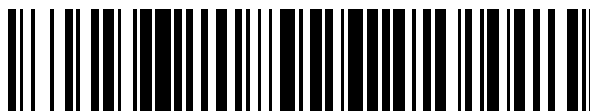


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 882 165**

51 Int. Cl.:

H04L 12/24 (2006.01)
H04W 88/00 (2009.01)
H04W 88/12 (2009.01)
H04W 88/14 (2009.01)
H04W 88/18 (2009.01)
H04W 24/02 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2014** **PCT/EP2014/074239**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2016** **WO16074702**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2014** **E 14796757 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.07.2021** **EP 3219052**

54 Título: **Red de acceso por radio basada en la nube de múltiples niveles**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.12.2021

73 Titular/es:

NOKIA SOLUTIONS AND NETWORKS OY
(100.0%)
Karakaari 7
02610 Espoo, FI

72 Inventor/es:

BHATTACHARJEE, PARIJAT y
OMANAKUTTY AMMA VIJAYARAGHAVAN NAIR,
VISHNU RAM

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 882 165 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Red de acceso por radio basada en la nube de múltiples niveles

5 Campo de la invención

Las realizaciones de ejemplo y no limitantes de la invención se refieren en general a sistemas de comunicación inalámbrica. Las realizaciones de la invención se refieren especialmente a aparatos, métodos y productos de programas de ordenador en redes de comunicaciones.

10 Antecedentes

La siguiente descripción de la técnica anterior puede incluir conocimientos, descubrimientos, entendimientos o divulgaciones, o asociaciones junto con divulgaciones no conocidas en la técnica relevante antes de la presente invención, pero proporcionadas por la invención. Algunas de estas contribuciones de la invención se pueden señalar específicamente a continuación, mientras que otras de estas contribuciones de la invención resultarán evidentes a partir de su contexto.

15 Las redes de comunicación están en constante desarrollo. Por ejemplo, las tasas de datos admitidas por diferentes redes de comunicación por radio aumentan constantemente. Las redes actuales de tercera generación ofrecen altas tasas de datos que utilizan HSPA (acceso a paquetes de alta velocidad) y evolución a largo plazo (LTE) de cuarta generación o LTE avanzado (LTE-A)) y las evoluciones futuras de estos sistemas, por ejemplo.

20 Las interfaces aéreas de las redes actuales y futuras son capaces de soportar tasas de datos mucho más altas en comparación con las tecnologías inalámbricas de generaciones anteriores, poniendo efectivamente mucho más énfasis en el procesamiento realizado en los diversos elementos de la red que soportan la interfaz aérea. El aumento en las tasas de datos ha hecho que el uso de teléfonos inteligentes sea más popular, lo que agrega más volumen de tráfico de datos a las redes.

25 A medida que la demanda de consumo de datos inalámbricos sigue aumentando, las empresas y operadores de telecomunicaciones buscan formas innovadoras de satisfacer las expectativas de los usuarios y mejorar aún más la experiencia del usuario. Uno de los aspectos esenciales de este impulso es la densificación de las redes de acceso por radio mediante la adición de estaciones base de baja potencia o puntos de acceso tales como puntos de acceso micro, pico y femto. Estas estaciones base de baja potencia requieren conexiones a otras partes de las redes. Esto requiere importantes inversiones.

30 Una posible implementación de la realización de un sistema de comunicación flexible es utilizar cabezales de radio remotos (RRH) y la realización basada en la nube de al menos parte de la infraestructura del sistema. Un cabezal de radio remoto incluía una parte de los elementos de una estación base convencional. Normalmente, un cabezal de radio remoto incluía equipos de radiofrecuencia, convertidores de analógico a digital/digital a analógico y convertidores ascendentes/descendentes, por ejemplo. El resto de la funcionalidad de la estación base puede estar ubicada en otro lugar. Una solución basada en la nube puede ayudar a reducir la huella de las estaciones base individuales. También contendría la complejidad del RRH hasta cierto punto, lo que lo convertiría esencialmente en un dispositivo de conectar y usar que sería más barato de comprar y más fácil de instalar y mantener. La propia nube, por definición, es escalable y elástica con la capacidad de agregar y eliminar nodos de forma dinámica. El control eficiente de los recursos del sistema basado en la nube es una tarea desafiante. Las nubes tradicionales están diseñadas para manejar un gran número de tareas de procesamiento en paralelo. Sin embargo, los requisitos de un sistema de comunicación son diferentes y controlar un sistema de comunicación basado en la nube no es una tarea trivial.

35 El documento US2013286954 A1 divulga un método para operar una entidad coordinadora de interferencia (ICE), que incluye dividir, por parte del ICE, un grupo de red de acceso de radio en la nube (CRAM) agrupando puntos de transmisión (TP) que sirven a equipos de usuario (UE) en de acuerdo con un criterio de división en al menos un punto de transmisión virtual (V-TP) para producir un conjunto V-TP.

40 El documento US2014031049A1 divulga técnicas para configurar un sistema de nube de red inalámbrica que comprende los siguientes pasos. Primero, se estima una métrica de densidad correspondiente a al menos una área de cobertura dada de un sistema de nube de red inalámbrica. Luego, se determina una configuración para uno o más componentes de acceso a la red en el área de cobertura dada del sistema de nube de red inalámbrica en respuesta a la métrica de densidad estimada. La configuración determinada puede entonces aplicarse a uno o más componentes de acceso a la red. La métrica de densidad puede corresponder a una densidad de usuario y/o una densidad de tráfico en el área de cobertura dada.

45 A. Checko et al., "Cloud RAN for Mobile Networks-A Technology Overview," en IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 17, no. 1, págs. 405-426, Firstquarter2015, doi: 10.1109, COMST2014.2355255, divulga un C_RAN que agrupa las unidades de banda base (BBU) de múltiples estaciones base en un grupo de BBU centralizado para

obtener una ganancia de multiplexación estadística, para lograr una operación de red eficiente en energía y ahorros de costes en recursos de banda base, mejorando la capacidad de la red mediante el equilibrio de carga y el procesamiento cooperativo de señales que se originan en varias estaciones base.

C. Liang y F. R. Yu, "Wireless Network Virtualization: A Survey, Some Research Issues and Challenges," en IEEE Communications Surveys & Tutorials, vol. 17, no. 1, págs. 358-380, primer trimestre de 2015, doi: 10.1109/COMST.2014.2352118, presenta una breve encuesta sobre algunos de los trabajos que ya se han realizado para lograr la virtualización de redes inalámbricas y analiza los problemas y desafíos de investigación, incluido el aislamiento, la señalización de control, el descubrimiento de recursos, y asignación, administración de la movilidad, administración y operación de la red, y seguridad, así como cuestiones no técnicas tales como las reglamentaciones de gobernanza.

Resumen

La invención se define en el conjunto de reivindicaciones adjuntas.

A continuación, se presenta un resumen simplificado de la invención con el fin de proporcionar una comprensión básica de algunos aspectos de la invención. Este resumen no es una descripción general extensa de la invención. No se pretende identificar elementos clave/críticos de la invención ni delinear el alcance de la invención. Su único propósito es presentar algunos conceptos de la invención de forma simplificada como prelude a una descripción más detallada que se presenta más adelante.

De acuerdo con un aspecto de la presente invención, se proporciona un método de la reivindicación 1, un producto de programa de ordenador de la reivindicación 10, un aparato administrador de niveles de la reivindicación 11 y una red de acceso por radio de un sistema de comunicaciones de la reivindicación 12.

Lista de dibujos

Las realizaciones de la presente invención se describen a continuación, solo a modo de ejemplo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que

La figura 1 ilustra un ejemplo de un entorno de comunicación;

La figura 2 ilustra un ejemplo de una posible implementación en la nube de un sistema de comunicaciones;

Las figuras 3 y 4 son diagramas de flujo que ilustran ejemplos de la operación de aparatos de algunas realizaciones;

Las figuras 5A, 5B, 5C y 5D ilustran algunas realizaciones de la invención;

Las figuras 6A, 6B y 6C son diagramas de señalización que ilustran algunas realizaciones de la invención; y

La figura 7 ilustra un ejemplo de un aparato que emplea algunas realizaciones de la invención.

Descripción de algunas realizaciones

Las siguientes realizaciones son solo ejemplos. Aunque la especificación puede referirse a "un", "uno, una" o "algunas" realizaciones en varias ubicaciones, esto no significa necesariamente que cada una de estas referencias sea a las mismas realizaciones, o que la característica solo se aplica a una sola realización. También se pueden combinar características únicas de diferentes realizaciones para proporcionar otras realizaciones. Además, las expresiones "que comprende" e "que incluye" deben entenderse como que no limitan las realizaciones descritas para que consistan solo en las características que se han mencionado y tales realizaciones también pueden contener también características, estructuras, unidades, módulos, etc., que no se han mencionado específicamente.

Los protocolos utilizados, las especificaciones de los sistemas de comunicación, servidores y terminales de usuario, especialmente en la comunicación inalámbrica, se desarrollan rápidamente. Tal desarrollo puede requerir cambios adicionales en una realización. Por lo tanto, todas las palabras y expresiones deben interpretarse de manera amplia y están destinadas a ilustrar, no a restringir, las realizaciones.

Existen muchos protocolos de radio diferentes para usar en sistemas de comunicaciones. Algunos ejemplos de diferentes sistemas de comunicación son el sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), la red de acceso por radio (UTRAN o E-UTRAN), la evolución a largo plazo (LTE®, también conocida como E-UTRA), la evolución a largo plazo avanzada (LTE-A®), red de área local inalámbrica (WLAN) con base en IEEE 802.11 standard, interoperabilidad mundial para acceso a microondas (WiMAX), Bluetooth®, servicios de comunicaciones personales (PCS) y sistemas que utilizan tecnología de banda ultraancha (UWB). IEEE se refiere al instituto de ingenieros eléctricos y electrónicos. LTE y LTE-A son desarrollados por el proyecto de asociación de tercera generación 3GPP.

Las realizaciones de la invención son aplicables a un sistema de comunicación o cualquier combinación de diferentes sistemas de comunicación que soporten las funcionalidades requeridas.

La figura 1 ilustra un ejemplo de una arquitectura de red de acceso por radio (RAN) con base en un sistema avanzado de evolución a largo plazo (LTE avanzado, LTE-A). El sistema LTE-A es uno de los sistemas en los que se pueden aplicar realizaciones de la invención.

La figura 1 ilustra una vista simplificada de un entorno de comunicación mostrando solo algunas entidades funcionales, todas siendo unidades lógicas cuya implementación puede diferir de lo que se muestra. Las conexiones que se muestran en la figura 1 son conexiones lógicas; las conexiones físicas reales pueden ser diferentes. Es evidente para un experto en la técnica que los sistemas también incluían otras funciones y estructuras. Debe apreciarse que las funciones, estructuras, elementos y protocolos utilizados en o para la comunicación son irrelevantes para la invención real. Por lo tanto, no es necesario analizarlos con más detalle aquí.

La figura 1 muestra eNodeBs 100 y 102 conectados a un núcleo de paquete evolucionado EPC 106 o de un sistema de comunicación. Los eNodeB se pueden conectar entre sí a través de una interfaz X2. Los eNodeB forman parte de la red de acceso por radio (RAN) del sistema de comunicación.

Los eNodeBs 100, 102 que también pueden denominarse estaciones base del sistema de radio pueden albergar las funciones para la administración de recursos de radio: control de portador de radio, control de admisión de radio, control de movilidad de conexión, asignación dinámica de recursos (programación). Dependiendo del sistema, la contraparte en el lado de EPC puede ser una puerta de enlace de servicio (S-GW, enrutamiento y reenvío de paquetes de datos de usuario), puerta de red de paquetes de datos (P-GW, para proporcionar conectividad de dispositivos de usuario (UE) a redes de paquetes datos externos) y/o entidad de administración móvil (MME), etc. La MME (no mostrada) es responsable del control general del terminal de usuario en la administración de movilidad, sesión/llamada y estado con la ayuda de los eNodeB a través de los cuales los terminales de usuario pueden conectarse a la red.

El sistema de comunicación también puede comunicarse con otras redes, tal como una red telefónica pública conmutada o internet 108. Se debe apreciar que los eNodeB o sus funcionalidades pueden implementarse utilizando cualquier nodo, alojamiento, servidor o punto de acceso. etc., entidad adecuada para tal uso.

Los terminales de usuario UT 110, 112 (también denominados dispositivo de usuario, equipo de usuario, dispositivo terminal, etc.) ilustran un tipo de aparato al que se pueden destinar y asignar recursos en la interfaz aérea y, por lo tanto, cualquier característica descrita en este documento con un dispositivo de usuario se puede implementar con un aparato correspondiente, tal como un nodo de retransmisión. Un ejemplo de un nodo de retransmisión de este tipo es una retransmisión de capa 3 (retransmisión de retroceso automático) hacia la estación base.

El terminal de usuario se refiere típicamente a un dispositivo informático portátil que incluye dispositivos de comunicación móvil inalámbricos que operan con o sin un módulo de identificación de abonado (SIM), incluidos, entre otros, los siguientes tipos de dispositivos: una estación móvil (teléfono móvil), teléfono inteligente, asistente digital personal (PDA), dispositivo que usa un módem inalámbrico (dispositivo de alarma o medición, etc.), portátil y/o pantalla táctil, tableta, consola de juegos, ordenador portátil y dispositivo multimedia.

El terminal de usuario (o en algunas realizaciones un nodo de retransmisión de capa 3) está configurado para realizar una o más de las funcionalidades del equipo de usuario. El dispositivo también puede denominarse unidad de abonado, estación móvil, terminal remoto, terminal de acceso, equipo de usuario (UE), solo por mencionar algunos nombres o aparatos.

Además, aunque los aparatos se han representado como entidades individuales, se pueden implementar diferentes unidades, procesadores y/o unidades de memoria (no todas mostradas en la figura 1).

La red de comunicación descrita anteriormente se puede realizar utilizando servicios en la nube. En una implementación en la nube, algunos o todos los elementos de una red de acceso por radio o una parte de ella pueden realizarse con recursos informáticos conectados entre sí con enlaces de comunicación. Los recursos informáticos pueden realizarse con servidores conectados entre sí con la red TCP/IP (protocolo de control de transmisión/protocolo de internet), internet u otra red adecuada, por ejemplo. Además, el EPC o una parte del mismo se puede implementar con servicios en la nube.

Cuando se considera la implementación en la nube de la red de acceso por radio, la naturaleza de la nube cambia con base en la funcionalidad de entrada/salida que se espera. Los requisitos de baja latencia a menudo se combinan con los requisitos para el procesamiento de banda base de RF directamente o de la entrada de fibra óptica en la entrada/salida a la nube en la interfaz vinculada al terminal de usuario. La interfaz vinculada a EPC de la nube de baja latencia puede basarse en IP.

Las funcionalidades que tienen requisitos de latencia relajados, tal como el EPC, también tienen requisitos de entrada/salidas más fáciles: las capas superiores, así como los datos, a menudo se basan en IP y las interfaces basadas en IP estándar se pueden usar tanto en el lado hacia la infraestructura de telecomunicaciones como en el lado hacia internet.

5 Por lo tanto, una solución que ayude a simplificar la implementación de la red inalámbrica a la vez que la hace más robusta será muy valorada. La industria ha mostrado un interés creciente en el uso de tecnologías basadas en la nube para lograr estos objetivos.

10 Cuando se implementa una red de acceso basada en la nube, se requieren nuevos mecanismos para asignar de manera óptima los recursos desde una perspectiva de red y al mismo tiempo proporcionar al usuario final una experiencia óptima.

15 La red de acceso basada en la nube debe ser capaz de proporcionar un mecanismo que permita que la implementación híbrida se asigne de manera óptima. Debe ser capaz de proporcionar los servicios tradicionales en la nube, tales como elasticidad, escalabilidad, redundancia, además de funcionalidades de telecomunicaciones y características de telecomunicaciones con visión de futuro, tales como redes autoorganizadas en la nueva arquitectura.

20 Hay varias cuestiones que deben tenerse en cuenta en la implementación en la nube de las funciones de acceso por radio. Los sistemas de comunicación, tal como las arquitecturas de sistemas 5G, que se están desarrollando, proponen requisitos de latencia cada vez más estrictos (por ejemplo, por debajo de 1 ms) para aumentar el rendimiento. Este es un desafío para alojar funciones de red de acceso por radio en la nube porque garantizar tales límites en una nube convencional es un desafío.

25 Las estrategias de interconexión actuales entre los elementos de procesamiento de la nube no tienen en cuenta los requisitos de baja latencia del procesamiento de RAN. Esto puede dar lugar a graves problemas de latencia, caídas de llamadas que provocan que los clientes se sientan decepcionados cuando RAN se traslada a la nube. Otra consideración importante es que cada vez más funciones de RAN necesitan coordinación entre celdas. Esto significa que la mensajería intercelular aumentará. Las estrategias actuales para alojar funciones en la nube agravarán este problema al introducir latencias. Una vez que las funciones de RAN se alojan en la nube, escalar estas funciones se convierte en el próximo desafío. La flexibilidad que ofrece la nube no puede verse comprometida, pero al mismo tiempo, la calidad de la llamada y el rendimiento de los datos del usuario final no pueden verse comprometidos. Esto significa que el escalado de las funciones de RAN debe realizarse de tal manera que los recursos se agrupen lógicamente para incurrir en una latencia mínima.

30 En una realización, la realización de una red de acceso por radio de un sistema de comunicación en un entorno de nube se divide en dos o más niveles donde los niveles tienen diferentes capacidades de procesamiento. Una realización en la nube de un sistema de comunicación se puede diseñar como niveles con cada capa manejando un conjunto específico de funciones. Las capas superiores pueden basarse en una arquitectura de nube genérica; Las capas inferiores pueden diseñarse específicamente con una arquitectura de alta potencia de procesamiento diseñada para satisfacer los requisitos de una red de acceso por radio. Las capas inferiores pueden diseñarse como HPC (computación de alto rendimiento) utilizando multiprocesadores, aceleradores y conexiones de alta velocidad entre diferentes unidades. Cada nivel puede comprender múltiples instancias de funciones dadas, es decir, los niveles de RRH pueden comprender varios niveles de RRH y RAN varias instancias de RAN. Además, puede haber más de un nivel del mismo nivel, es decir, más de un nivel RRH y niveles RAN.

35 La figura 2 ilustra un ejemplo de una posible implementación en la nube de un sistema de comunicación. En el ejemplo de la figura 2, el sistema incluyó un conjunto de cabezales de radio remotos (RRH) en un nivel 200 de RRH. Los RRH pueden utilizar diferentes métodos de acceso. La configuración en la nube del sistema se divide en niveles en parte con base en los requisitos de latencia de las diferentes operaciones de la red. En este ejemplo, la configuración de la nube está incluida en dos niveles 202, 204. La nube 202 del primer nivel incluía procesamiento de baja latencia y coordinación RRH. La nube 202 de primer nivel puede soportar RRH que soporten diferentes tecnologías tal como Wi-Fi, LTE, etc., simultáneamente. La nube 202 de primer nivel puede usar una estructura de HPC internamente para optimizar la asignación de recursos para cada tecnología y entre tecnologías. La nube 204 de segundo nivel incluía operaciones de alta latencia o tolerantes al tiempo, tal como EPC, por ejemplo.

40 En una realización, las funciones de latencia más baja se pueden colocar en los propios RRH 200. La capa L2 se coloca en el primer nivel 202 en un nivel intermedio. Este nivel se puede realizar utilizando HPC. El primer nivel puede tener la capacidad de procesamiento más alta de los niveles 202, 204. La ubicación física del primer nivel puede determinarse sobre la base de la información sobre la ubicación y la calidad de servicio requerida de al menos parte de uno o más cabezales de radio remotos. La calidad de servicio requerida de al menos parte de uno o más cabezales de radio remotos puede comprender información sobre los retrasos de propagación permitidos al comunicarse con los cabezales de radio remotos, el número de llamadas perdidas, áreas de cobertura, rendimiento, fluctuación, el tiempo de configuración de la llamada de un extremo a otro y la carga en un cabezal de radio remoto en particular. La distancia física de la nube 202 de primer nivel desde los RRH 200 se puede determinar con base en

la velocidad de propagación de la señal desde los RRH al primer nivel a través de una interfaz óptica, por ejemplo. Cada nube 202 de primer nivel puede soportar múltiples RRH siempre que estos RRH se encuentren dentro de la limitación de distancia física.

5 En una realización, las interfaces entre diferentes niveles pueden realizarse utilizando el estándar de interfaz de radio pública común (CPRI™), por ejemplo. La nube puede ser capaz de manejar diferentes interfaces. Por ejemplo, el soporte de interfaz CPRI/OBSAI (iniciativa de arquitectura de estación base abierta) se puede utilizar para cabezales de radio remotos.

10 En una realización, la implementación en la nube de un sistema de comunicación puede incluir una administración de infraestructura de virtualización (VIM) 212 y un administrador de orquestación (OM) 214 de la nube. El VIM puede configurarse para administrar y controlar el almacenamiento y los recursos de la red, recopilar y almacenar información de fallas y recopilar y almacenar información para la planificación, la monitorización y la optimización de la capacidad. El administrador de orquestación puede configurarse para orquestar y administrar la infraestructura de la implementación de la nube.

15 En una realización, cada nivel 200, 202, 204 incluía un aparato 206, 208, 210 administrador de niveles asociado con cada nivel. El diagrama de flujo de la figura 3 ilustra un ejemplo de la operación del administrador 200, 202, 204 de niveles. Los pasos y funciones relacionadas descritas no están en un orden cronológico absoluto, y algunos de los pasos pueden realizarse simultáneamente o en un orden diferente al dado.

20 En el paso 300, el administrador de niveles está configurado para recopilar y mantener información en un nivel que comprende recursos dados conectados operativamente a un conjunto de cabezales de radio remotos y configurado para procesar el tráfico hacia y a partir de los cabezales de radio remotos. En una realización, el aparato administrador de niveles puede recopilar y mantener información de sus recursos de niveles con base en la ubicación, proximidad, características de latencia, patrones de movilidad y otras características. El aparato administrador de niveles puede recopilar información de los recursos del nivel con base en la configuración estática, así como cambios dinámicos en la configuración o con base en otras características dinámicas que no se limitan a la carga activa en el sistema.

25 En una realización, el aparato administrador de niveles puede mantener información sobre las capacidades de procesamiento, la carga actual y otros parámetros de interés relacionados con los elementos de procesamiento en el nivel. Una implementación de esto podría reportar esta información periódicamente a la administración de infraestructura de virtualización (VIM) de la nube.

30 En el paso 302, el aparato administrador de niveles se configura para controlar el uso de los recursos del nivel en diferentes conexiones y servicios. En una realización, el aparato administrador de niveles puede coordinar con el VIM la asignación de elementos de procesamiento dentro del nivel y facilitar la decisión de la instancia de elemento de procesamiento dentro del nivel que tiene que alojar una solicitud de servicio particular. Esta decisión de la instancia de elemento de procesamiento puede basarse en los parámetros mantenidos y en inferencias que pueden derivarse de estos parámetros. VIM puede ejecutar algoritmos específicos para ayudar en la decisión.

35 En una realización, el aparato administrador de niveles puede coordinar la naturaleza elástica del nivel junto con el VIM, porque administran mejor los recursos disponibles o ceden recursos a medida que se reduce la carga. Esto puede controlarse mediante algoritmos alojados en el VIM y el aparato de administración de niveles.

40 En el paso 304, el administrador de niveles está configurado para comunicarse con los respectivos aparatos que controlan otros niveles con respecto al uso de recursos de los niveles, es decir, otros aparatos de administrador de niveles.

45 En una realización, la comunicación con otros aparatos de administración de niveles y el VIM puede ayudar a decidir la cooperación entre niveles, por ejemplo, pero sin limitarse a, adyacencia o conectividad. En una realización, el aparato de administración de niveles puede cooperar con otros aparatos de administración de niveles para maximizar las eficiencias en los niveles vecinos mientras trabaja individualmente para optimizar la eficiencia local del procesamiento dentro del nivel.

50 En una realización, los aparatos de administración de niveles pueden ser todos iguales o pueden estar estructurados para formar una jerarquía que consta de nodos padre, hermano e hijo con base en la funcionalidad o la ubicación.

55 En una realización, los aparatos de administración de niveles pueden coordinarse para "tomar prestados" recursos de los niveles conectados o asignar recursos de los niveles conectados. Esto podría basarse en los parámetros y algoritmos alojados en los administradores de niveles o VIM. Los VIM pueden coordinar la asignación de recursos de un nivel para el uso de otro nivel y coordinar las solicitudes relacionadas con los recursos de los administradores de niveles.

60

En una realización, los aparatos de administración de niveles pueden configurarse para generar estadísticas que permitan que la red RAN en la nube global se recupere automáticamente, se organice automáticamente y se optimice.

5 La comunicación del administrador entre niveles se puede analizar para cambiar manualmente la configuración de la red para mejorar la eficiencia de la interacción. Alternativamente, el aparato de administración de niveles puede exponer ganchos a un componente de administración de tráfico de la implementación de la nube, siendo el
10 componente de administración capaz de optimización que, a su vez, utilizará reglas específicas del operador para optimizar la red. Alternativamente, el aparato de administración de niveles puede configurarse para informar estas estadísticas periódicamente a VIM, que a su vez utiliza mecanismos de orquestación para optimizar los recursos y la interconectividad.

En una realización, los aparatos de administración de niveles pueden configurarse para administrar la redundancia dentro del nivel. La implementación de la nube de RAN puede tener instancias redundantes en todos y cada uno de
15 los niveles. Los aparatos de administración de niveles se pueden configurar para permitir el intercambio en caliente y en frío de RRM, RRH y otras funciones de RAN de la instancia primaria a la redundante con base en diversos desencadenantes, tales como umbrales de carga, fallas de enlace, fallas de hardware, fallas de software, aprovisionamiento basado en el tiempo de la capacidad de RAN, por ejemplo.

20 Los aparatos del administrador de niveles pueden rastrear qué recurso está disponible, cuál está en mantenimiento o actualización. Esta información se puede utilizar al decidir asignar una solicitud de servicio. Los administradores de niveles pueden exponer aún más los enlaces a un componente de mantenimiento, capaz de actualizar la red, que a su vez programará la interrupción o la actualización de unidades de procesamiento específicas. Alternativamente, los administradores de niveles pueden informar alternativamente las fallas a VIM, que a su vez coordina la
25 actualización y usa mecanismos de orquestación para permitir la reparación.

En una realización, la implementación en la nube del sistema de comunicación puede comprometer un aparato de conmutación o un mecanismo de conmutación entre los niveles. El conmutador se puede controlar mediante el
30 protocolo de flujo abierto mediante un controlador de flujo abierto, por ejemplo.

El flujo abierto es un protocolo de comunicaciones que proporciona acceso a un plano de reenvío de un conmutador de red o enrutador a través de la red. El flujo abierto es una interfaz de comunicaciones estándar definida entre el control y las capas de reenvío de una arquitectura en la nube. El flujo abierto proporciona acceso directo a un plano de reenvío de dispositivos de red, tal como conmutadores y enrutadores, tanto físicos como virtuales. La fundación
35 de red abierta (ONF) es una organización que promueve y adopta redes definidas por software y flujo abierto.

Como ejemplo útil para comprender la invención, el diagrama de flujo de la figura 4 ilustra un ejemplo de la operación del mecanismo de conmutación de la nube.

40 En el paso 400, el aparato de conmutación puede configurarse para comunicarse con aparatos de administración de niveles, cada uno de los cuales recopila y mantiene información en un nivel de red de acceso de radio (RAN) que comprende recursos dados conectados operativamente a un conjunto de cabezales de radio remotos y configurado para procesar el tráfico hacia y a partir de los cabezales de radio remotos y controlando los recursos del nivel. Puede haber más de una instancia de cada nivel de RAN.

45 En el paso 402, el aparato de conmutación puede configurarse para comunicarse con aparatos de administración de niveles, cada uno de los cuales recopila y mantiene información en un nivel de cabezal de radio remoto (RRH) que comprende recursos dados configurados para procesar funciones de red de acceso de radio relacionadas con el tráfico hacia y a partir de los cabezales de radio remotos y control de los recursos del nivel. Puede haber una o más instancias de niveles RRH.

En el paso 404, el aparato de conmutación puede configurarse para retransmitir la señalización de control entre los aparatos de administración de niveles que controlan diferentes niveles.

55 En el paso 406, el aparato de conmutación puede configurarse para retransmitir mensajes entre diferentes instancias de niveles de RAN y diferentes instancias de niveles de RRH.

Por tanto, el aparato de conmutación puede ser configurado por el controlador VIM (por ejemplo, neutrón en taco abierto) para una interconectividad específica entre niveles RAN, niveles RRH y ambos. En caso de
60 interconectividad desde y hacia niveles RRH, esto puede implicar el uso de componentes de flujo abierto para controlar la conmutación de la señalización OBSAI/3P.

En caso de interconectividad desde y hacia niveles de RAN, esto puede implicar el uso de componentes de flujo abierto para controlar la conmutación de la señalización de RAN (tales como mensajes de coordinación entre celdas o mensajes X2, por ejemplo).

En la siguiente realización, la invención se ilustra con un ejemplo de una implementación de selección dinámica de puntos (DPS) coordinado multipunto (CoMP). Selección dinámica de puntos: enlace descendente: multipunto coordinado (DPS DL-CoMP) es una función LTE-A que requiere que varias celdas coordinen su transmisión a un terminal de usuario para garantizar que el mejor enlace se transmita en cualquier punto. En la versión de DL-CoMP considerada aquí, solo un punto de transmisión (TP) está activo en un momento dado.

Las funciones avanzadas como DPS a menudo requieren la coordinación entre múltiples eNodeB y programadores, lo que los hace naturalmente adecuados para la red de acceso basada en la nube. En el caso de DPS, el algoritmo requiere que varios TP se comuniquen con el mismo terminal de usuario. Los TP se seleccionan con base en la calidad de su canal hacia el terminal de usuario, lo que se traduce en consideraciones de restricciones de latencia, ubicación y adyacencia en nuestra arquitectura.

La figura 5A ilustra el escenario de este ejemplo útil para comprender la invención. La figura muestra dos niveles de RAN 500, 502 y dos niveles 504, 506 de RRH. Además, cada nivel de RAN admite al menos dos instancias de RAN e igualmente, cada nivel de RRH admite al menos dos instancias de RRH. El aparato 508 de conmutación entre los niveles 500, 502 RAN y los niveles 504, 506 RRH puede considerarse un conmutador que es capaz de enrutamiento de flujo abierto así como enrutamiento OBSAI con base en interacciones de flujo abierto, por ejemplo. Cada nivel incluía un aparato 210, 520, 522, 524 administrador de niveles. El sistema incluía un VIM 212 de administración de infraestructura de virtualización.

Suponga una situación en la que se aplica DPS DL-CoMP a un terminal de usuario en el área donde se encuentran los niveles RRH. Existen diversas alternativas para realizar DPS DL-CoMP. La figura 5B ilustra un caso en el que los beneficios de la arquitectura basada en la nube se pueden utilizar al máximo. En este caso, se asume que TP1 está asignado en el nivel 1 500 de RAN y utilizando la instancia 1 de RRH en el nivel 1 de RRH 504. Aquí, TP2 también se asigna al nivel 1 500 de RAN. Además, también se asigna el mismo nivel de RRH: nivel1 de RRH 504 y la instancia asignada es la instancia 2 de RRH.

Si se considera vagamente que una instancia de RAN + una instancia de RRH constituye un eNodeB convencional, este caso sería similar a un escenario en el que los dos TP se asignan en diferentes celdas en el mismo chasis de eNB.

El diagrama de señalización de la figura 6A ilustra un ejemplo de posible flujo de señal para este caso. El diagrama de señalización se simplifica y no se muestran todos los mensajes de señalización posibles.

En la situación de ejemplo de la figura 5B y 6A, útil para comprender la invención, el terminal de usuario (UE) ya está conectado a la instancia 1 de RRH del nivel 1 504 de RRH con TP1 asignado en el nivel 1 500 de RAN. Los mejores puntos de transmisión (TP) para el terminal de usuario se determinan 600 mediante algoritmos RRM de administración de recursos de radio específicos en la instancia de RAN y el administrador de niveles. El administrador 210 de niveles en los niveles 1 de RAN inicia una solicitud 602 para coordinar con el VIM para asignar un nivel de RAN adicional para el UE para DPS. En este ejemplo, VIM determina 604 el mejor nivel de RAN para usar y el segundo TP se asigna 606 en el mismo nivel de RAN.

Una vez que se ha asignado el nivel de RAN, el administrador de nivel del nivel coordina 608 con el VIM para asignar un RRH para los TP. En este caso, VIM determina 610 para asignar el RRH del mismo nivel 504 de RRH que TP1. TP1 estaba usando la instancia 1 de RRH y TP2 tiene asignada la instancia 2 de 612, 614 RRH.

VIM también se comunica 616, 618 con el conmutador OBSAI/de flujo abierto para configurar el enrutamiento OBSAI de manera que se dirija al nivel y la instancia de RRH apropiados y el nivel de RAN puede ser independiente de los detalles. VIM también transmite un mensaje 619 al Administrador de niveles como respuesta a la solicitud 608. El mensaje lleva los detalles de los recursos RRH asignados para la solicitud correspondiente.

El conmutador de flujo abierto/OBSAI se encarga de reenviar la comunicación posterior entre el nivel RAN y el nivel RRH de forma adecuada. La coordinación 620 entre los puntos de transmisión (Pcelda y Scelda) se simplifica considerablemente ya que las interacciones ocurren dentro del mismo nivel 500 de RAN. La conmutación de mensajes OBSAI ocurre 622, 624 después del control de flujo abierto.

La figura 5C ilustra un caso útil para comprender la invención, donde se pueden utilizar algunos de los beneficios de la arquitectura basada en la nube. En este caso, se supone que tanto TP1 como TP2 están asignados en el nivel 1 500 de RAN. Se utiliza la instancia 1 de RRH en el nivel 1 504 de RRH. Sin embargo, se determina que el mejor RRH para servir al UE es la instancia 1 de RRH del nivel 2 506 de RRH. Efectivamente, esto significa que la RAN usa un solo nivel 500 de RAN y dos niveles 504, 506 de RRH para comunicarse con el UE.

El diagrama de señalización de la figura 6B ilustra un ejemplo de posible flujo de señal para este caso. El diagrama de señalización se simplifica y no se muestran todos los mensajes de señalización posibles.

Además, este ejemplo comienza con el UE ya adjunto y con TP1 asignado en el nivel 1 500 de RAN. Los mejores puntos de transmisión (TP) para el terminal de usuario se determinan 630 mediante algoritmos RRM de administración de recursos de radio específicos en la instancia de RAN y el administrador de niveles el VIM. El administrador de niveles en el nivel 1 de RAN inicia una solicitud 632 para coordinar con el VIM para asignar un nivel de RAN adicional para el UE para DPS. En este ejemplo, VIM determina 634 el mejor nivel de RAN para usar y al segundo TP se le asigna 636 en el mismo nivel de RAN.

Una vez que se ha asignado el nivel de RAN, el administrador de nivel en el nivel 1 de RAN entonces coordina 638 con el VIM para asignar un RRH para los TP. En este caso, el VIM asigna 640 a las instancias RRH de dos niveles RRH diferentes. Los administradores de niveles en los niveles RRH son informados 642, 644 de la asignación por el VIM.

El VIM también se comunica 646, 648 con el conmutador OBSAI/flujo abierto para configurar el enrutamiento OBSAI de manera que se dirija al nivel y la instancia de RRH apropiados y el nivel de RAN puede ser independiente de los detalles.

El VIM también transmite un mensaje 649 al administrador de niveles como respuesta a la solicitud 638. El mensaje lleva los detalles de los recursos RRH asignados para la solicitud correspondiente.

El conmutador de flujo abierto/OBSAI se encarga de reenviar la comunicación posterior entre el nivel RAN y el nivel RRH de forma adecuada. La coordinación 650 entre los puntos de transmisión (Pcelda y Scelda) se simplifica considerablemente ya que las interacciones ocurren dentro del mismo nivel 500 de RAN. La conmutación de mensajes OBSAI ocurre 652, 654, 656 después del control de flujo abierto.

La figura 5D ilustra un caso útil para comprender la invención, donde cada TP está en un nivel de RAN diferente y un RRH diferente. En este caso, TP1 se asigna en el nivel 1 500 de RAN y TP2 se asigna en el nivel 2 502 de RAN. TP1 usa la instancia 1 de RRH en el nivel 1 504 de RRH y TP2 usa la instancia 1 de RRH del nivel 2 506 de RRH. No se comparten recursos entre los dos TP y están en dos conjuntos distintos de entidades de hardware. Este escenario es el más cercano al estado de la técnica actual con base en la arquitectura RAN convencional. Esto es equivalente a tener los dos TP en dos sitios de celda distintos en la RAN convencional.

El diagrama de señalización de la figura 6C ilustra un ejemplo de posible flujo de señal para este caso. El diagrama de señalización se simplifica y no se muestran todos los mensajes de señalización posibles.

Además, este ejemplo comienza con el UE ya adjunto y con TP1 asignado en el nivel 1 500 de RAN. Los mejores puntos de transmisión (TP) para el terminal de usuario se determinan 660 mediante algoritmos RRM de administración de recursos de radio específicos en la instancia de RAN y el administrador de niveles. El administrador de niveles en el nivel 1 de RAN inicia una solicitud 662 para coordinar con VIM para asignar un nivel de RAN adicional para el UE para DPS. En este ejemplo, VIM determina 664 que la instancia 2 del nivel de RAN es la más adecuada para alojar TP2 y asignar 666 a TP2. Posteriormente, el conmutador de flujo abierto también se configura 668 para reenviar correctamente los mensajes de señalización entre niveles de RAN.

Una vez que se ha asignado el nivel de RAN, el administrador de niveles en el nivel 1 de RAN se configura para coordinar 670 con el VIM para asignar un RRH para los TP. El mensaje 700 puede transportar los detalles de los recursos RAN asignados para la solicitud correspondiente. En este ejemplo, VIM asigna 672 instancias de RRH de dos niveles 504, 506 de RRH diferentes. Los administradores de nivel en los niveles RRH son informados 674, 676 de la asignación por VIM.

VIM también se comunica 678, 680 con el conmutador OBSAI/flujo abierto para configurar el enrutamiento OBSAI de modo que se dirija al nivel y la instancia de RRH apropiados y el nivel de RAN puede ser independiente de los detalles.

VIM también transmite un mensaje 681 al administrador de niveles como respuesta a la solicitud 670. El mensaje lleva los detalles de los recursos RRH asignados para la solicitud correspondiente.

El conmutador de flujo abierto/OBSAI se encarga de reenviar la comunicación posterior entre los dos niveles de RAN y los dos niveles de RRH de forma adecuada. En este caso de ejemplo, dado que los dos TP se asignan a dos niveles 500, 502 de RAN diferentes y dos niveles 504, 506 de RRH diferentes, la cantidad de mensajes 682 entre componentes aumenta y es similar a los niveles en una arquitectura RAN convencional.

La conmutación OBSAI 684, 686, 688, 690 de mensajes y la conmutación 692, 692 de mensajes OBSAI de enlace ascendente a PCELDA ocurren después del control de flujo abierto. PDSCH (OBSAI):

-el canal compartido de enlace descendente físico es un canal que transporta datos del portador del usuario en el enlace descendente LTE. Los mensajes 684, 686 indican el flujo de los datos del portador PDSCH desde el nivel RAN al nivel RRH a través de OBSAI. PDCCH (OBSAI) - Canal de control de enlace descendente físico es un canal que lleva información de control en el enlace descendente LTE. Los mensajes 688, 670 indican el flujo de la

información de control de PDCCH desde el nivel de RAN al nivel de RRH a través de OBSAI. PUCCH & PUSCH (OBSAI): el canal de control de enlace ascendente físico y el canal compartido de enlace ascendente físico son canales de enlace ascendente LTE que contienen la información de control del enlace ascendente y los datos del portador, respectivamente. Los mensajes 692, 694 indican el flujo de datos PUCCH y PUSCH recibidos en el RRH que se envían a través de OBSAI hacia el RAN.

Incluso en este caso de ejemplo, la introducción del tejido de conmutación combinado flujo abierto/OBSAI ayuda a que esta solución funcione ligeramente mejor que la solución convencional.

En este caso, dado que los dos TP se asignan a dos niveles de RAN diferentes y a dos niveles de RRH diferentes, la cantidad de mensajes entre componentes aumenta y es similar a los niveles de una arquitectura RAN convencional.

En una realización, el nivel de RAN, el nivel de RRH y su interconectividad se basan en restricciones de latencia, ubicación y adyacencia, entre otros criterios. Por lo tanto, es probable que, en la mayoría de los casos, al usar esta arquitectura, prevalezca el escenario del caso de las figuras 5B y 6A, lo que minimiza los gastos generales de la mensajería entre componentes. Sin embargo, los escenarios como en la figura 5C y 6B no se pueden descartar debido a los caprichos de la configuración de la red con base en situaciones locales o con base en escenarios de movilidad que llevan al UE dentro y fuera del mejor escenario de las figuras 5B y 6A.

Las realizaciones de la invención crean el marco y proporcionan los mecanismos que permiten que la red de acceso basada en la nube optimice la asignación de recursos para un UE particular de modo que tenga recursos óptimos durante el mayor tiempo posible. Los mecanismos descritos anteriormente permiten que la RAN basada en la nube realice optimizaciones para un usuario específico al mismo tiempo que puede evaluar la condición general de la red y equilibrar los recursos para asignar recursos de manera óptima desde una perspectiva de red.

La figura 7 ilustra una realización. La figura ilustra un ejemplo simplificado de un aparato en el que se pueden aplicar realizaciones de la invención. El aparato de una realización de ejemplo no necesita ser el aparato completo, pero puede ser un componente o grupo de componentes del aparato en otras realizaciones de ejemplo. En algunas realizaciones, el aparato es un dispositivo informático.

Debe entenderse que el aparato se describe en este documento como un ejemplo que ilustra algunas realizaciones. Es evidente para un experto en la técnica que el aparato también puede incluir otras funciones y/o estructuras y no se requieren todas las funciones y estructuras descritas. Aunque el aparato se ha descrito como una entidad, se pueden implementar diferentes módulos y memoria en una o más entidades físicas o lógicas.

Un procesador o circuitería 700 de control está configurado para ejecutar instrucciones y realizar operaciones asociadas con el aparato. El procesador 700 puede entenderse como un medio, tal como un dispositivo procesador de señal digital, un dispositivo microprocesador y circuitería, para realizar diversas funciones, incluyendo, por ejemplo, una o más de las funciones descritas en conjunto con las figuras 1 a 6. El procesador o la circuitería 700 de control pueden controlar la recepción y el procesamiento de datos de entrada y salida entre componentes del aparato utilizando instrucciones recuperadas de la memoria. El procesador o la circuitería 700 de control se puede implementar en un solo chip, múltiples chips o múltiples componentes eléctricos. Algunos ejemplos de arquitecturas que pueden usarse para el procesador o la circuitería 700 de control incluyen un procesador dedicado o integrado y ASIC.

El procesador o circuitería 700 de control puede entender la funcionalidad para operar uno o más programas 704 de ordenador. El código de programa de ordenador puede almacenarse en una memoria 702. La al menos una memoria y el código de programa de ordenador pueden configurarse para, con el al menos un procesador, hacer que el aparato realice al menos una realización que incluye, por ejemplo, una o más de las funciones descritas en conjunto con las figuras 1 a 6. Normalmente, el procesador 702 opera junto con un sistema operativo para ejecutar código de ordenador y producir y utilizar datos.

A modo de ejemplo, la memoria 702 puede incluir una porción no volátil, tal como EEPROM, memoria flash o similar, y una porción volátil, tal como una memoria de acceso aleatorio (RAM) que incluye un área de caché para el almacenamiento temporal de datos. La información también podría residir en un medio de almacenamiento extraíble y cargarse o instalarse en el aparato cuando sea necesario.

El aparato puede incluir una interfaz 706 para comunicarse con otros aparatos o dispositivos de red. El aparato puede operar con uno o más protocolos de comunicación.

El aparato puede comprender también otras unidades y elementos no ilustrados en la figura 7, tales como otros dispositivos de interfaz, una unidad de potencia o una batería, por ejemplo.

En una realización, el aparato de la figura 7 es un administrador de niveles configurado para recopilar y mantener información en un nivel que comprende recursos dados conectados operativamente a un conjunto de cabezales de radio remotos y configurado para procesar el tráfico hacia y a partir de los cabezales de radio remotos; controlar el

uso de los recursos de nivel en diferentes conexiones y servicios; y comunicarse con los respectivos aparatos que controlan otros niveles con respecto al uso de recursos de los niveles.

5 En un ejemplo útil para comprender la invención, el aparato de la figura 7 es un mecanismo de conmutación de la nube configurado para comunicarse con los aparatos del administrador de niveles, cada uno de los cuales recopila y mantiene información en un nivel que comprende recursos dados conectados operativamente a un conjunto de cabezales de radio remotos y configurado para procesar el tráfico hacia y a partir de los cabezales de radio remotos y controlar los recursos del nivel; comunicarse con aparatos de administración de niveles, cada uno de los cuales
10 recopila y mantiene información en un nivel que comprende recursos dados configurados para procesar funciones de red de acceso por radio relacionadas con el tráfico hacia y a partir de los cabezales de radio remotos y controlar los recursos del nivel; Señalización de control de retransmisión entre los aparatos de administración de niveles que controlan diferentes niveles.

15 Las realizaciones de la presente invención pueden implementarse en software, hardware, lógica de aplicación o una combinación de software, hardware y lógica de aplicación. En una realización de ejemplo, la lógica de la aplicación, el software o un conjunto de instrucciones se mantienen en uno cualquiera de los diversos medios convencionales legibles por ordenador. En el contexto de este documento, un "medio legible por ordenador" puede ser cualquier medio o medio que pueda contener, almacenar, comunicar, propagar o transportar las instrucciones para su uso por o en conexión con un sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones, tal como un ordenador, con un
20 ejemplo de un ordenador descrito y representado en la figura 7. Un medio legible por ordenador puede comprender un medio de almacenamiento legible por ordenador que puede ser cualquier medio o medio que pueda contener o almacenar las instrucciones para su uso por o en conexión con un sistema, aparato o dispositivo de ejecución de instrucciones, tal como un ordenador.

REIVINDICACIONES

1. Un método en una red de acceso por radio de un sistema de comunicaciones en un entorno de nube, la red de acceso por radio se divide en dos o más niveles de diferentes niveles en parte con base en los requisitos de latencia de las diferentes operaciones de la red, los niveles tienen diferentes capacidades de procesamiento y cada nivel maneja un conjunto específico de funciones, que comprende un nivel de nivel de cabezal de radio remoto y uno o más niveles de nivel superior, comprendiendo el sistema interfaces entre diferentes niveles, el método comprende en un administrador de nivel de cada nivel:
 - 5 10 recopilar (300) y mantener información en su nivel que comprende recursos dados estando los recursos conectados operativamente a un conjunto de cabezales de radio remotos y configurados para procesar el tráfico hacia y a partir de los cabezales de radio remotos, en donde dicha recopilación y mantenimiento comprende la recopilación y el mantenimiento de información de sus recursos de nivel con base en la ubicación, proximidad, características de latencia, patrones de movilidad y otras características;
 - 15 controlar (302) el uso de los recursos de nivel en diferentes conexiones y servicios; coordinar con una infraestructura de virtualización la administración (212) de la asignación en la nube de los elementos de procesamiento dentro del nivel;
 - 20 comunicar (304) con los administradores de niveles que controlan otros niveles con respecto al uso de recursos de los niveles; y asignar recursos del nivel para el uso de otro nivel y/o solicitar recursos al administrador del nivel que controla otro nivel.
2. El método de la reivindicación 1, que comprende, además: controlar la realización dinámica de los componentes de la red de comunicación como instancias virtuales utilizando los recursos del nivel.
3. El método de la reivindicación 1 o 2, que comprende, además: mantener información sobre las capacidades de procesamiento y la carga actual de los recursos del nivel.
4. El método de cualquier reivindicación anterior, que comprende, además: generar estadísticas relacionadas con el uso de recursos, la operación y propiedades de los recursos y la calidad de las conexiones que utilizan recursos del nivel.
5. El método de la reivindicación 6, que comprende, además: indicar una instancia como activa o no activa y activar o desactivar la interconexión entre diferentes instancias de nivel.
6. El método de cualquier reivindicación anterior, que comprende, además: monitorizar la disponibilidad de los recursos del nivel y controlar el uso de los recursos con base en la disponibilidad.
7. El método de cualquier reivindicación anterior, que comprende, además: determinar los recursos que necesitan mantenimiento o actualización, e informar a la red de comunicaciones de la necesidad.
8. El método de cualquier reivindicación anterior, que comprende, además: recopilar y mantener información de recursos con base en ubicación, proximidad, características de latencia y patrones de movilidad.
9. El método de cualquier reivindicación anterior, en donde los administradores de niveles están estructurados en una jerarquía que consta de nodos padre, hermano e hijo con base en la funcionalidad o ubicación de los administradores de niveles dentro de una red de acceso por radio, RAN, nivel.
10. Un producto de programa de ordenador incorporado en un medio de distribución legible por un ordenador y que comprende instrucciones de programa que, cuando se ejecutan mediante un aparato administrador de niveles, ejecutan un proceso informático que comprende todos los pasos del método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores 1 a 9.
11. Un aparato de administración de niveles en una red de acceso por radio de un sistema de comunicación en un entorno de nube, la red de acceso por radio se divide en dos o más niveles (200, 202, 204) de diferentes niveles en parte con base en los requisitos de latencia de las diferentes operaciones de la red, los niveles tienen diferentes capacidades de procesamiento y cada nivel maneja un conjunto específico de funciones, que comprende un nivel de nivel (200) de cabezal de radio remoto y uno o más niveles (203,304) de nivel de nivel superior, el sistema comprende interfaces entre diferentes niveles, el aparato (206, 208, 210) de cada nivel que comprende:
 - medios (700, 702) para recopilar y mantener información en su nivel que comprenden recursos dados los recursos están conectados operativamente a un conjunto de cabezales de radio remotos y configurados para procesar el tráfico hacia y a partir de los cabezales de radio remotos

en donde dicha recopilación y mantenimiento comprende la recopilación y el mantenimiento de información de sus recursos de nivel con base en la ubicación, proximidad, características de latencia, patrones de movilidad y otras características;

medios (700, 702) para controlar el uso de los recursos informáticos de nivel en diferentes conexiones y servicios;

5 medios (700, 702) para coordinar con una administración (212) de infraestructura de virtualización de la asignación en la nube de elementos de procesamiento dentro del nivel;

medios (700, 702) para comunicarse con los administradores de niveles que controlan otros niveles con respecto al uso de recursos informáticos de los niveles; y

10 medios (700, 702) para asignar recursos informáticos del nivel para el uso de otro nivel y/o solicitar recursos del administrador del nivel que controla otro nivel.

12. Una red de acceso por radio de un sistema de comunicaciones en un entorno de nube, la red de acceso por radio se divide en dos o más niveles (200, 202, 204) de diferentes niveles en parte con base en los requisitos de latencia de las diferentes operaciones de la red, los niveles que tiene diferentes capacidades de procesamiento y cada nivel maneja un conjunto específico de funciones, que comprende un nivel (200) de nivel de cabezal de radio remoto y uno o más niveles (202, 204) de nivel de nivel superior, el sistema comprende interfaces entre diferentes niveles, cada nivel comprende un administrador (206, 208, 210) de niveles, que comprende:

20 medios (700, 702) para recopilar y mantener información en su nivel que comprenden recursos dados los recursos están conectados operativamente a un conjunto de cabezales de radio remotos y configurados para procesar el tráfico hacia y a partir de los cabezales de radio remotos

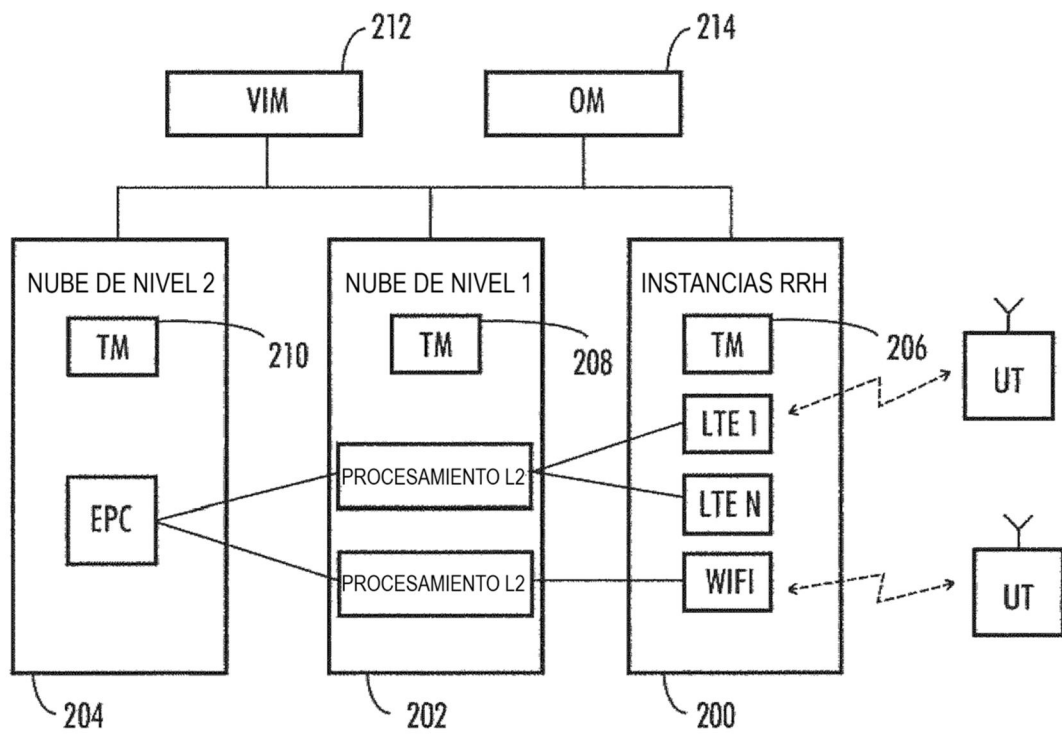
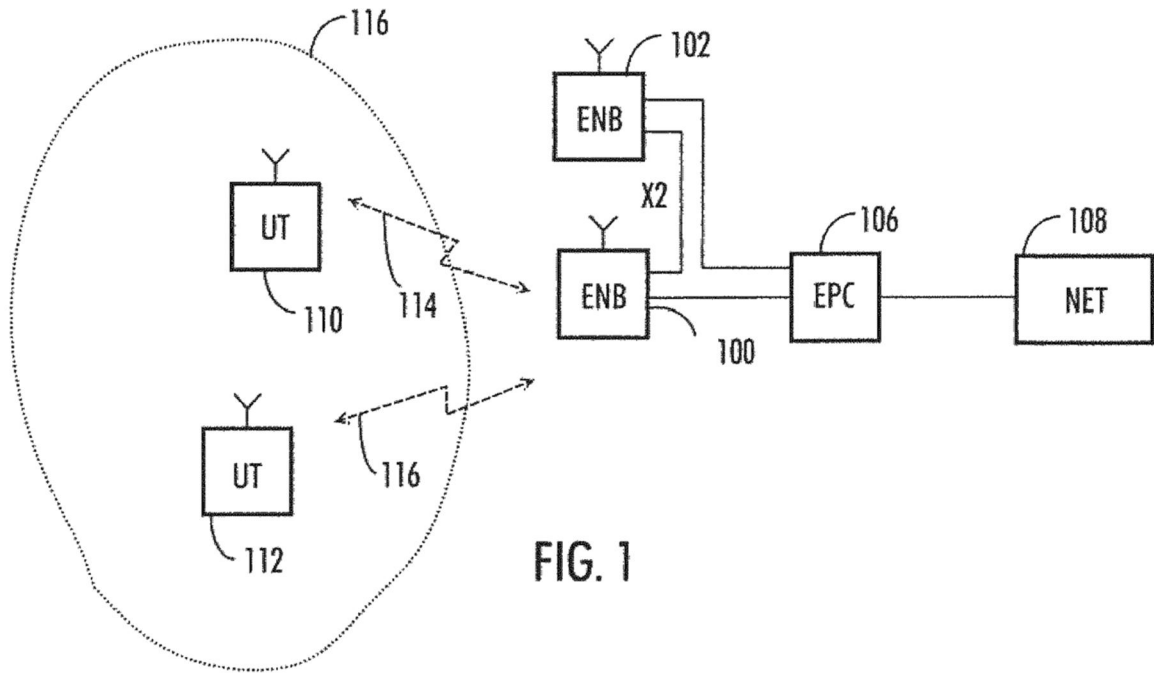
en donde dicha recopilación y mantenimiento comprende la recopilación y el mantenimiento de información de sus recursos de nivel con base en la ubicación, proximidad, características de latencia, patrones de movilidad y otras características;

25 medios (700, 702) para controlar el uso de los recursos informáticos de nivel en diferentes conexiones y servicios;

medios (700, 702) para coordinar con una administración (212) de infraestructura de virtualización de la asignación en la nube de elementos de procesamiento dentro del nivel;

medios (700, 702) para comunicarse con los administradores de niveles que controlan otros niveles con respecto al uso de recursos informáticos de los niveles; y

30 medios (700, 702) para asignar recursos informáticos del nivel para el uso de otro nivel y/o solicitar recursos del administrador del nivel que controla otro nivel.



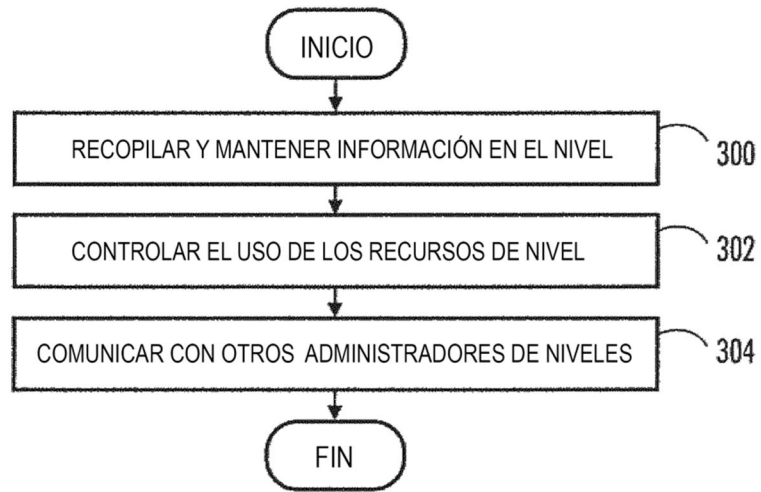


FIG. 3

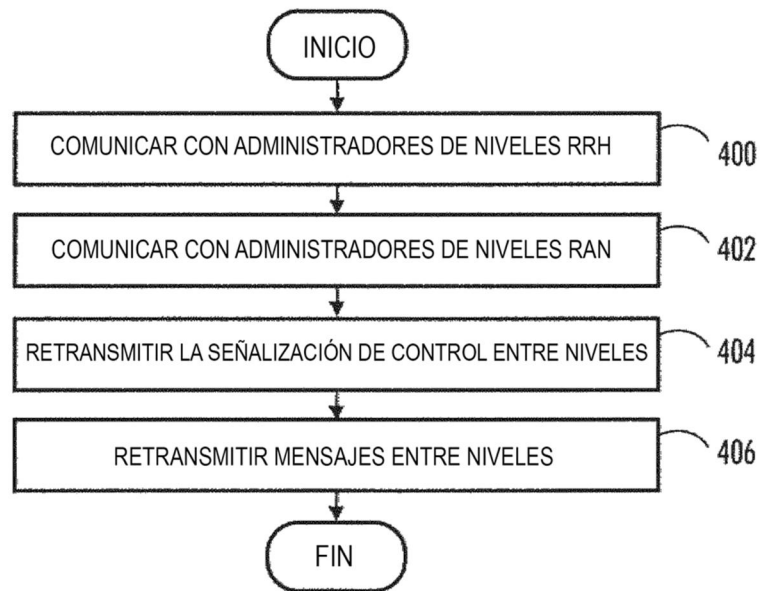


FIG. 4

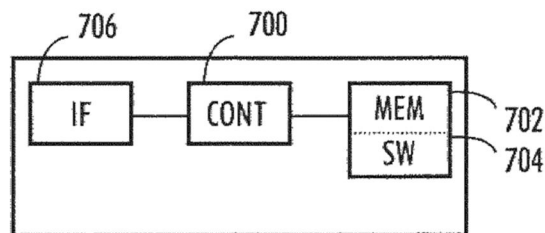
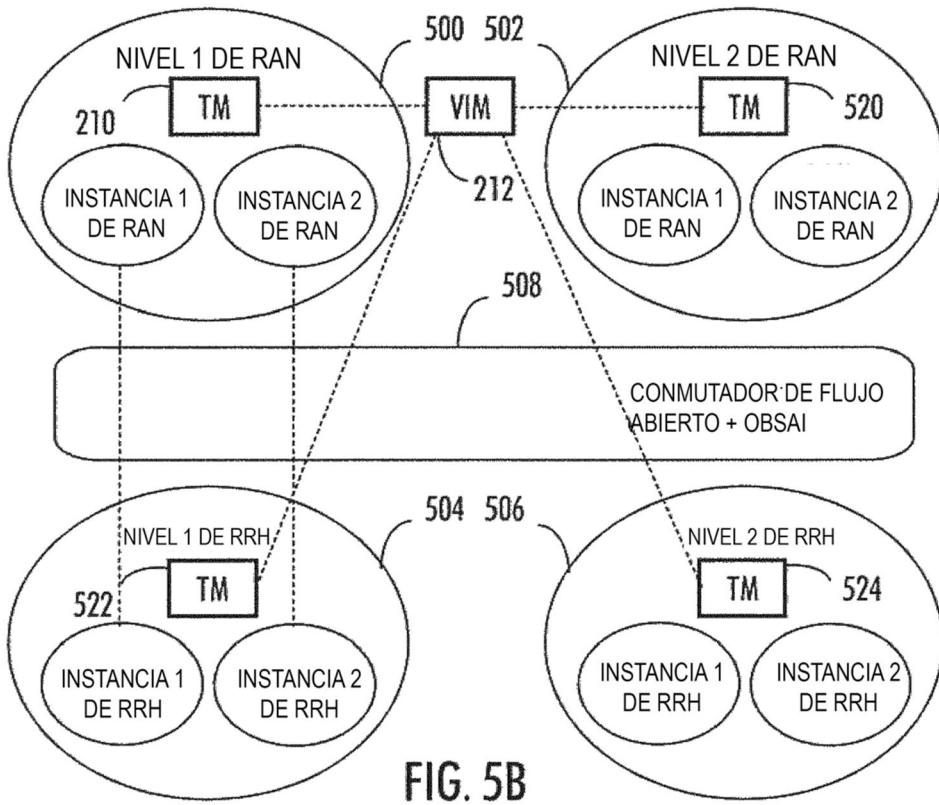
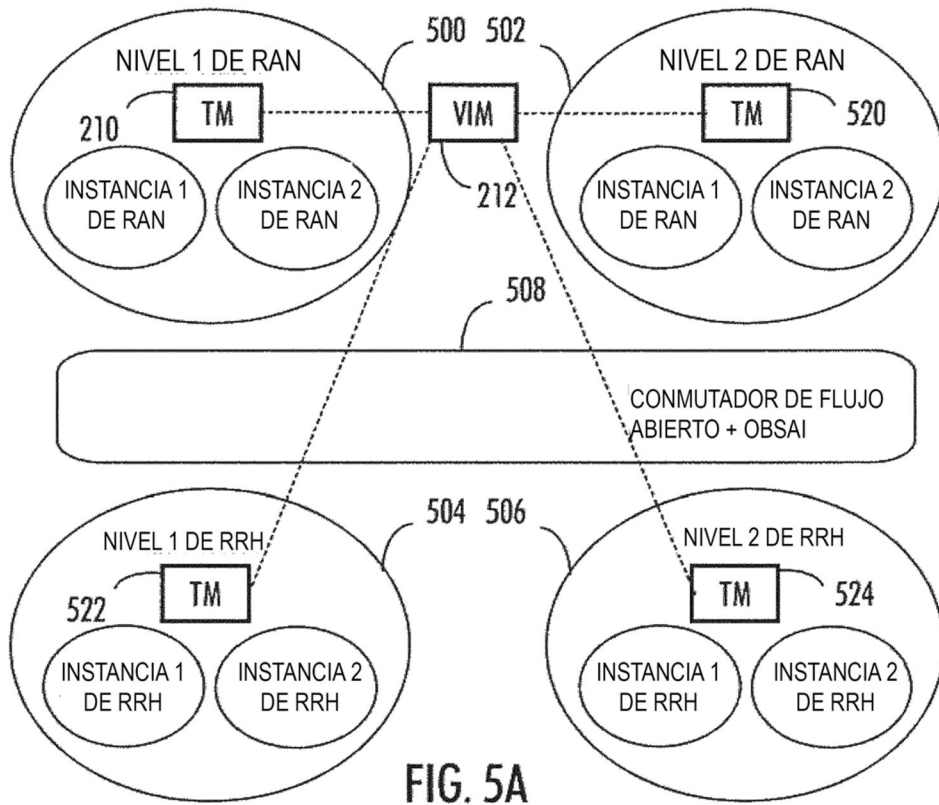


FIG. 7



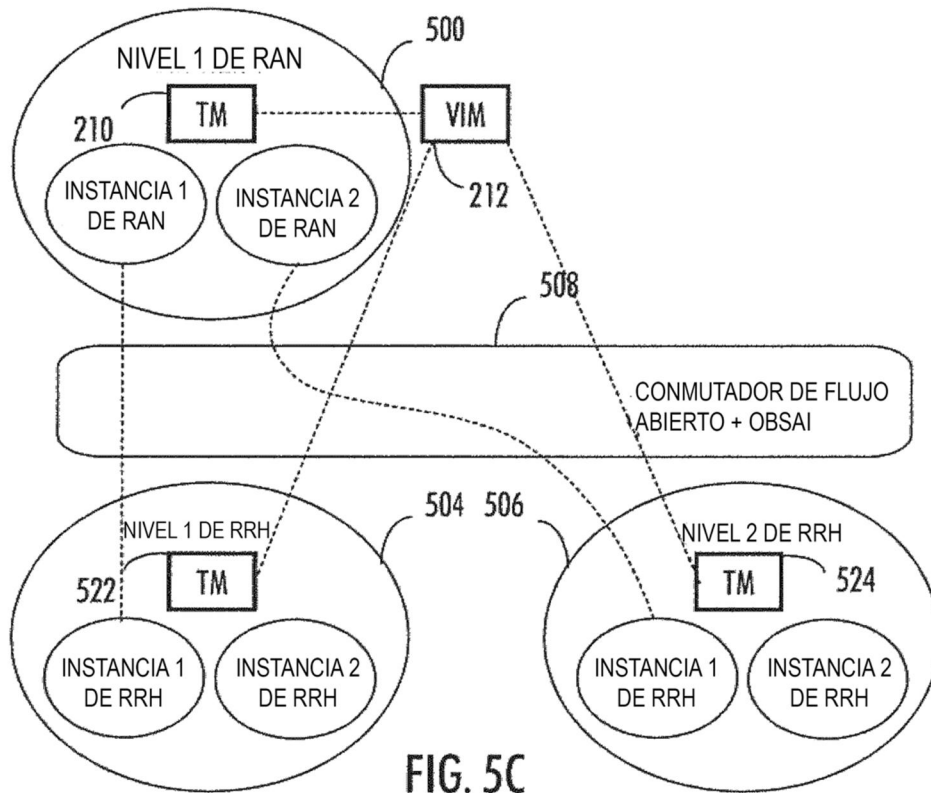


FIG. 5C

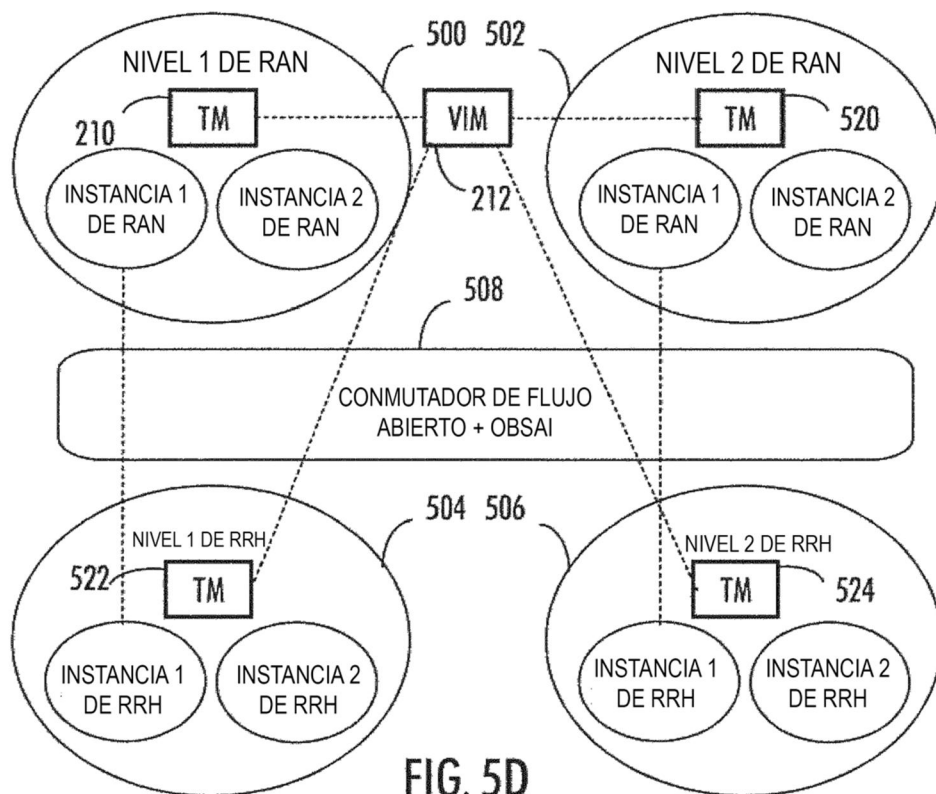


FIG. 5D

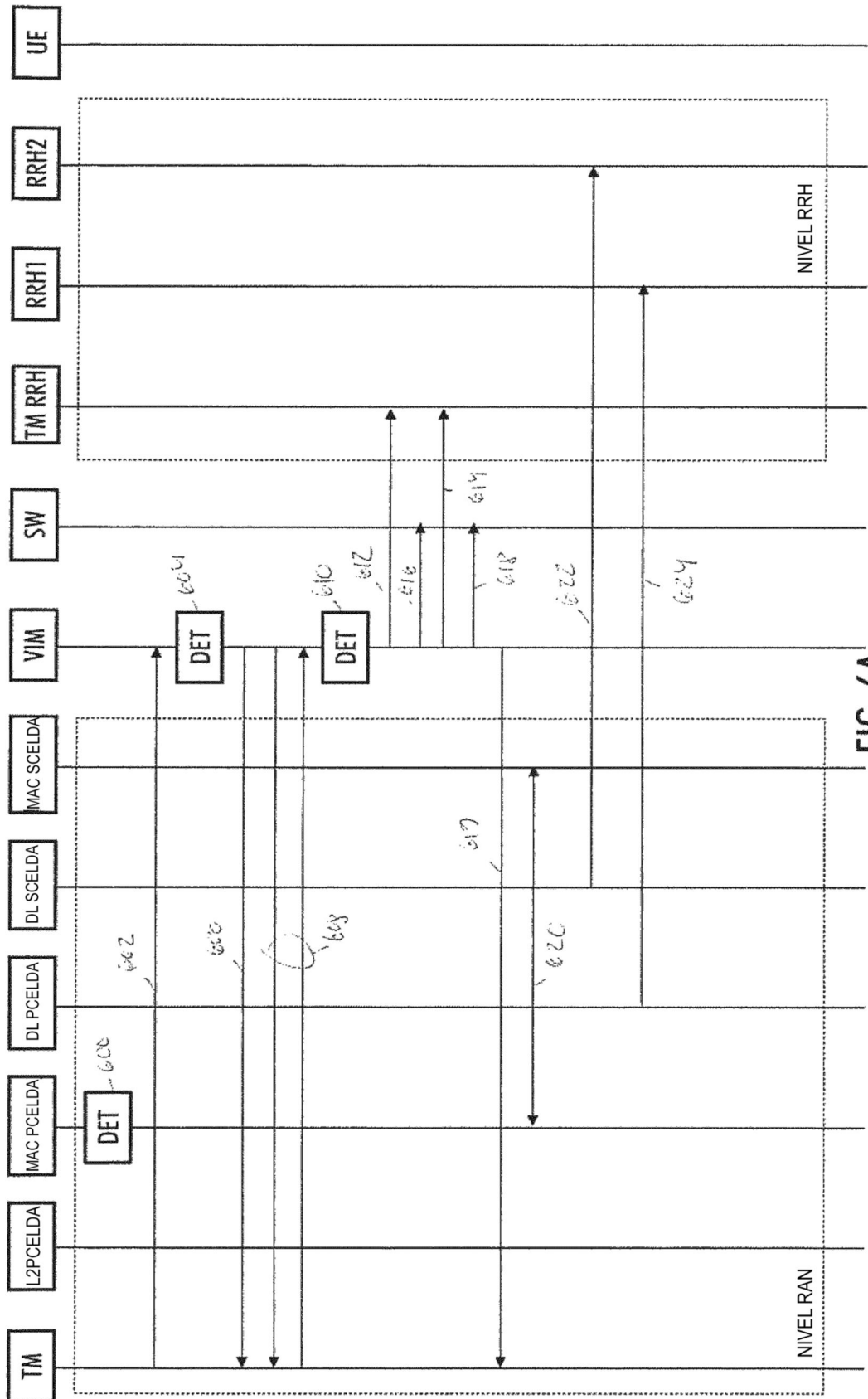
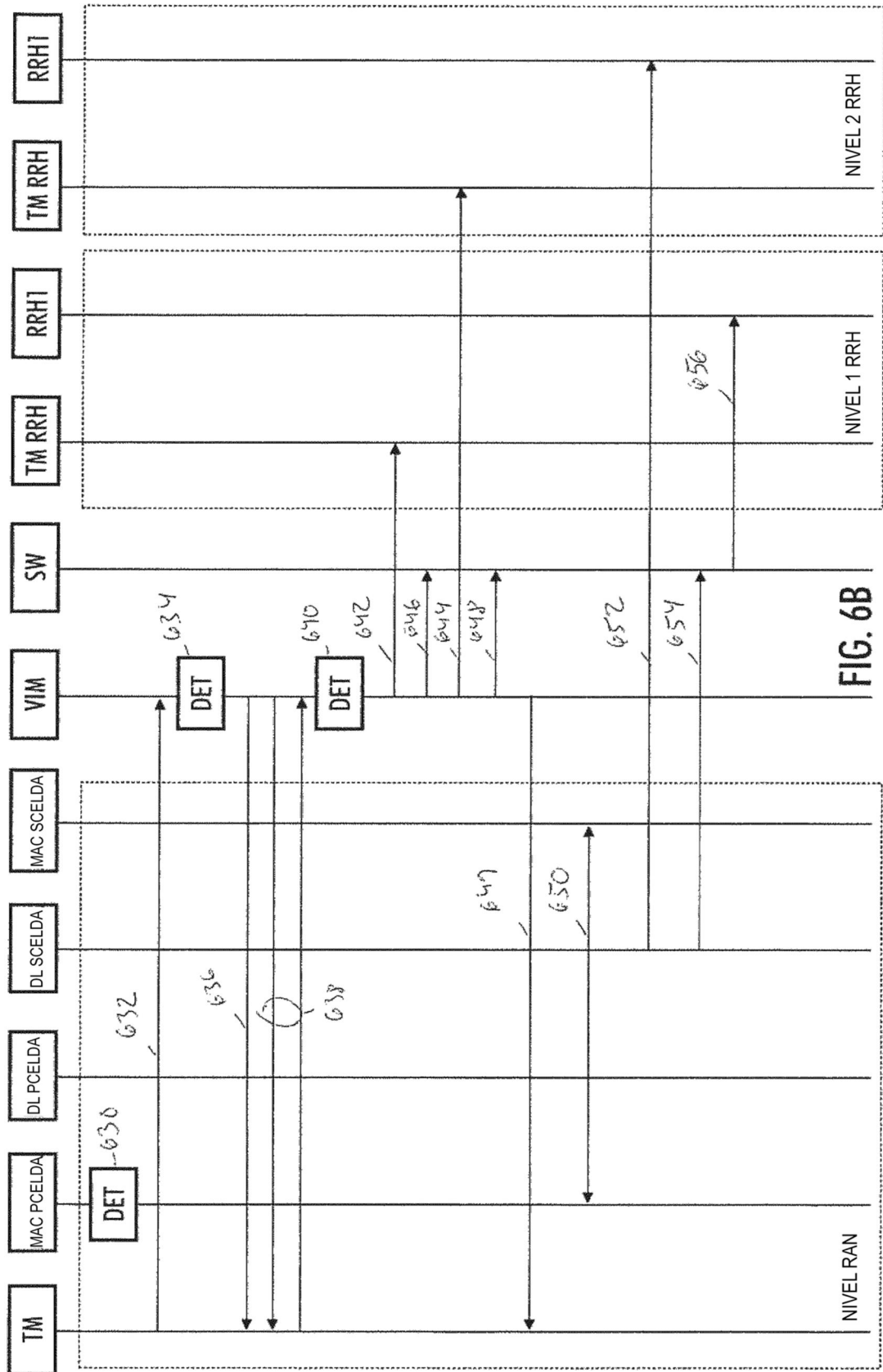


FIG. 6A



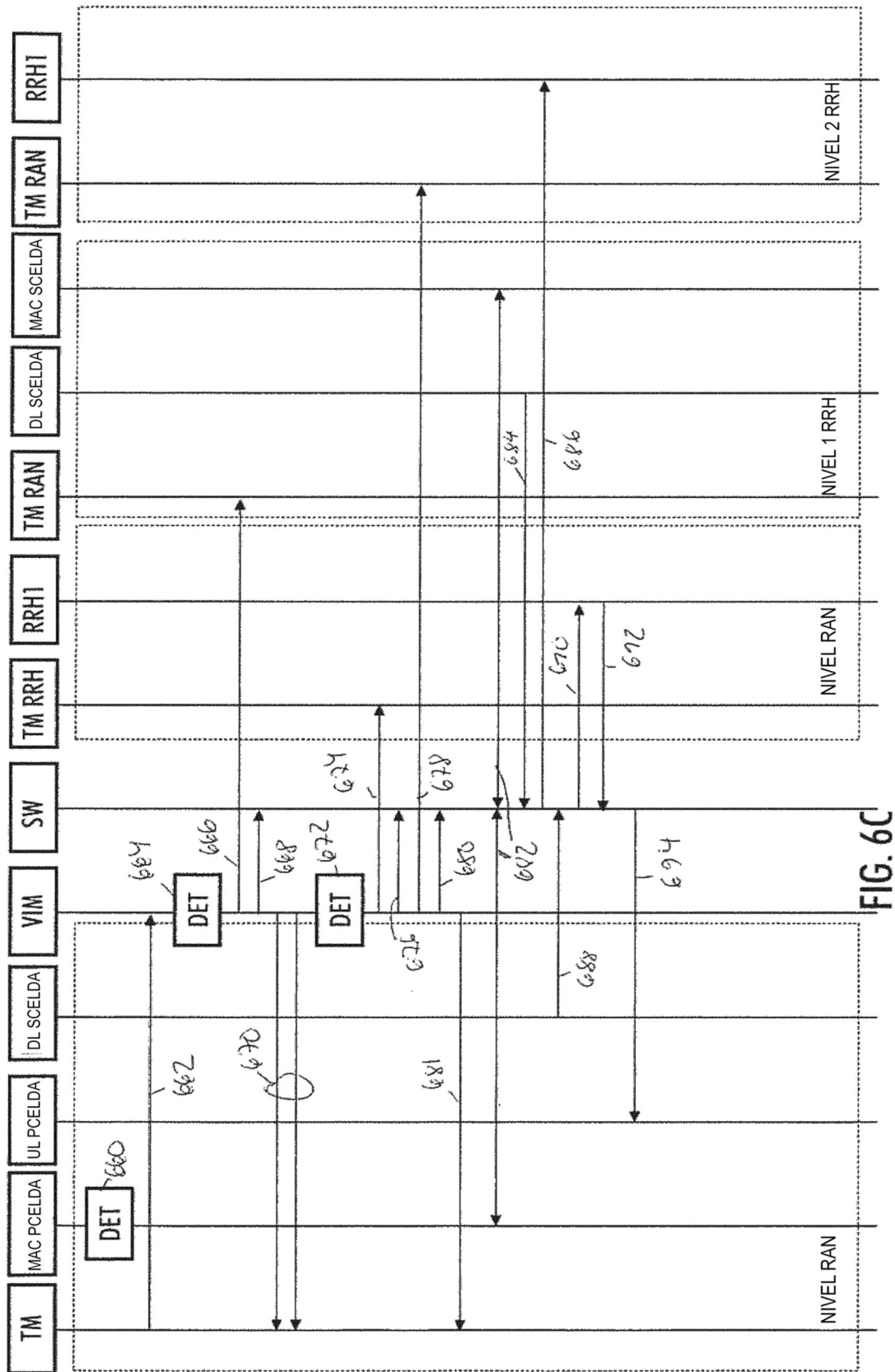


FIG. 6C