

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 824 423**

51 Int. Cl.:

H04W 28/16 (2009.01)

H04W 16/04 (2009.01)

H04W 16/10 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **31.01.2014** **PCT/EP2014/051952**

87 Fecha y número de publicación internacional: **06.08.2015** **WO15113632**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.01.2014** **E 14702041 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **22.07.2020** **EP 3085149**

54 Título: **Método para determinar la programación de los recursos del sistema en sistemas de comunicación**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
12.05.2021

73 Titular/es:

HUAWEI TECHNOLOGIES CO., LTD. (100.0%)
Huawei Administration Building, Bantian,
Longgang District
Shenzhen, Guangdong 518129, CN

72 Inventor/es:

SOLDATI, PABLO;
VAN DE BEEK, JAAP y
KOUDOURIDIS, GEORGE

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 824 423 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

Método para determinar la programación de los recursos del sistema en sistemas de comunicación

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a un método para determinar la programación de recursos del sistema en sistemas de comunicación. Además, la invención se refiere, asimismo, a un dispositivo de nodo de control, a un sistema de comunicación que comprende, al menos, un dispositivo del nodo, a un programa informático y a un producto de programa informático del mismo.

Antecedentes de la invención

- 10 Los sistemas de comunicación tradicionales, tales como los sistemas radiocelulares, están diseñados para funcionar con una cantidad finita de recursos del sistema asignados estáticamente a las entidades del sistema. Por ejemplo, los sistemas de radio celular hasta la cuarta generación, es decir, el sistema de evolución a largo plazo (LTE - Long Term Evolution, en inglés) del 3GPP, están caracterizados por varios nodos de acceso a la red desplegados en una región de servicio determinada y configurados estáticamente para funcionar con ciertos recursos en la etapa de despliegue. En otras palabras, un nodo de acceso a la red está configurado estáticamente para funcionar dentro de un cierto ancho de banda del espectro de frecuencias y para transmitir con una cierta potencia de transmisión máxima de salida.

- 20 La optimización de la colocación del nodo de acceso y su configuración en términos de potencia de transmisión de salida, asignación de espectro/frecuencia, etc., también se conoce como planificación de la red. Un objetivo de la colocación del nodo de acceso es garantizar un cierto grado de cobertura y superposición de cobertura en un área de servicio, de modo que se reduzca la interrupción del servicio y se pueda realizar sin problemas el traspaso entre nodos de acceso a la red. Además, el despliegue de los nodos de acceso a la red puede ser jerárquico con respecto al tipo de nodos de acceso a la red. En particular, la planificación celular jerárquica implica redes de múltiples niveles, donde cada nivel consiste en un tipo diferente de nodo de acceso con diferentes características de potencia de transmisión. Un nodo de acceso en un nivel inferior transmite a una potencia de transmisión más baja y cubre una porción más pequeña de un área de servicio que un nodo de acceso en un nivel superior. No obstante, la capacidad se mejora a medida que la distancia entre el nodo de acceso y el nodo móvil se reduce significativamente. El objetivo de la planificación jerárquica es realizar una planificación por niveles basada en la carga de tráfico dentro de un área de servicio más amplia.

- 30 La configuración de la o las bandas del espectro donde funcionará cada nodo de la red se denomina, a menudo, planificación de reutilización de frecuencias. La forma tradicional de gestionar estos recursos de frecuencia limitados es mediante la asignación de una banda de frecuencia fija a una determinada región geográfica. En los sistemas de segunda generación, una banda de frecuencia con licencia se dividió en 3 subbandas disjuntas (factor de reutilización 3) y a cada estación base se le asignaba una de estas subbandas. La asignación era fija y estática (solo se podía cambiar reconfigurando la estación base).

- 35 Antes del despliegue de la red, se llevaba a cabo una planificación cuidadosa de la asignación de subbanda para garantizar que las estaciones base en las proximidades de las demás no utilizase las mismas subbandas; por lo tanto, se reducía la interferencia entre diferentes puntos de acceso. El modo de funcionamiento básico de la cuarta generación del sistema celular (el sistema de LTE) es permitir que todos los nodos de acceso utilicen todo el espectro de frecuencias con una potencia uniforme distribuida en todo el ancho de banda del sistema, creando, de este modo, una fuerte interferencia a los usuarios del borde de la celda. Las formas más avanzadas de reutilización de frecuencias incluyen: reutilización fraccionada de frecuencias, en la que el espectro de frecuencias disponible es dividido en dos porciones: una porción común a todas las estaciones base utilizadas para programar usuarios del centro de la celda; y una segunda parte que está dividida además entre las estaciones base en un modo estricto de reutilización de frecuencias, y se utiliza para programar la transmisión hacia/desde los usuarios del borde de la celda; y reutilización no fija de frecuencias, que permite a las estaciones base transmitir en todo el espectro de frecuencias con diferentes niveles de potencia: mayor potencia de transmisión en la porción del espectro donde están programados los usuarios del borde de la celda; menor potencia de transmisión en la porción del espectro donde están programados los usuarios del centro de la celda.

- 50 Aunque la configuración de los recursos de comunicación para cada nodo de acceso en el sistema de radio celular es estática, el modo en que dichos recursos son utilizados por los nodos de acceso para atender a los usuarios del sistema (por ejemplo, estaciones móviles) puede ser dinámico. Por ejemplo, el sistema de LTE de la técnica relacionada puede programar estaciones móviles en el dominio de la frecuencia en una escala de tiempo de milisegundos, proporcionar métodos para la mitigación de interferencias, así como métodos para coordinar la transmisión y recepción entre múltiples nodos de acceso de radio en el orden de decenas de milisegundos. Estos métodos se conocen como coordinación de interferencia entre células (ICIC – Inter-Cell Interference Coordination, en inglés) y comprenden un caso de utilización del enfoque de solución de red autoorganizada (SON – Self-Organized Network, en inglés). La SON, tal como se define dentro de LTE, se refiere, principalmente, a una familia de soluciones distribuidas que se basan en bucles con retroalimentación retardada. Habitualmente, SON implica solucionadores de problemas autónomos que pueden monitorizar y determinar el estado del entorno, tomar decisiones acerca de cómo

actuar mejor sobre el mismo y, a continuación, actuar y comunicar retroalimentación e información útil entre sí, por ejemplo, con fines de coordinación.

Esencialmente, SON corresponde a un conjunto de algoritmos distribuidos que funcionan sobre un conjunto de parámetros de configuración y operación locales que optimizan diferentes objetivos de rendimiento del sistema de acuerdo con el caso de utilización. Por ejemplo, en caso de coordinación de interferencias, la SON tiene como objetivo mejorar el rendimiento del usuario minimizando la interferencia. Otros casos de utilización de SON incluyen optimización de cobertura y capacidad (CCO – Coverage and Capacity Optimization, en inglés), optimización de robustez de la movilidad (MRO – Mobility Robustness Optimization, en inglés), equilibrado de la carga móvil (MLB – Mobile Load Balancing, en inglés), mejoras de la eficiencia energética (EEE – Energy Efficiency Enhancements, en inglés), etc.

Debido a su naturaleza distributiva inherente, las soluciones SON son prácticas cuando los sitios de interacción y los parámetros que intercambian y monitorizan se mantienen bajos. En términos de parámetros intercambiados, un número creciente de interdependencias entre sitios (y, en consecuencia, de parámetros intercambiados) para las decisiones de asignación de recursos daría lugar a un tiempo de convergencia innecesariamente largo y a una cantidad significativa de sobrecarga de señalización. La monitorización de parámetros, por ejemplo, mediante tests de activación minimizados (MDT – Minimized Drive Tests, en inglés), que automatiza la monitorización utilizando informes de nodos móviles, y el almacenamiento de parámetros, por ejemplo, mediante mapas del entorno de radio (REM – Radio Environment Maps, en inglés) que se basan en mediciones notificadas que representan el estado del sistema en términos de algunas métricas, requieren nodos de acceso con capacidad informática y de memoria significativamente mayor, y redes de un coste inaccesible cuando son desplegadas de manera densa.

Además, un modo efectivo de aumentar la capacidad de una red celular más allá de las capacidades del 4G es mediante la densificación de la infraestructura de la red. Una infraestructura más densa de la red de acceso por radio acerca al usuario final los puntos de acceso a la red, e implica una pérdida de ruta promedio menor, lo que produce una mejor estimación del enlace y un número promedio más bajo de usuarios móviles atendidos por cada punto de acceso, lo que genera más ancho de banda para cada usuario, ambos a un coste energético posiblemente menor. La organización de estándares del 3GPP de la técnica relacionada ya ha comenzado a considerar la integración de implementaciones de celdas pequeñas, más densas, dentro de la actual 4ª generación de arquitectura celular, el sistema de LTE.

Además, en las redes ultradensas, el número de nodos de acceso por radio aumentará drásticamente en comparación con las redes de acceso por radio actuales, y su distribución espacial puede cambiar significativamente de una región a otra. Además, en las redes ultradensas, se espera que el número de usuarios también aumente drásticamente en comparación con los sistemas actuales, y que su distribución y tráfico de datos cambie rápidamente en el tiempo y en el espacio. Por lo tanto, los métodos actuales para operar una red de acceso por radio y configurar los recursos de comunicación entre los nodos de acceso por radio no funcionarán de manera eficiente.

Un problema asociado con las características espaciales y temporales de una red ultradensa, dispersa o mixta, es la gestión efectiva de los recursos de radio del sistema (por ejemplo, tiempo, espectro y potencia) entre nodos de acceso de radio distribuidos espacialmente, en base a un tráfico variable en el tiempo. Por lo tanto, un problema que debe ser abordado es la optimización de la operación y la distribución de recursos de un sistema de comunicación para adaptarse a las demandas de recursos del sistema que varían en el tiempo y en el espacio. Un segundo problema es determinar cómo reasignar adaptativamente los recursos del sistema en tiempo y en espacio en base a la variación temporal y espacial de la distribución de los usuarios y a las demandas de tráfico asociadas. Cuando el sistema consiste en un número masivo de puntos de acceso y usuarios conectados a los sistemas, un tercer problema para adaptar el funcionamiento del sistema a las demandas de recursos del sistema que varían en el tiempo y en el espacio es encontrar soluciones que escalen adecuadamente con la dimensión del sistema y reduzcan la complejidad informática.

Los métodos y soluciones de los métodos y sistemas de comunicación de la técnica anterior son inadecuados para proporcionar el nivel de flexibilidad requerido para hacer frente al número masivo de usuarios, a su creciente demanda de velocidad de datos y conectividad, y al nivel de densificación de las redes de acceso radioeléctrico previsto para un futuro próximo. Se requieren nuevos métodos para permitir que las próximas generaciones de sistemas de comunicación reconfiguren de manera flexible la asignación de recursos de red a los nodos de acceso a la red, para hacer frente a las variaciones en la intensidad del tráfico, la movilidad de los usuarios, etc., pasando, de este modo, de los métodos de optimización de la celda a los métodos de optimización de la red.

El documento GB2491362 A da a conocer un método para controlar los recursos de comunicación en una red de comunicación (1) celular, comprendiendo la red de comunicación celular una pluralidad de celdas (A a Q) que están bajo el control, al menos, de una estación base (10), y que utilizan los recursos de comunicación para comunicarse a través de enlaces de comunicación, en donde una distancia entre dos celdas vecinas de entre la pluralidad de celdas que utilizan un mismo recurso de comunicación se define como una distancia de reutilización de dicho mismo recurso de comunicación. Para reducir la interferencia entre celdas y, por lo tanto, para mejorar la relación de señal a interferencia para un equipo de usuario en el área entre celdas, el método de aspecto de la invención comprende: configurar una primera configuración de los recursos de comunicación para una primera celda (F) de dicha pluralidad

de celdas, y controlar la primera celda para que utilice un primer conjunto de recursos de comunicación indicado en la primera configuración controlando que la primera celda utilice un conjunto de recursos de comunicación de carga alta del primer conjunto si una primera carga representada por un valor de carga alto está presente en la primera celda, y controlando que la primera celda utilice un conjunto de recursos de comunicación de carga baja del primer conjunto si una segunda carga representada por un valor de carga bajo está presente en la primera celda, en donde la primera carga es mayor que la segunda carga; y en donde la distancia de reutilización de, al menos, un recurso de comunicación del conjunto de carga baja es mayor que la distancia de reutilización del, al menos, un recurso de comunicación del conjunto de carga alta. En consecuencia, la relación de señal a interferencia en el área entre celdas se mejora variando las distancias de reutilización de los recursos de comunicación dependiendo de los valores de la carga de tráfico.

El documento WO 2012/040878 A1 da a conocer un método y un dispositivo para procesar datos en una red de comunicación móvil, en donde una información de implementación está distribuida dentro de un área de cobertura de un sistema de área amplia. Además, se sugiere un sistema de comunicación que comprende dicho dispositivo.

El documento US 2003/186693 A1 da a conocer un método para estimar la distribución del tráfico en una red de comunicación móvil que incluye la recopilación de información estadística con respecto a una cantidad de tráfico de comunicación y con respecto a un indicador de calidad asociado con el tráfico en una región atendida por la red de comunicación móvil. La región está dividida en áreas que pertenecen a los respectivos tipos de tráfico. Se estima una densidad de tráfico respectiva para cada uno de los tipos de tráfico en base a la información estadística recopilada con respecto a la cantidad de tráfico y al indicador de calidad.

El documento US 2011/105132 A1 da a conocer métodos que involucran a una o varias unidades móviles, una o varias macroceldas que proporcionan conectividad inalámbrica a una o varias primeras áreas de cobertura, y una o varias femtoceldas que proporcionan conectividad inalámbrica a una o varias segundas áreas de cobertura que se superponen con la o las primeras áreas de cobertura. Una realización del método incluye determinar, en la o las femtoceldas, si transmitir una o varias señales de baliza desde la o las femtocélula en una o varias portadoras asociadas con la o las macrocélula en base a si las unidades móviles están situadas dentro de la o las primeras áreas de cobertura.

Sumario de la invención

Un objetivo de la presente invención es dar a conocer una solución que mitigue o resuelva los inconvenientes y problemas de las soluciones de la técnica anterior.

Otro objetivo de la presente invención es dar a conocer una solución que reduce la complejidad de la programación de recursos del sistema.

Otro objetivo más de la presente invención es dar a conocer una solución que proporciona una eficiencia mejorada en la utilización de recursos del sistema.

La presente invención da a conocer un método de acuerdo con la reivindicación 1, un dispositivo de nodo de control de acuerdo con la reivindicación 14 y un sistema de comunicación de acuerdo con la reivindicación 16. Cualquier referencia a invenciones o realizaciones que no estén dentro del alcance de las reivindicaciones independientes debe ser interpretada como ejemplos útiles para comprender la invención.

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, los objetivos mencionados anteriormente y otros, se consiguen mediante un método para programar los recursos del sistema en los sistemas de comunicación, comprendiendo el método las etapas de:

I) determinar (100) un mapa de densidad de recursos (10) del sistema para un sistema de comunicación en base a, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema asociado con el sistema de comunicación, donde dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema comprende, al menos, una región del sistema de comunicación y asigna, al menos, una porción de los recursos del sistema a dicha, al menos, una región; y

II) determinar (200) una programación de recursos (50) en dicha, al menos, una región, en base a dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema,

en donde las resoluciones de una o varias dimensiones de dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema cambia dinámicamente y dicho, al menos, un primer parámetro de los recursos del sistema es un recurso del sistema en el grupo que comprende: número de nodos de la red, número de antenas por cada nodo de la red, distribución espacial de los nodos de la red, espectro de frecuencias, tipo de espectro de frecuencias, espectro de frecuencias por cada nodo de la red, potencia de transmisión por cada nodo de la red; características de transmisión/recepción de los nodos de la red; y cualquier combinación de los mismos,

en donde la resolución del mapa de densidad de recursos del sistema se determina dinámicamente en alguna o en todas sus dimensiones adaptándose a las fluctuaciones de distribución y de utilización del sistema en el espacio, tiempo y/o frecuencia.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, los objetivos mencionados anteriormente y otros, se consiguen mediante un dispositivo de nodo de control que comprende, al menos, un procesador (80), dispuesto para:

5 I) determinar (100) un mapa de densidad de recursos (10) del sistema para un sistema de comunicación en base a, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema asociado con el sistema de comunicación, en el que dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema comprende, al menos, una región del sistema de comunicación y asigna, al menos, una porción de los recursos del sistema a dicha, al menos, una región; y

II) determinar (200) una programación de recursos (50) en dicha, al menos, una región en base a dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema,

10 en donde las resoluciones de una o varias dimensiones de dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema cambian dinámicamente y dicho, al menos, un primer parámetro de los recursos del sistema es un recurso del sistema en el grupo que comprende: número de nodos de la red, número de antenas por cada nodo de la red, distribución espacial de los nodos de la red, espectro de frecuencias, tipo de espectro de frecuencias, espectro de frecuencias por cada nodo de la red, potencia de transmisión por cada nodo de la red; características de transmisión/recepción de los nodos de la red; y cualquier combinación de los mismos,

15 en donde la resolución del mapa de densidad de recursos del sistema se determina dinámicamente en alguna o en todas sus dimensiones adaptándose a las fluctuaciones de distribución y de utilización del sistema en el espacio, tiempo y/o frecuencia.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, los objetivos mencionados anteriormente y otros, se consiguen mediante un sistema de comunicación que comprende, al menos, un dispositivo de nodo de control de acuerdo con la presente invención.

La presente invención se refiere, asimismo, a un programa informático, caracterizado por un medio de código que, cuando es ejecutado por un medio de procesamiento, provoca que dicho medio de procesamiento ejecute cualquier método de acuerdo con la presente invención. Además, la invención se refiere, asimismo, a un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador y a dicho programa informático mencionado, en donde dicho programa informático está incluido en el medio legible por ordenador, y comprende uno o varios del grupo: ROM (Memoria de solo lectura – Read Only Memory, en inglés), PROM (ROM programable – Programmable Read Only Memory, en inglés), EPROM (PROM borrable – Erasable PROM, en inglés), memoria Flash, EEPROM (PROM borrable eléctricamente - Electrically EPROM, en inglés) y unidad de disco duro.

25 Determinar la programación de recursos 50 en base al mapa de densidad es un problema de optimización y se puede hacer de diversas maneras utilizando cualquier algoritmo adecuado de programación de recursos del sistema. En una realización, se puede utilizar el algoritmo de búsqueda de gradiente con el valor o valores del mapa de densidad de recursos 10 del sistema como parámetros de entrada al algoritmo de programación de recursos. Para cada región, el algoritmo lee el valor de la densidad de recursos para esa región, con el fin de identificar el número de recursos necesarios. A continuación, el algoritmo genera una solución inicial de programación de recursos que emplea tantos recursos como indique el mapa de densidad para esa región específica. La elección de los recursos iniciales se puede hacer de manera aleatoria o en base a alguna información relevante, tal como, por ejemplo, la distancia del usuario desde el nodo de red que opera el recurso del sistema. La solución inicial se evalúa y se establece como la solución actual y como la mejor solución. El algoritmo continúa con un bucle, en el que, en cada etapa de iteración, un recurso de la solución actual es reemplazado por otro recurso, lo que resulta en una nueva solución. La nueva solución es evaluada y, si es mejor que la mejor solución anterior, es establece como la mejor solución y como la solución actual; en caso contrario, solo se establece como la solución actual para la siguiente etapa de iteración del bucle.

30 Por ejemplo, en el caso de un mapa de densidad de nodos de acceso, el algoritmo activaría por región tantos nodos de acceso, que inicialmente se elegirían al azar, como el número de nodos de acceso para esa región dada en el mapa de densidad 10. A continuación, el algoritmo, en cada etapa de iteración, evaluaría el rendimiento de esa red, por ejemplo, utilizando la capacidad como su criterio de optimización para la evaluación, y generaría una nueva solución reemplazando uno de los nodos de acceso activo con otro nodo de acceso inactivo. La nueva solución se mantiene como la mejor solución si su capacidad es mejor que la solución actual. En cualquier caso, la nueva solución se convierte en la solución actual para el siguiente bucle de iteración. El algoritmo puede continuar durante un número fijo de iteraciones o hasta que converja en una solución de programación del nodo de acceso que maximice la capacidad.

35 Algunos de los principales beneficios de la presente invención son la escalabilidad, la menor complejidad informática y la mayor eficiencia de la utilización de los recursos. Una ventaja obvia de la presente invención es beneficiarse de la noción de densidad para implementar un sistema de planificación de recursos eficiente y escalable. En principio, la presente invención hace frente a la complejidad dividiendo la solución de optimización del problema de asignación de los recursos de la red en dos etapas: una primera etapa 100, que determina una porción (o densidad) de los recursos del sistema que serán programados mediante la determinación de un mapa de densidad de recursos del sistema; y una segunda etapa 200, que determina qué recursos del sistema deben ser programados en base a dicha porción utilizando el mapa de densidad de recursos del sistema. Esencialmente, la primera etapa reduce la combinación de

soluciones de asignación de recursos a soluciones de tamaños más pequeños que pueden ser resueltos fácilmente en la segunda etapa.

Por lo tanto, la presente invención hace frente a la complejidad de optimización de la programación de recursos del sistema descomponiendo el problema de asignación combinada de recursos en dos tareas, cada una de una complejidad mucho menor. Esencialmente, la primera tarea calcula la porción requerida de recursos del sistema, por ejemplo, para cada región, y, a continuación, utiliza la porción resultante para reducir el espacio de la solución a subconjuntos que son más fáciles de resolver. De este modo, la presente invención adapta el funcionamiento del sistema y la utilización de los recursos del sistema a las demandas de recursos del sistema que varían en el espacio, el tiempo y la frecuencia mediante algoritmos que escalan de manera adecuada con la dimensión del sistema, y reducen la complejidad informática.

Otra ventaja adicional de la presente invención es permitir adaptar el funcionamiento del sistema y la utilización de los recursos y la infraestructura del sistema a cargas de tráfico o demandas de recursos de radio que varían en el tiempo y en el espacio. En un ejemplo, la utilización de la infraestructura del sistema, por ejemplo, el número de nodos de acceso a la red, las bandas de frecuencia operativas asociadas, la potencia de salida, etc., se puede optimizar en diferentes regiones del sistema de comunicación y en diferentes instancias de tiempo en base a las cargas de tráfico variables en el espacio y en el tiempo.

De acuerdo con una realización del método de acuerdo con la invención, dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema se determina de acuerdo con, al menos, un criterio de optimización del sistema. La utilización de un criterio de optimización permite el funcionamiento del sistema de acuerdo con los objetivos específicos de rendimiento del sistema, y con las políticas de funcionamiento.

Dicho, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema es un recurso del sistema en el grupo que comprende: número de nodos de la red, número de antenas por cada nodo de la red, distribución espacial de los nodos de la red, espectro de frecuencias, tipo de espectro de frecuencias, espectro de frecuencias por cada nodo de la red, potencia de transmisión por cada nodo de la red; características de transmisión/recepción de los nodos de la red; y cualquier combinación de los mismos. El beneficio de esta realización es relacionar la densidad de recursos programada con la ubicación geográfica de los recursos del sistema y sus características de transmisión/recepción.

De acuerdo con la realización mencionada anteriormente, dicho, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema es el espectro de frecuencias, dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema es un mapa de densidad de frecuencias, y dicha programación de recursos (50) es una programación de frecuencias; o dicho, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema es la distribución espacial de los nodos de la red, dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema es un mapa de densidad de nodos de la red, y dicha programación de recursos (50) es la programación de los nodos de la red; o dicho, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema es la distribución espacial de los sensores de la red, dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema es un mapa de densidad de sensores de la red, y dicha programación de recursos (50) es la programación de los sensores de la red.

De acuerdo con otra realización más del método según la invención, dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema y/o dicha programación de recursos (50) se determina, además, en base a, al menos, un segundo parámetro (30; 40) que caracteriza a los usuarios del sistema y/o a la utilización del sistema asociado con el sistema de comunicación. Por lo tanto, la programación de recursos se adaptará a los usuarios del sistema y/o a la utilización del sistema.

De acuerdo con otra realización más del método según la invención, dicho, al menos, un segundo parámetro (30; 40) es los requisitos y/o estadísticas del sistema en el grupo que comprende: tráfico del sistema, calidad del canal, calidad de servicio y/o experiencia requerida, rendimiento del sistema, coste y cualquier combinación de los mismos. Mediante la utilización de las estadísticas mencionadas, se puede obtener una buena indicación de la demanda o los requisitos reales del sistema.

De acuerdo con otra realización más del método según la invención, dicho, al menos, un segundo parámetro (30; 40) es los requisitos y/o estadísticas del usuario de los recursos del sistema en el grupo que comprende: distribución espacial y/o densidad, movilidad, tipo de usuario de los recursos del sistema y equipo de usuario, demanda de tráfico, carga de tráfico, calidad de servicio y/o experiencia, y cualquier combinación de los mismos. Mediante la utilización de las mencionadas estadísticas, se puede obtener una buena indicación de la demanda real o los requisitos de los usuarios de los recursos del sistema.

De acuerdo con otra realización más del método según la invención, un tamaño de dicha, al menos, una región y/o resoluciones de una o varias las dimensiones de dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema están cambiando dinámicamente. El beneficio de esta realización es permitir optimizar la densidad de recursos programada en una región del sistema y/o en una instancia de tiempo determinado y/o en una banda de frecuencia determinada en base a la demanda de recursos del sistema en el sistema. Además, permitiría adaptar el tamaño del mapa de densidad de recursos del sistema. Por ejemplo, en instancias de tiempo en las que el tráfico es bastante bajo, se puede adoptar una resolución más baja a lo largo del tiempo o en el espacio. De esta manera se reduce la necesidad

de densidad de señalización o programación de recursos.

De acuerdo con otra realización más del método según la invención, dicha, al menos, una porción de los recursos del sistema se representa como un valor absoluto o como una fracción de los recursos del sistema. Por lo tanto, se proporciona una representación simple de los recursos del sistema que se van a programar.

- 5 De acuerdo con otra realización más del método según la invención, los recursos del sistema son compartidos entre una pluralidad de diferentes operadores de sistema. La ventaja de esto es que los diferentes operadores de sistema juntos pueden cooperar con la utilización de los recursos del sistema, que es un recurso escaso. Además, los recursos compartidos del sistema pueden ser intercambiados y negociados entre los operadores del sistema. Por lo tanto, otra
10 ventaja de esta realización es que los diferentes operadores de sistema juntos pueden cooperar dinámicamente en la operación de los recursos del sistema para la utilización efectiva de los escasos recursos de comunicación del sistema.

De acuerdo con otra realización más del método según la invención, en donde la etapa I) se realiza por, al menos, un primer nodo de control (60) dispuesto para controlar una pluralidad de regiones del sistema de comunicación, y la etapa II se realiza por, al menos, un segundo nodo de control (70) dispuesto para controlar y que está asociado con dicha, al menos, una región. De este modo, se proporciona una solución escalable.

- 15 De acuerdo con la realización mencionada anteriormente, el método comprende, además, la etapa de: señalar una parte de dicho mapa de densidad de recursos del sistema asociado con dicha, al menos, una región a dicho, al menos, un segundo nodo de control (70).

- De acuerdo con otra realización más del método según la invención, el método comprende, además, las etapas de: señalar dicha programación de recursos a uno o varios nodos de la red (80) asociados con dicha, al menos, una
20 región; y programar, por parte de dicho uno o varios nodos de la red (80), dicho, al menos, un recurso del sistema de acuerdo con dicha programación de recursos en dicha, al menos, una región.

- De acuerdo con otra realización más del método según la invención, el método comprende, además, la o las etapas de: recibir una indicación de una programación de recursos de acuerdo con la etapa II y/o una indicación de la utilización de recursos del sistema en dicha, al menos, una región, y actualizar dicho mapa de densidad de recursos
25 (10) del sistema de acuerdo con la etapa I y, además, en base a dicha indicación de programación de recursos y/o a dicha indicación de utilización de los recursos del sistema; y/o recibir una indicación de la utilización de los recursos del sistema en dicha, al menos, una región, y actualizar dicha programación de recursos (50) de acuerdo con la etapa II y en base, además, en dicha indicación de la utilización de recursos del sistema. Los bucles de retroalimentación proporcionan mecanismos para mejorar la programación de recursos.

- 30 Otras aplicaciones y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada.

Breve descripción de los dibujos

Los dibujos adjuntos tienen la intención de aclarar y explicar diferentes realizaciones de la presente invención, en los cuales:

- la figura 1 ilustra una realización de la presente invención;
- 35 • la figura 2 ilustra los procesos en un programador de densidad y un programador de recursos;
- la figura 3 ilustra una realización con bucles de retroalimentación;
- la figura 4 ilustra un ejemplo de una implementación jerárquica de la presente invención;
- la figura 5 ilustra ejemplos de diferentes resoluciones del mapa de densidad de recursos del sistema;
- la figura 6 ilustra otros ejemplos de diferentes resoluciones del mapa de densidad de recursos del sistema;
- 40 • la figura 7 muestra una realización de un dispositivo de nodo de control de acuerdo con la presente invención; y
- la figura 8 muestra una realización alternativa de un dispositivo de nodo de control de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de la invención

- 45 Para conseguir los objetivos mencionados anteriormente y otros objetivos, la presente invención hace referencia, por lo tanto, a un método para programar recursos del sistema en sistemas de comunicación. El sistema de comunicación puede ser un sistema de comunicación por cable o inalámbrica, o una combinación de sistemas de comunicación por cable o inalámbrica. Ejemplos de sistemas de comunicación adecuados en los que se puede implementar la presente invención son LTE, LAN inalámbrica (WLAN – Wireless LAN, en inglés), sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS – Universal Mobile Telecommunications System, en inglés), acceso múltiple por división de código
50 (CDMA – Code Division Multiple Access, en inglés) 2000, interoperabilidad mundial para acceso por microondas

(WiMAX – Worldwide Interoperability for Microwave Access, en inglés), redes de sensores inalámbricos, redes móviles ad-hoc (MANET – Mobile Ad-hoc NETworks, en inglés), redes ultradensas, redes de retorno, redes centrales, etc., pero la presente invención no está limitada a los sistemas de comunicación mencionados.

El presente método comprende dos etapas principales I) 100 y II) 200, a saber:

5 I) determinar 100 un mapa de densidad de recursos 10 del sistema para un sistema de comunicación en base a, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema asociado con el sistema de comunicación. Dicho mapa de densidad de recursos 10 del sistema de acuerdo con la invención comprende, al menos, una región del sistema de comunicación, y asigna, al menos, una porción de los recursos del sistema a dicha, al menos, una región; y

10 II) determinar 200 una programación de recursos 50 en/para dicha, al menos, una región en base al mapa de densidad de recursos 10 del sistema.

Por lo tanto, la presente invención da a conocer una solución que mitiga o resuelve completamente los inconvenientes y problemas de las soluciones de la técnica anterior. Mejoras importantes en comparación con la técnica anterior, por ejemplo, están relacionadas con la solución escalable que conduce a una menor complejidad informática y a una mayor eficiencia de utilización de los recursos.

15 Por ejemplo, en comparación con la SON, la presente invención se puede describir como un “programador conjunto” que controla de manera efectiva una multiplicidad de nodos de la red. Por ejemplo, la asignación en redes ultradensas es difícil porque las combinaciones potenciales de asignación de espectro a nodo aumentan exponencialmente a medida que aumenta el número de recursos espectrales y los nodos de la red. La presente invención debería ser considerada una solución escalable y más eficiente para este problema de optimización combinatoria, por ejemplo, 20 cuántos y qué recursos del sistema entre una multiplicidad de segmentos de espectro deberían ser asignados a qué nodo de la red. En otro ejemplo en el que los recursos del sistema corresponden a bloques de radio (RB – Radio Blocks, en inglés), la presente invención constituye una solución alternativa a la ICIC, donde la asignación de RB en la etapa II se calcula de manera efectiva en base al mapa de densidad de RB para una región del sistema de comunicación obtenida en la etapa I.

25 Además, en comparación con los REM, los mapas de densidad de recursos 10 del sistema actual tienen un propósito diferente. Los REM son mapas que se basan en mediciones notificadas o en indicaciones clave de rendimiento (KPI – Key Performance Indications, en inglés) que representan la utilización del sistema en el espacio y/o el tiempo. Con este fin, un REM es una herramienta para leer la utilización del sistema. En principio, los REM ilustran puramente el rendimiento de los recursos de radio de un sistema en comparación con los mapas de densidad de recursos 10 del sistema actual que expresan valores objetivo y facilitan instrucciones sobre cómo asignar y utilizar los recursos de radio. Un REM corresponde a una descripción de cómo se utiliza el sistema y cómo funciona, y no indica cómo se debe utilizar el sistema para conseguir un rendimiento objetivo (mejorado), que es exactamente lo que hace el mapa de densidad de recursos del sistema actual.

35 En el contexto de la presente invención un usuario del sistema es un usuario (por ejemplo, un dispositivo o una entidad) que interactúa con el sistema de comunicación para permitir su funcionamiento y/o utilizar sus funciones/servicios. En general, los usuarios del sistema autorizados para cambiar el modo en que opera el sistema a menudo se denominan operadores del sistema o simplemente operadores (de la red). Los usuarios de recursos del sistema son usuarios que utilizan el sistema y utilizan sus recursos, pero no lo operan (por ejemplo, nodos móviles, UE, terminales de usuario, usuario final, accionadores, etc.). La utilización del sistema es cualquier utilización por parte de los usuarios del sistema o de los usuarios de los recursos del sistema.

40 En una realización preferida de la invención, cuando el sistema de comunicación se refiere a una red de acceso por radio, el parámetro de los recursos del sistema es el espectro de frecuencias, los usuarios de los recursos del sistema son los nodos móviles, y el programador de densidad genera un mapa de densidad de frecuencias y el programador de recursos genera las frecuencias que los nodos de la red deben asignar a los nodos móviles en forma de programación de frecuencias.

45 En otra realización preferida de la invención, cuando el sistema de comunicación se refiere a una red de acceso por radio el parámetro de recursos del sistema es la distribución espacial de los nodos de acceso a la red, y los usuarios del sistema son nodos móviles. Esto significa que el programador de densidad genera un mapa de densidad de nodos de acceso a la red y el programados de recursos genera una programación del nodo de acceso a la red. Por ejemplo, los nodos de acceso a la red pueden tener capacidades activas/inactivas para que los nodos de acceso a la red se conecten/desconecten de acuerdo con la programación del nodo de acceso a la red.

50 En otra realización preferida más de la invención, cuando el sistema de comunicación se refiere a una red de sensores inalámbricos el parámetro de recursos del sistema son los sensores de red, los usuarios de recursos del sistema son accionadores y dispositivos de recopilación de información de detección, y el programador de densidad genera un mapa de densidad de sensores de la red, y el programador de recursos genera un sensor de la red que programa qué sensores deben ser utilizados/activados o no en la región.

Además, el término recursos del sistema (o simplemente recursos) de un sistema de comunicación caracteriza el

despliegue y la infraestructura del sistema, por ejemplo, el número y/o tipo de nodos de la red y sus características (por ejemplo, potencia de salida, tipo y número de antenas, capacidad nominal, red troncal, etc.), y/o los medios de comunicación caracterizando de este modo los recursos del medio, tales como recursos de radio, por ejemplo, recursos de tiempo y frecuencia, bandas de frecuencia, etc.

- 5 Además, en la presente descripción, el término nodo de red es un término genérico y se refiere a una entidad del sistema que está dispuesta para controlar y/o gestionar los recursos del sistema en un sistema de comunicación. Los términos nodo de acceso a la red (tales como un punto de acceso o una estación base), nodo de acceso por radio o nodo de acceso inalámbrico son tipos de nodos de red que proporcionan acceso a la red.

- 10 Además, el término recursos del sistema desplegados o soportados designa recursos del sistema (recursos agregados) que el sistema proporciona para su procesamiento y/o utilización adicional, mientras que el término recursos del sistema solicitados o demandados designa la cantidad de recursos que son requeridos desde el sistema. La distribución de recursos y la utilización de recursos en un sistema de comunicación se pueden representar por área y/o tiempo y/o frecuencia, o cualquier combinación de los mismos. Por lo tanto, se puede representar con qué densidad son desplegados y/o utilizados los recursos del sistema en un sistema de comunicación en términos de un mapa de densidad de recursos del sistema, donde un punto en el mapa está asociado, por ejemplo, con una región geográfica del sistema de comunicación y/o tiempo y/o frecuencia.

Además, se pueden distinguir tres tipos de densidades de recursos del sistema, a saber:

- densidad de los recursos desplegados, que está asociada con los recursos del sistema que posee un sistema y puede proporcionar para procesamiento o utilización adicional;
 - 20 • densidad de los recursos programados, que está asociada con recursos, habitualmente un subconjunto de los recursos desplegados, que el sistema proporciona para procesamiento o utilización adicional por parte de nodos de la red y/o usuarios del sistema; y
 - densidad de los recursos utilizados, que está asociada con los recursos del sistema realmente procesados y/o utilizados por los usuarios del sistema.
- 25 En general, la densidad del mapa de densidad de recursos del sistema es una cantidad utilizada para describir el grado de concentración de objetos contables en un sistema con respecto a una o a varias cantidades de un espacio multidimensional. Por ejemplo, la densidad se puede definir en:
- el espacio (por unidad de área) por ejemplo, en m²;
 - el tiempo (por unidad de tiempo) por ejemplo, en ms;
 - 30 • frecuencia (por unidad de frecuencia), por ejemplo, en Hz; o
 - cualquier combinación de los mismos, por ejemplo, por área y tiempo, por área y frecuencia, por área y tiempo, por área y frecuencia, etc.

- En general, la densidad se puede utilizar para relacionar la concentración de objetos contables con respecto a otros objetos contables. Cuando los objetos contables corresponden a recursos del sistema, esto se denomina densidad de recursos del sistema. En el contexto de la presente invención, la densidad de recursos del sistema puede ser expresada, por ejemplo, como la relación:

$$\text{Densidad de recursos} = \frac{R_i/R_j/\dots}{D_s/D_t/D_f/\dots} \quad (1),$$

cantidades que describen la agregación de la distribución de recursos (una o varias en cualquier orden)
cantidades que describen las dimensiones (cero o más en cualquier orden)

- Donde $R_i, R_j, \dots$ representan cantidades de recursos del sistema mientras que $D_s, D_t, D_f, \dots$ representan cantidades dimensionales, es decir, una cantidad espacial D_s , una cantidad de tiempo D_t , y una cantidad de frecuencia D_f . Otros ejemplos de densidad de recursos incluyen, pero no están limitados a:

- (a) densidad de nodos de la red por unidad de área, es decir, número de nodos de la red (NN – Network Nodes, en inglés) en una región de la red de comunicación dividida por el área A de esa región [en NN/m²];
- (b) densidad de usuarios por unidad de área, es decir, el número N de nodos móviles (MN) en una región de la red dividido por el área A de esa región [MN/m²];

- (c) densidad de red para una determinada región del sistema, es decir, el número de nodos de la red por cada nodo móvil en esa región [NN/MN]; y
- (d) conectividad de la red para una región dada del sistema, es decir, el número de conexiones potenciales entre nodos de la red y nodos móviles en esa región dividido por el producto del número de nodos de la red y el número de nodos móviles en esa región.

En un sentido más amplio, R_i y R_j en la ecuación (1) anterior pueden representar métricas clave del rendimiento u otras cantidades de KPI tales como capacidad/rendimiento (por ejemplo, en bps), cobertura (por ejemplo, probabilidad de interrupción), calidad de servicio (QoS – Quality of Service, en inglés) (por ejemplo, en tasa de bits garantizada (GBR – Guaranteed Bit Rate, en inglés), o retardo de tiempo), ancho de banda (por ejemplo, espacio en blanco), etc. Por ejemplo, la densidad de capacidad se puede expresar como la relación entre la capacidad que puede ser soportada (agregada) (en bps) por el sistema y la capacidad solicitada (agregada) (en bps) por las entidades solicitantes, que puede ser especificada para un área (específica) y/o para un período de tiempo (específico). Esto representa, de manera efectiva, la densidad de capacidad por unidad de área y/o unidad de tiempo, respectivamente. De manera similar, la densidad de cobertura es la relación entre la cobertura que puede ser soportada (en porcentaje) y la cobertura solicitada (en porcentaje) definida para un área (específica) y/o para un período de tiempo (específico) y/o banda de frecuencia. De manera equivalente, la densidad de QoS es la relación entre la QoS que puede ser soportada y la QoS solicitada (por ejemplo, ambas en tasa de error de bloque) y, por último, la densidad de espacios en blanco relaciona el espacio en blanco compatible (es decir, disponible) (en Hz) con el espacio en blanco exigido (en Hz) sobre un área (en km^2) durante un intervalo de tiempo (en segundos) sobre una banda de frecuencia (en Hz).

Un ejemplo de realización de la invención se ilustra en la figura 2, que tiene la ventaja de escalar la tarea de programación de la red hasta el número de regiones que constituyen un área de red más grande. Se debe señalar que los parámetros de entrada, el mapa de densidad de nodos de la red, el mapa de densidad de nodos móviles y el área geográfica en la figura 2 corresponden a las cantidades R_i , R_j y D_s de la ecuación (1). El mapa de densidad programado consta de $k = 16$ valores de densidad programados, cada uno correspondiente a una de las regiones no superpuestas y calculado como la relación $R_{ik}/R_{jk}/D_{sk}$, donde R_{ik} , R_{jk} y D_{sk} corresponden a la densidad de nodos de la red, la densidad de nodos móviles y el área geográfica de la región de orden k en el mapa (es decir, un cálculo por cada región). La programación de recursos corresponde a una solución de activación de nodos de la red que tiene en cada región una densidad k igual a $R_{ik}/R_{jk}/D_{sk}$.

En diferentes aplicaciones de la presente invención, los parámetros de recursos del sistema se pueden representar como un mapa de densidad de radio, donde cada punto del mapa de densidad de recursos del sistema está asociado con una región del sistema y/o una instancia de tiempo y/o una banda de frecuencia. Este mapa de densidad de radio puede tener la forma de un mapa de densidad de capacidad del sistema, en el que cada punto del mapa corresponde a un valor de densidad que representa, por ejemplo, la capacidad potencial del sistema; la tasa de datos potencial que puede ser soportada; el número potencial de usuarios del sistema que pueden ser atendidos; etc. En otra aplicación de la presente invención, los parámetros de recursos del sistema pueden ser representados como un mapa de densidad de cobertura, en el que cada punto del mapa corresponde a un valor de densidad que representa, por ejemplo, la cobertura del sistema; la cobertura solicitada; la interrupción del sistema; la interrupción prevista; la cobertura de los usuarios del sistema por parte del sistema; la interrupción del servicio; la interrupción del usuario. En otra aplicación más de la presente invención, los parámetros de recursos del sistema se pueden representar como un mapa de densidad de QoS, donde cada punto en el mapa corresponde a un valor de densidad que representa bits por segundo (en bps), retardo de transmisión (en segundos), retardo de paquete (en segundos), retardo de extremo a extremo (en bps), pérdida de paquete, tasa de error de paquete, tasa de error de bloque (BLER – Block Error Rate, en inglés), tasa de error de bit (BER – Bit Error Rate, en inglés), calidad del servicio; indicador de QoS; indicador de calidad del enlace; calidad del servicio del canal; relación de señal a interferencia y ruido; rendimiento (en bits por segundo); rendimiento de la celda; rendimiento del sistema; rendimiento del usuario; número de retransmisiones; calidad de la experiencia (QoE – Quality of Experience, en inglés); etc. En otra aplicación más de la presente invención, los parámetros de recursos del sistema pueden ser representados como un mapa de densidad de espacios en blanco, donde cada punto del mapa corresponde a un valor de densidad que representa el ancho de banda disponible (en Hz), ancho de banda demandado (en Hz); espacio en blanco disponible (en Hz), espacio en blanco solicitado (en Hz); etc. Las realizaciones anteriores permiten expresar la densidad en una variedad de modos, y, en alineación con el criterio/criterios de optimización de la utilización de un sistema.

La figura 1 ilustra una realización de la invención en la que los recursos del sistema se asignan de acuerdo con las dos etapas de la presente invención: la primera etapa 100 determina el mapa de densidad de recursos del sistema en base al primer 20 y los segundos 30, 40 parámetros de entrada relacionados con los recursos del sistema, los usuarios del sistema y la utilización del sistema, respectivamente, y es realizado por un programador de densidad. La segunda etapa 200 determina la programación de recursos 50 para una cierta región del sistema de comunicación en una instancia de tiempo determinada en base al mapa de densidad de recursos 10 del sistema obtenido en la primera etapa 100, y esto es realizado por un programador de recursos que utiliza valores del mapa de densidad 10 que genera la programación de recursos 50 que, por ejemplo, puede ser señalizada a uno o varios nodos de la red (NN) para su posterior procesamiento y programación. Por lo tanto, el método de acuerdo con la presente invención puede ser implementado por medio de un programador de densidad y un programador de recursos (algoritmo de programación de recursos del sistema), tal como se ilustra en la figura 1.

El programador de densidad determina un mapa de densidad de recursos 10 del sistema, donde un punto en el mapa de densidad de recursos del sistema representa una porción de los recursos del sistema que está asociada con, y se asignará en una determinada región del sistema (y/o tiempo y, por lo tanto, el programador de densidad de recursos asocia un valor de densidad de recursos con regiones del sistema, donde el valor de densidad designa una porción de los recursos del sistema desplegados (por ejemplo, cuántos recursos del sistema) que deben ser asignados en lugar de qué recursos exactos del sistema deben ser asignados.

Por lo tanto, de acuerdo con una realización de la presente invención, la porción de los recursos del sistema se puede expresar como una cantidad absoluta o como una fracción de los recursos disponibles del sistema. En un ejemplo, la densidad de recursos representa el número de nodos de la red por unidad de área que se deben utilizar en una región del sistema. En otro ejemplo, la densidad de recursos representa el número de nodos de la red por cada nodo móvil (por ejemplo, un equipo de usuario, UE) que deben ser utilizados en una región del sistema. En otro ejemplo, el mapa de densidad de recursos 10 se puede asociar con cierta o ciertas bandas de frecuencia y/o tecnología de acceso por radio.

El mapa de densidad de recursos 10 del sistema para una cierta región del sistema se determina sobre la base de un criterio de optimización adecuado de acuerdo con otra realización de la invención. Por ejemplo, el criterio de optimización puede estar relacionado con, pero no está limitado a, un objetivo de interferencia, un objetivo de cobertura, un objetivo de capacidad, un objetivo de calidad de servicio, un objetivo de espacio en blanco, eficiencia energética, etc., o cualquier combinación de los mismos. La utilización de un criterio de optimización permite el funcionamiento del sistema de acuerdo con los objetivos de rendimiento del sistema y con las políticas de operación específicas.

De acuerdo con otra realización más de la invención, los recursos del sistema corresponden a segmentos de espectro (o portadoras de componentes) y el resultado o salida del programador de recursos 50 se refiere a la activación de segmentos de espectro (es decir, portadoras de componentes) en los nodos de la red. Esta realización en su forma más simple requiere nodos de red que solo puedan activar/desactivar segmentos del espectro (es decir, portadoras de componentes). El caso más flexible con nodos de la red que soportan radio definida por software (SDR – Software Defined Radio, en inglés) es otra realización de la invención.

De acuerdo con otra realización más de la presente invención, el mapa de densidad de recursos 10 del sistema se determina en base a un conjunto de parámetros que representan recursos del sistema distribuidos espacialmente, que comprenden uno o varios en el grupo de: el número de nodos de la red; el número de antenas por cada nodo de la red; distribución espacial de los nodos de la red en el sistema (por ejemplo, posición y altura) que constituyen la infraestructura de la red; el espectro de frecuencias dado en el sistema; los tipos dados de espectro de frecuencias en el sistema; el espectro de frecuencias por cada nodo de la red dado; la potencia de transmisión por cada nodo de la red; un conjunto de características de transmisión/recepción de los nodos de la red que comprenden, por ejemplo, ángulo de inclinación de la antena, distancia entre antenas, etc. El beneficio de esta realización es relacionar la densidad de recursos programada con la ubicación geográfica de los recursos del sistema y sus características de transmisión/recepción. No obstante, se pueden considerar otros parámetros relacionados con el coste asociado con la utilización de cada tipo de recurso y/o unidad de recurso cuando se determina el mapa de densidad de recursos del sistema. Por ejemplo, al coste asociado al aprovisionamiento de los recursos del sistema, tal como la energía (potencia) consumida o el espectro con licencia requerido. La energía y el espectro son parámetros que están asociados al OPEX (gastos operativos) y al CAPEX (gastos de capital).

En otra realización de la invención, los recursos del sistema están relacionados o están asociados con, al menos, una región determinada del sistema de comunicación y/o, al menos, un intervalo de tiempo y/o banda de frecuencia. Por lo tanto, una ventaja de este método es permitir determinar una porción de los recursos del sistema para que esté disponible en una cierta región del sistema en un momento determinado. La porción de los recursos del sistema podría representar, por ejemplo, una porción de la infraestructura del sistema desplegada en la región, tal como los nodos de acceso por radio, el número de antenas, etc., o una porción de los recursos del sistema de una manera más convencional, por ejemplo, una porción del espectro de frecuencias del sistema, una parte de la o las antenas, etc.

De acuerdo con otra realización más de la invención, al menos, un conjunto de parámetros de entrada que representan recursos del sistema distribuidos espacialmente se representa en forma de un mapa de densidad dimensional, es decir, un mapa de densidad de recursos desplegados. Cada punto del mapa puede representar los recursos del sistema desplegados en diferentes regiones del sistema y/o para diferentes tiempos y/o para diferentes bandas de frecuencia. Por ejemplo, el mapa de densidad de recursos desplegados puede representar uno o varios en el grupo de: la concentración de los nodos de la red desplegados por unidad de área; la concentración de nodos de la red por unidad de área que operan en una determinada banda de frecuencias y/o una cierta tecnología de acceso por radio; la concentración de los nodos de la red con respecto a los nodos móviles presentes en un área determinada; la distribución de energía por unidad de área ofrecida por la red, etc. Por lo tanto, una ventaja de este método es proporcionar una representación compacta de los recursos del sistema desplegados con respecto a una o varias dimensiones, tales como el espacio, el tiempo y la frecuencia.

De acuerdo con otra realización de la invención, el mapa de densidad de recursos 10 del sistema y/o la programación de recursos 50 se determina además en base a, al menos, un segundo parámetro 30; 40 que caracteriza a los usuarios

del sistema y/o la utilización del sistema asociado con el sistema de comunicación. Por tanto, se utilizan los primeros y segundos parámetros. Los segundos parámetros pueden estar relacionados con uno o varios en el grupo de requisitos y/o estadísticas del sistema que comprenden: tráfico del sistema, calidad del canal, calidad de servicio y/o experiencia requerida, rendimiento del sistema (tal como capacidad/rendimiento (por ejemplo, en bps), cobertura (por ejemplo, en probabilidad de interrupción), QoS (por ejemplo, en velocidad de bits garantizada (GBR) o retardo de tiempo), ancho de banda (por ejemplo, espacios en blanco), etc.), o cualquier combinación de los mismos. No obstante, los segundos parámetros también pueden estar relacionados con uno o varios parámetros en el grupo de requisitos y/o estadísticas de usuario del sistema que comprenden: distribución espacial y densidad, movilidad, tipo de usuario de los recursos del sistema y equipo de usuario, tráfico, calidad de servicio y/o experiencia, o cualquier combinación de los mismos. También es posible y puede resultar ventajoso considerar tanto las estadísticas del sistema como las estadísticas del usuario de los recursos del sistema cuando se determinan los segundos parámetros. Una ventaja de esta realización es proporcionar una representación compacta de los segundos parámetros con respecto a una o varias dimensiones, tales como espacio, tiempo y frecuencia.

Además, la distribución espacial y temporal del conjunto de primeros y segundos parámetros de entrada (sistema recursos, usuarios del sistema, utilización del sistema) se puede representar en forma de mapa multidimensional (no el mapa de densidad de recursos del sistema), donde cada punto del mapa está asociado con una ubicación espacial (espacio) y/o instancia de tiempo (tiempo) y/o banda de frecuencia (frecuencia), mientras que el valor correspondiente en el mapa puede representar la demanda de recursos del sistema en dicha ubicación y/o tiempo y/o frecuencia. Por lo tanto, las dimensiones del mapa de densidad de recursos 10 del sistema corresponden a las dimensiones de los parámetros de entrada de acuerdo con una realización de la invención. Éste es un modo sencillo de implementar la invención.

En otra realización de la invención, es posible que se produzcan cambios en el mapa de densidad de recursos 10 del sistema debido a un despliegue de red ad-hoc. En dichas implementaciones de redes dinámicas, los nodos de acceso, tales como los repetidores móviles, o los dispositivos con capacidades de comunicación de dispositivo a dispositivo, pueden aparecer y/o desaparecer dinámicamente, dando como resultado actualizaciones en los segundos parámetros relacionados con la implementación real.

En otra realización más de la invención, dependiendo de la resolución, el mapa de densidad de recursos 10 del sistema puede comprender un solo valor de densidad para el área completa de todas las regiones del sistema de comunicación durante un intervalo de tiempo y para una banda de frecuencia dada o una multiplicidad de valores de densidad, cada uno correspondiente a regiones, instancias de tiempo y frecuencias diferentes. No obstante, se espera que la resolución del mapa de densidad de recursos se pueda definir dinámicamente y dependiendo de las tasas de fluctuación de los recursos que pueden ser soportados y los solicitados.

De acuerdo con otra realización de la invención, el programador de recursos (etapa 200) determina la asignación de los recursos del sistema para, al menos, una región del sistema de comunicación y/o una instancia de tiempo y/o para, al menos, una banda de frecuencia en base al mapa de densidad de recursos 10 del sistema y a uno o varios de los segundos parámetros 30, 40. El beneficio de esta realización es adaptar la morfología del sistema en tiempo, espacio y frecuencia dependiendo de los segundos parámetros que representan a los usuarios del sistema y/o la utilización del sistema.

La resolución del mapa de densidad 10 se determina dinámicamente en cualquiera o en todas sus dimensiones adaptándose a las fluctuaciones de distribución y de utilización del sistema en el espacio, el tiempo y la frecuencia, y como resultado de un proceso de optimización. Como ejemplo, el intervalo de resolución de tiempo puede adaptarse a intervalos de tiempo que caracterizan diferentes áreas horarias del día en la región en la que los valores de los puntos del mapa de densidad de recursos dentro de los intervalos de tiempo permanecen sin cambios. Como ejemplo adicional, la resolución espacial se puede adaptar a la distribución del nodo móvil, donde el área de cada subregión corresponde al tamaño de los grupos asociados a la distribución de usuarios de recursos del sistema en la región. Como ejemplo adicional, la resolución de la banda de frecuencia puede adaptarse a las bandas de frecuencia proporcionadas por las tecnologías de acceso por radio existentes en la región cubierta por el mapa de densidad de recursos del sistema.

En otra realización de la invención, el tamaño de cada región individual o intervalo de tiempo o una frecuencia puede ser optimizado de acuerdo con una función objetivo utilizada para expresar cuantitativamente el criterio de optimización. Por ejemplo, dividir el área del sistema de comunicación en regiones que tienen la máxima densidad de recursos del sistema dará como resultado que menos regiones en el mapa de densidad programado sean transmitidas al programador de recursos, comprimiendo la información que se intercambiará entre el programador de densidad y el programador de recursos. Esto permitiría adaptar el tamaño del mapa de densidad de recursos del sistema. Por ejemplo, en instancias de tiempo en las que el tráfico es bastante bajo, se puede adoptar una resolución más baja en el tiempo o el espacio. De esta forma se reduce la necesidad de señalar mapas de densidad o programación de recursos.

Las figuras 5 y 6 ilustran ejemplos de diferentes resoluciones del mapa de densidad de recursos 10 del sistema. Los dibujos superiores de la figura 5 ilustran diferente resolución espacial del mapa de densidad, en el que todas las regiones tienen el mismo tamaño, mientras que los dibujos inferiores de la figura 5 ilustran diferente resolución espacial

del mapa de densidad en el que las regiones pueden tener diferentes tamaños. Los dibujos superiores de la figura 6 ilustran regiones del mismo tamaño que tienen la misma o diferentes resoluciones de tiempo (intervalos de tiempo), mientras que los dibujos inferiores de la figura 6 ilustran múltiples regiones del mismo o de diferentes tamaños que tienen la misma o diferentes resoluciones de tiempo (intervalos de tiempo).

- 5 De acuerdo con otra realización más de la invención, la salida del mapa de densidad de recursos 10 del sistema y/o la programación de recursos 50, respectivamente, se pueden actualizar de manera adaptativa para adaptarlos a la información de retroalimentación recibida en bucles de retroalimentación. En particular, el método se puede implementar por medio de primero, segundo y/o tercero bucles de retroalimentación que se ilustran en la figura 3.

10 El primer bucle de retroalimentación FB1 lleva una indicación de la densidad de recursos del sistema, para, al menos, una región del sistema en una cierta instancia de tiempo, al planificador de densidad, que actualiza/adapta el mapa de densidad de recursos 10 del sistema en consecuencia. El primer bucle de retroalimentación permite determinar la densidad de recursos del sistema en una instancia de tiempo en base a la densidad de recursos del sistema para la, al menos, una región del sistema en una instancia de tiempo anterior.

15 El segundo bucle de retroalimentación FB2 contiene una indicación de la utilización de recursos del sistema, por ejemplo, representada por un mapa de densidad utilizado para, al menos, una región del sistema en una determinada instancia de tiempo, desde uno o varios nodos de la red hasta el programador de recursos que actualiza/adapta la programación de recursos 50 en consecuencia. El segundo bucle de retroalimentación permite determinar la programación de recursos en una instancia de tiempo en base a una utilización de recursos del sistema para la, al menos, una región del sistema en una instancia de tiempo anterior.

20 El segundo bucle de retroalimentación FB2 puede contener, asimismo, una indicación de la programación de recursos, para la, al menos, una región del sistema en una determinada instancia de tiempo, al planificador de recursos que actualiza/adapta la planificación de recursos 50 en consecuencia. El segundo bucle de retroalimentación permite determinar la programación de recursos en una instancia de tiempo en base a una programación de recursos para la, al menos, una región del sistema en una instancia de tiempo anterior.

25 El tercer bucle de retroalimentación FB3 contiene una indicación de una programación de recursos para, al menos, una región del sistema (por ejemplo, en una determinada instancia de tiempo) desde el planificador de recursos al planificador de densidad que recibe la indicación de la planificación de recursos y actualiza/adapta el mapa de densidad de recursos 10 del sistema en consecuencia. El tercer bucle de retroalimentación permite determinar el mapa de densidad de recursos 10 del sistema en una determinada instancia de tiempo en base a una programación de recursos para la, al menos, una región del sistema en una instancia de tiempo anterior.

30 El tercer bucle de retroalimentación FB3 puede contener, asimismo, una indicación de utilización de recursos del sistema para, al menos, una región del sistema en una determinada instancia de tiempo, desde uno o varios nodos de red hasta el planificador de densidad que actualiza/adapta el mapa de densidad de recursos 10 del sistema en consecuencia. El tercer bucle de retroalimentación permite a los nodos de la red enviar una retroalimentación adicional acerca de la satisfacción de los recursos asignados, por ejemplo, en términos de un mapa de densidad utilizado al planificador de densidad.

35 Cualquiera de los bucles de retroalimentación FB1, FB2, FB3 mencionados anteriormente pueden cubrir una o múltiples regiones, una o múltiples instancias de tiempo y/o una o múltiples bandas de frecuencia. Por lo tanto, el presente método se puede adaptar a la información de retroalimentación para mejorar el rendimiento y la asignación de recursos.

40 En otra realización de la invención relacionada con la retroalimentación, la densidad de recursos del sistema y/o la programación de recursos para, al menos, una región del sistema y/o una instancia de tiempo se determinan, además, sobre la base de, al menos, uno o varios parámetros en el grupo que comprende: densidad de recursos del sistema para, al menos, una región del sistema en una instancia de tiempo anterior; programación de recursos para, al menos, una región del sistema en una instancia de tiempo anterior; densidad de recursos del sistema en otras regiones del sistema en una instancia de tiempo anterior; programación de recursos en otras regiones del sistema en una instancia de tiempo anterior; rendimiento de la utilización del sistema para, al menos, una región del sistema y/u otras regiones del sistema en una instancia de tiempo anterior.

45 En otra realización de la invención, la operación del programador de densidad y la operación del programador de recursos se pueden realizar en las mismas o diferentes escalas de tiempo. El beneficio de este método cuando se opera en diferentes escalas de tiempo es que permite que el programador de densidad opere sobre los parámetros de entrada descritos por las estadísticas de segundo orden, mientras que el programador de recursos hace frente a los cambios instantáneos en la demanda de recursos.

50 En otra realización de la invención, tal como se ilustra en la figura 4, el programador de densidad (que realiza la etapa 100) puede ser realizado por, al menos, un primer nodo de control 60 que está dispuesto para controlar una pluralidad de regiones del sistema, tal como una función de gestión de red, puerta de enlace o controlador de red central. El programador de recursos (que realiza la etapa 200), por otro lado, puede ser implementado regional/localmente mediante, al menos, un segundo nodo de control 70, tal como un controlador de grupo, un eNodoB u otra entidad

controladora, que está dispuesta para controlar la, al menos, una región del sistema. El segundo nodo de control está dispuesto para controlar, por ejemplo, una pluralidad de nodos de red (NN) 80 y está asociado con la, al menos, una región. Un programador de densidad (el primer nodo de control) puede comunicar su salida a uno o una multiplicidad de programadores de recursos (los segundos nodos de control) a través de interfaces de comunicación adecuadas (inalámbricas o cableadas) que deberían estar claras para el experto. No obstante, se debe tener en cuenta que las funciones del programador de densidad y el programador de recursos se pueden realizar en un solo nodo de control de acuerdo con otra realización de la invención.

De acuerdo con otra realización más de la invención, los recursos del sistema se comparten entre una pluralidad de diferentes operadores de sistema independientes y el presente método puede utilizar, por lo tanto, como entrada, otros parámetros de entrada adicionales específicos de cada uno de los operadores del sistema, para adaptar el presente método a las condiciones y preferencias específicas del operador. Los parámetros adicionales relevantes para un operador del sistema pueden estar relacionados con, pero no están limitados a, uno o varios en el grupo de: una demanda de recursos del sistema para un operador del sistema; asignación de recursos del sistema para un operador del sistema; utilización de los recursos del sistema por un operador del sistema; coste de los recursos del sistema para un operador del sistema; una solicitud de recursos del sistema por parte de un operador del sistema; un exceso de recursos del sistema en un operador del sistema; una oferta de recursos del sistema por parte de un operador del sistema; etc., o cualquier combinación de los mismos.

Por lo tanto, la presente invención da a conocer, además, un método para asignar recursos del sistema a una pluralidad de operadores del sistema. La ventaja de esto es que los diferentes operadores de sistema, juntos, pueden cooperar con la utilización de los recursos del sistema, que es un recurso escaso. Además, los recursos compartidos del sistema se pueden intercambiar y negociar entre los operadores del sistema. Por tanto, otra ventaja de esta realización es que los diferentes operadores de sistema, juntos, pueden cooperar dinámicamente en la operación de los recursos del sistema para una utilización efectiva de los escasos recursos de comunicación del sistema.

De acuerdo con otra realización más de la invención, el programador de recursos puede corresponder a un planificador celular jerárquico o a un planificador de puntos de acceso que programa los niveles o los puntos de acceso que se activarán para cubrir un área determinada por el planificador de densidad y comunicada por medio de un mapa de densidad de planificación de la red. Por ejemplo, un programador de celdas jerárquico donde el programador de densidad determina cuántos niveles se deben conectar en un área y donde el programador de recursos determina qué celdas se deben conectar.

De acuerdo con otra realización más de la invención, el programador de recursos puede corresponder a un programador de reconfiguración del espectro, que modifica el espectro que se utilizará en un área de acuerdo con lo determinado por el planificador de densidad y se comunica por medio de un mapa de densidad del espectro. El programador de reconfiguración del espectro o de reconfiguración dinámica del espectro es la abolición de asignaciones de banda de frecuencia en el espectro de radio y la reasignación más eficiente del espectro en bandas más pequeñas.

De acuerdo con otra realización más de la invención, el sistema de comunicación es una red de sensores. El programador de recursos puede corresponder a un programador de sensores de la red que programa sensores de red (de cualquier tipo) para que se activen para detectar un área determinada por el programador de densidad y comunicada por medio de un mapa de densidad de sensores. Por ejemplo, un programador de sensores de incendios en el que el programador de densidad determina cuántos sensores se deben conectar en una región y donde el programador de recursos determina qué sensores se deben conectar en caso de incendio o de aumento/disminución de la temperatura.

De acuerdo con otra realización más de la invención, el programador de recursos puede corresponder a un programador de videovigilancia que programa las cámaras para que se activen para supervisar un área determinada por el programador de densidad y comunicada por medio de un mapa de densidad de cámaras. Por ejemplo, un programador de vigilancia en el que el programador de densidad determina cuántas cámaras se deben conectar y durante cuánto tiempo en una región y donde el programador de recursos determina qué cámaras se deben conectar en caso de un aumento o disminución de la actividad en el área monitorizada.

Además, como comprenderá el experto en la técnica, cualquier método de acuerdo con la presente invención también puede ser implementado en un programa informático, que tenga un medio de código, que cuando es ejecutado mediante un medio de procesamiento hace que el medio de procesamiento ejecute las etapas del método. El programa informático está incluido en un medio legible por ordenador de un producto de programa informático. El medio legible por ordenador puede comprender, esencialmente, cualquier memoria, tal como una ROM (memoria de solo lectura), una PROM (memoria programable de solo lectura), una EPROM (PROM borrable), una memoria Flash, una EEPROM (PROM borrable eléctricamente), o una unidad de disco duro.

Además, el presente método puede ser implementado y ejecutado en el dispositivo o los dispositivos de nodo de control adecuados. El experto en la materia se da cuenta de que el presente dispositivo o dispositivos de nodo de control puede comprender las capacidades de comunicación necesarias en forma de, por ejemplo, funciones, medios, unidades, elementos, etc., para ejecutar los métodos de acuerdo con la invención, lo que significa que los dispositivos

pueden ser modificados, mutatis mutandis, de acuerdo con cualquier método de la presente invención. Ejemplos de otros de dichos medios, unidades, elementos y funciones similares son: memoria, codificadores, decodificadores, unidades de asignación, multiplicadores, entrelazadores, desintercaladores, moduladores, demoduladores, entradas, salidas, antenas, amplificadores, interfaces, DSP, MSD, codificador de TCM, decodificador de TCM, etc., que están convenientemente dispuestos juntos.

Especialmente, los procesadores de los presentes dispositivos pueden comprender, por ejemplo, una o varias instancias de una unidad central de procesamiento (CPU – Central Processing Unit, en inglés), una unidad de procesamiento, un circuito de procesamiento, un procesador, un circuito integrado específico para la aplicación (ASIC – Application Specific Integrated Circuit, en inglés), un microprocesador u otra lógica de procesamiento que pueda interpretar y ejecutar instrucciones. Por lo tanto, la expresión “procesador” puede representar una circuitería de procesamiento que comprende una pluralidad de circuitos de procesamiento, tales como, por ejemplo, cualquiera, algunos o todos los mencionados anteriormente. La circuitería de procesamiento puede realizar, además, funciones de procesamiento de datos para introducir, enviar y procesar datos que comprenden funciones de control del dispositivo y almacenamiento de datos en una memoria intermedia, tales como control de procesamiento de llamadas, control de interfaz de usuario, o similares.

El presente dispositivo de nodo de control comprende, al menos, un procesador, que está dispuesto para ejecutar el método en el dispositivo de nodo de control de acuerdo con la presente invención. Esta realización de la invención se ilustra en la figura 7, en la que el dispositivo de nodo de control 60, 70 comprende, al menos, un procesador 80 dispuesto para ejecutar el presente método. Se reciben los primeros y segundos parámetros de entrada 20, 30 y 40 y la unidad de procesador determina un mapa de densidad de recursos 10 del sistema en la etapa 100. A continuación, la programación de recursos 50 es determinada por la unidad de procesador en la etapa 200, y emitida para ser utilizada para un procesamiento adicional y/o programación de recursos del sistema en la o las regiones del sistema de comunicación. Se observa que el dispositivo de nodo de control puede ser implementado como un solo dispositivo o como un dispositivo distribuido en el que las etapas 100 y 200 se realizan en diferentes ubicaciones en la red, por ejemplo, por parte del primer 60 y el segundo 70 nodos de control.

De manera alternativa, de acuerdo con otra realización de la invención, el presente dispositivo de nodo de control comprende unidades dedicadas para la realización de las etapas del presente método. Esta realización se ilustra en la figura 8, en la que el dispositivo de transmisión comprende unidades dedicadas, conectadas adecuadamente entre sí, para las correspondientes etapas del método. El dispositivo de acuerdo con esta realización comprende una primera unidad de determinación (planificador de densidad), dispuesta para determinar el mapa de densidad de recursos 10 del sistema en base a los primeros y segundos parámetros de entrada 20, 30 y 40, por ejemplo, recibidos con una unidad de entrada. El dispositivo comprende, además, una segunda unidad de determinación (programador de recursos) dispuesta para determinar una programación de recursos 50 en base al mapa de densidad de recursos 10 del sistema recibido del programador de densidad. A continuación, la segunda unidad de determinación emite con una unidad de salida la programación de recursos 50 que se utilizará para el procesamiento adicional y/o la programación de los recursos del sistema en la región o regiones del sistema de comunicación.

Tal como se mencionó anteriormente, se debe tener en cuenta que el presente dispositivo de nodo de control puede ser implementado en un único nodo de control, lo que significa que las etapas 100 (el programador de densidad) y 200 (el programador de recursos) se realizan y ejecutan en la única (unidad de control) de un sistema de comunicación. No obstante, de acuerdo con otra realización preferida de la invención, las etapas I y II se realizan en dos unidades (de control) separadas situadas en diferentes lugares del sistema de comunicación, por ejemplo, en el primer nodo de control central y en un segundo nodo de control local, tal como se describió anteriormente, y que se ilustran en la figura 4. El primer nodo de control puede ser, pero no está limitado a: un nodo de gestión, un controlador de la red de radio, una estación base, un nodo de la red, una puerta de enlace de servicio, etc.; mientras que el segundo nodo de control puede ser, pero no está limitado a: un controlador de la red de radio, una estación base, un punto de acceso, un nodo de la red, una pico estación base, etc.

Finalmente, se debe comprender que la presente invención no está limitada a las realizaciones descritas anteriormente, sino que también se refiere e incorpora todas las realizaciones dentro del alcance de las reivindicaciones independientes adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Método para determinar la programación de recursos del sistema en sistemas de comunicación, comprendiendo el método las etapas de:

5 I) determinar (100) un mapa de densidad de recursos (10) del sistema para un sistema de comunicación basado en, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema asociado con el sistema de comunicación, en el que dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema comprende, al menos, una región del sistema de comunicación y asigna, al menos, una porción de los recursos del sistema a dicha, al menos, una región; y

II) determinar (200) una programación de recursos (50) en dicha, al menos, una región en base a dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema,

10 caracterizado por que las resoluciones de una o varias dimensiones de dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema están cambiando dinámicamente y dicho, al menos, un primer parámetro de los recursos del sistema es un recurso del sistema en el grupo que comprende: número de nodos de la red, número de antenas por cada nodo de la red, distribución espacial de los nodos de la red, espectro de frecuencias, tipo de espectro de frecuencias, espectro de frecuencias por cada nodo de la red, potencia de transmisión por cada nodo de la red; características de
15 transmisión/recepción de los nodos de la red; y cualquier combinación de los mismos,

en donde la resolución del mapa de densidad de recursos del sistema se determina dinámicamente en cualquiera o en todas sus dimensiones, adaptándose a las fluctuaciones de distribución y de utilización del sistema en el espacio, tiempo y/o frecuencia.

20 2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el que dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema se determina de acuerdo con, al menos, un criterio de optimización del sistema.

3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que:

dicho, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema es el espectro de frecuencias, dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema es un mapa de densidad de frecuencias, y dicha programación de recursos (50) es la programación de frecuencias; o

25 dicho, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema es la distribución espacial de los nodos de la red, dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema es un mapa de densidad de los nodos de la red, y dicha programación de recursos (50) es la programación de los nodos de la red; o

30 dicho, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema es la distribución espacial de los sensores de la red, dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema es un mapa de densidad de los sensores de la red, y dicha programación de recursos (50) es la programación de los sensores de la red.

4. El método de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema y/o dicha programación de recursos (50) se determina, además, en base a, al menos, un segundo parámetro (30; 40) que caracteriza a los usuarios del sistema y/o la utilización del sistema asociada con el sistema de comunicación.

35 5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que dicho, al menos, un segundo parámetro (30; 40) es los requisitos y/o estadísticas del sistema en el grupo que comprende: tráfico del sistema, calidad del canal, calidad de servicio y/o experiencia requeridas, rendimiento del sistema, coste y cualquier combinación de los mismos.

40 6. El método de acuerdo con la reivindicación 4 o 5, en el que dicho, al menos, un segundo parámetro (30; 40) es los requisitos y/o estadísticas del usuario de los recursos del sistema en el grupo que comprende: distribución espacial y/o densidad, movilidad, tipo de usuario de los recursos del sistema y equipo de usuario, demanda de tráfico, carga de tráfico, calidad de servicio y/o experiencia, y cualquier combinación de los mismos.

7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que un tamaño de dicha, al menos, una región está cambiando dinámicamente.

45 8. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha, al menos, una porción de los recursos del sistema se representa como un valor absoluto o como una fracción de los recursos del sistema.

9. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los recursos del sistema son compartidos entre una pluralidad de diferentes operadores de sistema.

50 10. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la etapa I se realiza por, al menos, un primer nodo de control (60), dispuesto para controlar una pluralidad de regiones del sistema de comunicación, y la etapa II se realiza por, al menos, un segundo nodo de control (70) dispuesto para controlar y estar asociado con dicha, al menos, una región.

11. El método de acuerdo con la reivindicación 10, que comprende, además, la etapa de:
señalar una parte de dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema asociado con dicha, al menos, una región a dicho, al menos, un segundo nodo de control (70).
12. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, las etapas de:
- 5 señalar dicha programación de recursos (50) a uno o varios nodos de la red (80) asociados con dicha, al menos, una región; y
programar, mediante dicho uno o varios nodos de la red (80), los recursos del sistema, de acuerdo con dicha programación de recursos (50) en dicha, al menos, una región.
- 10 13. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende, además, la/(las) etapa(s) de:
recibir una indicación de una programación de recursos de acuerdo con la etapa II y/o una indicación de la utilización de los recursos del sistema en dicha, al menos, una región, y actualizar dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema de acuerdo con la etapa I y en base, además, a dicha indicación de programación de recursos y/o a dicha indicación de la utilización de los recursos del sistema; y/o
- 15 recibir una indicación de la utilización de los recursos del sistema en dicha, al menos, una región, y actualizar dicha programación de recursos (50) de acuerdo con la etapa II y en base, además, a dicha indicación de la utilización de los recursos del sistema.
14. Dispositivo de nodo de control (60; 70) que comprende, al menos, un procesador (80) que está dispuesto para:
- 20 I) determinar (100) un mapa de densidad de recursos (10) del sistema para un sistema de comunicación basado en, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema asociado con el sistema de comunicación, en el que dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema comprende, al menos, una región del sistema de comunicación y asigna, al menos, una porción de los recursos del sistema a dicha, al menos, una región; y
II) determinar (200) una programación de recursos (50) en dicha, al menos, una región en base a dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema,
- 25 caracterizado por que las resoluciones de una o varias dimensiones de dicho mapa de densidad de recursos (10) del sistema cambian dinámicamente y dicho, al menos, un primer parámetro (20) de los recursos del sistema es un recurso del sistema en el grupo que comprende: número de nodos de la red, número de antenas por cada nodo de la red, distribución espacial de los nodos de la red, espectro de frecuencias, tipo de espectro de frecuencias, espectro de frecuencias por cada nodo de la red, potencia de transmisión por cada nodo de la red; características de
- 30 transmisión/recepción de los nodos de la red; y cualquier combinación de los mismos,
en donde la resolución del mapa de densidad de recursos del sistema se determina dinámicamente en cualquiera o en todas sus dimensiones adaptándose a las fluctuaciones de distribución y de utilización del sistema en el espacio, tiempo y/o frecuencia.
- 35 15. El dispositivo de nodo de control (60; 70) de acuerdo con la reivindicación 14, en el que, al menos, un procesador (80) está dispuesto, además, para llevar a cabo cualquiera de las reivindicaciones 2 a 13.
16. Sistema de comunicación que comprende, al menos, un dispositivo de nodo de control de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 14 o 15.

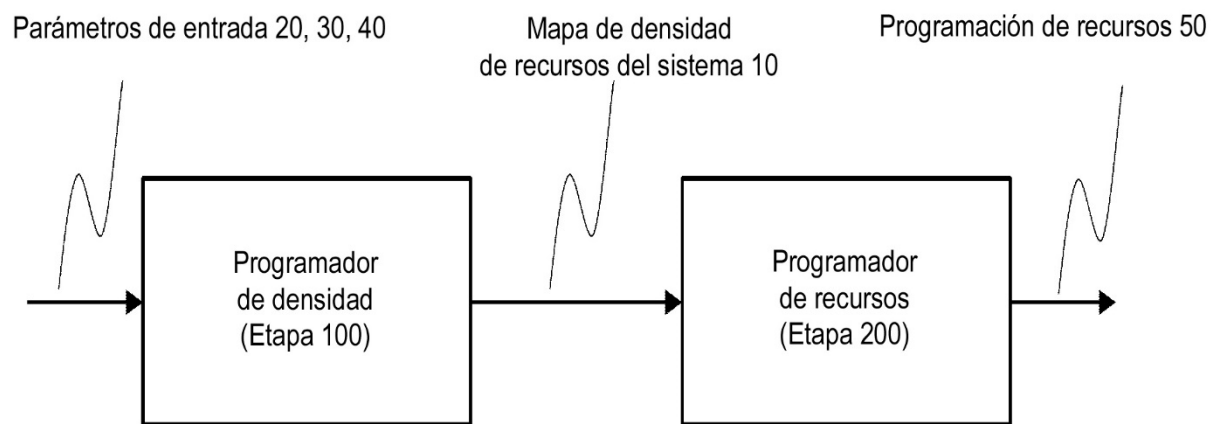


Fig. 1

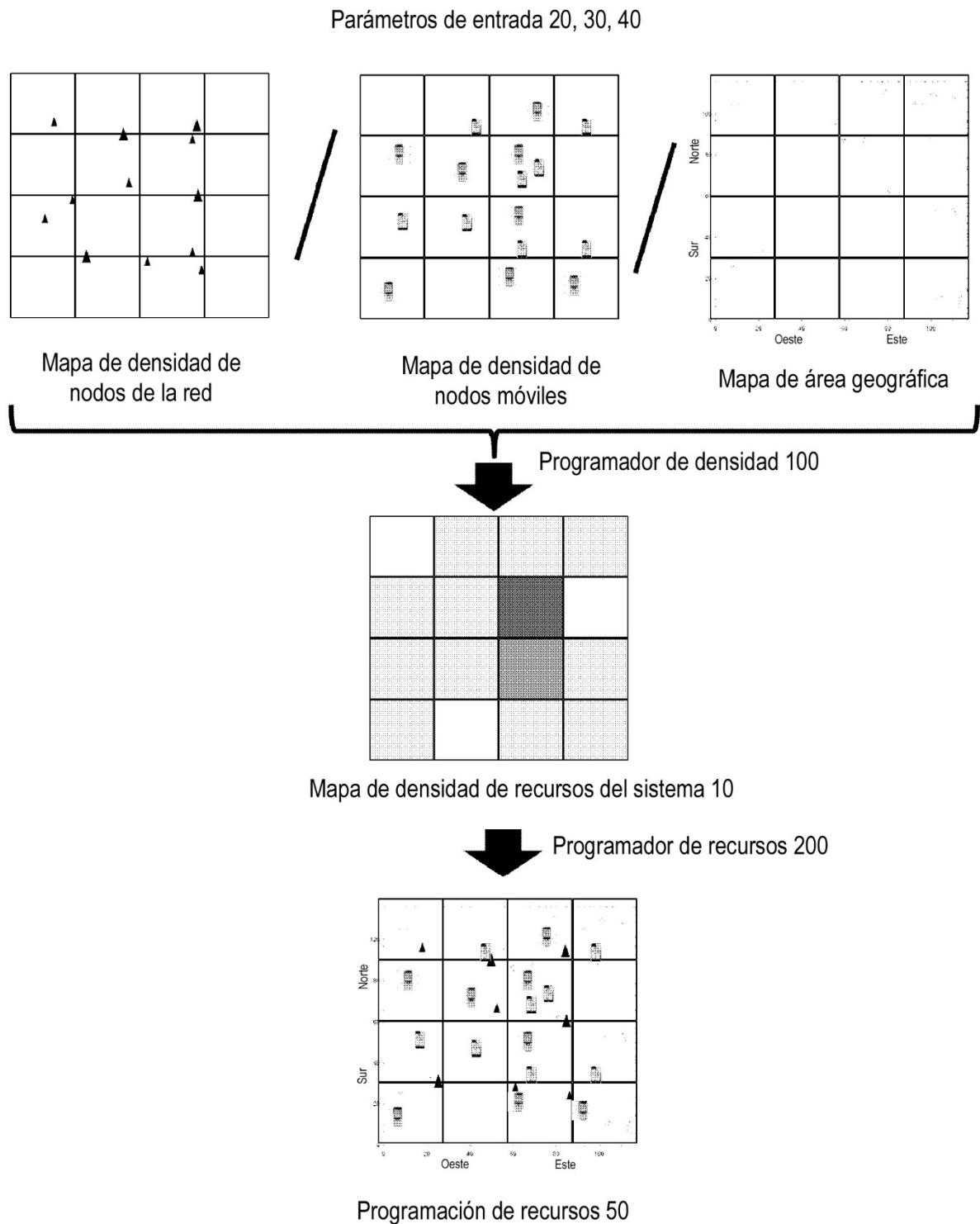


Fig. 2

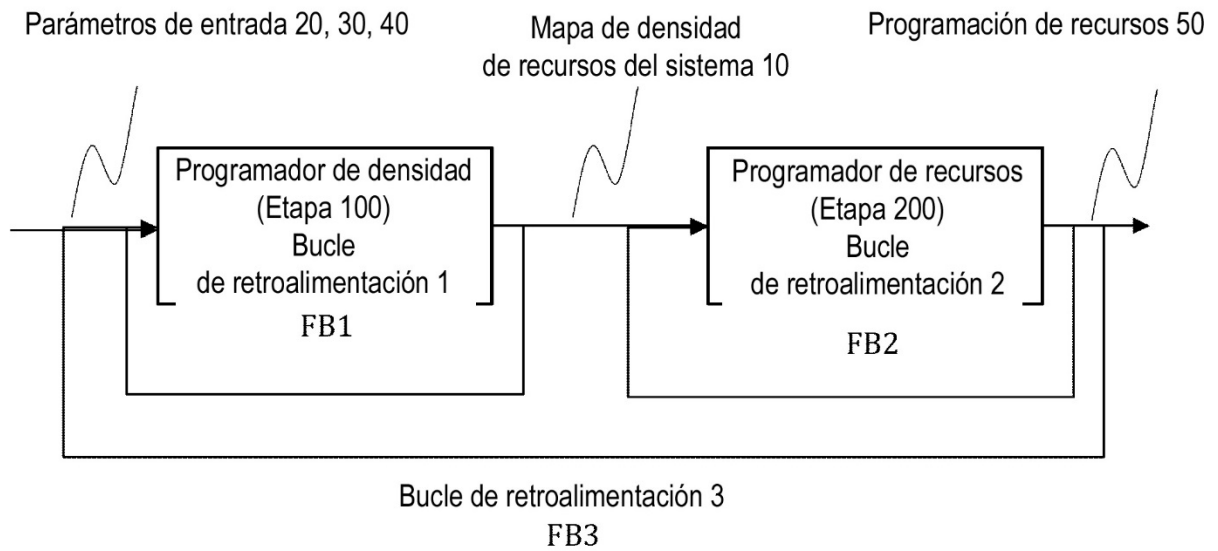


Fig. 3

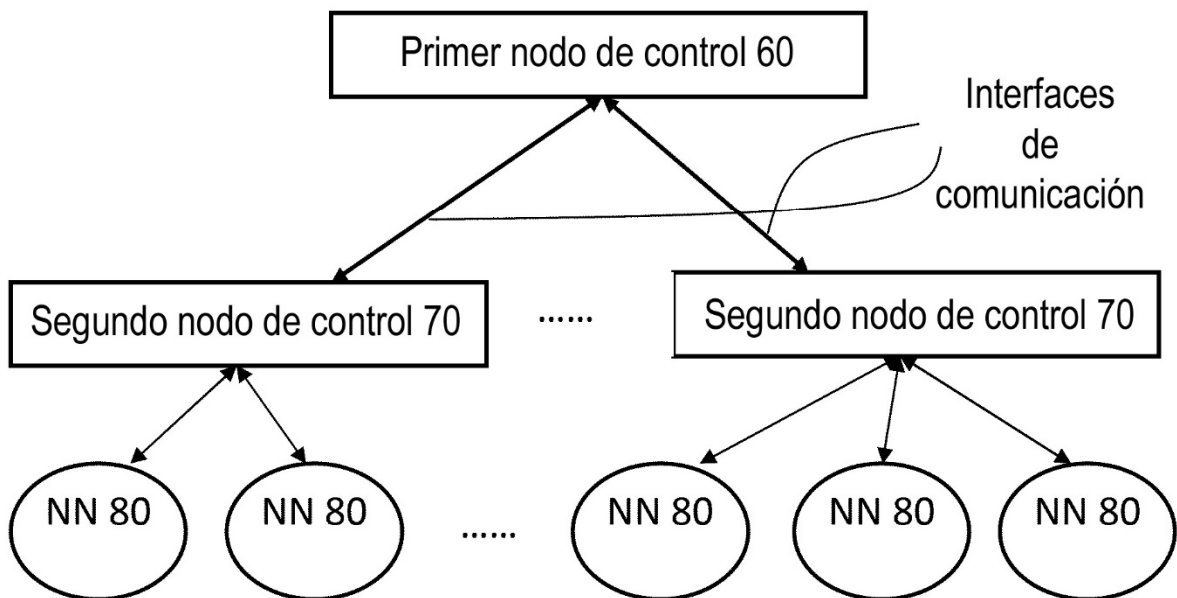


Fig. 4

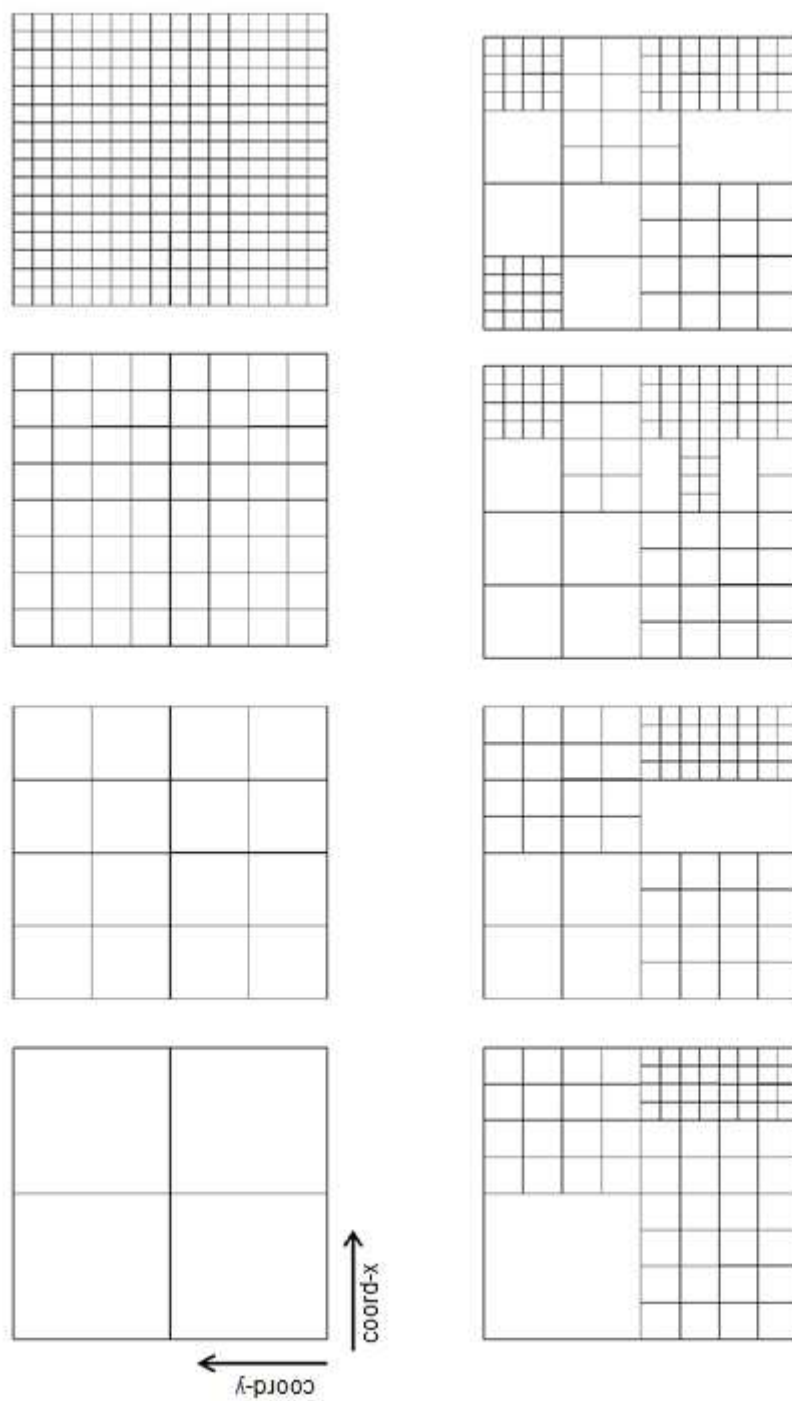


Fig. 5

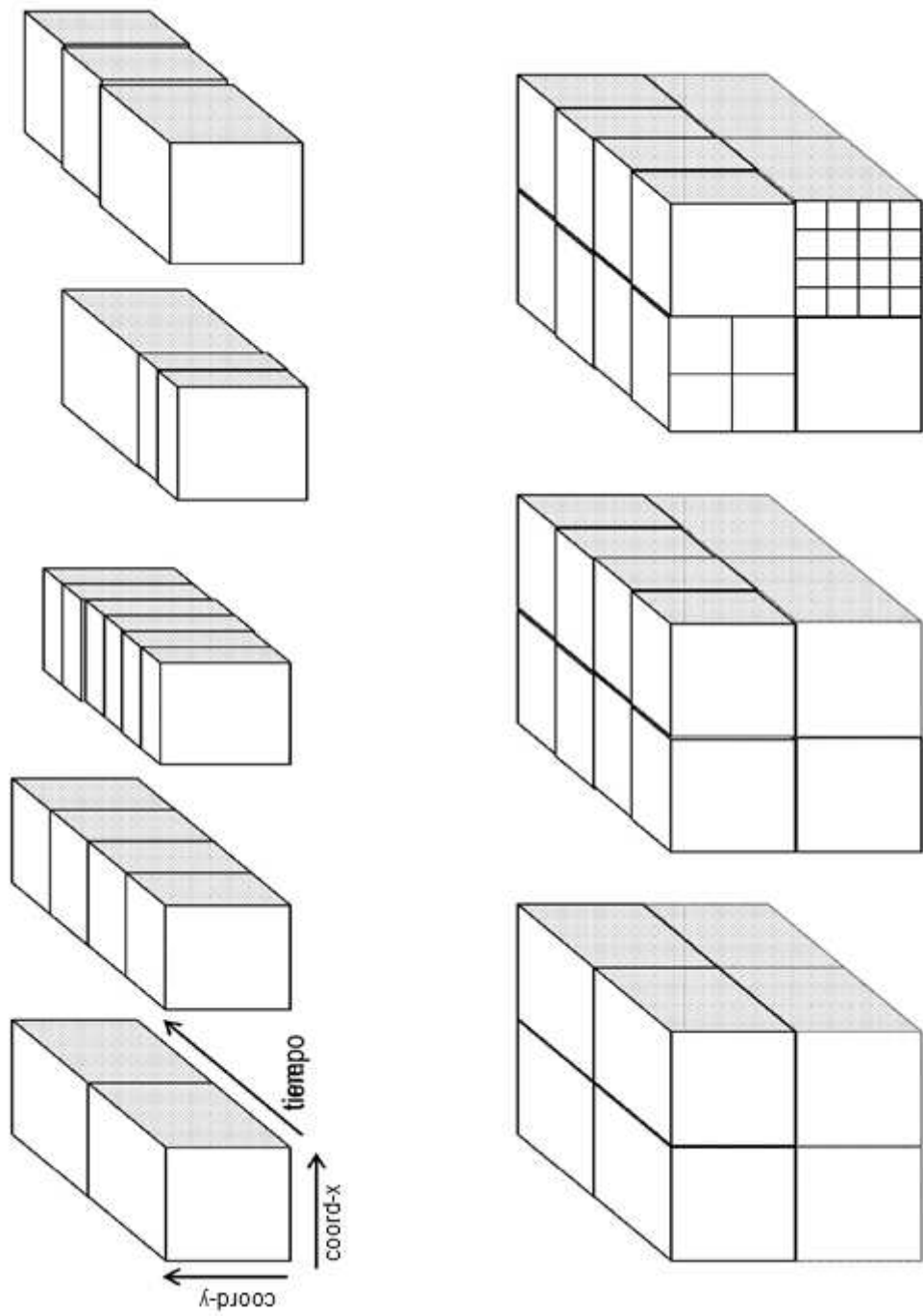


Fig. 6

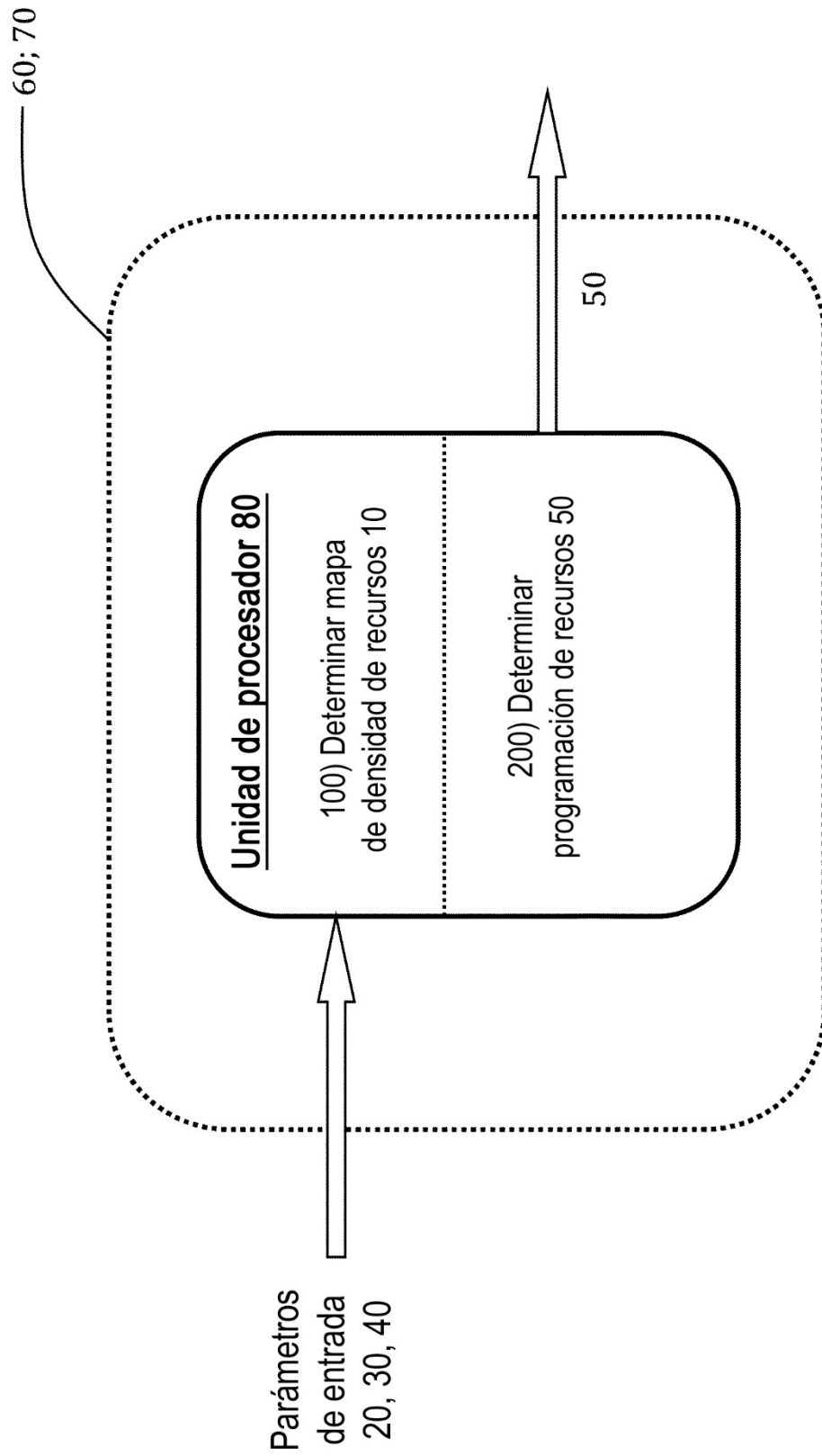


Fig. 7

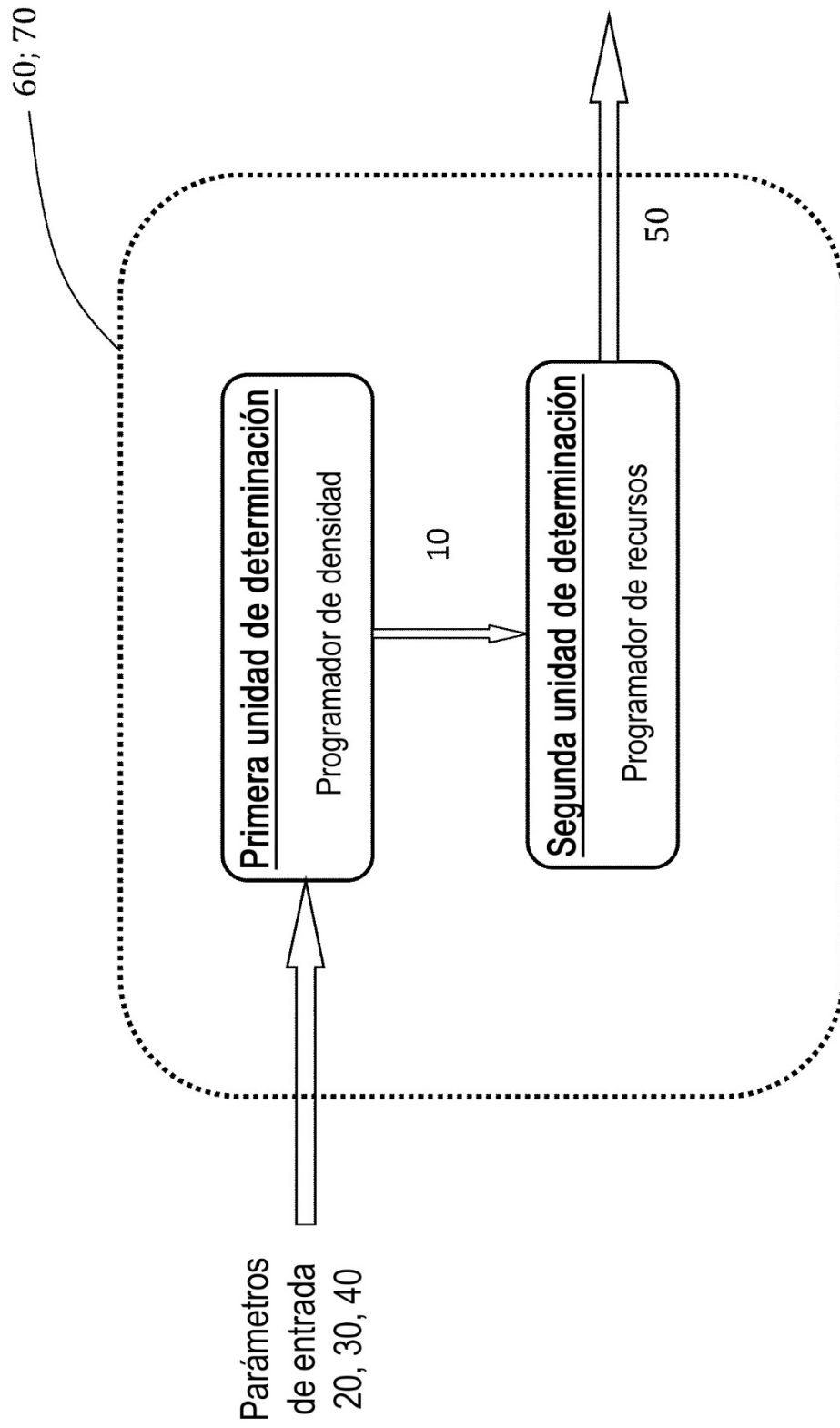


Fig. 8