

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 716 089**

51 Int. Cl.:

**H04W 72/08** (2009.01)

**H04W 48/18** (2009.01)

**H04W 88/06** (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.01.2014 PCT/US2014/013739**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.08.2014 WO14120863**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.01.2014 E 14745836 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2952032**

54 Título: **Evitación de interferencias en redes heterogéneas de múltiples tecnologías de acceso radioeléctrico (RAT)**

30 Prioridad:

**30.01.2013 US 201313753795**

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

**10.06.2019**

73 Titular/es:

**INTEL CORPORATION (100.0%)  
2200 Mission College Boulevard  
Santa Clara, CA 95054, US**

72 Inventor/es:

**YEH, SHU-PING;  
HIMAYAT, NAGEEN;  
YAZDAN PANAHA, ALI y  
TALWAR, SHILPA**

74 Agente/Representante:

**LEHMANN NOVO, María Isabel**

ES 2 716 089 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

Evitación de interferencias dinámicas en redes heterogéneas de múltiples tecnologías de acceso radioeléctrico (RAT)

5 Antecedentes

La creciente adopción de una gran variedad de servicios multimedia ha dado lugar a una demanda explosiva de capacidad inalámbrica de datos. Estudios recientes indican que el tráfico inalámbrico ha crecido a un ritmo que es aproximadamente un orden de magnitud mayor que las mejoras de eficacia espectral disponibles para satisfacer el aumento de capacidad requerido. Esta brecha aumentará aún más a medida que aumente el número de dispositivos por persona, y los dispositivos más nuevos permiten el consumo de contenido multimedia aún más diverso.

15 Trabajos recientes en el área de redes heterogéneas (Het-Nets) se han enfocado principalmente en técnicas de superposición de redes para desviar el tráfico de datos a células más pequeñas. Las redes heterogéneas superponen dispositivos de baja potencia y bajo coste en agujeros de cobertura o zonas activas que requieren capacidad para complementar las redes celulares de un solo nivel existentes. Mientras que las células grandes, cubiertas por macroestaciones base (MBS), por ejemplo, proporcionan cobertura general y movilidad sin interrupciones, las células pequeñas atendidas por dispositivos tales como femtopuntos de acceso (FAP), picoestaciones base (PBS), puntos de acceso WiFi (AP) y estaciones de retransmisión (RS) ayudan a ampliar la cobertura y aumentar la capacidad local. Para aumentar aún más la capacidad, la red puede aprovechar el espectro a través de diferentes tecnologías de acceso radioeléctrico (RAT).

25 Uno de los elementos clave de la Evolución a Largo Plazo (LTE) es la necesidad de coexistir con otras RAT. Las implantaciones tienen normalmente como objetivo la reutilización espectral completa a través de los niveles y las células de la red, ya que el espectro con licencia es caro y escaso. Las células pequeñas integradas utilizadas en arquitecturas de red heterogéneas multi-RAT también pueden coexistir con interfaces de radio WiFi®/LTE. Dicha infraestructura integrada reduce el coste al aprovechar la infraestructura común en múltiples RAT, tal como la adquisición de sitios comunes, los enlaces de retorno, etc.

30 La interferencia es un motivo de preocupación en la comunicación inalámbrica debido a la necesidad de reutilizar al máximo los escasos recursos espectrales. En redes de múltiples niveles, el problema de la interferencia es aún más grave ya que hay una interferencia cruzada adicional entre niveles cuando las células pequeñas superpuestas reutilizan el mismo espectro que las macrocélulas. Normalmente, la interferencia se puede mitigar mediante el silenciamiento periódico de la transmisión de las macrocélulas (o pequeñas células) para proteger la transmisión de pequeñas células (macrocélulas) a expensas de reducir la eficacia espectral global.

35 Dado que un número creciente de clientes en la red están equipados con múltiples interfaces de radio, por ejemplo, WiFi® además de 4G, un operador también puede aprovechar las diferentes redes radioeléctricas para añadir capacidad de bajo coste y mejorar la cobertura y la calidad del servicio (QoS) en la red. Además del aspecto multinivel de las Het-Nets, los componentes de red multi-RAT contribuyen a mejorar aún más el rendimiento. En Het-Nets multi-RAT, la disponibilidad de RAT adicionales (por ejemplo, WiFi®) proporciona una flexibilidad adicional para dividir los recursos radioeléctricos entre los usuarios para mitigar el efecto de las interferencias. El documento WO 2011/123841 A1 da a conocer un ejemplo de la técnica anterior.

45 Breve descripción de los dibujos

En los dibujos, que no están dibujados necesariamente a escala, los números similares pueden describir componentes similares en diferentes vistas. Los números similares que tienen sufijos de letras diferentes pueden representar diferentes instancias de componentes similares. Los dibujos ilustran en general, a modo de ejemplo, pero no a modo de limitación, diversos ejemplos que se analizan en el presente documento.

La Fig. 1 ilustra una arquitectura de red heterogénea (Het-Net) multi-RAT y multinivel de acuerdo con un ejemplo.

55 La Fig. 2 ilustra una Het-Net de acuerdo con un ejemplo.

La Fig. 3 ilustra una arquitectura integrada multi-RAT de células pequeñas de Wi-Fi celular de acuerdo con un ejemplo.

60 La Fig. 4 es un diagrama de flujo de un procedimiento para proporcionar evitación de interferencias dinámicas en redes heterogéneas multi-RAT integradas de acuerdo con un ejemplo.

La Fig. 5 es una tabla que muestra el caudal de tráfico y la interrupción de servicios a nivel "pico" en presencia de interferencias WiFi con mapeo dinámico de usuario de acuerdo con un ejemplo.

La Fig. 6 ilustra un diagrama de bloques de una máquina de ejemplo para proporcionar evitación de interferencias dinámicas en redes heterogéneas multi-RAT integradas de acuerdo con un ejemplo.

Descripción

5 La Fig. 1 ilustra una arquitectura de red heterogénea (Het-Net) multi-RAT y multinivel 100 de acuerdo con un ejemplo. La arquitectura de red heterogénea multi-RAT y multinivel 100 incluye un nivel de células pequeñas 110, por ejemplo, micro 112, pico 114, femto 116, estaciones de retransmisión 118, puntos de acceso WiFi 120, etc., superpuestas en la macrored celular 130 para aumentar la capacidad de red. El nivel de células pequeñas 110 proporciona una adición rentable de capacidad celular y cobertura. En la arquitectura de red heterogénea multi-RAT y multinivel 100, la mayor parte del tráfico de la macrored 130 puede desviarse hacia células pequeñas 110, mientras que una cobertura y movilidad de área extensa se mantiene a través de la macrored 130. Las implantaciones tienen normalmente como objetivo la reutilización espectral completa a través de los niveles de células pequeñas 110 y las células de la macrored 130, ya que el espectro con licencia es caro y escaso. Las implantaciones también buscan acceder a un espectro adicional disponible a través de múltiples tecnologías de acceso radioeléctrico (por ejemplo, el espectro sin licencia disponible para la tecnología WiFi).

La Fig. 2 ilustra una Het-Net 200 de acuerdo con un ejemplo. En la Fig. 2, la Het-Net 200 incluye macrocélulas grandes tradicionales 230 y células más pequeñas que incluyen picocélulas 240 y femtocélulas 242. Además, también se puede usar WiFi, 244, como un mecanismo aceptable para la desviación de tráfico. Cada célula puede compartir un espectro común. La comunicación cliente a cliente 250 se puede ver como un nivel adicional.

Las zonas activas móviles 252 proporcionan acceso inalámbrico a Internet para muchos dispositivos, por ejemplo, ordenadores portátiles 254, impresoras 256, dispositivos multimedia 258, etc. Las zonas activas móviles 252 se pueden proporcionar utilizando un dispositivo móvil suscrito a un servicio de banda ancha móvil de un proveedor celular. Las femtocélulas 242 son similares a las "zonas activas" WiFi, pero son parte de una red celular, en lugar de una red inalámbrica de área local (WLAN). Las femtoestaciones base 260 funcionan de muchas maneras como una macroestación base 232 más grande, pero a una escala mucho más pequeña con baja potencia de salida diseñada para espacios pequeños tales como apartamentos, casas, oficinas, etc. Una estación de retransmisión 270 es una estación que recibe una transmisión de datos y/u otra información desde una estación de subida (por ejemplo, un eNB o un UE) y envía una transmisión de los datos y/u otra información a una estación de bajada (por ejemplo, un UE o un eNB). Una estación de retransmisión 270 también puede ser un UE 272 que retransmite transmisiones para otros UE 274. Los agujeros de cobertura 280 pueden producirse entre femtocélulas y otras células, tales como una macrocélula 230 que tiene un sistema de antenas distribuido 234, una picocélula 240, una femtocélula 242, etc. Los retransmisores 270 pueden usarse para abordar los agujeros de cobertura 280.

Sin embargo, en redes multinivel, la interferencia es aún más grave debido a que hay una interferencia cruzada adicional entre niveles cuando las células pequeñas superpuestas, por ejemplo, picocélulas 240, femtocélulas 242 y retransmisores 270, reutilizan el mismo espectro que las macrocélulas 230. Por ejemplo, los picousuarios que experimentan una interferencia LTE significativa procedente de las macroestaciones base 232 se pueden asignar a la portadora WiFi para evitar interferencias LTE. Sin embargo, las bandas WiFi también están sujetas a interferencias ya que cualquiera puede acceder al espectro WiFi sin licencia. Además, las implantaciones de WiFi también se ven afectadas por interferencias procedentes de nodos ocultos debido a desajustes en la detección de portadoras y el alcance de las interferencias. Por lo tanto, a diferencia de la interferencia cruzada entre niveles generada en el espectro celular, la interferencia en las bandas WiFi es más dinámica, además de ser mucho más difícil de gestionar.

La Fig. 3 ilustra una arquitectura integrada multi-RAT de células pequeñas de Wi-Fi celular 300 de acuerdo con un ejemplo. Una infraestructura multi-RAT integrada 300 permite una integración más estrecha entre múltiples redes radioeléctricas cuando se usa con equipos de usuario (UE) multimodo. El rendimiento de la capacidad y la calidad del servicio (QoS) puede mejorarse mediante el estrecho acoplamiento de múltiples redes radioeléctricas en implantaciones Het-Net multi-RAT. La gestión de WiFi como una "portadora virtual" proporciona una transmisión de datos oportunista bajo el control de un controlador de recursos radioeléctricos (RRC) 322. La arquitectura multi-RAT integrada que se muestra en la Fig. 3 habilita la WiFi tipo "portadora virtual" para equipos de usuario (UE) multimodo.

En la Fig. 3, el UE multimodo 310 accede a los servicios a través de un nodo integrado 320. El nodo integrado 320 puede ser un nodo B evolucionado (eNodoB o eNB) y proporciona el UE multimodo 310 acceso a servicios 354 a través de una pasarela (GW) de servicio 350 y una GW de red de datos por paquetes (PDN) 352. La GW de servicio 350 encamina y reenvía paquetes de datos de usuario, al tiempo que actúa como anclaje de movilidad durante los trasposos entre nodos y como anclaje para la movilidad entre tecnologías, tales como LTE, 3GPP, WiMax®, etc. La GW PDN 352 proporciona al UE multimodo 310 conectividad a los servicios 354 de redes de datos por paquetes externas al ser el punto de salida y entrada de tráfico para el UE multimodo 310.

Una entidad de gestión de movilidad (MME) 370 actúa como el nodo de control clave. La MME se encarga del procedimiento de seguimiento y radiolocalización de UE multimodo inactivos 310, incluidas las retransmisiones. La MME 370 está involucrada en el proceso de activación/desactivación de portadoras y también se encarga de elegir

la GW de servicio 350 para un UE multimodo 310 en la vinculación inicial y en el momento del traspaso dentro de LTE que implica la reubicación de nodos de red principal (CN). La MME 370 también se encarga de autenticar el UE multimodo 310. El estrato de no acceso (NAS) 380, 382 en el UE multimodo 310 y el nodo integrado 320, respectivamente, proporciona señalización entre el UE multimodo 310 y la MME 370. El NAS 380, 382 permite la movilidad del UE multimodo 310 y los procedimientos de gestión de sesión para establecer y mantener la conectividad IP entre el UE multimodo 310 y la pasarela de red de datos por paquetes (GW PDN) 352.

En el nodo integrado 320, un controlador de recursos radioeléctricos (RRC) 322 gestiona los recursos radioeléctricos y genera señales de control para configurar los canales de transporte, lógicos y físicos, y gestiona la señalización con el UE multimodo 310. Más específicamente, la transmisión en un enlace WiFi es gestionada por el RRC 322 en el lado (Célula-P 4G) celular (WWAN) 390, que proporciona las funciones de gestión y control. El enlace WiFi 327 de la Célula-S de WLAN 392 puede usarse, por tanto, para transmitir datos de manera oportunista para una sesión celular.

El nodo integrado 320 puede ser un piconodo o un femtonodo integrado. Sin embargo, el nodo integrado 320 no se limita a un piconodo o un femtonodo. El nodo integrado también proporciona conexiones a la red de telefonía móvil y se comunica directamente con el UE multimodo 310. Las funciones de agregación multi-RAT 312, 324 se proporcionan en el UE multimodo 310 y el nodo integrado 320, respectivamente, para satisfacer necesidades de velocidades de datos más altas utilizando múltiples componentes de portadora que cada UE multimodo 310 puede admitir, por ejemplo, una componente de portadora primaria (PCC) 326 y, opcionalmente, una o más componentes de portadora secundarias (SCC) 327. La PCC 326 se mantendrá activa. Relacionado con las múltiples componentes de portadora es el concepto de célula primaria (célula-P) 390 y de célula secundaria (célula-S) 392. Una célula primaria 390 se establece mediante el procedimiento de conexión de control de recursos radioeléctricos, y una célula secundaria 392 se establece mediante un mensaje de adición de célula secundaria. Si más de una componente de portadora (CC) se configura para el UE multimodo 310, las CC adicionales se denotan como células secundarias (Células-S) 392 para el usuario.

El nodo integrado 320 y el UE multimodo 310 proporcionan funciones de protocolo en el plano de usuario y en el plano de control 328, 314, respectivamente. Las funciones en el plano de usuario son compatibles con el protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP) 340, el control de enlace radioeléctrico (RLC) 341, el control de acceso al medio (MAC) 342 y la capa física (PHY) 343. Las funciones en el plano de control son compatibles con la capa de controlador de recursos radioeléctricos (RRC) 344. Una capa de enlace de datos 345 proporciona los medios funcionales y de procedimiento para transferir datos entre entidades de red y puede detectar y corregir errores que pueden ocurrir en la capa física.

El protocolo de convergencia de datos por paquetes (PDCP) 340 realiza compresión y descompresión de cabeceras IP, transfiere datos de usuario y mantiene números de secuencia para portadoras radioeléctricas que están configuradas para la reubicación del subsistema de red radioeléctrica de servicio (SRNS) sin pérdidas. La capa RLC 341 se usa para formatear y transportar el tráfico entre el UE multimodo 310 y el nodo integrado 320. La capa de control de acceso al medio (MAC) 342 proporciona la función del planificador que distribuye el ancho de banda disponible a una pluralidad de UE activos y proporciona control de procedimiento de acceso aleatorio. El RLC 341 también realiza la segmentación y/o concatenación de PDU PDCP para ajustarse al tamaño requerido por la capa MAC 342 y, en la trayectoria de recepción, el RLC 341 reconstruye las PDU PDCP. La capa física (PHY) 343 transmite información tanto de datos como de control entre estaciones base, por ejemplo, el nodo integrado 320 y el UE multimodo 310. La capa PHY 343 también permite que los datos se dirijan hacia o desde múltiples usuarios de subportadora en subportadora durante un número específico de períodos de símbolo.

El nodo integrado 320 proporciona servicio 4G a través de una célula primaria 390 y un servicio de WLAN a través de una célula secundaria 392. La célula primaria 4G 390 proporciona una conexión siempre activa. La señalización en el plano de control en la Fig. 3 muestra las capas que están implicadas en la activación de la agregación de portadoras para el UE multimodo 310. La célula secundaria de WLAN 392 proporcionada por el nodo integrado 320 también muestra un segundo plano de control para la conexión bajo demanda de WLAN. Las funciones de agregación multi-RAT 312, 324 en el UE multimodo 310 y el nodo integrado 320 admiten la agregación de la célula primaria 4G 390 y la celda secundaria de WLAN 392. Los segundos planos de control 316, 329 en el UE multimodo 310 y el nodo integrado 320, respectivamente, incluyen una segunda capa MAC 346 y una segunda capa física 347. Los paquetes son proporcionados por el PDCP 340, que gestiona mensajes del RRC 344. Si bien se utiliza un ejemplo que utiliza células primarias y secundarias con fines aclaratorios, los ejemplos también pueden funcionar sin el uso de este marco de "agregación de portadoras". Los algoritmos de conmutación son compatibles con otros ejemplos de arquitecturas 3GPP; por ejemplo, pueden funcionar de igual manera con otras arquitecturas que no son 3GPP y además pueden implicar la agregación/conmutación a través de múltiples tecnologías de acceso radioeléctrico adicionales, no necesariamente 3GPP-LTE ni WiFi.

Se pueden evitar las interferencias dinámicas en bandas WiFi utilizando bandas LTE como un mecanismo de respaldo. En particular, las interferencias dinámicas amplían el marco de asignación de RAT basada en red para adaptar dinámicamente las asignaciones de RAT como respuesta a interferencias WiFi no coordinadas. Específicamente, la redistribución de RAT se lleva a cabo periódicamente. Cada vez antes de planificar una trama

LTE, la función de coordinación multi-RAT (MRCF) 323 proporcionada por el RRC 322 dentro del nodo integrado 320 se comprueba periódicamente para determinar si se debe realizar la redistribución de RAT de usuario. Los procedimientos de distribución y desvío de usuarios multi-RAT, descritos más adelante en el presente documento, se utilizan para optimizar la utilidad global a través de los UE multimodo 310 en una red heterogénea multi-RAT 300.

5 Un marco de actualización regular planifica alternativamente mediciones para recopilar las métricas de utilidad en las RAT y después reevalúa la mejor asignación de RAT a través de UE multimodo 310. El sistema ajusta el período de medición para compensar la necesidad de mediciones actualizadas con la sobrecarga de recopilación de mediciones. Por consiguiente, las interferencias dinámicas en la Het-Net multi-RAT 300 puede mitigarse usando un marco de asignación de RAT periódica.

10 La Fig. 4 es un diagrama de flujo 400 de un procedimiento para proporcionar evitación de interferencias dinámicas en redes heterogéneas multi-RAT integradas de acuerdo con un ejemplo. En la Fig. 4 se realiza una asignación de RAT de usuario inicial a través de los usuarios y el contador se fija para que sea igual al período de actualización, 410. La asignación de RAT de usuario inicial se puede lograr mediante una simple asignación aleatoria de usuarios a una de las RAT o usando algoritmos de asignación de RAT más sofisticados. Por ejemplo, los UE pueden usar temporalmente radios a través de "tramas de calentamiento de prueba" para recopilar mediciones y realizar uno de los algoritmos de optimización de asignación de RAT.

15 Se determina si el contador es igual a cero, 420. En caso afirmativo, 422, los usuarios se redistribuyen a diferentes RAT según mediciones recientes y el contador se fija igual al período de actualización, 430. En consecuencia, los usuarios se redistribuyen a través de las RAT periódicamente en función del "período\_actualización". El período de actualización puede fijarse como un múltiplo de la duración de trama LTE y la operación de redistribución tiene lugar antes de planificar los recursos LTE. Cada vez antes de planificar una trama LTE, la función de coordinación multi-RAT (MRCF) dentro del nodo integrado comprueba el "contador" para determinar si se debe realizar la redistribución de RAT de usuario. Si se alcanza el período de actualización, la MRCF ejecutará el algoritmo de distribución de RAT de usuario basándose en mediciones recientes. Con el fin de capturar el comportamiento de interferencia actual, se utilizan mediciones recientes en las métricas deseadas para la redistribución de RAT de usuario.

20 Se requiere un procesamiento especial para garantizar transiciones graduales a través de reasignaciones de RAT cuando los usuarios tienen transmisiones HARQ incompletas en el enlace LTE o transmisiones en curso en el enlace WiFi. Si los UE son capaces de funcionar simultáneamente tanto en bandas LTE como WiFi, se puede activar una operación de radio dual para usuarios con transmisión incompleta en la RAT actual mientras se transita a la RAT recién asignada. Esta operación temporal de radio dual termina una vez finalizada la transmisión incompleta.

25 Un enfoque alternativo es prohibir que los usuarios con transmisión incompleta en una RAT se incluyan en la operación actual de redistribución de RAT de usuario. Así pues, esos usuarios permanecerán en sus RAT para completar la transmisión, hasta la próxima oportunidad de reasignación. Otra opción es descartar la transmisión incompleta si el usuario es asignado a otra RAT.

30 En caso negativo, 424, o después de la redistribución, 430, el usuario se comunica a través de sus RAT asignadas y recopila mediciones durante esta trama LTE 440. Se requieren mediciones precisas y actualizadas a través de los usuarios en ambos enlaces WiFi y LTE para las decisiones de redistribución de RAT. Las decisiones de redistribución pueden basarse en varias métricas, tales como la calidad de canal, el caudal de tráfico de enlace, el nivel de carga/congestión de cada radio, las necesidades de QoS, etc. Los usuarios y los eNB pueden coordinarse para recopilar las mediciones requeridas para estas métricas. Por ejemplo, una medición se basa en el uso de la velocidad y el caudal de tráfico por enlace como una métrica para las decisiones de asignación de RAT. Es fácil estimar métricas tales como el caudal de tráfico por enlace para el radioenlace que se está utilizando de manera activa para la transmisión de datos. Sin embargo, es difícil proyectar métricas a través de enlaces que no se están utilizando. La interfaz inalámbrica de LTE permite la retroalimentación periódica de CQI, que puede usarse para proyectar métricas tales como el caudal de tráfico, sin necesidad de una transmisión activa de datos. Sin embargo, es muy difícil predecir la congestión o el caudal de tráfico en el enlace WiFi sin transmisión activa de datos en la radio WiFi. Por ejemplo, para estimar el nivel de congestión de WiFi, los paquetes se envían a través del enlace WiFi para medir el tiempo de finalización de paquete. Por lo tanto, si un usuario está asignado al enlace LTE, se requiere un esfuerzo especial para obtener las métricas del enlace WiFi para este usuario.

35 Para abordar este problema, la "última" medición WiFi del usuario se puede reutilizar para la redistribución de RAT de usuario. El principal problema de este enfoque es que, sin mediciones muy frecuentes, esas mediciones pueden estar desactualizadas, por lo que no se puede evitar de manera eficaz las interferencias. Otras variaciones, tales como la mediana de las últimas N+1 mediciones WiFi, son posibles.

40 De manera alternativa, los usuarios pueden asignarse periódicamente al enlace WiFi. Esto puede garantizar que la "última" medición Wi-Fi no esté muy desactualizada. Sin embargo, en un entorno muy dinámico, puede ser difícil evitar de manera efectiva las interferencias, sin asignaciones frecuentes, lo que incurre en una sobrecarga significativa. Aún más, los paquetes de prueba WiFi periódicos pueden ser planificaciones para los usuarios LTE y WiFi. Las mediciones WiFi se mantienen en condiciones actualizadas a expensas de planificar algunos paquetes de prueba para usuarios WiFi débiles.

5 Para los usuarios asignados a radio Wi-Fi, se obtienen mediciones precisas de las métricas LTE. Por ejemplo, incluso cuando un usuario es asignado a la radio WiFi, el usuario todavía escucha el preámbulo LTE y las señales piloto para estimar la calidad de canal. En general, el sistema está diseñado de manera que cada UE tenga mediciones fiables en ambas RAT y la redistribución de RAT de usuario sea eficaz a la hora de evitar interferencias dinámicas en ambas radios.

10 Se determina si la transmisión ha finalizado, 450. Si es así, 452, el proceso termina, 460. En caso contrario, 454, el proceso regresa a la determinación de si el contador es igual a cero, 420.

15 La Fig. 5 es una tabla 500 que muestra el caudal de tráfico y la interrupción de servicio a nivel "pico" 510 en presencia de interferencias WiFi con mapeo dinámico de usuario 530 de acuerdo con un ejemplo. En la Fig. 5, la interrupción de servicio 510 se muestra usando mapeo estático de usuario 520 sin interferencia 522 y con interferencia 524. La interrupción de servicio 510 también se muestra usando mapeo dinámico de usuario 530 sin interferencia 532 y con interferencia 534. Los resultados de caudal de tráfico 540 se muestran usando mapeo estático de usuario 520 sin interferencia 522 y con interferencia 524. Los resultados de caudal de tráfico 540 se muestran adicionalmente usando mapeo dinámico de usuario 530 sin interferencia 532 y con interferencia 534. Las mediciones de caudal de tráfico se muestran en un borde de célula 550 al 5 % y un caudal de tráfico total 560.

20 Sin interferencia 522 y utilizando mapeo estático de usuario 520, la interrupción de servicio 510 es del 0 %, 512. Usando mapeo estático de usuario 520 con interferencia 524, la interrupción de servicio 510 es del 8,2 %, 514. Sin interferencia 532 y utilizando mapeo dinámico de usuario 530, la interrupción de servicio 510 es del 0 %, 516. Usando el mapeo dinámico de usuario 530 con interferencia 534, la interrupción de servicio 510 es del 1 %, 518. El mapeo dinámico de usuario 530 restaura así la interrupción de servicio de sistema 510 cuando la calidad de enlace WiFi disminuye debido a la interferencia 534, como puede verse en la comparación 536.

30 Cuando no hay interferencia, 522, el caudal de tráfico de borde de célula 550 es de 3,2 Mbps, 552, utilizando mapeo estático de usuario 520. Cuando la interferencia está presente, 524, y se usa mapeo estático de usuario 520, el caudal de tráfico de borde de célula 550 es de 0 Mbps, 554. Cuando no hay interferencia, 532, el caudal de tráfico de borde de célula 550 es de 3,97 Mbps, 556, usando mapeo dinámico de usuario 530. Cuando la interferencia está presente, 534, y se usa mapeo dinámico de usuario 530, el caudal de tráfico de borde de célula 550 es de 0,64 Mbps, 558.

35 El caudal de tráfico total 560 durante el mapeo estático de usuario 520 y cuando la interferencia no está presente, 522, es de 55,4 Mbps, 562. El caudal de tráfico total 560 durante el mapeo estático de usuario 520 y cuando la interferencia está presente, 524, es de 35,3 Mbps, 564. El caudal de tráfico total 560 durante el mapeo dinámico de usuario 530 y cuando la interferencia no está presente, 532, es de 53,7 Mbps, 566. El caudal de tráfico total 560 durante el mapeo dinámico de usuario 530 y cuando la interferencia está presente, 534, es de 34,2 Mbps, 568. Por consiguiente, la interferencia WiFi degrada el caudal de tráfico de sistema y de borde de célula, pero el caudal de tráfico mínimo de borde de célula se conserva con el mapeo dinámico de usuario 530 como se puede ver en la comparación 538. Por lo tanto, los esquemas de evitación de interferencias que pueden adaptarse a interferencias dinámicas y no coordinadas en el espectro WiFi proporcionan ganancias al pasar de arquitecturas basadas en WiFi a arquitecturas Het-Net.

45 Por consiguiente, se proporciona evitación de interferencias dinámicas en las Het-Nets multi-RAT. A través de la redistribución periódica de usuarios a través de las RAT, los usuarios pueden ser asignados a través de interfaces WiFi y LTE para evitar interferencias que cambian de manera dinámica. Se consiguen ganancias de rendimiento significativas, por ejemplo mayores que cinco veces la reducción de una interrupción de servicio de sistema 510.

50 La Fig. 6 ilustra un diagrama de bloques de una máquina 600 de ejemplo para proporcionar evitación de interferencias dinámicas en redes heterogéneas multi-RAT integradas de acuerdo con un ejemplo en el que puede llevarse a cabo una cualquiera o más de las técnicas (por ejemplo, metodologías) analizadas en el presente documento. En ejemplos alternativos, la máquina 600 puede funcionar como un dispositivo autónomo o puede estar conectada (por ejemplo, en red) a otras máquinas. En una implantación en red, la máquina 600 puede funcionar con la capacidad de un servidor, un cliente o en entornos de red cliente-servidor. En un ejemplo, la máquina 600 puede actuar como una máquina homóloga en un entorno de red de igual a igual (P2P) (u otro entorno de red distribuido). La máquina 600 puede ser un ordenador personal (PC), un PC de tipo tableta, un descodificador (STB), un asistente personal digital (PDA), un teléfono móvil, un dispositivo con conexión a Internet, un encaminador de red, un conmutador o puente o cualquier máquina capaz de ejecutar instrucciones (secuenciales o de otro tipo) que especifiquen acciones a realizar por esa máquina. Además, aunque solo se ilustra una única máquina, cabe señalar que el término "máquina" incluye cualquier colección de máquinas que ejecutan de manera individual o conjunta un conjunto (o varios conjuntos) de instrucciones para realizar una cualquiera o más de las metodologías analizadas en el presente documento, tal como informática en la nube, software como un servicio (SaaS) u otras configuraciones de agrupación de ordenadores.

Los ejemplos, descritos en el presente documento, pueden incluir, o pueden actuar en, lógica o una pluralidad de componentes, módulos o mecanismos. Los módulos son entidades tangibles (por ejemplo, hardware) que pueden realizar operaciones específicas y que pueden estar configuradas o dispuestas de cierta manera. En un ejemplo, los circuitos pueden estar dispuestos (por ejemplo, de manera interna o con respecto a entidades externas tales como otros circuitos) de manera específica como un módulo. En un ejemplo, todos o parte de uno o más sistemas informáticos (por ejemplo, un sistema informático autónomo, cliente o servidor) o de uno o más procesadores de hardware pueden estar configurados mediante firmware o software (por ejemplo, instrucciones, una parte de una aplicación, o una aplicación) como un módulo que funciona para llevar a cabo operaciones específicas. En un ejemplo, el software puede residir en un medio legible por máquina. En un ejemplo, el software, cuando se ejecuta mediante el hardware subyacente del módulo, hace que el hardware lleve a cabo las operaciones especificadas.

Por consiguiente, debe entenderse que el término "módulo" engloba una entidad tangible, puede ser una entidad que está construida físicamente, configurada específicamente (por ejemplo, cableada), o configurada (por ejemplo, programada) temporalmente (por ejemplo, de manera transitoria) para funcionar de manera específica o para realizar parte de o toda una operación cualquiera descrita en el presente documento. Considerando ejemplos en los que los módulos están configurados temporalmente, no es necesario instanciar cada uno de los módulos en un momento dado en el tiempo. Por ejemplo, si los módulos comprenden un procesador de hardware de propósito general configurado usando software, el procesador de hardware de propósito general puede estar configurado como diferentes módulos respectivos en momentos diferentes. Por consiguiente, el software puede configurar un procesador de hardware, por ejemplo, para constituir un módulo particular en un instante de tiempo y para constituir un módulo diferente en un instante de tiempo diferente.

La máquina (por ejemplo, un sistema informático) 600 puede incluir un procesador de hardware 602 (por ejemplo, una unidad central de procesamiento (CPU), una unidad de procesamiento de gráficos (GPU), un núcleo de procesador de hardware, o cualquier combinación de los mismos), una memoria principal 604 y una memoria estática 606, donde algunos o todos ellos pueden comunicarse entre sí mediante una interconexión (por ejemplo, un bus) 608. La máquina 600 puede incluir además una unidad de visualización 610, un dispositivo de entrada alfanumérico 612 (por ejemplo, un teclado) y un dispositivo de navegación 611 de interfaz de usuario (UI) (por ejemplo, un ratón). En un ejemplo, la unidad de visualización 610, el dispositivo de entrada 612 y el dispositivo de navegación UI 614 pueden ser una pantalla táctil. La máquina 600 puede incluir, adicionalmente, un dispositivo de almacenamiento (por ejemplo, una unidad de disco) 616, un dispositivo de generación de señales 618 (por ejemplo, un altavoz), un dispositivo de interfaz de red 620, y uno o más sensores 621, tales como un sensor de sistema de posicionamiento global (GPS), una brújula, un acelerómetro u otro sensor. La máquina 600 puede incluir un controlador de salida 628, tal como una conexión serie (por ejemplo, un bus serie universal (USB)), una conexión en paralelo u otra conexión cableada o inalámbrica (por ejemplo, infrarroja (IR)) para comunicar o controlar uno o más dispositivos periféricos (por ejemplo, una impresora, un lector de tarjetas, etc.).

El dispositivo de almacenamiento 616 puede incluir, al menos, un medio legible por máquina 622 en el que hay almacenados uno o más conjuntos de estructuras de datos o instrucciones 624 (por ejemplo, software) que representan o son utilizadas por una cualquiera o más de las técnicas o funciones descritas en el presente documento. Las instrucciones 624 también pueden residir, completa o al menos parcialmente, en la memoria principal 604, en la memoria estática 606 o en el procesador de hardware 602 durante su ejecución mediante la máquina 600. En un ejemplo, uno o cualquier combinación del procesador de hardware 602, la memoria principal 604, la memoria estática 606 o el dispositivo de almacenamiento 616 puede constituir un medio legible por máquina.

Aunque el medio legible por máquina 622 se ilustra como un único medio, el término "medio legible por máquina" puede incluir un único medio o múltiples medios (por ejemplo, una base de datos centralizada o distribuida y/o memorias caché asociadas y servidores) configurados para almacenar la una o más instrucciones 624.

El término "medio legible por máquina" puede incluir cualquier medio que pueda almacenar, codificar o llevar a cabo instrucciones para su ejecución mediante la máquina 600 y hacer que la máquina 600 lleve a cabo una cualquiera o más de las técnicas de la presente divulgación, o que sea capaz de almacenar, codificar o transportar estructuras de datos usadas por o asociadas a tales instrucciones. Ejemplos no limitativos de medios legibles por máquina pueden incluir memorias de estado sólido y medios ópticos y magnéticos. En un ejemplo, un medio masivo legible por máquina comprende un medio legible por máquina con una pluralidad de partículas que tienen masa en reposo. Ejemplos específicos de medios masivos legibles por máquina pueden incluir: memorias no volátiles, tales como dispositivos de memoria de semiconductor (por ejemplo, memoria de solo lectura programable eléctricamente (EPROM), memoria de solo lectura programable y borrable eléctricamente (EEPROM)) y dispositivos de memoria flash; discos magnéticos, tales como discos duros internos y discos extraíbles; discos magnético-ópticos; y discos CD-ROM y DVD-ROM.

Además, las instrucciones 624 pueden transmitirse o recibirse a través de una red de comunicaciones 626 usando un medio de transmisión a través del dispositivo de interfaz de red 620 que utiliza uno cualquiera de una pluralidad de protocolos de transferencia (por ejemplo, retransmisión de trama, protocolo de Internet (IP), protocolo de control de transmisión (TCP), protocolo de datagramas de usuario (UDP), protocolo de transferencia de hipertexto (HTTP), etc.). Ejemplos de redes de comunicación pueden incluir una red de área local (LAN), una red de área extensa

5 (WAN), una red de datos por paquetes (por ejemplo, Internet), redes de telefonía móvil (por ejemplo, procedimientos de acceso a canales que incluyen acceso múltiple por división de código (CDMA), acceso múltiple por división de tiempo (TDMA), acceso múltiple por división de frecuencia (FDMA) y acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA) y redes celulares tales como el Sistema Global de Comunicaciones Móviles (GSM), el Sistema Universal de Telecomunicaciones Móviles (UMTS), normas CDMA 2000 1x\* y Evolución a Largo Plazo (LTE)), redes telefónicas ordinarias (POTS) y redes de datos inalámbricas (por ejemplo, la familia de normas 802 del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE), que incluyen las normas IEEE 802.11 (WiFi), IEEE 802.16 (WiMax®) y otras), redes de igual a igual (P2P), y otros protocolos conocidos en la actualidad o que se desarrollarán en el futuro.

10 Por ejemplo, el dispositivo de interfaz de red 620 puede incluir uno o más conectores físicos (por ejemplo, conectores de Ethernet, coaxiales, de teléfono) o una o más antenas para conectarse a la red de comunicaciones 626. En un ejemplo, el dispositivo de interfaz de red 620 puede incluir una pluralidad de antenas para comunicarse de manera inalámbrica usando al menos una de entre técnicas de única entrada y múltiples salidas (SIMO), de múltiples entradas y múltiples salidas (MIMO) o de múltiples entradas y única salida (MISO). Debe tenerse en cuenta  
15 que el término "medio de transmisión" incluye cualquier medio intangible que sea capaz de almacenar, codificar o llevar instrucciones para su ejecución mediante la máquina 600, e incluye señales de comunicación digitales o analógicas u otro medio intangible para facilitar la comunicación de tal software.

20 La anterior descripción detallada incluye referencias a los dibujos adjuntos, que forman parte de la descripción detallada. Los dibujos muestran, a modo de ilustración, ejemplos específicos que pueden llevarse a la práctica. Tales ejemplos pueden incluir elementos además de los que se muestran o describen. Sin embargo, también se contemplan ejemplos que incluyen los elementos que se muestran o describen. Además, también se contemplan ejemplos que utilizan cualquier combinación o permutación de los elementos mostrados o descritos (o uno o más aspectos de los mismos), ya sea con respecto a un ejemplo particular (o uno o más aspectos de los mismos), o con  
25 respecto a otros ejemplos (o uno o más aspectos de los mismos) mostrados o descritos en el presente documento.

Las publicaciones, patentes y documentos de patente mencionados en este documento se incorporan en el presente documento como referencia en su totalidad, como si se incorporaran individualmente como referencia. En caso de uso inconsistente entre este documento y los documentos incorporados como referencia, el uso en la(s)  
30 referencia(s) incorporada(s) es complementario al de este documento; en lo que respecta a inconsistencias irreconciliables, el uso en este documento predomina.

En este documento, los términos "un" o "una" se utilizan, como es común en documentos de patente, para incluir uno o más de uno, independientemente de cualquier otro caso o uso de "al menos uno" o "uno o más". En este  
35 documento, el término "o" se usa para hacer referencia a una operación "o no exclusiva", de manera que "A o B" incluye "A pero no B", "B pero no A" y "A y B", a menos que se indique lo contrario. En las reivindicaciones adjuntas, los términos "que incluye" y "en el que" se utilizan como equivalencias de los términos respectivos "que comprende" y "donde", respectivamente. Además, en las siguientes reivindicaciones, los términos "que incluye" y "que comprende" son de composición abierta, es decir, un sistema, dispositivo, artículo o proceso que incluye elementos  
40 además de los enumerados después de dicho término en una reivindicación también se consideran incluidos dentro del alcance de esa reivindicación. Además, en las siguientes reivindicaciones, los términos "primero", "segundo" y "tercero", etc., se utilizan simplemente como etiquetas, y no pretenden sugerir un orden numérico para sus objetos.

La descripción anterior pretende ser ilustrativa y no restrictiva. Por ejemplo, los ejemplos descritos anteriormente (o uno o más aspectos de los mismos) se pueden usar en combinación entre sí. Se pueden usar otros ejemplos, tal como puede hacer un experto en la técnica tras revisar la descripción anterior. El resumen tiene como objetivo permitir al lector determinar rápidamente la naturaleza de la divulgación técnica, por ejemplo, para cumplir con el artículo 37 C.F.R. § 1.72 (b) de los Estados Unidos de América. Se presenta con el entendimiento de que no se utilizará para interpretar o limitar el alcance o el significado de las reivindicaciones. Además, en la descripción  
45 detallada anterior, se pueden agrupar diversas características para agilizar la divulgación. Esto no debe interpretarse en el sentido de que una característica dada a conocer no reivindicada es esencial para cualquier reivindicación. En cambio, los ejemplos pueden no incluir todas las características descritas en un ejemplo particular. Por tanto, las siguientes reivindicaciones se incorporan en la descripción detallada, donde cada reivindicación representa por sí misma una forma de realización independiente. El alcance de las formas de realización descritas en el presente  
50 documento se determinará con referencia a las reivindicaciones adjuntas, junto con el alcance completo de los equivalentes con los que dichas reivindicaciones están asociadas.

**REIVINDICACIONES**

1. Un nodo integrado (320), que comprende:

5 una pluralidad de pilas de protocolos dispuestas para gestionar la comunicación en una capa en la pila de protocolos para proporcionar una interfaz inalámbrica de control primaria y al menos una interfaz inalámbrica de control secundaria; y  
 un controlador de recursos radioeléctricos (322), acoplado a la pluralidad de pilas de protocolos, estando el controlador de recursos radioeléctricos dispuesto para asignar, de entre una pluralidad de RAT (300),  
 10 tecnologías de acceso radioeléctrico, RAT, iniciales para la interfaz inalámbrica de control primaria y la al menos una interfaz inalámbrica de control secundaria para su uso por un equipo de usuario multimodo, para obtener métricas de calidad recopiladas a través de la pluralidad de RAT (300), para reevaluar las asignaciones de RAT en función de las métricas de calidad recopiladas obtenidas y para redistribuir periódicamente las asignaciones de RAT de entre las pluralidad de RAT (300) para su uso por el equipo de usuario multimodo en función de la reevaluación de las asignaciones de RAT basada en las métricas de calidad recopiladas;  
 15 caracterizado por que un período de actualización se establece como un múltiplo de una duración de trama LTE, y donde una variable de cómputo se fija para que sea igual al período de actualización, y se comprueba para determinar si se debe realizar la redistribución cada vez antes de planificar una trama LTE.

20 2. El nodo integrado (320) según la reivindicación 1, en el que el controlador de recursos radioeléctricos está dispuesto para reevaluar las asignaciones de RAT basándose en las métricas de calidad recopiladas obtenidas para determinar las asignaciones de RAT para reducir las interferencias como respuesta a interferencias no coordinadas a través de RAT no gestionadas alternativas.

25 3. El nodo integrado (320) según la reivindicación 1, en el que la interfaz inalámbrica de control primaria y al menos una interfaz inalámbrica de control secundaria comprende una célula primaria (390) y una célula secundaria (392), respectivamente, y en el que el controlador de recursos radioeléctricos (322) está dispuesto para proporcionar la célula primaria (390) para el servicio de comunicaciones móviles de Evolución a Largo Plazo de cuarta generación, 4G LTE, y al menos una célula secundaria (392) para un servicio de red inalámbrica diferente del servicio de comunicaciones móviles 4G LTE.

30 4. El nodo integrado (320) según la reivindicación 1, en el que el controlador de recursos radioeléctricos (322) controla una célula pequeña que tiene un alcance de entre 10 y 200 metros.

35 5. El nodo integrado (320) según la reivindicación 1, en el que el controlador de recursos radioeléctricos (320) está dispuesto para controlar una célula seleccionada de un grupo que consiste en una femtocélula, una picocélula, un punto de acceso WiFi y un retransmisor.

40 6. Un nodoB evolucionado, eNodoB, que comprende:

un controlador de recursos radioeléctricos, RRC (320), dispuesto para gestionar recursos radioeléctricos y generar señales de control, estando el RRC (320) dispuesto además para gestionar señales para un equipo de usuario multimodo que incluyen señales para su transmisión a través de un enlace WiFi dispuesto para  
 45 transmitir datos para una sesión celular y un enlace 4G dispuesto para transmitir datos para la sesión celular, y para obtener métricas de calidad recopiladas a través de una pluralidad de RAT (300) para reevaluar las asignaciones de RAT en función de las métricas de calidad recopiladas obtenidas y para redistribuir periódicamente las asignaciones de RAT de entre la pluralidad de RAT (300) para su uso por el equipo de usuario multimodo en función de la reevaluación de las asignaciones de RAT basada en las métricas de calidad recopiladas;  
 50 en el que un período de actualización se establece como un múltiplo de una duración de trama LTE, y donde una variable de cómputo se fija para que sea igual al período de actualización, y se comprueba para determinar si se debe realizar la redistribución cada vez antes de planificar una trama LTE.

55 7. El eNodoB según la reivindicación 6, en el que el RRC (322) está dispuesto además para comunicarse con una entidad de gestión de movilidad, MME (370), para recibir funciones de nodo de control.

60 8. El eNodoB según la reivindicación 6, en el que el RRC (322) proporciona a través de las interfaces LTE la célula primaria (390) para el servicio de comunicaciones móviles de Evolución a Largo Plazo de cuarta generación, 4G LTE, y proporciona, a través del enlace WiFi, al menos una célula secundaria (392) para el servicio de red inalámbrica de área local, WLAN.

65 9. El eNodoB según la reivindicación 6, en el que el controlador de recursos radioeléctricos (322) está dispuesto para reevaluar las asignaciones de RAT en función de las métricas de calidad obtenidas para determinar las mejores asignaciones de RAT como respuesta a interferencias WiFi no coordinadas.

10. Un procedimiento, que comprende:

realizar asignaciones de tecnología de acceso radioeléctrico, RAT, inicial para un equipo de usuario multimodo;

5 fijar un contador de período de actualización igual a un período de actualización, donde dicho período de actualización está fijado para ser un múltiplo de una duración de trama LTE;

obtener mediciones de calidad asociadas a una pluralidad de RAT (300) durante el período de actualización; implementar la comunicación mediante el equipo de usuario multimodo con RAT asignadas en función de las mediciones de calidad obtenidas y recopilar mediciones de calidad asociadas a la pluralidad de RAT durante una trama actual hasta que el período de actualización haya expirado;

10 redistribuir el equipo de usuario multimodo a diferentes RAT de entre la pluralidad de RAT en función de las mediciones de calidad recopiladas asociadas a la pluralidad de RAT, donde el contador de período de actualización se comprueba para determinar si se debe realizar la redistribución cada vez antes de planificar una trama LTE; y

15 restablecer el contador de período de actualización para que sea igual al período de actualización cuando el período de actualización ha expirado.

11. El procedimiento según la reivindicación 10, en el que la recopilación de las mediciones de calidad comprende además obtener mediciones de métricas de canal LTE con respecto a la calidad de canal, el caudal de tráfico de enlace, el nivel de carga y congestión de cada radio y las necesidades de calidad de servicio, QoS.

12. El procedimiento según la reivindicación 10, que comprende además, después de realizar la redistribución, implementar la comunicación mediante el equipo de usuario multimodo utilizando las diferentes RAT redistribuidas para el equipo de usuario multimodo y recopilar mediciones de calidad asociadas a la pluralidad de RAT (300) durante una trama actual.

13. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que la recopilación de las mediciones de calidad comprende además obtener mediciones con respecto a la calidad de canal, el caudal de tráfico de enlace, el nivel de carga y congestión de cada radio y las necesidades de QoS.

14. El procedimiento según la reivindicación 12, en el que la recopilación de las mediciones de calidad comprende además un nodoB evolucionado integrado que coordina las mediciones de calidad recopiladas con un UE multimodo.

35 15. El procedimiento según la reivindicación 10, que comprende además determinar si las transmisiones se han completado y finalizar la asignación y redistribución de las asignaciones de RAT cuando se ha determinado que las transmisiones se han completado; de lo contrario, regresar a la obtención de las mediciones de calidad recopiladas y determinar si el contador de período de actualización es igual a cero.

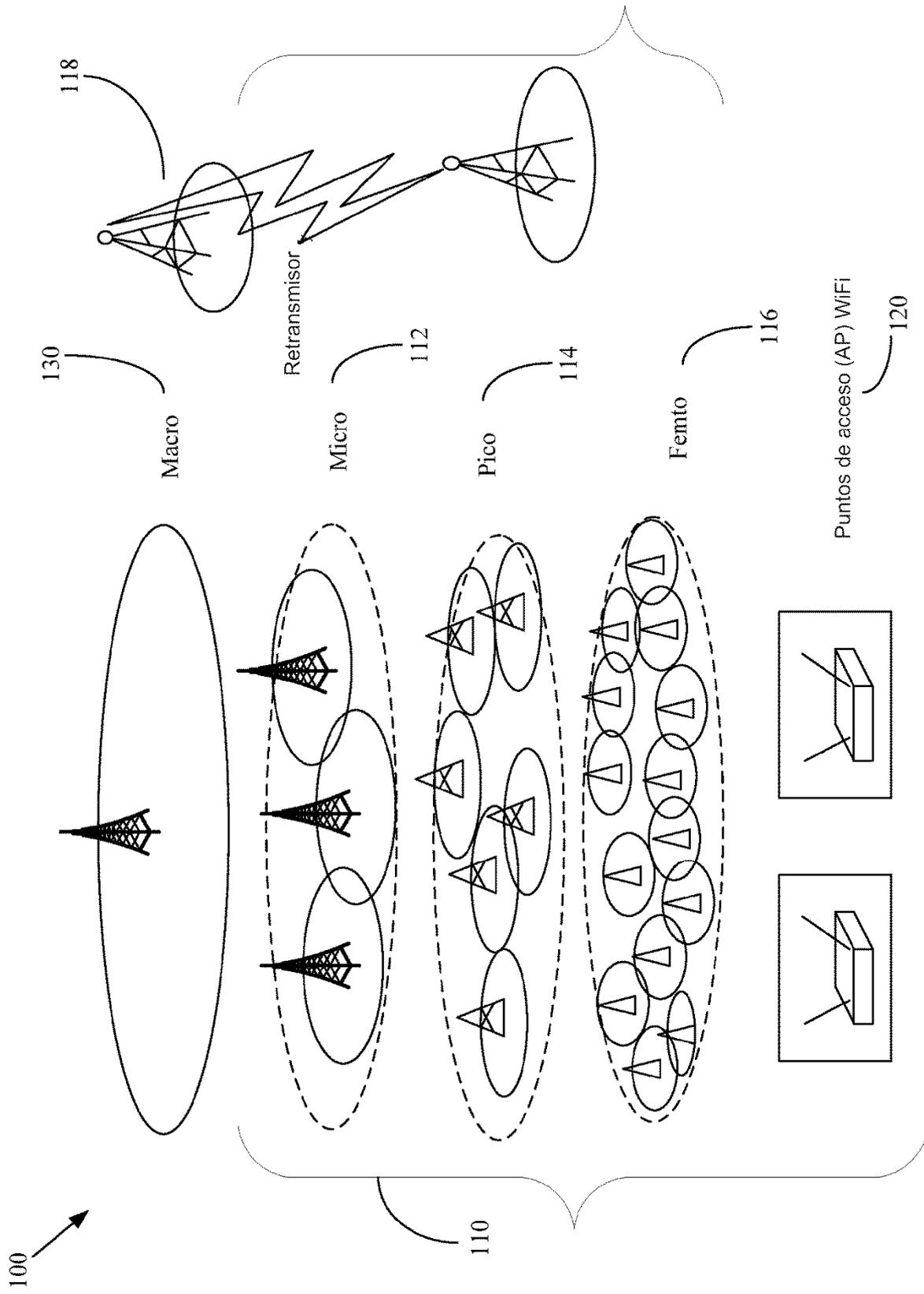


Fig. 1

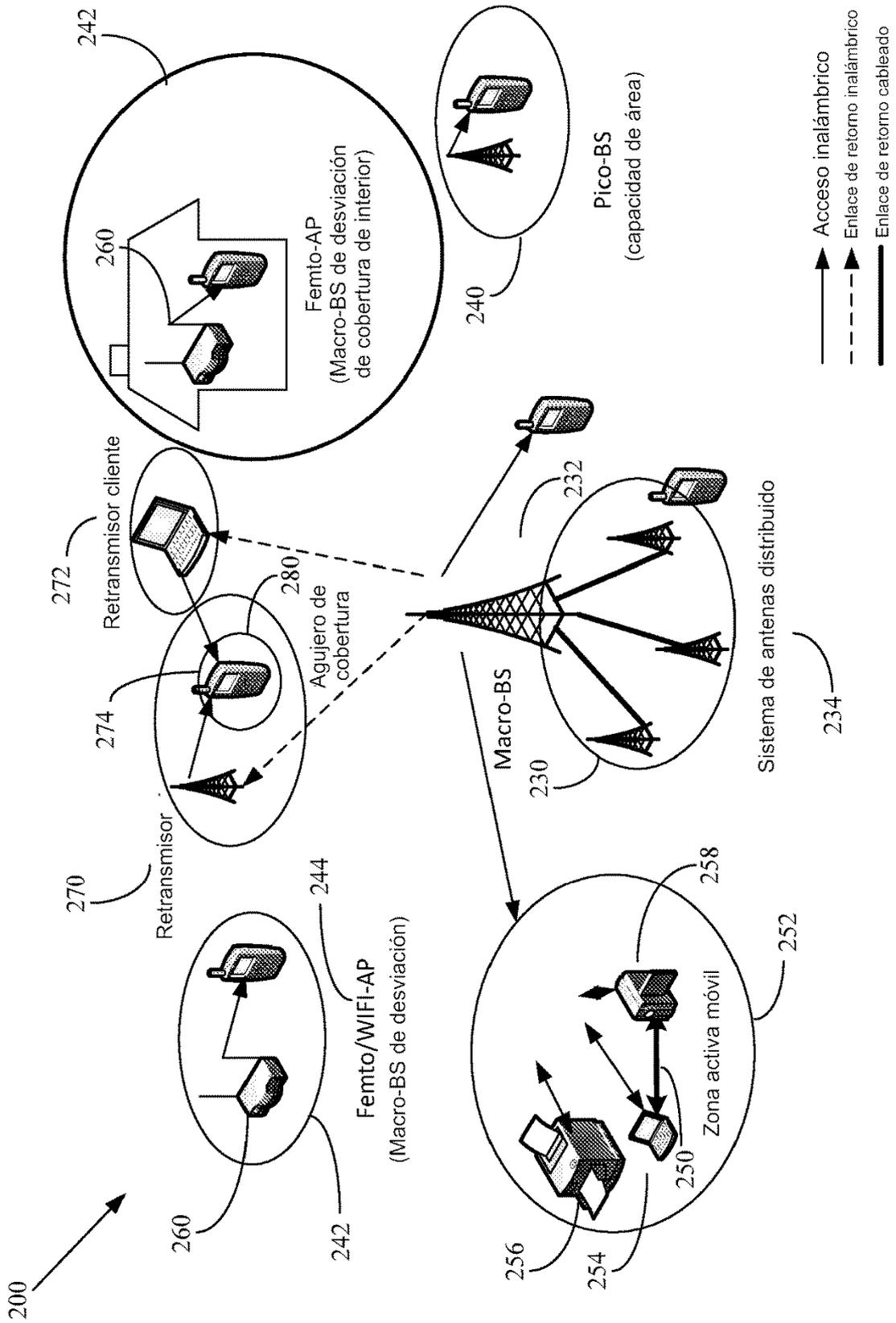


Fig. 2

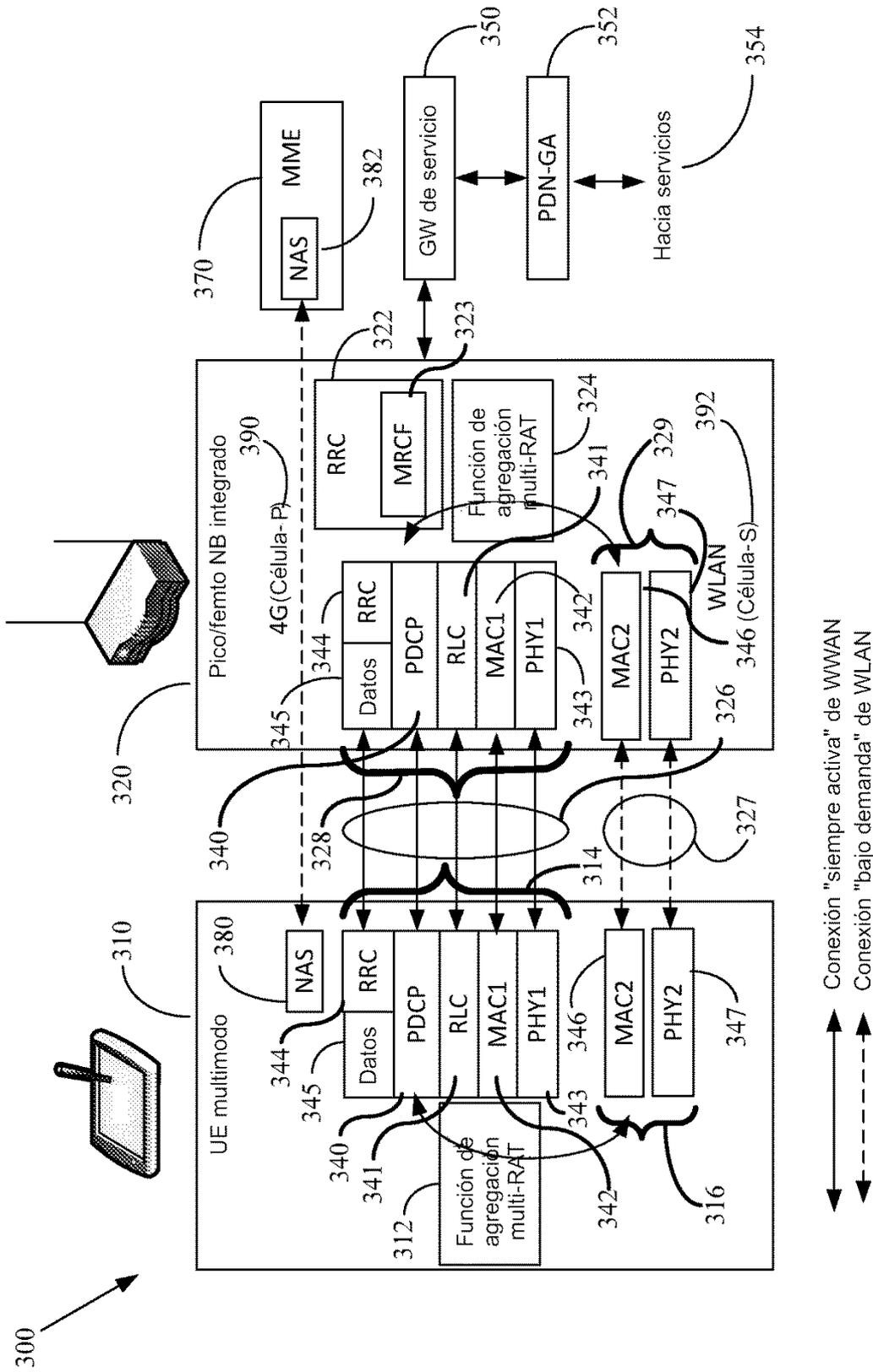


Fig. 3

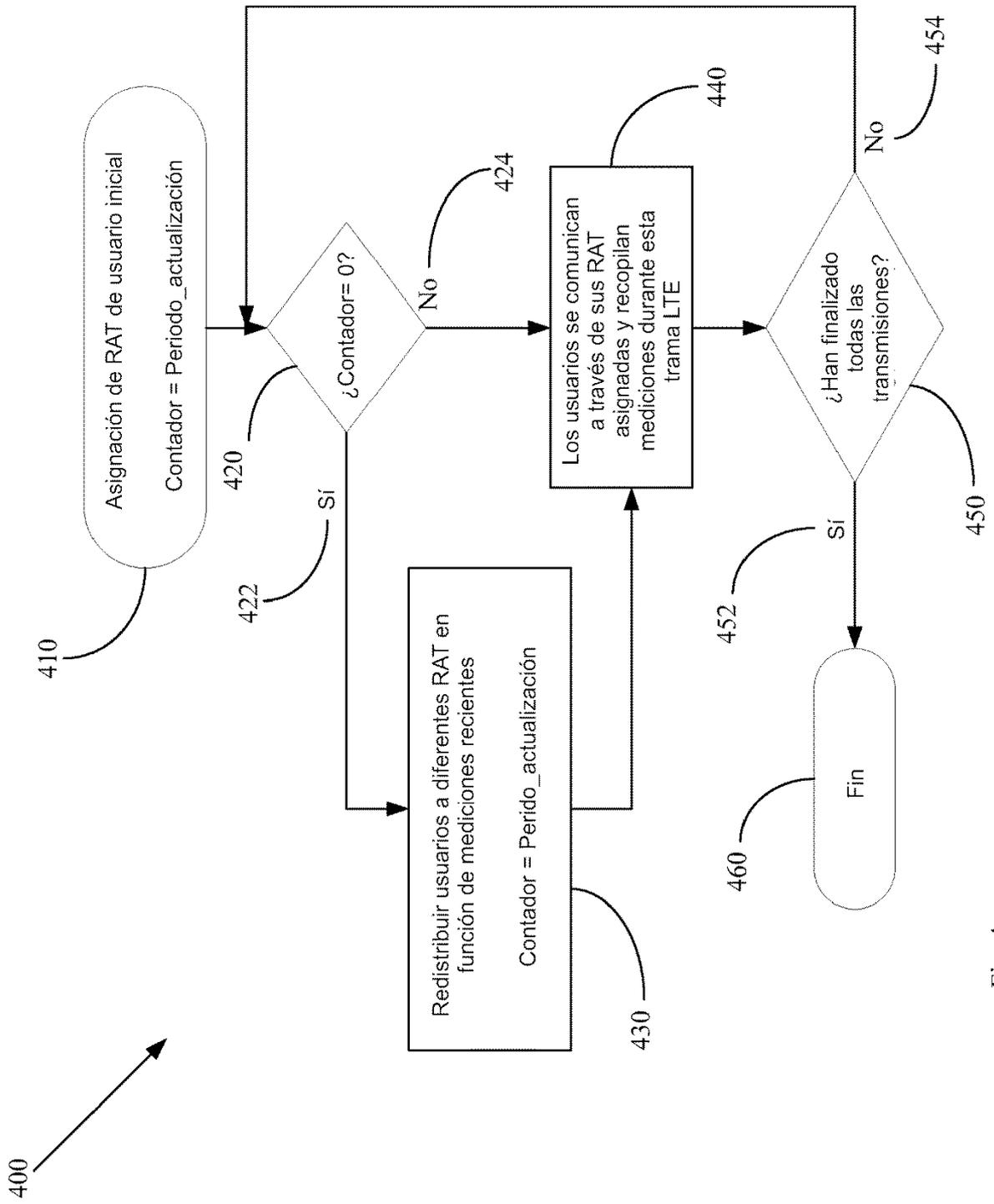


Fig. 4

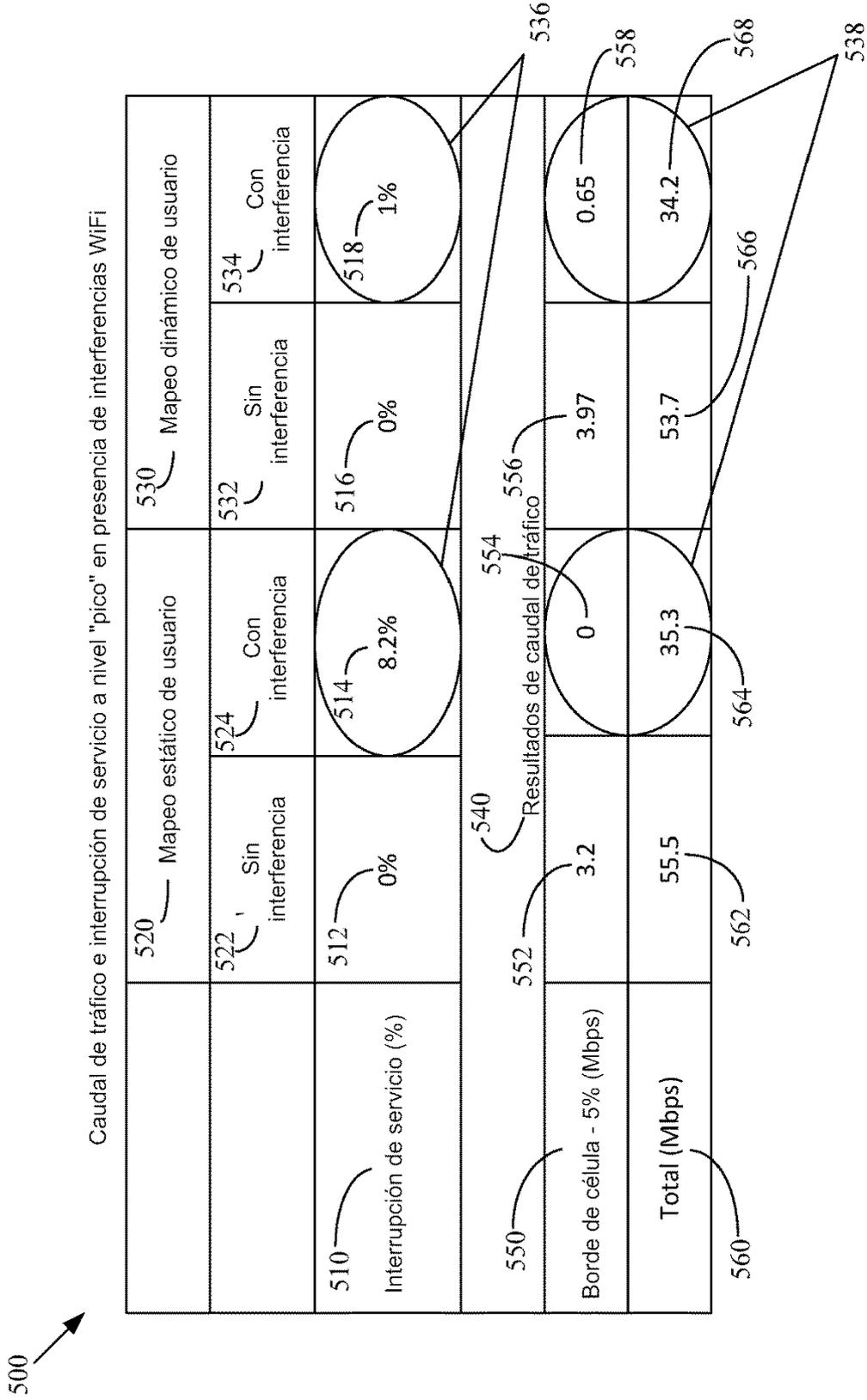


Fig. 5

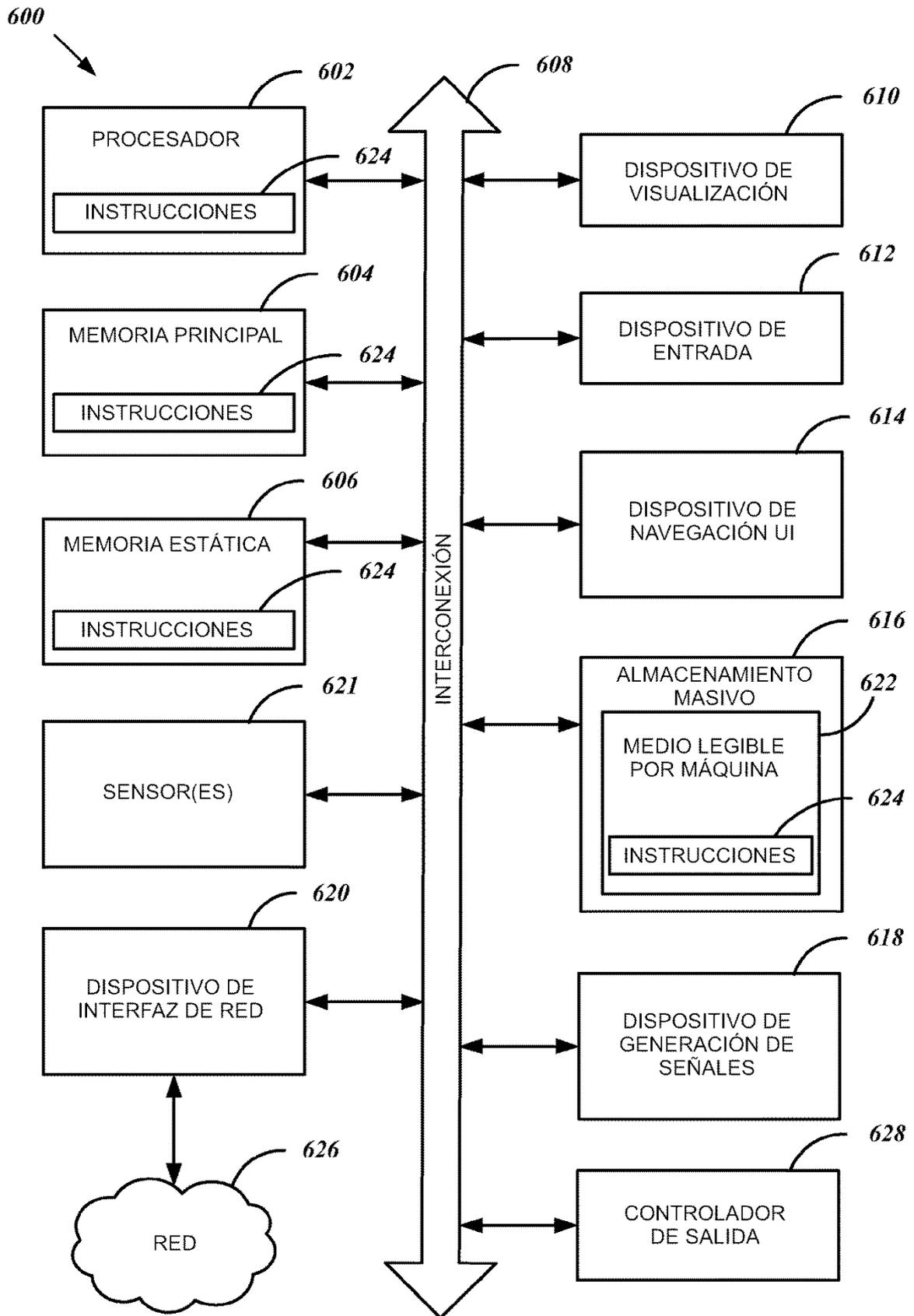


Fig. 6