

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 635 913**

51 Int. Cl.:

H04W 28/08 (2009.01)

H04W 36/08 (2009.01)

H04W 28/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.08.2009 E 09168009 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **03.05.2017 EP 2169994**

54 Título: **Balanceo de carga para mejorar la capacidad de las redes de comunicaciones inalámbricas con móviles**

30 Prioridad:

25.09.2008 US 237910

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

05.10.2017

73 Titular/es:

**OPTIMI CORPORATION (100.0%)
75 14th Street, Suite 2200
Atlanta, GA 30309, US**

72 Inventor/es:

**DEL RIO-ROMERO, JUAN CARLOS;
GUERRERO GARCIA, JUAN JOSE;
PEDRAZA MORENO, SALVADOR;
RAMIRO-MORENO, JUAN y
RIVADA-ANTICH, ANGEL LUIS**

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 635 913 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

Balanceo de carga para mejorar la capacidad de las redes de comunicaciones inalámbricas con móviles

Antecedentes de la invención

5 Las redes de comunicaciones inalámbricas, como las que soportan telefonía móvil y servicios de datos, tienen por naturaleza limitaciones operacionales. Estas limitaciones pueden ser limitaciones físicas, tales como limitaciones de equipos, asignaciones de frecuencia, límites de potencia, ubicación de estaciones base, configuraciones de antena, ruido, factores ambientales u otras. Las limitaciones también pueden deberse a configuraciones del sistema sub-óptimas. Una manifestación de la limitación del sistema inalámbrico es un límite en su capacidad. La capacidad se puede considerar en términos del número de terminales móviles soportados, la velocidad de datos soportada, el número de llamadas soportadas, o alguna otra medida de la capacidad del sistema inalámbrico.

10 Los proveedores de equipos de infraestructura de comunicaciones con móviles, a veces ofrecen funciones de Administración de Recursos de Radio (RRM). Aunque estas funciones de RRM se pueden aprovechar para aliviar problemas de congestión breves y periódicos, generalmente las soluciones ofrecidas se orientan localmente a un dominio físico limitado. Además, estas técnicas se basan, generalmente, en la reducción de los recursos del usuario. Por ejemplo, en la degradación de la calidad de las llamadas o de los datos, en el bloqueo de llamadas, en los trasposos forzados, y en la prioridad de llamadas, son algunas técnicas tradicionales de RRM. Dichas técnicas de reducción de la sobrecarga de capacidad pueden ser apropiadas para utilizarse durante períodos breves de congestión. Por ejemplo, en la escala de segundos o de decenas de minutos. Sin embargo, estos enfoques no suelen mantener una mejora perdurable de la capacidad. Además, generalmente estos enfoques no garantizan la calidad de las llamadas ni soportan las tendencias del incremento de tráfico a largo plazo.

15 Tradicionalmente, las soluciones a largo plazo a los problemas de capacidad de las redes de comunicaciones inalámbricas implican la adquisición de recursos adicionales. Por ejemplo, la compra y la instalación de equipos adicionales de estaciones base es un enfoque clásico para aumentar la capacidad de un sistema de comunicaciones con móviles. Lamentablemente, este enfoque puede tener considerables retrasos en los tiempos de espera, así como costos considerables tanto en gastos de capital como en gastos operativos. Además, la adición de recursos físicos es generalmente una solución aislada localmente, con poca flexibilidad para reasignar una capacidad mayor dentro de la red.

20 Se han conocido documentos relacionados con el balanceo de carga en redes inalámbricas, a saber US7162203, Orange et al: "Arquitectura para el caso de uso de balanceo de carga", del proyecto 3GPP; R3-072250, Proyecto de Asociación de Tercera Generación (3GPP), MCC (Centro para la Competencia de Móviles); 650, Route des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis Cedex; Francia, vol. RAN WG3, n°. Isla de Jeju; 20071031, 31 de octubre de 2007 y Telecom Italia et al: "Caso de uso del balanceo de carga que implica la optimización automática de la re-selección de celdas y de parámetros de traspaso", proyecto 3GPP; R3-072249, Proyecto Asociación de Tercera Generación (3GPP), Centro para la Competencia de Móviles; 650, Route des Lucioles; F-06921 Sophia-Antipolis Cedex; Francia, vol. RAN WG3, n°. Isla de Jeju; 20071031, 31 de octubre de 2007. Sin embargo, los dispositivos y las operaciones de la presente invención que se van a describir ni se describen ni se plantean en estos documentos. Es con respecto a estas consideraciones y otras por lo que se presenta la descripción de la presente memoria.

Compendio de la invención

40 Según la presente invención, un procedimiento implementado por ordenador para el balanceo de carga en una red de comunicaciones inalámbricas de móviles comprende: recoger periódicamente parámetros de rendimiento para una celda y una celda vecina en la red de comunicaciones de móviles; determinar si el balanceo de carga es aplicable en respuesta a los parámetros de rendimiento recogidos; ajustar la geometría de la celda en la red de comunicaciones inalámbricas de móviles, mediante el ajuste de uno o más entre el tamaño de la celda, la inclinación de antena de la antena asociada a la celda, o la potencia piloto asociada a la celda, y ajustar parámetros de red de acceso de radio, mediante el ajuste del parámetro de traspaso de la celda vecina y del parámetro de traspaso de la celda en respuesta a determinar que el balanceo de carga es aplicable para equilibrar una carga entre una celda y su celda vecina, mediante la reasignación de tráfico desde la celda a la celda vecina si la celda vecina tiene capacidad disponible.

45 Otras realizaciones de la presente invención se exponen en las reivindicaciones 2 a 8. Según una característica, el tamaño de celda y la forma de la celda son ajustables. Los límites entre una celda y su celda vecina se pueden ajustar para equilibrar el tráfico ofrecido entre múltiples conjuntos de recursos de estaciones base. Los ajustes se pueden realizar ajustando los parámetros de traspaso, los niveles de potencia, la inclinación de la antena y varias otras funciones del sistema.

50 Según otra característica, el balanceo de carga puede asignar tráfico para maximizar la utilización del hardware. Las celdas cargadas o las frecuencias de operación pueden tener una carga asociada reasignada a frecuencias, a celdas o a sistemas de red infrautilizados.

Según todavía otra característica, un proceso iterativo de optimización puede recoger periódicamente estadísticas de rendimiento y configuración de red. El proceso iterativo puede utilizar la información recopilada para ajustar varios parámetros operativos en el sistema, para lograr el objetivo de balanceo de carga deseado.

5 Debe apreciarse que la materia descrita anteriormente también se puede implementar como un aparato controlado por ordenador, un proceso informático, un sistema informático o como un artículo fabricado, tal como un medio que se pueda leer por ordenador. Estas y otras varias características se pondrán de manifiesto a partir de la lectura de la siguiente descripción detallada y de la revisión de los dibujos asociados.

10 En la presente memoria se describen tecnologías para el balanceo de carga entre celdas vecinas de una red de comunicaciones inalámbricas de móviles. Este balanceo de carga puede reducir la congestión del tráfico y mejorar la capacidad del sistema de red. El balanceo de carga se puede lograr ajustando varios parámetros de la Red de Acceso de Radio (RAN). Tales ajustes se pueden aplicar a nivel de celda o a nivel de celda vecina. Los ajustes se pueden aplicar iterativamente en respuesta a varias estadísticas operacionales recogidas. Los ajustes pueden adaptar el tamaño de la celda y la forma de la celda, así como adaptar el traspaso para maximizar la utilización de los recursos y del hardware del sistema. Un proceso iterativo de optimización puede recopilar periódicamente estadísticas de rendimiento y configuración de red desde una red inalámbrica de móviles. La información recogida puede ser analizada periódicamente para determinar los ajustes de los parámetros. La extracción de capacidad adicional de la red de comunicaciones puede impedir o retrasar sustancialmente la adquisición de recursos de hardware adicionales para abordar los problemas de capacidad.

20 Las tecnologías para el balanceo de carga entre celdas vecinas de una red de comunicaciones inalámbricas de móviles pueden reducir la congestión del tráfico y mejorar la capacidad del sistema de red. El balanceo de carga se puede lograr ajustando varios parámetros de la red de acceso a radio. Tales ajustes se pueden realizar al nivel de celda o al nivel de celda vecina. Los ajustes se pueden aplicar iterativamente en respuesta a varias estadísticas operacionales recogidas. Los ajustes pueden adaptar el tamaño de la celda y la forma de la celda, así como adaptar el traspaso para maximizar la utilización de recursos y de hardware del sistema. Un proceso iterativo de optimización puede recopilar periódicamente estadísticas de rendimiento y configuración de red desde una red inalámbrica de móviles. La información recogida se puede analizar periódicamente para determinar los ajustes de los parámetros. La configuración de la capacidad adicional desde la red de comunicación puede impedir o retrasar sustancialmente la adquisición de recursos de hardware adicionales para mitigar los problemas de capacidad del sistema.

30 Este compendio se proporciona para presentar de forma simplificada una selección de conceptos que se describen con más detalle a continuación en la "Descripción detallada de la invención". Este compendio no pretende identificar características clave o características esenciales de la materia reivindicada, ni se pretende que sea utilizado para limitar el alcance del objeto reivindicado. Además, el objeto reivindicado no se limita a implementaciones que resuelvan cualquiera o todas las desventajas señaladas en cualquier parte de esta descripción.

Breve descripción de los dibujos

- 35 - la figura 1 es un diagrama de arquitectura de red que ilustra aspectos de un sistema de comunicaciones inalámbricas de móviles GSM y UMTS, según un ejemplo;
- la figura 2 es un diagrama de celda de radio de móviles que ilustra la remodelación de celdas para el balanceo de carga entre celdas vecinas según un ejemplo;
- 40 - la figura 3 es un diagrama de asignación de tráfico de móviles que ilustra el balanceo de carga entre tres tipos de celdas vecinas para redistribuir el tráfico fuera de una celda congestionada según un ejemplo;
- la figura 4 es un diagrama de flujo lógico que ilustra un proceso de balanceo de carga en una red inalámbrica de móviles según un ejemplo; y
- 45 - la figura 5 es un diagrama de arquitectura de ordenador que ilustra el hardware del sistema informático capaz de equilibrar la carga de tráfico en una red inalámbrica de radio de móviles según un ejemplo.

Descripción detallada de la invención

50 La siguiente descripción detallada está dirigida a tecnologías para el balanceo de carga en una red inalámbrica de radio de móviles. Mediante el uso de las características presentadas en la presente memoria, la capacidad del sistema se puede mejorar en una red de radio inalámbrica mediante el ajuste iterativo del tamaño y la forma de la celda, a la vez que también ajusta la utilización de los recursos del sistema actualizando los parámetros de traspaso. Los problemas de capacidad de red pueden estar relacionados con la congestión del tráfico o la congestión previa, tal como la utilización excesiva de los recursos. Se puede detectar un problema de capacidad mediante métricas de recopilación asociadas con Indicadores Clave de Rendimiento (KPI). Por ejemplo, se pueden recoger estadísticas
55 que estén asociadas con la utilización de la potencia del transmisor, la utilización de la asignación de código, la utilización del enlace de agregación, los elementos del canal, la carga del procesador de llamadas, y otras

características del sistema. Las estadísticas de la red se pueden obtener del sistema operativo y de soporte (OSS) o de cualquier elemento intermedio del sistema.

Aunque el objeto descrito en el presente documento se presenta en el contexto general de módulos de programa que se ejecutan a la vez que se ejecutan un sistema operativo y programas de aplicación en un sistema informático o sistema de procesador embebido, los expertos en la técnica reconocerán que se pueden realizar otras implementaciones en combinación con otros tipos de módulos de programa. Generalmente, los módulos de programa incluyen rutinas, programas, componentes, estructuras de datos y otros tipos de estructuras que realizan tareas determinadas o que implementan tipos de datos abstractos determinados. Además, los expertos en la técnica apreciarán que la materia descrita en la presente memoria se puede realizar con otras configuraciones del sistema informático, incluyendo dispositivos portátiles, sistemas multiprocesador, electrónica de consumo basada en microprocesadores o programable, mini-ordenadores, ordenadores tipo mainframe y similares.

En la siguiente descripción detallada, se hace referencia a los dibujos adjuntos que forman parte de la misma, y que se muestran a modo de ilustración de características o ejemplos específicos. Con referencia ahora a los dibujos, en los que los mismos números representan elementos similares en las diversas figuras, aspectos de un sistema informático y metodología para mejorar la capacidad del sistema de una red inalámbrica de radio móvil utilizando balanceo de carga.

Volviendo a la figura 1, se proporcionan detalles acerca de un entorno operativo ilustrativo para las implementaciones presentadas en la presente memoria, así como aspectos de varios componentes de software que proporcionan la funcionalidad descrita en la presente memoria para el balanceo de carga de una red inalámbrica de radio móvil. En particular, la figura 1 es un diagrama de arquitectura de red que ilustra aspectos de un sistema de comunicaciones inalámbricas de móviles, según el Sistema Global para Comunicaciones Móviles (GSM) y el Sistema Universal de Telecomunicaciones con Móviles (UMTS), de acuerdo con un ejemplo.

Una red de acceso por radio GSM (GSM RAN) 110 puede servir a múltiples abonados de móviles, tales como una estación de móviles 104. Un subsistema de estación base (BSS) puede gestionar tráfico y señalización entre una estación de móviles 104 y la red de conmutación telefónica. El BSS puede incluir una estación transceptora base (BTS) 112 que proporcione múltiples transceptores, antenas y otros equipos de radio para soportar la transmisión y la recepción de señales de radio con las estaciones de móviles 104 que están siendo atendidas. Se puede establecer un enlace "Um", o interfaz de aire, entre cada estación de móviles 104 y la BTS 112.

Un controlador de estación base (BSC) 114 asociado con la BTS 112 puede proporcionar control inteligente para la red RAN de GSM 110. Un BSC 114 puede tener múltiples sistemas BTS 112 bajo su control. El BSC 114 puede asignar canales de radio, recibir mediciones desde estaciones de móviles 104, y controlar trasposos desde una BTS 112 a otra. La interfaz entre una BTS 112 y un BSC 114 puede ser un enlace "Abis". El BSC 114 puede actuar como un concentrador, donde se pueden agregar y retransmitir muchos enlaces "Abis" al núcleo de la red.

Una red de acceso por radio de UMTS (UMTS RAN) puede proporcionar otro ejemplo de un subsistema de estación base (BSS). UMTS es un ejemplo de tecnología de comunicaciones con móviles de tercera generación (3G). La RAN 120 de UMTS puede dar servicio a unidades móviles, tales como el equipo de usuario 108. La interfaz por aire en una RAN 120 UMTS puede denominarse un enlace "Uu". Un subsistema de estación base de UMTS puede incluir un Nodo-B 122 y un controlador de red de radio (RNC) 124. El Nodo-B 122 y el RNC 124 se pueden interconectar mediante un enlace "Iub".

Generalmente, un RNC 124 o un BSC 114 pueden soportar hasta cientos de Nodos-B 122 o de BTS 112, respectivamente. Generalmente, un Nodo-B 122 o una BTS 112 pueden soportar tres o seis celdas, aunque se pueden utilizar otros números. Se pueden conectar varias estaciones base RAN 110 GSM o estaciones base RAN 120 UMTS a cualquiera entre una red 130 de conmutación de circuitos o una red 150 de conmutación de paquetes.

Un BSC 114 de una RAN 110 GSM se puede conectar a un MSC / VLR 132 en una red 130 de conmutación de circuitos sobre un enlace "A". Un enlace "A" puede llevar canales de tráfico y señalización de control SS7. De forma similar, un BSC 114 en una RAN 110 GSM se puede conectar a un nodo 152 de soporte de servicios de GPRS (SGSN) en una red 150 de conmutación de paquetes sobre un enlace "Gb".

Un RNC 124 en una RAN 120 de UMTS se puede conectar a un MSC / VLR 132 en una red central 130 de conmutación de circuitos sobre un enlace "Iu-CS". Del mismo modo, un RNC 124 en una RAN 120 UMTS se puede conectar a un nodo 152 de soporte de servicios de GPRS (SGSN) en una red central 150 de conmutación de paquetes sobre un enlace "Iu-PS".

En la red central 130 de conmutación de circuitos, el MSC / VLR 132 puede interactuar con un registro de identidad de equipos 136, un registro de ubicación origen 138, y un centro de autenticación 139. El MSC / VLR 132 puede interactuar también con un centro pasarela 134 de conmutación móvil para acceder a redes externas 140 de conmutación de circuitos. Las redes externas 140 de conmutación de circuitos pueden incluir sistemas de la Red Digital de Servicios Integrados (ISDN), sistemas de la Red Pública Telefónica Conmutada (PSTN) y otras varias tecnologías de conmutación de circuitos.

En la red central 150 de conmutación de paquetes, el SGSN 152 puede interactuar con un nodo pasarela de soporte 154 de GPRS (GGSN) para acceder a redes externas 160 de conmutación de paquetes. Las redes externas 160 de conmutación de paquetes pueden incluir Internet, redes locales, redes externas y otros tipos de tecnologías de redes de paquetes de datos.

5 Con referencia a la figura 2, un diagrama de celdas de radio para móviles ilustra la remodelación de celdas para equilibrar el tráfico entre celdas vecinas según un ejemplo. Un mecanismo para el balanceo de carga puede remodelar las celdas vecinas para reasignar el tráfico desde una celda muy congestionada a una celda vecina con capacidad disponible. Por ejemplo, se puede cambiar la forma de una estructura inicial 210 de la celda a una estructura modificada 220 de la celda. En el ejemplo ilustrado, una reducción en el tamaño y la forma de la CELDA A y un aumento en el tamaño y la forma de la CELDA C vecina pueden proporcionar una reasignación de tráfico desde la CELDA A a la CELDA C vecina.

10 El ajuste de la cobertura de la celda se puede lograr mediante el ajuste de la potencia piloto. La potencia piloto se puede ajustar entre celdas vecinas para desplazar el punto central entre ambas celdas. Desplazar el centro entre las dos celdas más cercanas a la celda sobrecargada puede reducir eficazmente el tamaño de la celda sobrecargada y así reasignar el tráfico de esa celda a la celda vecina.

15 El ajuste de la cobertura de celda se puede lograr utilizando la inclinación de la antena. Un mecanismo Remoto de Inclinación Eléctrica de la Antena (RET) puede proporcionar una inclinación hacia abajo a una antena en una celda sobrecargada. La aplicación de una inclinación hacia abajo puede reducir el horizonte de propagación de la antena y reducir eficazmente el tamaño de la celda sobrecargada. Dicha reducción puede soportar una reasignación del tráfico de la celda sobrecargada a una celda vecina.

Se pueden considerar para el balanceo de carga por proximidad las celdas vecinas de intra-frecuencia (IAF), es decir, aquéllas con la misma frecuencia portadora. También se pueden considerar para las técnicas de balanceo de carga por proximidad las celdas vecinas inter-frecuencia (IEF), es decir, aquéllas con diferentes frecuencias portadoras.

25 Se pueden realizar comprobaciones de cobertura mientras se ajusta la cobertura de la celda. Al reducir la potencia piloto o al aumentar la inclinación de la antena para el balanceo de carga, puede haber una reducción en el área de cobertura de la celda y, por lo tanto, un riesgo de pérdida de cobertura en el sistema de red. Del mismo modo, al aumentar la potencia piloto o reducir la inclinación de la antena, se puede aumentar el área de cobertura, con lo que existe el riesgo de rebasamiento o interferencia excesiva con las celdas vecinas.

30 Una comprobación de cobertura contra la reducción o pérdida de cobertura puede utilizar cualquier estadística que cuente los eventos desencadenados por las condiciones de caídas de llamadas que no superan un cierto umbral de calidad. Por ejemplo, los traspasos inter-sistemas excesivos pueden indicar una pérdida de cobertura. En tales condiciones, se puede evitar la reducción de la cobertura de celda mediante el balanceo de carga.

35 Una comprobación de cobertura contra el exceso de cobertura o rebasamiento puede utilizar contadores de retardos de propagación. Cuando el retardo de propagación es mayor que un umbral especificado, una celda puede estar experimentando rebasamiento. También una Tasa de Error de Bloqueo del Enlace Ascendente (UL BLER) elevada o una potencia de transmisión del dispositivo móvil elevada pueden indicar que una celda puede estar experimentando rebasamiento. Cuando la celda experimenta rebasamiento o solapamiento excesivo, puede interrumpirse el aumento de cobertura de celda para el balanceo de carga.

40 Con referencia a la figura 3, un diagrama de asignación de tráfico de móviles ilustra el balanceo de carga entre tres tipos de celdas vecinas para reequilibrar el tráfico fuera de una celda congestionada según un ejemplo. Un mecanismo para el balanceo de carga puede modificar los parámetros de traspaso y re-selección después de considerar varios umbrales de traspaso y re-selección. Tales consideraciones se pueden producir a nivel de celda o a nivel de celdas vecinas. Tal consideración también se puede producir a tres niveles de vecindad diferentes: las celdas vecinas intra-frecuencia (IAF), que utilizan la misma portadora, las celdas vecinas inter-frecuencias (IEF), que utilizan diferentes portadoras, y las celdas vecinas inter-sistema (IS) que pertenecen a diferentes redes de acceso por radio (RAN).

45 En el ejemplo ilustrado, un patrón de tráfico inicial 310 tiene ocho radios móviles 305 en una celda central que utilizan la frecuencia F1. Otras celdas vecinas usan la misma frecuencia F1 y son celdas vecinas 320A intra-frecuencia (IAF), y no tienen tráfico de radio móvil. Las celdas vecinas que utilizan una portadora F2 diferente son celdas vecinas inter-frecuencia (IEF) 330A y tampoco tienen tráfico de radio móvil. Las celdas vecinas que utilizan otros sistemas de GSM son celdas vecinas inter-sistemas (IS) 340A y tampoco tienen tráfico de radio móvil.

50 Después de un procedimiento de balanceo de carga, un patrón 350 de tráfico de balanceo de carga ilustra las mismas ocho radios móviles 305 que se han traspasado a celdas vecinas para equilibrar la carga de tráfico. Las celdas vecinas 320B con carga balanceada IAF tienen tres de los móviles 305 asignados uno a cada una de las tres celdas vecinas. La celda vecina central entre los vecinos 330B de IEF que utiliza la portadora F2 tiene cuatro de los móviles 305. Además, la celda vecina GSM más cercana de las otras celdas vecinas GSM-IS 340B tiene uno de los móviles 305.

Durante el balanceo de carga, las celdas se pueden contraer o expandir para activar traspasos anteriores o posteriores a la configuración original. Por lo tanto, los parámetros de traspaso y re-selección se pueden cambiar. Esto puede mantener los límites de una celda de coincidencia y reducir el volumen de traspasos anticipados. Las celdas sobrecargadas se pueden reducir, mientras que las celdas con carga baja o media se pueden expandir.

- 5 Las celdas vecinas IAF, IEF e IS se pueden tratar de manera diferente mediante la aplicación de diferentes intervalos de umbrales. Los parámetros de nivel de vecindad pueden polarizar a algunas celdas vecinas respecto a otras y lentamente redirigir las cargas de tráfico a vecinas con menos carga. Se pueden usar parámetros de nivel de celda cuando los parámetros de nivel de vecindad no están disponibles o cuando el ajuste de los parámetros de nivel de vecindad es menos eficiente para mitigar un problema de capacidad dado. Los parámetros de vecindad se
10 pueden aplicar como desplazamientos que se añaden a los valores medidos para las celdas vecinas. La aplicación del desplazamiento puede polarizar la celda utilizando un valor positivo o negativo. Los límites de la celda se pueden redefinir desigualmente, dependiendo de las áreas de solapamiento entre celdas vecinas.

15 Pasando ahora a la figura 4, se proporcionarán detalles adicionales con respecto a las realizaciones presentadas en la presente memoria para mejorar la capacidad del sistema en una red inalámbrica de radio con móviles utilizando balanceo de carga. En particular, la figura 4 es un diagrama de flujo que muestra una rutina 400 que ilustra aspectos de un proceso para el balanceo de carga en una red inalámbrica de móviles, según un ejemplo. Debe apreciarse que las operaciones lógicas aquí descritas se implementan (1) como una secuencia de rutinas o de módulos de programa implementados por ordenador que se ejecutan en un sistema informático y/o (2) como circuitos lógicos de
20 máquina o módulos de circuitos interconectados en el sistema informático. La implementación es una cuestión de elección, dependiente del rendimiento y de otros requisitos del sistema informático. Por lo tanto, las operaciones lógicas descritas en la presente memoria se refieren a varias formas como operaciones, dispositivos estructurales, rutinas o módulos. Estas operaciones, dispositivos estructurales, rutinas y módulos se pueden implementar en software, en firmware, en lógica digital de finalidad específica, y en cualquier combinación de los mismos. También debe apreciarse que pueden realizarse más o menos operaciones que las mostradas en las figuras y descritas en la presente memoria. Estas operaciones también pueden realizarse en paralelo, o en un orden diferente al descrito en
25 la presente memoria.

30 La rutina 400 puede comenzar con la operación 410, en la que se recogen parámetros de rendimiento e información de configuración de la red inalámbrica. Los elementos de configuración y rendimiento se pueden obtener, en su totalidad o en parte, del Sistema Operativo y de Soporte (OSS). Se pueden recoger Indicadores Clave de Rendimiento (KPI) para determinar la necesidad de ajustes del sistema. El balanceo de carga se puede disparar por congestión del tráfico o por sobre-utilización de celdas vecinas.

35 Un KPI de capacidad vecinal se puede definir de dos formas diferentes. Una primera definición para el KPI de capacidad vecinal puede aplicar la misma capacidad KPI utilizada para la celda de referencia en la celda vecina. Una segunda definición para el KPI de capacidad vecinal puede ser la media de cada KPI de capacidad de celda definidas en la lista de referencia de celdas vecinas, ponderada con el número de traspasos salientes a cada celda vecina.

40 En la operación 420, el tamaño y la forma de la celda se pueden ajustar para el balanceo de carga de tráfico entre celdas vecinas. La remodelación de las celdas vecinas puede reasignar el tráfico de una celda muy cargada a una celda vecina con capacidad disponible. El ajuste de la cobertura de la celda se puede lograr utilizando el ajuste de la potencia piloto. La potencia piloto se puede ajustar entre celdas vecinas para reemplazar el punto central entre las dos celdas, para desplazar el centro entre las dos celdas más cercanas a la celda sobrecargada, y reducir eficazmente el tamaño de la celda sobrecargada. El ajuste de la cobertura de la celda también se puede lograr utilizando la Inclinación Eléctrica Remota (RET) de la antena para proporcionar inclinación hacia abajo a una antena en una celda sobrecargada. La aplicación de una inclinación hacia abajo puede reducir el horizonte de propagación de la antena y reducir eficazmente el tamaño de la celda sobrecargada.
45

50 En la operación 430, el traspaso y la re-selección se pueden ajustar para el balanceo de carga de tráfico entre celdas vecinas después de considerar los umbrales especificados de traspaso y de re-selección. Las comparaciones de umbral y los ajustes se pueden realizar a nivel de una celda particular o a nivel de un conjunto de celdas vecinas. La reasignación de tráfico se puede realizar en tres niveles diferentes de celdas vecinas: vecinas de intra-frecuencia (IAF) que utilizan la misma portadora, vecinas de inter-frecuencia (IEF) que utilizan diferentes portadoras, y vecinas de inter-sistemas (IS) que pertenecen a diferentes Redes de Acceso por Radio (RAN).

55 En la operación 440, se pueden generar parámetros de configuración del sistema actualizados según los ajustes determinados en las operaciones 420 y 430. Los parámetros del sistema se pueden ajustar en dos niveles diferentes. En primer lugar, los parámetros se pueden ajustar a nivel de celda. En segundo lugar, los parámetros se pueden ajustar a nivel de vecindad. Estos parámetros de vecindad se pueden considerar por relación de adyacencia.

Generalmente, el paso aplicado en la actualización de parámetros de configuración puede ser pequeño con respecto al intervalo permitido para cada parámetro. Este ajuste fino de un paso pequeño puede soportar la convergencia lenta en el algoritmo de actualización de la configuración. Una convergencia de parámetros lenta puede minimizar efectos colaterales en el sistema de control.

En la operación 450, los parámetros de configuración del sistema actualizados, determinados en la operación 440, se pueden aplicar a los diversos subsistemas configurables en la red de radio inalámbrica. La operación 460 puede comprender un ciclo de retardo o de espera hasta el inicio del siguiente período de iteración. El período de iteración puede determinar la temporización del proceso iterativo que recoge los parámetros del sistema y actualiza los parámetros de configuración basados en un ciclo periódico. El período se puede determinar con un contador, un temporizador, un reloj, un reloj en tiempo real, una rutina de interrupción u otra fuente de programación periódica o de sincronización.

Los parámetros de rendimiento y los datos de KPI se pueden recopilar durante un período de medición predefinido. Generalmente, un período de recogida más largo puede proporcionar una estabilidad y una fiabilidad mejoradas de las estadísticas. Sin embargo, el aumento del período de recogida puede proporcionar un sistema de control menos reactivo a los cambios. Después de la operación 460, la rutina 400 puede volver al bucle a la operación 410, para recoger el siguiente conjunto de parámetros de rendimiento.

Pasando ahora a la figura 5, una arquitectura de ordenador 500 ilustrativa puede ejecutar los componentes de software descritos en la presente memoria para mejorar la capacidad del sistema en una red inalámbrica de radio con móviles utilizando balanceo de carga. La arquitectura de ordenador mostrada en la figura 5 ilustra un ordenador de control embebido, un ordenador de sobremesa convencional, un ordenador portátil o un ordenador de servidor, y se pueden utilizar para ejecutar aspectos de los componentes de software presentados en la presente memoria. Sin embargo, se debe apreciar que los componentes de software descritos también se pueden ejecutar en otros entornos informáticos a modo de ejemplo, tales como dispositivos móviles, televisores, decodificadores, quioscos, sistemas de información de vehículos, teléfonos móviles, sistemas embebidos y otros similares.

La arquitectura de ordenador ilustrada en la figura 5 puede incluir una unidad central de procesamiento 10 (CPU), una memoria de sistema 13, que incluye una memoria de acceso aleatorio 14 (RAM) y una memoria de sólo lectura 16 (ROM) y un bus de sistema 11 que puede acoplar la memoria de sistema 13 a la CPU 10. Un sistema básico de entrada / salida que contiene las rutinas básicas que ayudan a transferir información entre elementos en el ordenador 500, tal como durante el arranque, se puede almacenar en la ROM 16. El ordenador 500 puede incluir además un dispositivo de almacenamiento masivo 15 para almacenar un sistema operativo 18, software, datos y varios módulos de programa, tales como los asociados con el sistema 510 de balanceo de carga.

El dispositivo de almacenamiento masivo 15 se puede conectar a la CPU 10 a través de un controlador de almacenamiento masivo (no mostrado) conectado al bus 11. El dispositivo de almacenamiento masivo 15 y sus medios asociados que se pueden leer por ordenador pueden proporcionar almacenamiento no volátil para el ordenador 500. Aunque la descripción de los medios de lectura por ordenador contenidos en la presente memoria se refiere a un dispositivo de almacenamiento masivo, tal como un disco duro o una unidad de CD-ROM, los expertos en la técnica apreciarán que los medios de lectura por ordenador pueden ser cualquier medio de almacenamiento informático disponible al que pueda acceder un ordenador 500.

A modo de ejemplo, y sin limitación, los medios de lectura por ordenador pueden incluir medios volátiles y no volátiles, extraíbles y no extraíbles, implementados en cualquier procedimiento o tecnología de almacenamiento de información, tal como instrucciones legibles por ordenador, estructuras de datos, módulos de programa u otros datos. Por ejemplo, los medios de lectura por ordenador incluyen, pero no se limitan a, RAM, ROM, EPROM, EEPROM, memoria flash u otra tecnología de memoria de estado sólido, CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD), HD-DVD, BLU-RAY, u otro almacenamiento óptico, cassetes magnéticos, cintas magnéticas, almacenamiento en disco magnético u otros dispositivos de almacenamiento magnético, o cualquier otro medio que pueda utilizarse para almacenar la información deseada y al que se pueda acceder con un ordenador 500.

Según varias características, el ordenador 500 puede funcionar en un entorno en red que utiliza conexiones lógicas a ordenadores distantes a través de una red tal como la red 20. El ordenador 500 se puede conectar a la red 20 a través de una unidad de interfaz de red 19 conectada al bus 11. Se debe apreciar que la unidad de interfaz de red 19 también se puede utilizar para conectarse a otros tipos de redes y sistemas informáticos remotos. El ordenador 500 también puede incluir un controlador de entrada / salida 12 para recibir y procesar la entrada procedente de un cierto número de dispositivos diferentes, incluyendo un teclado, un ratón o un lápiz electrónico (no ilustrados). De manera similar, un controlador de entrada / salida 12 puede proporcionar salida a una pantalla de vídeo, una impresora u otro tipo de dispositivo de salida (tampoco ilustrados).

Como se ha mencionado de manera breve anteriormente, se pueden almacenar una serie de módulos de programa y archivos de datos en el dispositivo de almacenamiento masivo 15 y en la RAM 14 del ordenador 500, incluyendo un sistema operativo 18 adecuado para controlar el funcionamiento de un ordenador de sobremesa conectado en red, un ordenador portátil, un servidor, u otro entorno informático. El dispositivo de almacenamiento masivo 15, la ROM 16 y la RAM 14 también pueden almacenar uno o más módulos de programa. En particular, el dispositivo de almacenamiento masivo 15, la ROM 16 y la RAM 14 pueden almacenar el motor de lenguaje natural 130 para su ejecución por la CPU 10. El sistema de balanceo de carga 510 puede incluir componentes software para implementar porciones de los procesos explicados en detalle con respecto a las figuras 1 a 4. El dispositivo de almacenamiento masivo 15, la ROM 16 y la RAM 14 pueden almacenar también otros tipos de módulos de programa.

5 En base a lo anterior, se debe apreciar que en la presente memoria se presentan tecnologías para mejorar la capacidad del sistema en una red inalámbrica de radio con móviles utilizando balanceo de carga. Aunque el tema presentado en la presente memoria se ha descrito en un lenguaje específico de características estructurales de ordenador, rutinas metodológicas y medios de lectura por ordenador, se debe entender que la invención definida en las reivindicaciones adjuntas no está necesariamente limitada a las características específicas, rutinas o medios descritos en la presente memoria. Más bien, las características, rutinas y medios específicos se describen como formas de ejemplo de implementación de las reivindicaciones.

10 La materia descrita anteriormente se proporciona sólo a modo de ilustración y no debe interpretarse como limitativa. Pueden realizarse diversas modificaciones y cambios al objeto descrito en la presente memoria sin seguir los ejemplos y aplicaciones ilustrados y descritos, y sin apartarse del alcance de la presente invención.

Características adicionales de la presente invención

Característica 1. Procedimiento para el balanceo de carga en una red de comunicaciones inalámbricas de móviles, comprendiendo el procedimiento:

- 15 - recopilar periódicamente parámetros de rendimiento;
- determinar si el balanceo de carga es aplicable en respuesta a los parámetros de rendimiento recopilados;
- ajustar la geometría de la celda en respuesta a la determinación de que es aplicable el balanceo de carga; y
- 20 - ajustar un parámetro de traspaso a celda vecina en respuesta a la determinación de que es aplicable el balanceo de carga.

Característica 2. Procedimiento según la característica 1, en el que el ajuste de la geometría de la celda comprende el ajuste del tamaño de la celda.

Característica 3. Procedimiento según la característica 1, en el que el ajuste de la geometría de la celda comprende el ajuste de la inclinación de la antena asociada a la celda.

25 Característica 4. Procedimiento según la característica 1, en el que el ajuste de la geometría de la celda comprende el ajuste de la potencia piloto asociada a la celda.

Característica 5. Procedimiento según la característica 1, en el que el ajuste del parámetro de traspaso a celda vecina comprende la reasignación del tráfico desde una celda sobrecargada a una celda vecina de intra-frecuencia.

30 Característica 6. Procedimiento según la característica 1, en el que el ajuste del parámetro de traspaso a celda vecina comprende la reasignación de tráfico desde una celda sobrecargada a una celda vecina de inter-frecuencia.

35 Característica 7. Procedimiento según la característica 1, en el que el ajuste del parámetro de traspaso a celda vecina comprende la reasignación de tráfico desde una celda sobrecargada a una celda vecina inter-sistema.

Característica 8. Medio de almacenamiento informático que tiene almacenadas instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando se ejecutan en un sistema informático, hacen que el sistema informático:

- 40 - recopile periódicamente parámetros de rendimiento;
- determine si el balanceo de carga es aplicable en respuesta a los parámetros de rendimiento recopilados;
- ajuste la geometría de la celda en respuesta a la determinación de que el balanceo de carga es aplicable; y
- ajuste el parámetro de traspaso a celda vecina en respuesta a la determinación de que el balanceo de carga es aplicable.

45 Característica 9. Medio de almacenamiento informático según la característica 8, en el que el ajuste de la geometría de la celda comprende el ajuste del tamaño de la celda.

Característica 10. Medio de almacenamiento informático según la opción 8, en el que el ajuste de la geometría de la celda comprende el ajuste de la inclinación de la antena asociada a la celda.

- Característica 11. Medio de almacenamiento informático según la característica 8, en el que el ajuste de la geometría de la celda comprende el ajuste de la potencia piloto asociada a la celda.
- 5 Característica 12. Medio de almacenamiento informático según la característica 8, en el que el ajuste del parámetro de traspaso a celda vecina comprende la reasignación de tráfico desde una celda sobrecargada a una celda vecina de intra-frecuencia.
- Característica 13. Medio de almacenamiento informático según la característica 8, en el que el ajuste del parámetro de traspaso a celda vecina comprende la reasignación de tráfico desde una celda sobrecargada a una celda vecina de inter-frecuencia.
- 10 Característica 14. Medio de almacenamiento informático según la característica 8, en el que el ajuste del parámetro de traspaso a celda vecina comprende la reasignación de tráfico desde una celda sobrecargada a una celda vecina de inter-sistema.
- Característica 15. Sistema de balanceo de carga que comprende:
- un controlador de balanceo de carga;
 - una o más interfaces entre el controlador de balanceo de carga y una red de comunicaciones inalámbricas de móviles;
 - una unidad de procesamiento asociada al controlador de balanceo de carga; y
 - uno o más módulos para su ejecución en la unidad de procesamiento, operables para:

15

20

 recopilar periódicamente parámetros de rendimiento; determinar si el balanceo de carga es aplicable en respuesta a los parámetros de rendimiento recogidos; ajustar la geometría de la celda en respuesta a la determinación de que el balanceo de carga es aplicable; y ajustar el parámetro de traspaso a celda vecina en respuesta a la determinación de que el balanceo de carga es aplicable.
- Característica 16. Sistema de balanceo de carga según la característica 15, en el que el ajuste de la geometría de la celda comprende el ajuste de la inclinación de la antena asociada a la celda.
- 25 Característica 17. Sistema de balanceo de carga según la característica 15, en el que el ajuste de la geometría de la celda comprende el ajuste de la potencia piloto asociada a la celda.
- Característica 18. Sistema de balanceo de carga según la característica 15, en el que el ajuste del parámetro de traspaso a celda vecina comprende la reasignación de tráfico desde una celda sobrecargada a una celda vecina de intra-frecuencia.
- 30 Característica 19. Sistema de balanceo de carga según la característica 15, en el que el ajuste del parámetro de traspaso a celda vecina comprende la reasignación de tráfico desde una celda sobrecargada a una celda vecina de inter-frecuencia.
- Característica 20. Sistema de balanceo de carga según la característica 15, en el que el ajuste del parámetro de traspaso a celda vecina comprende la reasignación de tráfico desde una celda sobrecargada a una celda vecina de inter-sistema.
- 35

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento implementado por ordenador para balanceo de carga en una red (20) de comunicaciones inalámbricas con móviles, comprendiendo el procedimiento:
- 5 i. recopilar periódicamente (420) parámetros de rendimiento de una celda y de una celda vecina en la red de comunicaciones inalámbricas con móviles;
- ii. determinar si el balanceo de carga es aplicable en respuesta a los parámetros de rendimiento recopilados;
- 10 iii. ajustar la geometría de la celda en la red de comunicaciones inalámbricas de móviles, ajustando uno o más entre el tamaño de la celda, la inclinación de la antena asociada a la celda, o la potencia piloto asociada a la celda; y,
- iv. ajustar (420, 430) parámetros de la red de acceso por radio (110, 120), mediante el ajuste del parámetro de traspaso (430) de la celda vecina y del parámetro de traspaso de la celda, en respuesta a determinar que el balanceo de carga es aplicable, para equilibrar una carga entre la celda y la celda vecina, mediante la reasignación del tráfico de la celda a la celda vecina si la celda vecina tiene capacidad disponible.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1 y para el balanceo de carga entre celdas vecinas (A, B, C) en la red de comunicaciones inalámbricas (20) móviles, en el que el ajuste (420, 430) de los parámetros de la red de acceso por radio (110, 120) comprende: ajustar la cobertura (420) de una celda (A, B, C) en respuesta a la determinación de que el balanceo de carga es aplicable.
- 20 3. Procedimiento según la reivindicación 1, en el que el ajuste del parámetro de traspaso a celda vecina comprende la reasignación de tráfico desde una celda sobrecargada a:
- i. una celda vecina de intra-frecuencia; o
- ii. una celda vecina de inter-frecuencia; o,
- iii. una celda vecina de inter-sistema.
- 25 4. Procedimiento según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende el ajuste iterativo (420) del tamaño/forma de la celda (A, B, C), a la vez que también se ajusta la utilización de recursos del sistema (430) actualizando los parámetros de traspaso (440).
5. Procedimiento según la reivindicación 4, en el que:
- i. los parámetros de rendimiento incluyen tráfico y/o utilización de celdas vecinas (A, B, C); y,
- 30 ii. el balanceo de carga se dispara por congestión de tráfico o por sobreutilización de celdas vecinas.
6. Procedimiento según la reivindicación 4 o la reivindicación 5, que comprende realizar una comprobación de cobertura mientras se ajustan (420, 430) los parámetros de la red de acceso por radio (110, 120).
- 35 7. Medio de almacenamiento informático (13) que tiene almacenadas instrucciones ejecutables por ordenador que, cuando se ejecutan en un sistema informático (500), hacen que el sistema informático realice el procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.
8. Sistema de balanceo de carga (500) para el balanceo de carga en una red de comunicaciones inalámbricas (20) móviles, que comprende una unidad de procesamiento (10) y un dispositivo de almacenamiento masivo (15), conteniendo dicho dispositivo de almacenamiento masivo (15) instrucciones que se pueden ejecutar por dicha unidad de procesamiento (10), por lo que dicho sistema de balanceo de carga es operativo para:
- 40 i. recoger periódicamente (420) parámetros de rendimiento de una celda y de una celda vecina en la red de comunicaciones inalámbricas con móviles;
- ii. determinar si el balanceo de carga es aplicable en respuesta a los parámetros de rendimiento recogidos;
- 45 iii. ajustar la geometría de la celda de la red de comunicaciones inalámbricas móviles mediante el ajuste de uno o más entre el tamaño de la celda, la inclinación de antena de la antena asociada a la celda o la potencia piloto asociada a la celda; y,
- iv. ajustar (420, 430) los parámetros de la red de acceso por radio (110, 120), mediante el ajuste del parámetro de traspaso de la celda vecina y del parámetro de traspaso de la celda (430), en

respuesta a la determinación de que el balanceo de carga es aplicable para equilibrar una carga entre la celda y la celda vecina, mediante la reasignación del tráfico de la celda a la celda vecina si la celda vecina tiene capacidad disponible.

FIG. 1

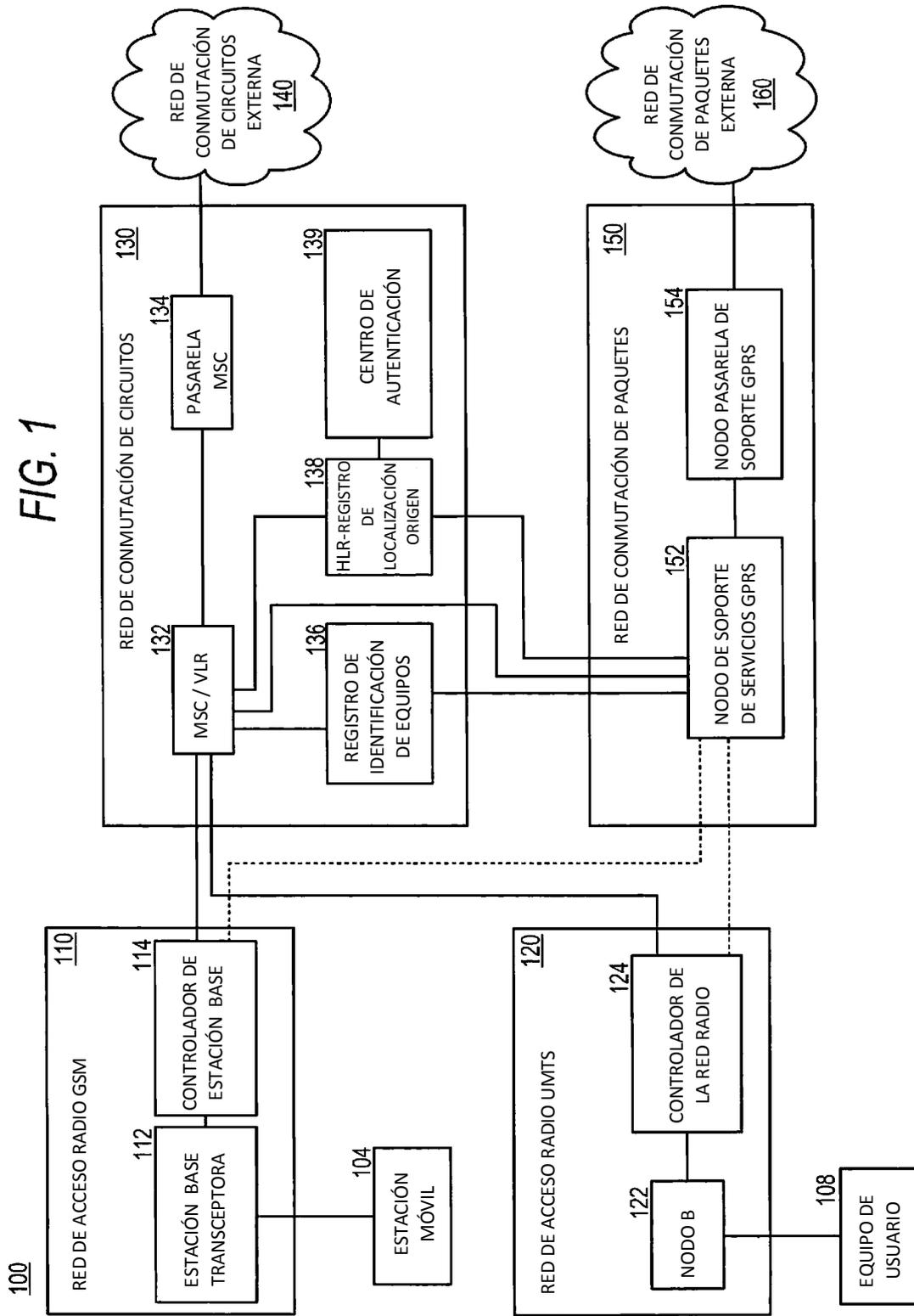


FIG. 2

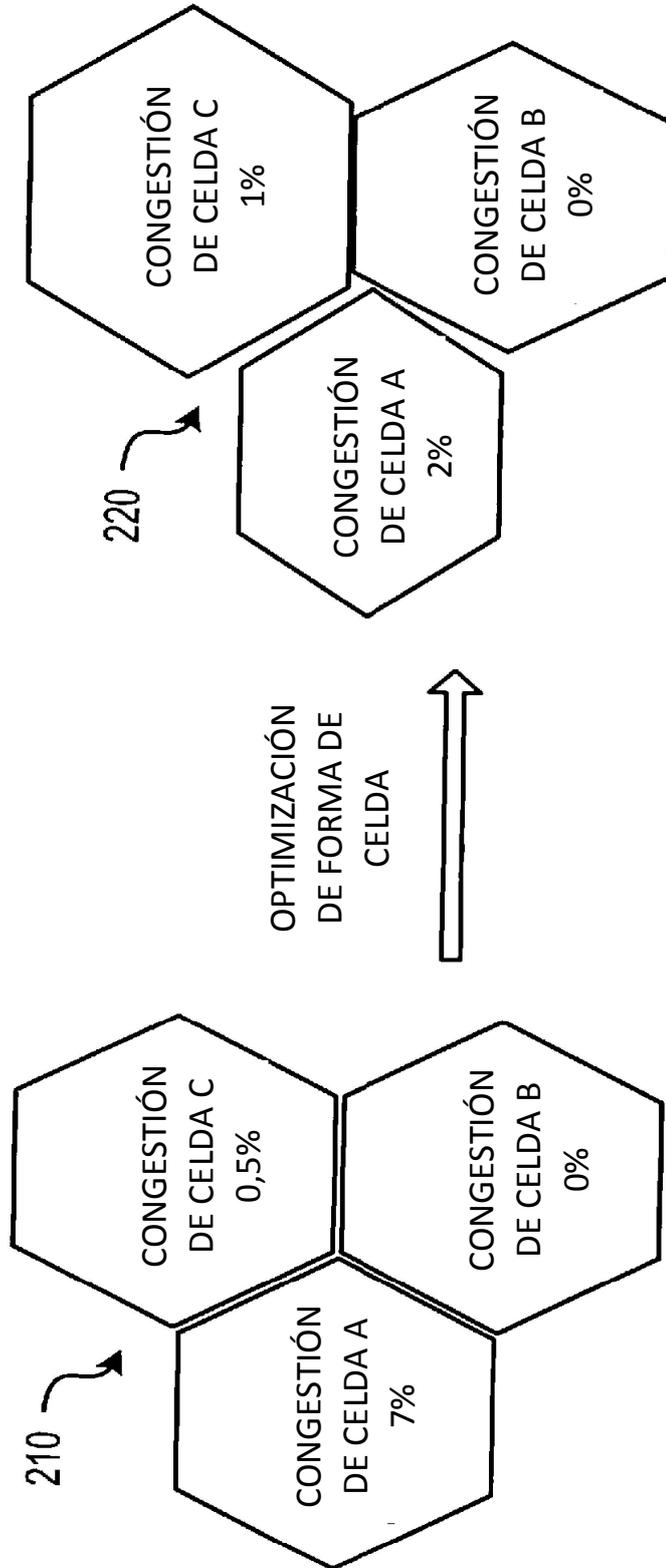


FIG. 3

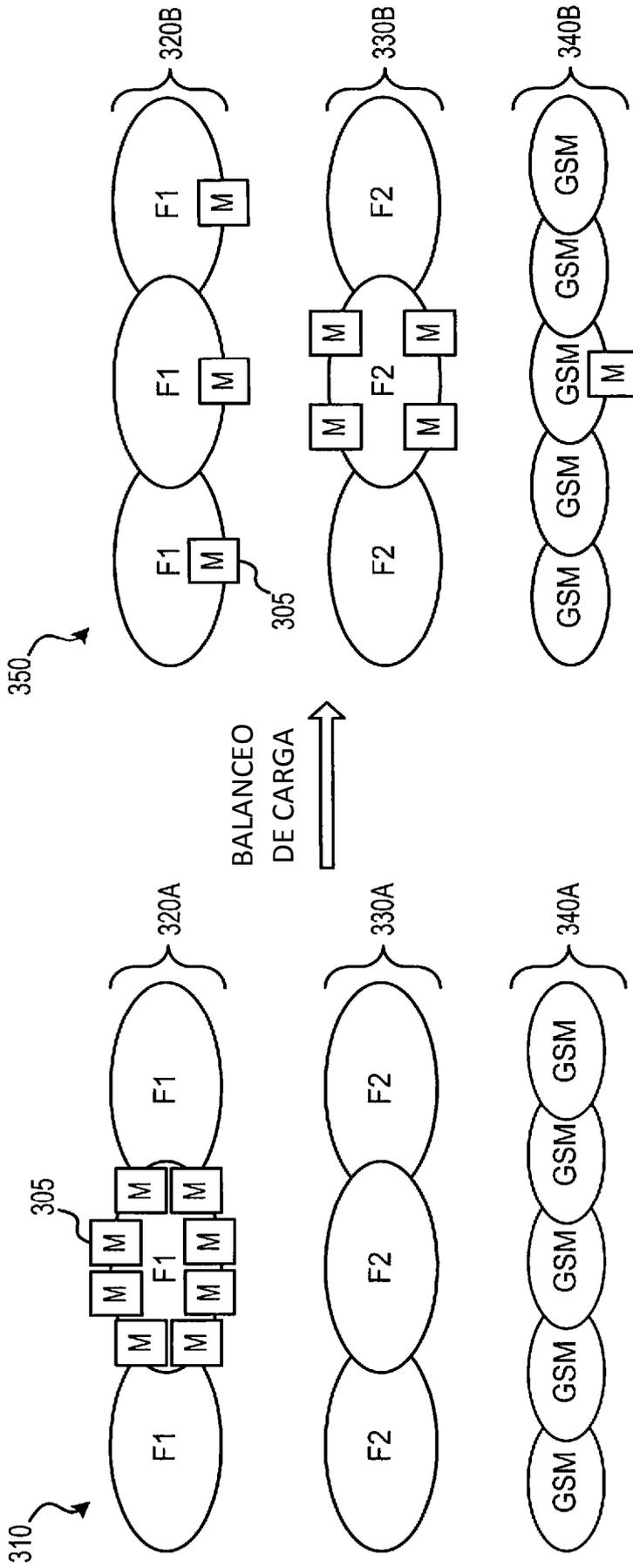


FIG. 4

