores 1304 también se denominan en este documento circuitos procesamiento. Además, el nodo traductor 1300 incluye una o más unidades de radio 1310 que cada uno incluye uno o más transmisores 1312 y uno o más receptores 1314 acoplados a una o más antenas 1316. Las unidades de radio 1310 pueden denominarse o formar parte de los circuitos de la interfaz de radio. En algunas realizaciones, la(s) unidad(es) de radio 1310 es/son externa(s) al sistema de control 1302 y está(n) conectada(s) al sistema de control 1302 mediante, por ejemplo, una conexión por cable (por ejemplo, un cable óptico). Sin embargo, en algunas otras realizaciones, la(s) unidad(es) de radio 1310 y potencialmente la(s) antena(s) 1316 están integradas junto con el sistema de control 1302. El uno o más procesadores 1304 operan para proporcionar una o más funciones de un nodo traductor 1300 como se describe en el presente documento. En algunas realizaciones, la función o funciones se implementan en software que se almacena, por ejemplo, en la memoria 1306 y se ejecuta por uno o más procesadores 1304.

[0087] La Figura 14 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una realización virtualizada del nodo traductor 1300 según algunas realizaciones de la presente divulgación. Esta discusión es igualmente aplicable a otros tipos de nodos de red. Además, otros tipos de nodos de red pueden tener arquitecturas virtualizadas similares.

[0088] Tal como se usa en este documento, un nodo de acceso por radio "virtualizado" es una implementación del nodo traductor 1300 en el que al menos una parte de la funcionalidad del nodo traductor 1300 se implementa como un componente virtual (por ejemplo, a través de una máquina virtual que se ejecuta en un nodo de procesamiento físico en una red). Como se ilustra, en este ejemplo, el nodo traductor 1300 incluye el sistema de

control 1302 que incluye uno o más procesadores 1304 (por ejemplo, CPU, ASIC, FPGA y/o similares), la memoria 1306 y la interfaz de red 1308 y una o más unidades de radio 1310 que cada una incluye uno o más transmisores 1312 y uno o más receptores 1314 acoplados a una o más antenas 1316, como se describe anteriormente. El sistema de control 1302 está
5 conectado a la(s) unidad(es) de radio 1310 mediante, por ejemplo, un cable óptico o similar. El sistema de control 1302 está conectado a uno o más nodos de procesamiento 1400 acoplados o incluidos como parte de una(s) red(es) 1402 a través de la interfaz de red 1308. Cada nodo de procesamiento 1400 incluye uno o más procesadores 1404 (p. Ej, CPU, ASIC, FPGA y/o similares), la memoria 1406 y una interfaz de red 1408.

10 **[0089]** En este ejemplo, las funciones 1410 del nodo traductor 1300 descrito en este documento se implementan en uno o más nodos de procesamiento 1400 o se distribuyen a través del sistema de control 1302 y el uno o más nodos de procesamiento 1400 de cualquier manera deseada. En algunas realizaciones particulares, algunas o todas las funciones 1410 del nodo traductor 1300 descritas en este documento se implementan como componentes
15 virtuales ejecutados por una o más máquinas virtuales implementadas en un entorno virtual alojado por el nodo de procesamiento 1400. Como apreciará un experto en la técnica, se usa señalización o comunicación adicional entre el nodo o los nodos de procesamiento 1400 y el sistema de control 1302 para llevar a cabo al menos algunas de las funciones deseadas 1410. En particular, en algunas realizaciones, el sistema de control 1302 puede no estar incluido,
20 en cuyo caso la(s) unidad(es) de radio 1310 se comunican directamente con el (los) nodo(s) de procesamiento 1400 a través de una interfaz de red apropiada.

[0090] En algunas realizaciones, se proporciona un programa de computador que incluye instrucciones que, cuando se ejecutan por al menos un procesador, hace que el al menos un procesador lleve a cabo la funcionalidad del nodo traductor 1300 o un nodo (por ejemplo,
25 un nodo de procesamiento 1400) que implementa una o más de las funciones 1410 del nodo traductor 1300 en un entorno virtual de acuerdo con cualquiera de las realizaciones descritas en el presente documento. En algunas realizaciones, se proporciona una portadora que comprende el producto de programa computador mencionado anteriormente. La portadora

es una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por computador (por ejemplo, un medio legible por computador no transitorio como la memoria).

[0091] La Figura 15 es un diagrama de bloques esquemático del nodo traductor 1300 según algunas realizaciones de la presente divulgación. El nodo traductor 1300 incluye uno o más módulos 1500, cada uno de los cuales está implementado en software. El (los) módulo(s) 1500 proporcionan la funcionalidad del nodo traductor 1300 descrito en el presente documento. Esta discusión es igualmente aplicable al nodo de procesamiento 1400 de la Figura 14 donde los módulos 1500 pueden implementarse en uno de los nodos de procesamiento 1400 o distribuirse a través de múltiples nodos de procesamiento 1400 y/o distribuirse a través de los nodos de procesamiento 1400 y el sistema de control 1302.

[0092] La Figura 16 es un diagrama de bloques esquemático de un UE 1600 según algunas realizaciones de la presente divulgación. Tal como se ilustró, el UE 1600 incluye uno o más procesadores 1602 (por ejemplo, CPU, ASIC, FPGA y/o similares), la memoria 1604 y uno o más transceptores 1606, cada uno de los cuales incluye uno o más transmisores 1608 y uno o más receptores 1610 acoplados a una o más antenas 1612. El (los) transceptor(es) 1606 incluyen circuitos frontales de radio conectados a la(s) antena(s) 1612 que están configurados para acondicionar señales comunicadas entre la(s) antena(s) 1612 y el procesador o procesadores 1602, como apreciarán los expertos en la técnica. Los procesadores 1602 también se denominan aquí circuitos de procesamiento. Los transceptores 1606 también se denominan aquí circuitos de radio. En algunas realizaciones, la funcionalidad del UE 1600 descrita anteriormente puede implementarse total o parcialmente en software que, por ejemplo, se almacena en la memoria 1604 y se ejecuta por el procesador o los procesadores 1602. Nótese que el UE 1600 puede incluir componentes adicionales no ilustrados en la Figura 16 como, por ejemplo, uno o más componentes de la interfaz de usuario (por ejemplo, una interfaz de entrada/salida que incluye una pantalla, botones, una pantalla táctil, un micrófono, altavoces y/o similares y/o cualquier otro componente para permitir la entrada de información en el UE 1600 y/o permitir

la salida de información desde el UE 1600), una fuente de alimentación (por ejemplo, una batería y los circuitos de alimentación asociados), etc.

[0093] En algunas realizaciones, se proporciona un programa computador que incluye instrucciones que, cuando se ejecutan por al menos un procesador, hacen que el al menos un procesador lleve a cabo la funcionalidad del UE 1600 según cualquiera de las realizaciones descritas en este documento. En algunas realizaciones, se proporciona una portadora que comprende el producto de programa computador mencionado anteriormente. La portadora es una señal electrónica, una señal óptica, una señal de radio o un medio de almacenamiento legible por computador (por ejemplo, un medio legible por computador no transitorio como la memoria).

[0094] La Figura 17 es un diagrama de bloques esquemático del UE 1600 según algunas realizaciones de la presente divulgación. El UE 1600 incluye uno o más módulos 1700, cada uno de los cuales está implementado en software. El (los) módulo(s) 1700 proporcionan la funcionalidad del UE 1600 descrito en este documento.

[0095] Con referencia a la Figura 18, de acuerdo con una realización, un sistema de comunicación incluye una red de telecomunicaciones 1800, como una red celular de tipo 3GPP, que comprende una red de acceso 1802, como una RAN, y un núcleo red 1804. La red de acceso 1802 comprende una pluralidad de estaciones base 1806A, 1806B, 1806C, como NB, eNB, gNB u otros tipos de puntos de acceso (AP) inalámbricos, cada uno de las cuales define un área de cobertura correspondiente 1808A, 1808B, 1808C. Cada estación base 1806A, 1806B, 1806C se puede conectar a la red central 1804 a través de una conexión cableada o inalámbrica 1810. Un primer UE 1812 ubicado en el área de cobertura 1808C está configurado para conectarse de forma inalámbrica la correspondiente estación base 1806C o ser buscado por ésta. Un segundo UE 1814 en el área de cobertura 1808A se puede conectar de forma inalámbrica a la correspondiente estación base 1806A. Aunque en este ejemplo se ilustra una pluralidad de UE 1812, 1814, las realizaciones descritas son igualmente aplicables a una situación en la que un único UE está en el área de cobertura o donde un único UE se conecta a la correspondiente estación base 1806.

[0096] La red de telecomunicaciones 1800 está conectada a un computador anfitrión 1816, que puede estar incorporado en el hardware y/o software de un servidor independiente, un servidor implementado en la nube, un servidor distribuido o como recursos de procesamiento en un granja de servidores. El computador anfitrión 1816 puede estar bajo la propiedad o el control de un proveedor de servicios, o puede ser operado por el proveedor de servicios o en nombre del proveedor de servicios. Las conexiones 1818 y 1820 entre la red de telecomunicaciones 1800 y el computador anfitrión 1816 pueden extenderse directamente desde la red central 1804 al computador anfitrión 1816 o pueden ir a través de una red intermedia opcional 1822. La red intermedia 1822 puede ser una de, o una combinación de más de una de, una red pública, privada o alojada; la red intermedia 1822, si la hay, puede ser una red troncal o Internet; en particular, la red intermedia 1822 puede comprender dos o más subredes (no mostradas).

[0097] El sistema de comunicación de la Figura 18 en su conjunto permite la conectividad entre los UE conectados 1812, 1814 y el computador anfitrión 1816. La conectividad puede describirse como una conexión Over-the-Top (OTT) 1824. El el computador anfitrión 1816 y los UE conectados 1812, 1814 están configurados para comunicar datos y/o señalización a través de la conexión OTT 1824, utilizando la red de acceso 1802, la red central 1804, cualquier red intermedia 1822, y posible infraestructura adicional (no mostrada) como intermediarios. La conexión OTT 1824 puede ser transparente en el sentido de que los dispositivos de comunicación participantes a través de los cuales pasa la conexión OTT 1824 desconocen el enrutamiento de las comunicaciones de enlace ascendente y descendente. Por ejemplo, la estación base 1806 puede no ser o no necesitar ser informada sobre el enrutamiento pasado de una comunicación de enlace descendente entrante con datos que se originan en el computador anfitrión 1816 para ser reenviados (por ejemplo, entregados) a un UE 1812 conectado. De manera similar, la estación base 1806 no necesita ser consciente del futuro enrutamiento de una comunicación de enlace ascendente saliente que se origina desde el UE 1812 hacia el computador anfitrión 1816.

[0098] Las implementaciones de ejemplo, de acuerdo con una realización, del UE, la estación base y el computador anfitrión discutidos en los párrafos anteriores se describirán ahora con referencia a la Figura 19. En un sistema de comunicación 1900, un computador anfitrión 1902 comprende hardware 1904 que incluye una interfaz de comunicación 1906 configurada para establecer y mantener una conexión por cable o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación 1900. El computador anfitrión 1902 comprende además circuitos de procesamiento 1908, que pueden tener capacidades de almacenamiento y/o procesamiento. En particular, los circuitos de procesamiento 1908 pueden comprender uno o más procesadores programables, ASIC, FPGA o combinaciones de estos (no mostrados) adaptados para ejecutar instrucciones. El computador anfitrión 1902 comprende además el software 1910, que está almacenado en o es accesible por el computador anfitrión 1902 y ejecutable por los circuitos de procesamiento 1908. El software 1910 incluye una aplicación anfitriona 1912. La aplicación anfitriona 1912 puede ser operable para proporcionar un servicio a un usuario remoto, tal como un UE 1914 que se conecta a través de una conexión OTT 1916 que termina en el UE 1914 y el computador anfitrión 1902. Al proporcionar el servicio al usuario remoto, la aplicación anfitriona 1912 puede proporcionar datos de usuario que se transmiten utilizando la conexión OTT 1916.

[0099] El sistema de comunicación 1900 incluye además una estación base 1918 proporcionada en un sistema de telecomunicaciones y que comprende hardware 1920 que le permite comunicarse con el computador anfitrión 1902 y con el UE 1914. El hardware 1920 puede incluir una interfaz de comunicación 1922 para establecer y mantener una conexión por cable o inalámbrica con una interfaz de un dispositivo de comunicación diferente del sistema de comunicación 1900, así como una interfaz de radio 1924 para establecer y mantener al menos una conexión inalámbrica 1926 con el UE 1914 ubicado en un área de cobertura (no mostrada en la Figura 19) servida por la estación base 1918. La interfaz de comunicación 1922 puede configurarse para facilitar una conexión 1928 a el computador anfitrión 1902. La conexión 1928 puede ser directa o puede pasar a través de

una red central (no mostrada en la Figura 19) del sistema de telecomunicaciones y/o a través de una o más redes intermedias fuera del sistema de telecomunicaciones. En la realización mostrada, el hardware 1920 de la estación base 1918 incluye además circuitos de procesamiento 1930, que pueden comprender uno o más procesadores programables, ASIC, FPGA o combinaciones de estos (no mostrados) adaptados para ejecutar instrucciones. La estación base 1918 tiene además un software 1932 almacenado internamente o accesible a través de una conexión externa.

[0100] El sistema de comunicación 1900 incluye además el UE 1914 ya mencionado. El hardware 1914 del UE 1934 puede incluir una interfaz de radio 1936 configurada para establecer y mantener una conexión inalámbrica 1926 con una estación base que sirve a un área de cobertura en la que el UE 1914 está ubicado actualmente. El hardware 1934 del UE 1914 incluye además circuitos de procesamiento 1938, que pueden comprender uno o más procesadores programables, ASIC, FPGA o combinaciones de estos (no mostrados) adaptados para ejecutar instrucciones. El UE 1914 comprende además software 1940, que está almacenado o accesible por el UE 1914 y ejecutable por los circuitos de procesamiento 1938. El software 1940 incluye una aplicación cliente 1942. La aplicación cliente 1942 puede ser operable para proporcionar un servicio a un usuario humano o no humano a través del UE 1914, con el apoyo del computador anfitrión 1902. En el computador anfitrión 1902, la aplicación anfitriona en ejecución 1912 puede comunicarse con la aplicación cliente en ejecución 1942 a través de la conexión OTT 1916 que termina en el UE 1914 y el computador anfitrión 1902. Al proporcionar el servicio al usuario, la aplicación cliente 1942 puede recibir datos de solicitud de la aplicación anfitriona 1912 y proporcionar datos de usuario en respuesta a los datos de solicitud. La conexión OTT 1916 puede transferir tanto los datos de solicitud como los datos de usuario. La aplicación cliente 1942 puede interactuar con el usuario para generar los datos de usuario que proporciona.

[0101] Debe observarse que el computador anfitrión 1902, la estación base 1918 y el UE 1914 ilustrados en la Figura 19 pueden ser similares o idénticos al computador anfitrión 1816, una de las estaciones base 1806A, 1806B, 1806C, y uno de los UE 1812, 1814 de la Figura

18, respectivamente. Es decir, el funcionamiento interno de estas entidades puede ser como se muestra en la Figura 19 e independientemente, la topología de la red circundante puede ser la de la Figura 18.

5 **[0102]** En la Figura 19, la conexión OTT 1916 se ha dibujado en abstracto para ilustrar la comunicación entre el computador anfitrión 1902 y el UE 1914 a través de la estación base 1918 sin referencia explícita a cualesquiera dispositivos intermediarios y el enrutamiento preciso de mensajes a través de estos dispositivos. La infraestructura de red puede determinar el enrutamiento, que puede configurarse para ocultarse del UE 1914 o del proveedor de servicios que opera el computador anfitrión 1902, o ambos. Mientras la
10 conexión OTT 1916 está activa, la infraestructura de red puede además tomar decisiones mediante las cuales cambia dinámicamente el enrutamiento (por ejemplo, sobre la base de la consideración del equilibrio de carga o la reconfiguración de la red).

[0103] La conexión inalámbrica 1926 entre el UE 1914 y la estación base 1918 es de acuerdo con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta descripción. Una
15 o más de las diversas realizaciones mejoran el rendimiento de los servicios OTT proporcionados al UE 1914 utilizando la conexión OTT 1916, en la que la conexión inalámbrica 1926 forma el último segmento. Más precisamente, las enseñanzas de estas realizaciones pueden mejorar, por ejemplo, la velocidad de datos, la latencia, el consumo de energía, etc. y, por lo tanto, proporcionar beneficios tales como, por ejemplo, reducción del
20 tiempo de espera del usuario, restricción relajada del tamaño del archivo, mejor capacidad de respuesta, mayor duración de la batería, etc.

[0104] Puede proporcionarse un procedimiento de medición con el fin de supervisar la velocidad de datos, la latencia y otros factores que mejoran las una o más realizaciones. Puede haber además una funcionalidad de red opcional para reconfigurar la conexión OTT
25 1916 entre el computador anfitrión 1902 y el UE 1914, en respuesta a variaciones en los resultados de la medición. El procedimiento de medición y/o la funcionalidad de red para reconfigurar la conexión OTT 1916 puede implementarse en el software 1910 y el hardware 1904 del computador anfitrión 1902 o en el software 1940 y el hardware 1934 del UE 1914,

o ambos. En algunas realizaciones, los sensores (no mostrados) pueden desplegarse en o estar en asociación con dispositivos de comunicación a través de los cuales pasa la conexión OTT 1916; los sensores pueden participar en el procedimiento de medición suministrando valores de las cantidades supervisadas ejemplificadas anteriormente, o suministrando valores de otras cantidades físicas a partir de las cuales el software 1910, 1940 puede calcular o estimar las cantidades supervisadas. La reconfiguración de la conexión OTT 1916 puede incluir formato de mensaje, ajustes de retransmisión, enrutamiento preferido, etc.; la reconfiguración no necesita afectar a la estación base 1918, y puede ser desconocida o imperceptible para la estación base 1918. Tales procedimientos y funcionalidades pueden ser conocidos y practicados en la técnica. En determinadas realizaciones, las mediciones pueden implicar la señalización de UE patentada que facilita las mediciones de rendimiento, tiempos de propagación, latencia y similares del computador anfitrión 1902. Las medidas pueden implementarse porque el software 1910 y 1940 hace que se transmitan mensajes, en particular mensajes vacíos o 'ficticios', utilizando la conexión OTT 1916 mientras monitorea los tiempos de propagación, errores, etc.

[0105] La Figura 20 es un diagrama de flujo que ilustra un método implementado en un sistema de comunicación, de acuerdo con una realización. El sistema de comunicación incluye un computador anfitrión, una estación base y un UE que pueden ser los descritos con referencia a las Figuras 18 y 19. Para simplificar la presente divulgación, en esta sección solo se incluirán las referencias a las gráficas de la Figura 20. En el paso 2000, el computador anfitrión proporciona datos de usuario. En el subpaso 2002 (que puede ser opcional) del paso 2000, el computador anfitrión proporciona los datos del usuario ejecutando una aplicación anfitriona. En el paso 2004, el computador anfitrión inicia una transmisión que lleva los datos del usuario al UE. En el paso 2006 (que puede ser opcional), la estación base transmite al UE los datos de usuario que se transmitieron en la transmisión que inició el computador anfitrión, de acuerdo con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta descripción. En el paso 2008 (que también puede ser opcional), el UE ejecuta una aplicación cliente asociada con la aplicación anfitriona ejecutada por el computador anfitrión.

[0106] La Figura 21 es un diagrama de flujo que ilustra un método implementado en un sistema de comunicación, de acuerdo con una realización. El sistema de comunicación incluye un computador anfitrión, una estación base y un UE que pueden ser los descritos con referencia a las Figuras 18 y 19. Para simplificar la presente divulgación, en esta sección solo se incluirán las referencias a las gráficas de la Figura 21. En el paso 2100 del método, el computador anfitrión proporciona datos de usuario. En un subpaso opcional (no mostrado), el computador anfitrión proporciona los datos de usuario mediante la ejecución de una aplicación anfitriona. En el paso 2102, el computador anfitrión inicia una transmisión que lleva los datos del usuario al UE. La transmisión puede pasar a través de la estación base, de acuerdo con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta descripción. En el paso 2104 (que puede ser opcional), el UE recibe los datos de usuario transportados en la transmisión.

[0107] La Figura 22 es un diagrama de flujo que ilustra un método implementado en un sistema de comunicación, de acuerdo con una realización. El sistema de comunicación incluye un computador anfitrión, una estación base y un UE que pueden ser los descritos con referencia a las Figuras 18 y 19. Para simplificar la presente divulgación, en esta sección solo se incluirán las referencias a las gráficas de la Figura 22. En el paso 2200 (que puede ser opcional), el UE recibe datos de entrada proporcionados por el computador anfitrión. Adicional o alternativamente, en el paso 2202, el UE proporciona datos de usuario. En el subpaso 2204 (que puede ser opcional) del paso 2200, el UE proporciona los datos del usuario ejecutando una aplicación cliente. En el subpaso 2206 (que puede ser opcional) del paso 2202, el UE ejecuta una aplicación cliente que proporciona los datos del usuario en reacción a los datos de entrada recibidos proporcionados por el computador anfitrión. Al proporcionar los datos de usuario, la aplicación de cliente ejecutada puede considerar además la entrada de usuario recibida del usuario. Independientemente de la manera específica en la que se proporcionaron los datos del usuario, el UE inicia, en el subpaso 2208 (que puede ser opcional), la transmisión de los datos del usuario al computador anfitrión. En el paso 2210 del método, el computador anfitrión recibe los datos de usuario transmitidos

desde el UE, de acuerdo con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta descripción.

[0108] La Figura 23 es un diagrama de flujo que ilustra un método implementado en un sistema de comunicación, de acuerdo con una realización. El sistema de comunicación incluye un computador anfitrión, una estación base, y un UE que pueden ser los descritos con referencia a las Figuras 18 y 19. Para simplificar la presente divulgación, en esta sección solo se incluirán las referencias a las gráficas de la Figura 23. En el paso 2300 (que puede ser opcional), de acuerdo con las enseñanzas de las realizaciones descritas a lo largo de esta descripción, la estación base recibe datos de usuario del UE. En el paso 2302 (que puede ser opcional), la estación base inicia la transmisión de los datos de usuario recibidos al computador anfitrión. En el paso 2304 (que puede ser opcional), el computador anfitrión recibe los datos de usuario transportados en la transmisión iniciada por la estación base.

[0109] Cualquier paso, método, característica, función o beneficio apropiado descrito en este documento puede realizarse a través de una o más unidades funcionales o módulos de uno o más aparatos virtuales. Cada aparato virtual puede comprender varias de estas unidades funcionales. Estas unidades funcionales pueden implementarse mediante circuitos de procesamiento, que pueden incluir uno o más microprocesadores o microcontroladores, así como otro hardware digital, que puede incluir Procesadores de señales digitales (DSP), lógica digital de propósito especial y similares. Los circuitos de procesamiento pueden configurarse para ejecutar el código de programa almacenado en la memoria, que puede incluir uno o varios tipos de memoria, como memoria de solo lectura (ROM), memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria caché, dispositivos de memoria flash, dispositivos de almacenamiento óptico, etc. El código de programa almacenado en la memoria incluye instrucciones de programa para ejecutar uno o más protocolos de telecomunicaciones y/o comunicaciones de datos, así como instrucciones para llevar a cabo una o más de las técnicas descritas en este documento. En algunas implementaciones, los circuitos de procesamiento pueden usarse para hacer que la unidad funcional respectiva realice las funciones correspondientes de acuerdo con una o más realizaciones de la presente divulgación.

[0110] Si bien los procesos en las figuras pueden mostrar un orden particular de operaciones realizadas por ciertas realizaciones de la presente divulgación, debe entenderse que dicho orden es ejemplar (por ejemplo, realizaciones alternativas pueden realizar las operaciones en un orden diferente, combinar ciertas operaciones, superponer determinadas operaciones, etc.).

Realizaciones del Grupo A

1. Un método realizado por un dispositivo inalámbrico para transmitir información en el dominio del tiempo externo, comprendiendo el método:

- recibir un mensaje en un primer dominio usado por el dispositivo inalámbrico, comprendiendo el mensaje información en el dominio del tiempo externo;
- determinar información sobre un segundo dominio del tiempo en base a la información en el dominio del tiempo externo; y
- transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo a otro nodo.

2. El método de cualquiera de las realizaciones previas en donde el primer dominio del tiempo es un dominio de tiempo 5G.

3. El método de cualquiera de las realizaciones previas en donde el segundo dominio del tiempo es un dominio del tiempo de Red sensible al tiempo, TSN.

4. El método de cualquiera de las realizaciones previas en donde transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo a otro nodo comprende transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo a una estación final en el dominio del tiempo de TSN.

5. El método de cualquiera de las realizaciones previas en donde el mensaje comprende una carga útil de Protocolo de túnel de GPRS, GTP.

6. El método de cualquiera de las realizaciones previas en donde transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo a otro nodo comprende transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo a un nodo traductor/adaptador que puede interactuar entre el primer dominio del tiempo y el segundo dominio del tiempo.

5

7. El método de cualquiera de las realizaciones previas comprendiendo además: determinar que el mensaje recibido incluye información en el dominio del tiempo externo inspeccionando un campo en el mensaje recibido.

10 8. El método de la realización previa en donde inspeccionar un campo en el mensaje recibido comprende inspeccionar un campo EtherType en el mensaje recibido.

9. El método de cualquiera de las realizaciones previas comprendiendo además: recibir un mensaje en el primer dominio del tiempo usado por el dispositivo inalámbrico,
15 comprendiendo el mensaje información en el dominio del tiempo externo para al menos un tercer dominio del tiempo.

10. El método de cualquiera de las realizaciones previas, comprendiendo además:
– proporcionar datos de usuario; y
20 – reenviar los datos del usuario a un computador anfitrión mediante la transmisión a la estación base.

Realizaciones del Grupo B

11. Un método realizado por un nodo para transmitir información en el dominio del tiempo
25 externo, comprendiendo el método:
– recibir un mensaje en un segundo dominio del tiempo basándose en la información en el dominio del tiempo externo;

- determinar información en el dominio del tiempo externo sobre el segundo dominio del tiempo; y
- transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo a otro nodo en un primer dominio usado por el nodo, comprendiendo el mensaje la información en el dominio del tiempo externo.

5

12. El método de cualquiera de las realizaciones previas en donde el primer dominio del tiempo es un dominio de tiempo 5G.

10 13. El método de cualquiera de las realizaciones previas en donde el segundo dominio del tiempo es un dominio del tiempo de Red sensible al tiempo, TSN.

14. El método de cualquiera de las realizaciones previas en donde transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo a otro nodo comprende transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo a un dispositivo inalámbrico en el primer dominio del tiempo para, quizás, proporcionar a una estación final en el dominio del tiempo de TSN.

15

15. El método de cualquiera de las realizaciones previas en donde transmitir información sobre el segundo dominio del tiempo al otro nodo comprende transmitir una carga útil de Protocolo de túnel de GPRS, GTP.

20

16. El método de cualquiera de las realizaciones previas en donde recibir un mensaje en un segundo dominio del tiempo basándose en la información en el dominio del tiempo externo comprende recibir información sobre el segundo dominio del tiempo desde un nodo traductor/adaptador que puede interactuar entre el primer dominio del tiempo y el segundo dominio del tiempo.

25

17. El método de cualquiera de las realizaciones previas comprendiendo además: indicar que la información transmitida incluye información en el dominio del tiempo externo estableciendo un campo en la información transmitida.
- 5 18. El método de la realización previa en donde establecer un campo en la información transmitida comprende establecer un campo EtherType en la información transmitida.
19. El método de cualquiera de las realizaciones previas comprendiendo además: recibir un mensaje en el segundo dominio del tiempo basándose en información en el dominio del tiempo externo para al menos un tercer dominio del tiempo.
- 10 20. El método de cualquiera de las realizaciones previas, comprendiendo además:
- obtener datos de usuario; y
 - reenviar los datos del usuario a un computador anfitrión o un dispositivo
- 15 inalámbrico.

Realizaciones del Grupo C

21. Un dispositivo inalámbrico para transmitir información en el dominio del tiempo externo, comprendiendo el dispositivo inalámbrico:
- 20
- circuitos de procesamiento configurados para realizar cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo A; y
 - circuitos de suministro de energía configurados para suministrar energía al dispositivo inalámbrico.
- 25 22. Un nodo para transmitir información en el dominio del tiempo externo, comprendiendo el nodo:
- circuitos de procesamiento configurados para realizar cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo B; y

- circuitos de suministro de energía configurados para suministrar energía al nodo.

23. Un Equipo de usuario, UE, para transmitir información en el dominio del tiempo externo, comprendiendo el UE:

- 5 – una antena configurada para enviar y recibir señales inalámbricas;
 - circuitos frontales de radio conectados a la antena y a los circuitos de procesamiento, y configurados para acondicionar las señales comunicadas entre la antena y los circuitos de procesamiento;
 - los circuitos de procesamiento estando configurados para realizar cualquiera de
 - 10 los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo A;
 - una interfaz de entrada conectada a los circuitos de procesamiento y configurada para permitir la entrada de información en el UE para ser procesada por los circuitos de procesamiento;
 - una interfaz de salida conectada a los circuitos de procesamiento y configurada
 - 15 para dar como resultado información desde el UE que ha sido procesada por los circuitos de procesamiento; y
 - una batería conectada a los circuitos de procesamiento y configurada para suministrar energía al UE.
- 20 24. Un sistema de comunicación que incluye un computador anfitrión que comprende:
- circuitos de procesamiento configurados para proporcionar datos de usuario; y
 - una interfaz de comunicación configurada para reenviar los datos del usuario a una red celular para su transmisión a un Equipo de usuario, UE;
 - en donde la red celular comprende un nodo que tiene una interfaz de radio y
 - 25 circuitos de procesamiento, los circuitos de procesamiento del nodo estando configurados para realizar cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo B.

25. El sistema de comunicación de la realización previa incluye además el nodo.

26. El sistema de comunicación de las 2 realizaciones previas, incluye además el UE, en donde el UE está configurado para comunicarse con el nodo.

5

27. El sistema de comunicación de las 3 realizaciones previas, en donde:

- los circuitos de procesamiento del computador anfitrión están configurados para ejecutar una aplicación anfitriona, proporcionando así los datos de usuario; y
- el UE comprende circuitos de procesamiento configurados para ejecutar una aplicación cliente asociada con la aplicación anfitriona.

10

28. Un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un computador anfitrión, un nodo, y un Equipo de usuario, UE, comprendiendo el método:

- en el computador anfitrión, proporcionar datos de usuario; y
- en el computador anfitrión, iniciar una transmisión que lleva los datos de usuario al UE a través de una red celular que comprende el nodo, en donde el nodo realiza cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo B.

15

29. El método de la realización previa, comprendiendo además, en el nodo, transmitir los datos de usuario.

20

30. El método de las 2 realizaciones previas, en donde los datos de usuario se proporcionan en el computador anfitrión ejecutando una aplicación anfitriona, el método comprendiendo además, en el UE, ejecutar una aplicación cliente asociada con la aplicación anfitriona.

25

31. Un Equipo de usuario, UE, configurado para comunicarse con un nodo, comprendiendo el UE una interfaz de radio y circuitos de procesamiento configurados para realizar el método de las 3 realizaciones previas.

- 5 32. Un sistema de comunicación que incluye un computador anfitrión que comprende:
- circuitos de procesamiento configurados para proporcionar datos de usuario; y
 - una interfaz de comunicación configurada para reenviar datos de usuario a una red celular para su transmisión a un Equipo de usuario, UE;
 - en donde el UE comprende una interfaz de radio y circuitos de procesamiento, los
- 10 componentes del UE estando configurados para realizar cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo A.

33. El sistema de comunicación de la realización previa, en donde la red celular incluye además un nodo configurado para comunicarse con el UE.

- 15 34. El sistema de comunicación de las 2 realizaciones previas, en donde:
- los circuitos de procesamiento del computador anfitrión están configurados para ejecutar una aplicación anfitriona, proporcionando así los datos de usuario; y
 - los circuitos de procesamiento del UE estando configurados para ejecutar una
- 20 aplicación cliente asociada con la aplicación anfitriona.

35. Un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un computador anfitrión, un nodo, y un Equipo de usuario, UE, comprendiendo el método:

- en el computador anfitrión, proporcionar datos de usuario; y
 - en el computador anfitrión, iniciar una transmisión que lleva los datos de usuario al UE a través de una red celular que comprende el nodo, en donde el UE realiza cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo A.
- 25

36. El método de la realización previa, comprendiendo además en el UE, recibir los datos de usuario del nodo.
- 5 37. Un sistema de comunicación que incluye un computador anfitrión que comprende:
- interfaz de comunicación configurada para recibir datos de usuario que se originan en una transmisión desde un Equipo de usuario, UE, a un nodo;
 - en donde el UE comprende una interfaz de radio y circuitos de procesamiento, los circuitos de procesamiento del UE estando configurados para realizar cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo A.
- 10
38. El sistema de comunicación de la realización previa, incluye además el UE.
39. El sistema de comunicación de las 2 realizaciones previas, incluye además el nodo, en donde el nodo comprende una interfaz de radio configurado para comunicarse con el UE y
- 15 una interfaz de comunicación configurada para reenviar al computador anfitrión los datos de usuario transmitidos por una transmisión desde el UE al nodo.
40. El sistema de comunicación de las 3 realizaciones previas, en donde:
- los circuitos de procesamiento del computador anfitrión están configurados para
- 20 ejecutar una aplicación anfitriona; y
- los circuitos de procesamiento del UE estando configurados para ejecutar una aplicación cliente asociada con la aplicación anfitriona, proporcionando así los datos de usuario.
- 25 41. El sistema de comunicación de las 4 realizaciones previas, en donde:
- los circuitos de procesamiento del computador anfitrión están configurados para ejecutar una aplicación anfitriona, proporcionando así datos de solicitud; y

- los circuitos de procesamiento del UE estando configurados para ejecutar una aplicación cliente asociada con la aplicación anfitriona, proporcionando así los datos de usuario en respuesta a los datos de la solicitud.

5 42. Un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un computador anfitrión, un nodo, y un Equipo de usuario, UE, comprendiendo el método:

- en el computador anfitrión, recibir datos de usuario transmitidos al nodo desde el UE, en donde el UE realiza cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo A.

10

43. El método de la realización previa, comprendiendo además, en el UE, proporcionar los datos de usuario al nodo.

44. El método de las 2 realizaciones previas, comprendiendo además:

- 15
- en el UE, ejecutar una aplicación de cliente, proporcionando así los datos de usuario a transmitir; y
 - en el computador anfitrión, ejecutar una aplicación anfitriona asociada con la aplicación cliente.

20 45. El método de las 3 realizaciones previas, comprendiendo además:

- en el UE, ejecutar una aplicación de cliente; y
- en el UE, recibir datos de entrada a la aplicación cliente, los datos de entrada siendo proporcionados en el computador anfitrión que ejecuta una aplicación anfitriona asociada con la aplicación cliente;

- 25
- en donde los datos de usuario a transmitir son proporcionados por la aplicación cliente en respuesta a los datos de entrada.

46. Un sistema de comunicación que incluye un computador anfitrión que comprende una interfaz de comunicación configurada para recibir datos de usuario que se originan en una transmisión desde un Equipo de usuario, UE, a un nodo, en donde el nodo comprende una interfaz de radio y circuitos de procesamiento, los circuitos de procesamiento del nodo estando configurados para realizar cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo B.
47. El sistema de comunicación de la realización previa incluye además el nodo.
48. El sistema de comunicación de las 2 realizaciones previas, incluye además el UE, en donde el UE está configurado para comunicarse con el nodo.
49. El sistema de comunicación de las 3 realizaciones previas, en donde:
- los circuitos de procesamiento del computador anfitrión están configurados para ejecutar una aplicación anfitriona; y
 - el UE está configurado para ejecutar una aplicación cliente asociada con la aplicación anfitriona, proporcionando así los datos de usuario para que sean recibidos por el computador anfitrión.
50. Un método implementado en un sistema de comunicación que incluye un computador anfitrión, un nodo, y un Equipo de usuario, UE, comprendiendo el método:
- en el computador anfitrión, recibir, desde el nodo, datos de usuario que se originan en una transmisión que el nodo ha recibido del UE, en donde el UE realiza cualquiera de los pasos de cualquiera de las realizaciones del Grupo A.
51. El método de la realización previa, comprendiendo además en el nodo, recibir los datos de usuario del UE.

52. El método de las 2 realizaciones previas, comprendiendo además en el nodo, iniciar una transmisión de los datos de usuario recibidos al computador anfitrión.

[0111] Al menos algunas de las siguientes abreviaturas pueden usarse en esta descripción. Si hay una inconsistencia entre las abreviaturas, se debe dar preferencia a cómo se usa arriba. Si se enumera varias veces a continuación, se debe preferir la primera mención a cualquier mención posterior.

	• 3GPP	Proyecto de asociación de tercera generación
	• 5G	Quinta generación
10	• AF	Función de aplicación
	• AMF	Función de gestión de acceso y movilidad
	• AN	Red de acceso
	• AP	Punto de acceso
	• ASIC	Circuito integrado específico de la aplicación
15	• AUSF	Función de servidor de autenticación
	• BMCA	Mejor algoritmo de reloj maestro
	• BSC	Controlador de estación base
	• BTS	Estación transceptora base
	• CPU	Unidad de procesamiento central
20	• DN	Red de datos
	• DSP	Procesador de señales digitales
	• E2E	Extremo a extremo
	• eNB	Nodo B mejorado o evolucionado
	• FPGA	Matriz de puerta programable en campo
25	• GHz	Gigahertz
	• GM	Gran maestra
	• gNB	Estación base de nueva radio
	• gPTP	Protocolo de tiempo de precisión de nueva radio

	• GTP Protocolo de túnel de Servicio general de paquetes vía radio • GTP-U Protocolo de túnel de Servicio general de paquetes vía radio para el plano de usuario
5	• IEEE Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos • IP Protocolo de Internet • LTE Evolución a largo plazo • MAC Control de acceso al medio • MME Entidad de gestión de movilidad • ms milisegundo
10	• MTC Comunicación de tipo de máquina • NEF Función de exposición de red • NF Función de red • NR Nueva radio • NRF Función de repositorio de funciones de red
15	• NSSF Función de selección de segmento de red • OTT Over-the-Top • PCF Función de control de políticas • PDCP Protocolo de convergencia de datos por paquetes • PDU Unidad de paquete de datos
20	• P-GW Puerta de enlace de red de paquetes de datos • PTP Protocolo de tiempo de precisión • QoS Calidad de servicio • RAM Memoria de acceso aleatorio • RAN Red de acceso por radio
25	• RAT Tecnología de acceso por radio • RNC Controlador de red de radio • ROM Memoria de solo lectura • RRC Control de recursos de radio

	• RRH	Cabezal de radio remoto
	• RRU	Unidad de radio remota
	• RTT	Tiempo de ida y vuelta
	• SCEF	Función de exposición de capacidad de servicio
5	• SIB	Bloque de información del sistema
	• SMF	Función de gestión de sesiones
	• SOOC	Reloj ordinario únicamente esclavo
	• TP	Función de la red de transporte
	• TR	Reporte técnico
10	• TSN	Redes sensibles al tiempo
	• UDM	Gestión de datos unificada
	• UE	Equipo de usuario
	• UPF	Función del plano de usuario

[0112] Los expertos en la técnica reconocerán mejoras y modificaciones a las realizaciones de la presente divulgación. Todas estas mejoras y modificaciones se consideran dentro del alcance de los conceptos descritos en este documento.