

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 788 054**

51 Int. Cl.:

**H04W 24/02** (2009.01)

**H04W 16/32** (2009.01)

**H04W 88/08** (2009.01)

**H04B 7/185** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.03.2014** **E 18182571 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.03.2020** **EP 3404954**

54 Título: **Provisión de cobertura para una red de comunicación inalámbrica mediante el uso de estaciones de base móviles instaladas en robots o drones**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**20.10.2020**

73 Titular/es:  
**TELEFONAKTIEBOLAGET LM ERICSSON (PUBL)**  
**(100.0%)**  
**164 83 Stockholm, SE**

72 Inventor/es:  
**DJORDJEVIC, BRANKO;**  
**DUDDA, TORSTEN y**  
**POTENTAS, WOJCIECH**

74 Agente/Representante:  
**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 788 054 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

Provisión de cobertura para una red de comunicación inalámbrica mediante el uso de estaciones de base móviles instaladas en robots o drones

### Campo técnico

- 5 La invención presente hace referencia a telecomunicaciones, y en particular a métodos, aparatos y programas informáticos para proporcionar cobertura con una red de comunicación inalámbrica.

### Antecedentes

- 10 Las aeronaves no tripuladas, los vehículos terrestres no tripulados y las embarcaciones marinas no tripuladas son tipos de vehículos que se mueven de forma autónoma sin piloto humano, ya sea de forma autónoma siguiendo un camino preprogramado o dirigido desde un control remoto. Estos vehículos pueden operar respectivamente en el aire, en tierra, en el mar o en aguas continentales. Los vehículos tienen típicamente un motor propio, respectivamente, de reacción, hélice, rueda, oruga, tornillo de hélice o aerodeslizador y engranaje. éstos son vehículos conocidos bajo la expresión genérica de robots móviles.

- 15 Las capacidades crecientes, la alta movilidad y el precio recientemente decreciente de los robots móviles sugieren utilizar robots móviles también en nuevas zonas de despliegue, por ejemplo en redes de comunicación inalámbricas.

- 20 Hay situaciones en las que la necesidad de una mayor capacidad de red crece rápidamente y es urgente crear más cobertura de red remota y/o de manera especial. Esto puede ser causado por un movimiento de personas como una evacuación, atascos de carretera o grandes eventos públicos. Hoy existe la necesidad de instalar estaciones de base o puntos de acceso inalámbrico en estos lugares y conectarlos a la red de comunicación inalámbrica. Sin embargo, esto es a veces imposible debido al carácter del terreno o a las propiedades de la zona, o simplemente porque la cobertura de la red o la capacidad de la red cambian demasiado rápida o inesperadamente.

- 25 La utilización de robots móviles en redes de comunicaciones móviles promete varios beneficios, tales como despliegue rápido, retirada rápida y alta flexibilidad de cobertura. Para conseguir estos beneficios, se necesitan métodos y dispositivos apropiados que permitan el aprovisionamiento de cobertura con una red de comunicación inalámbrica con la ayuda de robots móviles y formas de mantener la cobertura alcanzada también en casos de que los robots móviles fallen inesperadamente o tengan que ser recargados/repostados periódicamente.

- La patente US2013/0303218 A1 describe robots móviles que se despliegan para proporcionar cobertura de red. Hay un servidor que determina la posición de los robots para obtener una cierta cobertura. Se establece en particular en el párrafo 71 que el servidor realiza el mantenimiento de la posición de los robots para mantener sus posiciones.

- 30 El documento WO2014/011316 A1 describe un sistema similar al del documento US2013/0303218 A1. En particular, se especifica en el párrafo 97 que el sistema de control puede causar que el robot móvil navegue hasta un lugar de aterrizaje para propósitos de mantenimiento.

### Compendio

- 35 Existe una clara necesidad de proporcionar cobertura con una red de comunicación inalámbrica con robots móviles. Esto se resuelve montando estaciones de base de radio en robots móviles. Es necesario además mantener la cobertura aprovisionada incluso cuando los robots móviles implementados tienen que ser reemplazados. La necesidad de reemplazar un robot móvil puede surgir debido a un fallo repentino de un robot móvil o debido a necesidades de mantenimiento previsible, tales como el repostado o la recarga.

- 40 Es un objetivo de la invención presente, según se describe en las reivindicaciones, proporcionar cobertura con una red de comunicación inalámbrica con la ayuda de estaciones de base de radio montadas en robots móviles. Este objetivo se consigue mediante las reivindicaciones independientes. Se describen realizaciones ventajosas en las reivindicaciones dependientes.

- 45 Según un aspecto ejemplar de la invención, se proporciona un método para mantener una zona de cobertura de radio de una red de comunicación inalámbrica, implementado en un robot móvil de una pluralidad de robots móviles que proporcionan la zona de cobertura de radio. Cada robot móvil comprende una estación de base de radio de la red de comunicación inalámbrica. El método comprende al recibir instrucciones de una base de mantenimiento, que el robot se mueva a una posición geográfica para desplegarse formando parte de una cadena de robots móviles (100), y al recibir más instrucciones de la base de mantenimiento, moverse hasta una posición geográfica adicional formando parte de una operación de desplazamiento circular realizada por los robots móviles desplegados en cadena para mantener la zona de cobertura de radio y para devolver un robot móvil adicional de los robots móviles desplegados en cadena a la base de mantenimiento.

- 50 Según otro aspecto ejemplar de la invención, se proporciona un robot móvil para mantener una zona de cobertura de radio de una red de comunicación inalámbrica. El robot móvil forma parte de una pluralidad de robots móviles que proporcionan una zona de cobertura de radio, en donde cada robot móvil comprende una estación de base de radio

de la red de comunicación inalámbrica. El robot móvil está adaptado para recibir instrucciones de una base de mantenimiento, moverse hasta una posición geográfica para desplegarse formando parte de una cadena de robots móviles, y al recibir más instrucciones de la base de mantenimiento, mover el robot hasta una posición geográfica adicional como parte de una operación de desplazamiento circular realizada por los robots móviles desplegados en el bucle de conexión en cadena para mantener la zona de cobertura de radio y para devolver un robot móvil adicional de los robots móviles desplegados en el bucle de conexión de cadena en margarita a la base de mantenimiento.

Los objetos, características y ventajas anteriores y otros de la invención presente serán más evidentes a partir de la descripción detallada siguiente de las realizaciones de la invención ilustradas en los dibujos adjuntos.

**Breve descripción de los dibujos**

10 Las características y ventajas adicionales de la invención serán más evidentes a partir de la descripción detallada de realizaciones particulares pero no exclusivas, ilustradas a modo de ejemplos no limitadores en los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un diagrama que ilustra un sistema para proporcionar cobertura con una red de comunicación inalámbrica según la invención;

15 La Figura 2 muestra una ilustración de robots móviles que toman posiciones geográficas a partir de la base de mantenimiento, según la invención;

La Figura 3 muestra una ilustración de una cadena en margarita de robots móviles desplegados, y una operación de desplazamiento circular, según la invención.

20 La Figura 4 muestra una ilustración de una pluralidad de bucles de cadena en margarita, formando en conjunto una zona de cobertura móvil, según la invención;

La Figura 5 muestra una ilustración de un bucle doble de cadena en margarita, según la invención;

La Figura 6 muestra una ilustración de una sustitución de un robot móvil que ha fallado en un búfer de despliegue, según la invención;

La Figura 7 muestra un primer diagrama de flujo de un robot móvil, según la invención;

25 La Figura 8 muestra un segundo diagrama de flujo de un robot móvil, según la invención;

La Figura 9 muestra un primer diagrama de flujo de una base de mantenimiento, según la invención;

La Figura 10 muestra un segundo diagrama de flujo de una base de mantenimiento, según la invención;

La Figura 11 muestra un diagrama de bloques que ilustra un robot móvil, según la invención;

La Figura 12 muestra un diagrama de bloques que ilustra una base de mantenimiento, según la invención;

30 **Descripción detallada**

A continuación, se describen con más detalle los métodos, aparatos y programas informáticos para proporcionar cobertura con una red de comunicación inalámbrica según la invención.

35 Dentro del contexto de la aplicación presente, la expresión "robot móvil" hace referencia a una máquina automática que puede moverse en cualquier entorno dado. Los robots móviles pueden moverse en su entorno y no están fijos en una situación física. Por el contrario, los robots industriales generalmente consisten en un brazo articulado (manipulador multiarticulado) y un conjunto de pinza (o efector final) que está unido a una superficie fija. Los robots móviles pueden ser clasificados por:

El entorno en el que se mueven:

40 Los robots terrestres o domésticos se denominan en general vehículos terrestres no tripulados. Por lo general, tienen ruedas u orugas, pero también incluyen robots con patas con dos o más patas (humanoides o parecidos a animales o a insectos).

Los robots aéreos se denominan en general vehículos aéreos no tripulados.

Los robots submarinos se denominan en general vehículos submarinos autónomos o barcos submarinos no tripulados.

Los robots móviles basados en la superficie del agua se denominan en general vehículos marinos no tripulados.

45 Los vehículos enumerados anteriormente son los tipos de vehículos que se mueven de manera autónoma sin piloto humano siguiendo un camino programado o instruido o hacia una posición geográfica instruida, o también pueden ser

dirigidos y controlados de forma remota. Estos vehículos pueden operar respectivamente en el aire, en tierra, bajo tierra, en el mar y en aguas interiores, en el espacio o incluso en otros planetas/asteroides. Los vehículos tienen un motor propio, respectivamente, de reacción, hélice, rueda, oruga, tornillo de hélice o aerodeslizador y engranaje. Los vehículos pueden enviarse datos entre sí y/o a una base de control de forma inalámbrica.

5 Dentro del contexto de la solicitud presente, la expresión "conexión en cadena" hace referencia a un esquema de asociación, usado por ejemplo en ingeniería eléctrica y electrónica en la que múltiples objetos están asociados entre sí en una secuencia o en un anillo. La conexión de cadena en margarita dentro del contexto de la aplicación presente forma una topología en anillo, es decir, hay una conexión de bucle desde el último dispositivo al primero. Por ejemplo, la secuencia A - B - C - D - E y a continuación vuelta a - A (bucle), en donde A - E son los objetos secuenciados. Esto se conoce en esta memoria como una "cadena en margarita".

Dentro del contexto de la solicitud presente, la expresión "posición geográfica" hace referencia a una situación geográfica fija o un camino entre dos situaciones geográficas.

15 Dentro del contexto de la solicitud presente, la expresión "equipo de usuario" (UE) hace referencia a un dispositivo, por ejemplo, usado por una persona para su comunicación personal. Puede ser un dispositivo de tipo telefónico, por ejemplo, un teléfono o un teléfono SIP, teléfono móvil, estación móvil, teléfono inalámbrico o un dispositivo de tipo asistente digital personal como un laptop, un bloc de notas equipado con una conexión de datos inalámbrica. El UE también puede estar asociado con no humanos como animales, plantas o incluso máquinas. Un UE puede estar equipado con un SIM (Subscriber Identity Module) que comprende identidades únicas como el brazo IMSI (International Mobile Subscriber Identity) y/o TMSI (Temporary Mobile Subscriber Identity) asociadas a un suscriptor que usa un UE. La presencia de un SIM dentro de un UE individualiza únicamente el UE con una suscripción del suscriptor.

25 Dentro del contexto de la solicitud presente, la expresión "red de comunicación inalámbrica" puede denotar particularmente una colección de nodos o entidades, enlaces de transporte relacionados y la gestión asociada necesaria para realizar un servicio, por ejemplo, un servicio de telefonía inalámbrica o un servicio de transporte de paquetes inalámbrico. Dependiendo del servicio, se pueden utilizar diferentes tipos de nodos o entidades para realizar el servicio. Un operador de red posee la red de comunicación inalámbrica y ofrece los servicios implementados a sus suscriptores. Ejemplos típicos de una red de comunicación inalámbrica son la red de acceso de radio (tales como 2G, GSM, 3G, WCDMA, CDMA, LTE, WLAN, Wi-Fi), red de red móvil o red central como IMS, CS Core, PS Core.

30 Dentro del contexto de la solicitud presente, la expresión estación de base de radio hace referencia a un nodo de una red de acceso de radio que es usado como interfaz entre enlaces de transporte terrestres y enlaces de transporte basados en radio, en donde el enlace de transporte basado en la radio hace de interfaz directamente con un equipo de usuario. Por ejemplo, en una red de acceso GSM/2G, una estación de base de radio hace referencia a un BTS, en una red de acceso WCDMA/3G una estación de base de radio hace referencia a un NodeB, y en una red de acceso LTE una estación de base de radio hace referencia a un NodeB. En una arquitectura WLAN/Wi-Fi, una estación de base de radio hace referencia a un punto de acceso (AP).

Haciendo referencia a la Figura 1, esta Figura muestra un diagrama que ilustra un sistema para proporcionar cobertura con una red de comunicación inalámbrica según la invención.

40 En esta realización, una zona de cobertura de radio objeto 140 es realizada mediante una pluralidad de subzonas de cobertura de radio 130. Las subzonas de cobertura de radio 130 son proporcionadas por estaciones de base de radio 150 montadas en robots móviles 100. En esta realización, los robots móviles 100 son vehículos aéreos no tripulados, también conocidos como drones. Una pluralidad de equipos de usuario 120 están en itinerancia en la zona de cobertura de radio 140 y están conectados por radio a las subzonas de cobertura de radio 130 proporcionadas por estaciones de radio 150 montadas en robots móviles 100. Además, hay una base de mantenimiento 110 situada dentro de la cobertura de radio zona 140 o situada cerca de ella. La base de mantenimiento 110 comprende una pluralidad de robots móviles 100 para el despliegue inicial o como robots móviles de repuesto 100 para el despliegue en caso de fallo de uno de los robots móviles desplegados 100.

50 En una realización alternativa, puede haber más de una base de mantenimiento 110 asignada a la zona de cobertura de radio 140. Éste puede ser el caso si la zona de cobertura de radio 140 es muy grande y los robots móviles 100 tienen que viajar largas distancias hasta su posición de despliegue. Además, con propósitos de redundancia, es beneficioso utilizar más de una base de mantenimiento 110. Si, por ejemplo, la zona de cobertura de radio 140 cubre una zona de desastre por terremoto, entonces, debido a la posibilidad de nuevos terremotos en la misma zona, una base de mantenimiento adicional 110 puede actuar como sustituta en caso de daños en la primera base de mantenimiento 110.

55 También puede ser posible que una sola base de mantenimiento 110 pueda servir a más de una zona de cobertura de radio 140. Por ejemplo, si las zonas de cobertura de radio 140 son pequeñas pero están situadas una cerca de la otra, se puede situar una sola base de mantenimiento 110 a la misma distancia de ambas zonas de cobertura de radio 140 y la única base de mantenimiento 110 puede servir a ambas zonas de cobertura de radio 140.

Una base de mantenimiento 110 comprende también el equipo necesario para realizar tareas de mantenimiento o de reparación a robots móviles 100. Una tarea de mantenimiento regular es recargar o repostar robots móviles 100, de manera que la base de mantenimiento 110 puede comprender el almacenamiento de combustible y/o las conexiones a la red eléctrica. Los robots móviles 100 consumen energía cuando se mueven de una posición a otra. En el ejemplo de los drones, la energía es consumida incluso sin movimiento. Se necesita energía para sobrevolar una posición dada a una altitud constante. Por otro lado, los drones pueden aterrizar también en posiciones expuestas para proporcionar su subzona de cobertura de radio 130 y, por tanto, reducir el consumo de energía. Sin embargo, se sigue necesitando energía para alimentar la estación de base de radio 150 montada y para alimentar otras partes eléctricas necesarias para la operación, tales como el transceptor, el controlador de transferencia, la unidad de posicionamiento o la unidad de determinación del estado de operación (véase la Figura 12). La base de mantenimiento 110 puede comprender además piezas de repuesto necesarias para reparar robots móviles que han fallado 100.

La base de mantenimiento 110 puede operar de manera independiente o puede estar conectada o asociada a, por ejemplo, un centro de operación y mantenimiento de la red de comunicación inalámbrica. En este caso, la base de mantenimiento 110 puede recibir entradas de la red de comunicación inalámbrica en la zona de cobertura de radio objeto 140, así, por ejemplo, un alcance de la cobertura, una forma de cobertura o una demanda de capacidad en posiciones geográficas específicas. La base de mantenimiento 110 puede además dar información a la red de comunicación inalámbrica sobre el estado de la zona de cobertura de radio proporcionada 140.

Los robots móviles 100 pueden comunicarse con la base de mantenimiento 110. Este enlace de comunicación puede ser bidireccional y es usado para transmitir instrucciones desde la base de mantenimiento 110 a los robots móviles 100. Los robots móviles pueden usar la otra dirección 100 para informar sobre su estado operativo a la base de mantenimiento 110. La base de mantenimiento 110 puede usar también el enlace de comunicación para realizar la triangulación y determinar o verificar de este modo la posición geográfica 200 de los robots móviles 100.

Esta comunicación puede ser conseguida por medio de una radio directa o de un enlace óptico desde cada robot móvil 100 a la base de mantenimiento 110 con la ayuda de una antena de radio dirigida/giratoria, láser (usando diferentes colores o infrarrojos) o máser. La comunicación puede ser encaminada también por medio de uno o de varios saltos de satélite (satélites geoestacionarios o de órbita baja), o a través de otros saltos terrestres a la base de mantenimiento 110. La comunicación puede ser reenviada también a través de uno o de varios robots móviles 100 que funcionan como relé de punto para la comunicación. Uno o varios robots móviles 100 pueden sobrevolar a una altitud más alta y operar como salto de retransmisión central para toda la comunicación hacia la base de mantenimiento 110. Dependiendo del tipo de suelo, tales robots móviles de punto de retransmisión 100 pueden operar también a una altitud más baja, por ejemplo en valles estrechos en zonas montañosas, o en corredores urbanos de calles o vías férreas. Las malas condiciones climáticas pueden obligar también a elegir una altitud más baja para los robots móviles de punto de retransmisión 100.

Las estaciones de base de radio 150 están montadas en robots móviles 100, por lo que cada robot móvil 100 puede transportar una estación de base de radio 150. Como alternativa, puede haber más de una estación de base de radio 150 por robot móvil 100, o puede haber robots móviles especializados sin estación de base de radio que actúan solamente como centro de comunicación. Las estaciones de base de radio 150 están conectadas a la red de acceso de la red de comunicación inalámbrica. Esta conexión puede ser realizada por medio del enlace de comunicación de los robots móviles 100 a la base de mantenimiento 110, o puede utilizar también un enlace de radio o enlace óptico por separado. Por tanto, la red de comunicación inalámbrica no nota ninguna diferencia si una estación de base de radio 150 está montada en un robot móvil 100 o si una estación de base de radio está basada en tierra.

En una realización alternativa, un robot móvil 100 puede transportar más equipo de la red de comunicación inalámbrica que solo una estación de base de radio 150. Un robot móvil 100 puede ser adaptado para que comprenda además o alternativamente a la estación de base de radio 150 al menos también uno de los siguientes elementos de la red de comunicación inalámbrica: Serving GPRS Support Node (SGSN), Mobility Management Entity (MME), Gateway GPRS Support Node (GGSN), Mobile Switching Center (MSC), Gateway MSC (GMSC), Media Gateway (MGW), y Radio Access Network Controller. El alojamiento de estos elementos de red de comunicación inalámbrica adicionales puede permitir que las llamadas y/o sesiones de paquetes entre dos equipos de usuario 120 en la misma zona cubierta por un robot móvil 100 sean manejados localmente dentro del robot móvil 100 y, de este modo, se minimice cualquier interacción con otros elementos terrestres de la red de comunicación inalámbrica.

La Figura 1 muestra un escenario estático cuando han sido desplegados robots móviles 100 y se ha establecido la zona de cobertura de radio objeto 140. Para alcanzar este estado, los robots móviles 100 deben ser desplegados inicialmente, los robots móviles 100 deben ser reemplazados con fines de mantenimiento, y los robots móviles que fallan inesperadamente 100 deben ser reemplazados de manera eficiente, minimizando los efectos en el aprovisionamiento de la zona de cobertura de radio 140. Además, puede ser necesario detener el aprovisionamiento de la zona de cobertura de radio 140, cuando ha cesado la necesidad de la zona de cobertura de radio 140. Estos pasos se explican con la ayuda de las Figuras siguientes.

Haciendo referencia a la Figura 2, esta Figura muestra una ilustración de robots móviles tomando posiciones geográficas desde la base de mantenimiento, según la invención.

La Figura muestra detalles del despliegue inicial de robots móviles 100. En un primer paso, debe ser determinada la zona de cobertura de radio 140 que deben proporcionar las estaciones de base de radio 150 montadas en dichos robots móviles 100. La base de mantenimiento 110 puede determinar la zona de cobertura de radio objeto 140 por sí misma (los datos correspondientes pueden haber sido proporcionados directamente a la base de mantenimiento 110), o haber recibido estos datos como entrada desde, por ejemplo, un centro de operaciones y mantenimiento de la red de comunicación inalámbrica. Los datos de entrada pueden ser el alcance de la zona de cobertura de radio 140, la forma y la demanda de capacidad en ciertos lugares.

Una vez que se ha determinado la zona de cobertura de radio objeto 140, la base de mantenimiento 110 determina las posiciones geográficas 200 para los robots móviles 100. Estas posiciones geográficas 200 son determinadas de manera que sean adecuadas para proporcionar la zona de cobertura de radio objeto 140. Un robot móvil 100 desplegado en una posición geográfica 200 proporciona, con la ayuda de su estación de base de radio montada 150, una subzona de cobertura de radio 130, y la pluralidad de las subzonas de cobertura de radio 130 constituye la zona de cobertura de radio objeto 140. Por tanto, las posiciones geográficas 200 son determinadas para que cumplan con el alcance de cobertura de datos de entrada, la forma de cobertura y la capacidad. Las subzonas de cobertura de radio 130 pueden estar superpuestas entre sí, pueden formar una zona de cobertura sin interrupciones o pueden dejar zonas al descubierto entre ellas.

La base de mantenimiento 110 despliega a continuación robots móviles 100 en las posiciones geográficas determinadas 200 al darles instrucciones para que se sitúen en sus posiciones geográficas establecidas 200.

Un robot móvil 100 situado en la base de mantenimiento 110 que recibe dicha instrucción se mueve a continuación a las posiciones geográficas instruidas 200.

La Figura muestra un escenario donde han sido determinadas cinco posiciones geográficas 200 etiquetadas de la A a la E. Tres de estas cinco posiciones geográficas 200, las posiciones A, B y C han sido cubiertas ya con robots móviles 100. Las dos posiciones geográficas restantes 200 D y E están todavía vacantes y deben ser cubiertas con más robots móviles 100. Por tanto, como paso siguiente, la base de mantenimiento 110 instruye a otro robot móvil 100 para que se sitúe en la posición geográfica D, y a continuación a otro robot móvil 100 para que se sitúe en la posición geográfica E. Después de esto, todas las posiciones geográficas 200 son cubiertas con robots móviles 100.

Los robots móviles 100 pueden recibir instrucciones de la base de mantenimiento 110 para ocupar sus posiciones geográficas 200 moviéndose directamente desde la base de mantenimiento 110 a sus posiciones geográficas establecidas 200. Los robots móviles 100 pueden recibir también instrucciones de la base de mantenimiento 110 para seguir un camino dado para el despliegue.

Haciendo referencia a la Figura 3, esta Figura muestra una ilustración de un bucle de cadena en margarita de robots móviles desplegados, y una operación de desplazamiento circular, según la invención.

En este punto, todas las posiciones geográficas 200 han sido ocupadas con robots móviles 100. El siguiente paso es preparar el reemplazo de un robot móvil desplegado 100 para mantener la zona de cobertura de radio 140. Los robots móviles desplegados 100 consumen energía y necesitan recargar/repostar a intervalos periódicos. Además, se deben realizar otras tareas de mantenimiento periódico en los robots móviles 100 para garantizar una operación sin problemas. Con este propósito, se necesita un plan para mover todos los robots móviles desplegados 100 nuevamente a la base de mantenimiento 110 después de un cierto período de operación.

En esta realización, la solución es instruir a un robot móvil desplegado 100 que debe ser reemplazado para que regrese a la base de mantenimiento 110 y desplegar un robot móvil adicional 100 a una posición geográfica vacante 200. Después de que el robot móvil desplegado 100 que va a ser reemplazado haya dejado su posición geográfica 200, un nuevo robot móvil 100 puede recibir instrucciones para ocupar esta posición geográfica vacante 200. Por tanto, por ejemplo, en la Figura, el robot móvil 100 en la posición geográfica 200 C regresa a la base de mantenimiento 110 y la base de mantenimiento 110 instruye a otro robot móvil 100 para que se mueva de la base de mantenimiento 110 a la posición geográfica vacante 200 C.

Como alternativa, la base de mantenimiento 110 puede reorganizar el despliegue de robots móviles 100 en las posiciones geográficas 200 antes de instruir a un robot móvil adicional 100 que comience desde la base de mantenimiento 110. Para este reordenamiento, la base de mantenimiento 110 instruye a uno o varios robots móviles desplegados 100 para que se muevan desde su posición geográfica actual 200 a una posición geográfica vacante 200 y reorganizar de esta manera el despliegue de robots móviles 100 a las posiciones geográficas 200. Después de la reorganización aún queda una posición geográfica vacante 200 que a continuación es ocupada bajo instrucciones de la base de mantenimiento 110 con un robot móvil recién desplegado 100. Después de eso, todas las posiciones geográficas 200 son ocupadas nuevamente con robots móviles 100 y la zona de cobertura de radio 140 es mantenida.

En esta realización, la reorganización del despliegue de robots móviles 100 en las posiciones geográficas 200 es realizada de forma estructurada. Para esto, se determina un bucle de conexión en cadena 300 de robots móviles desplegados 100, en el que la base de mantenimiento 110 es asignada al bucle de conexión en cadena 300 como un elemento de entrada/salida.

La Figura muestra un ejemplo de un bucle determinado de conexión en cadena 300 formado por robots móviles 100 desplegados en las posiciones geográficas 200 de la A a la E y la base de mantenimiento 110. La determinación del bucle de conexión en cadena 300 y la asignación de robots móviles 100 a la base de mantenimiento 110 puede ser realizada por el bucle de conexión en cadena 300.

5 El paso descrito anteriormente de reorganizar el despliegue de robots móviles 100 a las posiciones geográficas 200 se realiza utilizando la estructura de anillo del bucle de cadena en margarita 300. Los robots 100 móviles del bucle de cadena en margarita 300 realizan una operación de desplazamiento circular dentro del bucle de conexión en cadena 300, en donde el último robot móvil 100 del bucle de conexión de cadena en margarita 300 vuelve a la base de mantenimiento 110, y un robot móvil adicional 100 se despliega en una primera posición vacante del bucle 300 de conexión de cadena en margarita.

10 Esta operación de desplazamiento circular dentro del bucle de cadena en margarita 300 se muestra en la Figura. Por tanto, el robot móvil 100 desplegado en la posición geográfica 200 E recibe instrucciones de regresar a la base de mantenimiento 110. La posición geográfica ahora vacante 200 E es ocupada a continuación instruyendo al robot móvil 100 desplegado en la posición geográfica 200 D para que se mueva a la posición geográfica 200 E y así que deje vacante la posición geográfica 200 D. Esta operación de desplazamiento continúa a lo largo del bucle de cadena en margarita 300 hasta que la posición geográfica 200 A quede vacante. Esta posición geográfica vacante 200 A es ocupada a continuación por un nuevo robot móvil 100 de la base de mantenimiento 110.

15 Por tanto, la operación de desplazamiento circular dentro del bucle de cadena en margarita 300 hace que los robots móviles 100 asignados al bucle de cadena en margarita 300 se muevan alrededor del bucle y de este modo consigan reorganizar el despliegue de los robots móviles 100 en las posiciones geográficas 200. Al mismo tiempo, el robot móvil 100 de la posición geográfica 200 A es reemplazado por un nuevo robot móvil 100 de la base de mantenimiento 110 que entra en el bucle de conexión en cadena 300 en la posición geográfica 200 A. Un robot móvil 100 que regresa a la base de mantenimiento 110 es, por ejemplo, recargado/repostado y puede a continuación en la siguiente operación de desplazamiento dentro del bucle de cadena en margarita 300 volver a ser introducido en el bucle de cadena en margarita 300 en la posición A.

20 La forma circular del bucle 300 de la cadena en la Figura debe verse como una abstracción lógica de una forma real del bucle 300 de la cadena en margarita. La forma real puede depender, por ejemplo, de obstáculos geográficos que deben ser evitados al moverse desde una posición geográfica 200 a la siguiente posición geográfica 200 del bucle de cadena en margarita 300. Los robots móviles 100 pueden además moverse a lo largo de una ruta más corta entre las posiciones geográficas 200 del bucle de cadena en margarita 300, causando que un bucle de cadena en margarita real 300 tenga una forma no circular

25 El bucle de conexión de cadena en margarita 300 puede ser utilizado también en el despliegue inicial de los robots móviles 100. En este caso, la determinación del bucle de conexión de cadena en margarita 300 es realizada antes de que se inicie el despliegue inicial. La base de mantenimiento 110 puede instruir a los robots móviles 100 para que ocupen sus posiciones geográficas 200 moviéndose a lo largo de un camino del bucle de cadena en margarita 300 que comienza desde la base de mantenimiento 110.

30 Los robots móviles 100 pueden ocupar la posición geográfica 200 y/o pueden regresar a la base de mantenimiento 110 moviéndose a lo largo de una ruta dada. La base de mantenimiento 110 puede instruir esta ruta a los robots móviles 100.

35 La reestructuración estructurada del despliegue de los robots móviles 100 en las posiciones geográficas 200 a lo largo del bucle de conexión de cadena en margarita 300 permite que un robot móvil 100 regrese a la base de mantenimiento 110 a intervalos periódicos para su mantenimiento. El tiempo que puede operar un robot móvil 100 puede depender de varios factores. Esta realización tiene en cuenta esos factores al determinar el número de elementos del bucle de cadena en margarita 300. En este caso, en la Figura, el bucle de cadena en margarita 300 consta de cinco elementos.

40 Se puede determinar el número de elementos de la cadena en margarita 300 teniendo en cuenta la movilidad de los robots móviles 100. La movilidad de los robots móviles 100 puede estar relacionada con al menos uno de, una velocidad de movimiento, un alcance, un intervalo de mantenimiento regular y un intervalo de recarga/repostado. El número de elementos 300 del bucle de cadena en margarita puede estar relacionado también al menos con uno de: un tamaño de la zona de cobertura de radio 140 generada por las estaciones de base de radio 150 montadas en robots móviles 100, una forma de la zona de cobertura de la red de comunicación inalámbrica, una capacidad de la zona de cobertura de la red de comunicación inalámbrica y una carga útil máxima de los robots móviles 100.

45 Además del número de elementos 300 de la cadena, un criterio adicional para el tiempo hasta que un robot móvil desplegado 100 regrese a la base de mantenimiento 110 puede ser a qué intervalos se activa la operación de desplazamiento circular. Si la operación de desplazamiento circular se activa periódicamente después de cortos intervalos, los robots móviles 100 vuelven antes a la base de mantenimiento 110. Por tanto, al ajustar el intervalo de activación de la operación de desplazamiento circular, puede ser conseguido un retorno oportuno de los robots móviles 100 a la base de mantenimiento 110.

La base de mantenimiento 110 puede activar la operación de desplazamiento circular dentro del bucle de conexión en cadena 300 a intervalos periódicos. El intervalo periódico puede ser determinado de tal manera que los robots móviles 100 del bucle de conexión en cadena 300 sean desplazados a la base de mantenimiento 110 por operaciones de desplazamiento circular antes de alcanzar un estado operativo crítico. Se puede alcanzar un estado operativo crítico si un robot móvil 100 se queda sin energía o si el robot móvil 100 requiere mantenimiento periódico.

La operación de desplazamiento circular puede ser realizada en sentido horario o antihorario y puede ser decidida por la base de mantenimiento 110.

Además, o como alternativa, la operación de desplazamiento circular dentro del bucle de cadena en margarita 300 puede ser activada por uno de los robots móviles 100 del bucle de cadena en margarita 300. Un robot móvil 100 del bucle de cadena en margarita 300 puede detectar que un retorno a la base de mantenimiento 110 es necesario antes de lo planeado o calculado originalmente por la base de mantenimiento 110. La razón de esto puede ser, por ejemplo, que moverse por el terreno requiera más energía de la prevista a la salida de la base de mantenimiento 110. En este caso el robot móvil 100 puede informar a la base de mantenimiento 110 y la base de mantenimiento 110 puede instruir una operación de desplazamiento circular adicional o acortar el intervalo de tiempo entre las operaciones de desplazamiento circular y asegurar de este modo que el robot móvil 100 regresa a la base de mantenimiento 110 antes de que se alcance un estado de operación crítica. Como alternativa, un robot móvil 100 puede activar la operación de desplazamiento circular directamente haciendo contacto con los otros robots móviles 100 del bucle de conexión en cadena 300.

En una realización alternativa, los robots móviles 100 pueden realizar la operación de desplazamiento circular moviéndose permanentemente desde una posición geográfica presente 200 a otra posición geográfica 200 del bucle de cadena en margarita 300. Al realizar un movimiento lento, los robots móviles 100 pueden reducir el consumo de energía. Éste puede ser el caso si, por ejemplo, un robot móvil 100 no puede sobrevolar una posición geográfica 200 pero tiene que quedarse en movimiento para seguir elevado. La operación de desplazamiento circular puede ser realizada entonces mediante un movimiento lento permanente de los robots móviles 100 a lo largo del bucle de cadena en margarita 300.

Cuando se va a detener el aprovisionamiento de la cobertura de la red de comunicación inalámbrica, la base de mantenimiento 110 recupera todos los robots móviles desplegados 100. Un robot móvil 100 que recibe instrucciones de regresar a la base de mantenimiento 110 puede desconectar su estación de base de radio montada y de esta manera, cierra la subzona 130 de cobertura de radio relacionada antes de volver a la base de mantenimiento 110. La base de mantenimiento 110 puede instruir a los robots móviles 100 uno a uno para que regresen a la base de mantenimiento 110. Como alternativa, la base de mantenimiento 110 puede instruir las operaciones de desplazamiento circular sin alimentar a los nuevos robots móviles 100 en el bucle de cadena en margarita 300 y de esta manera lleva a todos los robots móviles 100 de vuelta a la base de mantenimiento 110. La base de mantenimiento 110 puede instruir también a los robots móviles 100 para que regresen a la base de mantenimiento 110 y los robots móviles 100 seleccionan por sí mismos un camino de retorno a lo largo del bucle de conexión en cadena 300. Esta desconexión controlada de la zona de cobertura de radio 140 evita atascos de robots móviles que regresan 100 a la base de mantenimiento 110.

La base de mantenimiento 110 puede decidir que se desconecten solo partes de la zona de cobertura de radio 140 y dejar el resto operativo. La base de mantenimiento 110 puede cambiar también entonces la asignación de robots móviles desplegados 100 a bucles de cadena en margarita 300.

Un equipo de usuario 120 que acampa en la zona de cobertura de radio 140 provisto por las estaciones de base de radio 150 montadas en los robots móviles 100 no reconoce si su accesorio de radio es hacia una estación de base de radio terrestre o hacia un robot móvil 100 montado en la estación de base de radio 150. El equipo de usuario 120 selecciona para la conexión la radio que emite con más fuerza.

Un equipo de usuario 120 puede realizar un cambio de conexión de radio cuando los robots móviles desplegados 100 son reorganizados o reemplazados, si el equipo de usuario 120 está instalándose en la zona de cobertura de radio 140 proporcionada por las estaciones de base de radio 150 montadas en los robots móviles 100. Cuando los robots móviles 100 se mueven a nuevas posiciones geográficas 200 debido a una operación de reorganización o desplazamiento circular, pueden continuar proporcionando su subzona 130 de cobertura de radio respectiva. Para un equipo de usuario 120 esto es visible debido a una intensidad de radio decreciente de la subzona de cobertura de radio 130 a la que está conectado el UE, ya que el robot móvil respectivo 100 se está moviendo hacia fuera. Al mismo tiempo, se está acercando un nuevo robot móvil 100 que hace que el equipo de usuario 120 detecte una nueva subzona de cobertura de radio 130 proporcionada por el nuevo robot móvil que se acerca 100. Al alcanzar un umbral de intensidad de radio inferior, el equipo de usuario 120 puede cambiar su accesorio de radio a la subzona de cobertura de radio 130 proporcionada por el robot móvil 100 que nuevamente se aproxima.

Para un equipo de usuario conectado a un circuito conmutado 120, el cambio del accesorio de radio puede causar que el equipo de usuario 120 realice un procedimiento de actualización de la situación. Para un equipo de usuario adjunto con conmutación de paquetes 120, el cambio del accesorio de radio puede causar que el equipo de usuario 120 realice un procedimiento de actualización de la zona de seguimiento o de ruta.

- Si un robot móvil 100 tiene que ser reemplazado, todas las llamadas en curso y/o sesiones de paquetes que actualmente son manejadas por la estación de base de radio 150 montada en el robot móvil 100 a ser reemplazado tienen que continuar, por tanto, transferidas a una nueva estación de base de radio 150 montada en un nuevo robot móvil 100. La base de mantenimiento 110 puede enviar una instrucción a un robot móvil 100 para transferir una administración de las llamadas en curso y/o sesiones de paquetes desde el robot móvil 100 a otro robot móvil.
- Un robot móvil 100 puede recibir una instrucción de la base de mantenimiento 110 para transferir la administración de las llamadas en curso y/o sesiones de paquetes. En una realización alternativa, el robot móvil 100 puede activar la transferencia de la administración de las llamadas en curso y/o de las sesiones de paquetes basada en la proximidad detectada de otro robot móvil 100. En este caso, la base de mantenimiento 110 puede haber instruido a un nuevo robot móvil 100 para que ocupe la posición geográfica 200 del robot móvil 100 a ser reemplazado. Cuando el robot móvil 100 que va a ser reemplazado detecta que un nuevo robot móvil 100 se aproxima a la posición geográfica 200 y se acerca a un umbral inferior, la transferencia es activada.
- En una realización alternativa, la transferencia de la administración de las llamadas en curso y/o de las sesiones de paquetes puede ser realizada debilitando la intensidad de radio de la zona de cobertura de radio proporcionada 140 o de la subzona 130 y al mismo tiempo aumentando la intensidad de radio de la zona de cobertura de radio 140 o de la subzona 130 proporcionada por el robot móvil adicional, causando que al menos un equipo de usuario 120 realice un cambio de un accesorio de radio y/o transferencia. En este escenario, un nuevo robot móvil 100 se acerca a la posición geográfica 200 del robot móvil 100 a ser reemplazado. Cuando ambos robots móviles 100 están cerca uno del otro, el robot móvil 100 a ser reemplazado comienza a debilitar la propia potencia de radio generada por la propia estación de base de radio 150. Al mismo tiempo, el nuevo robot móvil 100 comienza a aumentar la intensidad de la radio generada por su propia estación de base de radio 150. Esto causa que un equipo de usuario 120 conectado a estación de base de radio 150 debilitada se transfiera a la nueva estación de base de radio 150. La necesidad de esta transferencia es detectada y activada por la red de acceso de la red de comunicación inalámbrica y usa el bien conocido procedimiento para la transferencia.
- Para que un equipo de usuario 120 complete un procedimiento de transferencia correctamente, es importante que la transferencia sea iniciada oportunamente, de manera que la red de comunicación inalámbrica tenga tiempo suficiente para preparar la transferencia. El comando de transferencia puede ser transmitido al equipo de usuario 120 mientras todavía está bajo la cobertura de la subzona de cobertura de la fuente de radio 130. Para que el equipo de usuario 120 pueda sincronizarse con la subzona de cobertura de radio objeto 130 al ejecutar el comando de transferencia recibido, el equipo de usuario 120 debe estar bajo la cobertura de la subzona de cobertura de radio objeto 130.
- En el caso de la estación de base de radio 150 montada en robots móviles 100, la cobertura de la subzona de cobertura de radio fuente y destino 130 puede no estar disponible al mismo tiempo o solo estar disponible durante un corto tiempo. La transferencia debe ser preparada desde la red de comunicación inalámbrica en el momento adecuado. Además, es importante que la red de acceso de origen envíe el comando de transferencia a la instancia correcta. Estas decisiones pueden estar basadas en:
- La velocidad del robot móvil fuente 100, del robot móvil objeto 100 o de la velocidad relativa entre ambos
  - El camino del movimiento o la estimación prevista de éste, del robot móvil fuente 100, del robot móvil objeto 100, o de ambos
  - Las distancias entre el robot móvil fuente 100, el robot móvil objeto 100 y un equipo de usuario 120
  - La altitud del robot móvil fuente 100, del robot móvil objeto 100, o la relativa entre ellos
  - La situación del equipo de usuario 120, del robot móvil fuente 100 o del robot móvil objeto 100
  - La estimación de la cobertura del robot móvil fuente 100, del robot móvil objeto 100, o de ambos, por ejemplo, basada en los criterios anteriores
- Además, se pueden utilizar también informes de medición del equipo del usuario 120 para instruir que la transferencia es inminente. Basándose en los criterios enumerados anteriormente, la configuración del informe de medición del equipo de usuario 120 puede ser adaptada. En una realización particular, los umbrales de eventos de medición de transferencia, tal como el umbral A3 (los informes de medición pueden ser activados por un denominado evento A3: se ha encontrado que una celda vecina tiene una desviación mejor que la celda de servicio actual. Debe entenderse que hay múltiples eventos que pueden activar un informe de medición), TTT (tiempo hasta la activación) y CIO (desviación individual de la celda) pueden ser ajustados según los criterios anteriores. Por ejemplo, en el caso de alta velocidad relativa del robot móvil 100, el TTT del evento de medición de transferencia es bajo. Otro ejemplo es aplicar un umbral A3 bajo o CIO al robot móvil objeto 100 en este caso.
- En otra realización, el equipo de usuario 120 puede aplicar las medidas descritas anteriormente basándose en los criterios anteriores de manera autónoma. En particular, el equipo de usuario 120 puede escalar/ajustar los parámetros de medición de transferencia tales como TTT, A3, CIO de la subzona de cobertura de radio fuente u objeto 130, basándose en la velocidad relativa observada o estimada del robot móvil fuente 100 y el robot móvil objeto 100.

Además, se puede utilizar un informe de medición de transferencia recibido de un equipo de usuario 120 conectado al robot móvil fuente 100 que indica la cobertura de radio al robot móvil objeto 100, por ejemplo, en combinación con los criterios anteriores, para iniciar un "procedimiento de transferencia masiva" para transferir múltiples o todos los equipos de usuario 120 desde el robot móvil fuente 100 al robot móvil objeto 100. Esto puede acelerar el procedimiento de transferencia para todos los equipos de usuario involucrados 120.

Un robot móvil desplegado 100 puede enviar informes de estado operativo periódicamente o bajo demanda si el robot móvil 100 determina un estado operativo crítico. La base de mantenimiento 110 que recibe informes de estado operativo de los robots desplegados puede usar los informes de estado operativo para determinar si un robot móvil 100 está en un estado operativo crítico. La base de mantenimiento 110 puede realizar también cálculos para predecir si un robot móvil 100 puede alcanzar un estado operativo crítico antes de que regrese a la base de mantenimiento 110 mediante la operación de desplazamiento circular en el intervalo de activación actual para la operación de desplazamiento circular. Si la base de mantenimiento 110 determina un estado operativo crítico, puede instruir al robot móvil 100 para que regrese a la base de mantenimiento 110. Un estado operativo puede comprender al menos una de las necesidades de mantenimiento del robot móvil 100, y la necesidad de recarga/repostado del robot móvil 100.

Haciendo referencia a la Figura 4, esta Figura muestra una ilustración de una pluralidad de bucles en cadena, formando en conjunto una zona de cobertura móvil, según la invención.

En la Figura anterior, se mostraba un solo bucle de conexión en cadena 300 y los robots móviles 100 estaban asignados solo a este bucle de conexión en cadena 300. Éste puede ser un enfoque viable si la zona de cobertura de radio objeto 140 es bastante pequeña y/o tiene una forma simple. Si se debe cubrir una región más grande, puede que no sea posible asignar todos los robots móviles necesarios 100 a un solo bucle de cadena en margarita 300. Dicho bucle de cadena en margarita simple 300 se vuelve demasiado largo y los robots móviles 100 no pueden regresar a tiempo a la base de mantenimiento 110 para su mantenimiento.

En una realización alternativa, se puede usar una pluralidad de bucles de conexión en cadena 300. Por tanto, los robots móviles desplegados 100 pueden ser distribuidos a una pluralidad de diferentes bucles de cadena 300, en donde cada robot móvil desplegado 100 puede ser asignado de manera única a un solo bucle de conexión en cadena 300.

La Figura 4 muestra un escenario más complejo donde los robots móviles desplegados 100, situados en diversas posiciones geográficas 200, son asignados a cinco diferentes bucles en cadena 300 de la A a la E. Estos bucles en cadena 300 pueden tener una forma no circular y su forma puede ajustarse a las necesidades de la zona de cobertura de radio objeto 140. Por ejemplo, el objetivo puede ser conseguir la cobertura de radio sobre tierra mientras se excluyen el mar o zonas de aguas continentales. En este caso, la forma de un bucle de cadena en margarita 300 puede seguir la forma de la tierra. O la zona de cobertura debe cubrir calles o carreteras importantes que interconectan ciudades. En este caso, la forma de un bucle de cadena en margarita 300 puede seguir la dirección de la calle, o de varias calles.

Cada uno de esos cinco bucles en cadenas diferentes 300 de la A a la E sigue los principios del bucle de cadena en margarita sencilla 300 según se ha descrito en la Figura 3 anterior. Por tanto, un nuevo robot móvil 100 es alimentado a una cadena 300 en una operación de desplazamiento circular de la cadena 300, y el último robot móvil 100 de la cadena 300 regresa a la base de mantenimiento 110. La dirección de la operación de desplazamiento circular está indicada mediante flechas sólidas en la Figura. Ambas direcciones pueden ser usadas, también mezcladas. Por tanto, algunos bucles de cadena en margarita 300 pueden desplazarse hacia la derecha, otros pueden desplazarse hacia la izquierda dentro del bucle de cadena en margarita 300.

En esta realización, con una pluralidad de bucles de cadena en margarita 300, la base de mantenimiento 110 tiene que proporcionar permanentemente nuevos robots móviles 100 para alimentarlos en los cinco bucles de cadena en margarita 300 en operaciones de desplazamiento circular. Con este propósito, la base de mantenimiento 110 lanza continuamente nuevos robots móviles 100 en una pista de despliegue 400, indicada por las flechas punteadas que comienzan desde la base de mantenimiento 110. Esta pista de despliegue 400 puede ser considerada como un alimentador para los diferentes bucles del bucle de cadena en margarita 300. Un nuevo robot móvil 100 puede comenzar desde la base de mantenimiento 110 y moverse a lo largo de la pista de despliegue 400. La base de mantenimiento 110 decide e instruye a continuación a los robots móviles apropiados 100 en la pista de despliegue 400 cerca de las posiciones geográficas de entrada 200 en las diferentes bucles de conexión en cadena 300 que un robot móvil 100 deja la pista de despliegue 400 y entra en uno de los bucles de conexión en cadena 300.

Haciendo referencia a la Figura 5, esta Figura muestra una ilustración de un doble bucle de cadena en margarita, según la invención.

Las Figuras anteriores han mostrado una realización en la que los robots móviles 100 son desplegados en las posiciones geográficas 200. Después de ocupar las posiciones geográficas instruidas 200, los robots móviles 100 comienzan a proporcionar subzonas de cobertura de radio 130 que conforman toda la zona de cobertura de radio 140. En una operación de desplazamiento circular, un robot móvil 100 se mueve desde una posición geográfica 200 a la siguiente posición geográfica 200. En una realización previamente descrita, los robots móviles 100 continúan

proporcionando su subzona de cobertura de radio 130 mientras están siendo desplazados. Esto tiene la desventaja de que las subzonas 130 de cobertura de radio se están moviendo también alrededor del bucle de conexión de cadena en margarita 300.

5 En una realización alternativa, este inconveniente es eliminado manteniendo una subzona de cobertura de radio 130 siempre vinculada a una posición geográfica 200. Como consecuencia, los robots móviles 100 pueden tener que ser reconfigurados para ser usados en una nueva posición geográfica 200 mientras pasan de una posición geográfica anterior 200 a la nueva posición geográfica 200. En particular, las estaciones de base de radio 150 montadas en los robots móviles 100 tienen que estar sintonizadas para proporcionar la subzona de cobertura de radio 130 de esta nueva posición geográfica 200.

10 Dado que esta reconfiguración puede llevar algo de tiempo y puede implicar la descarga o el intercambio de información de configuración, esta realización alternativa usa un concepto de un bucle de cadena en margarita doble según se muestra en la Figura 5.

15 La Figura muestra cuatro posiciones geográficas 200 de la A a la D, en cada una de estas posiciones geográficas 200 se despliega un robot móvil 100 que proporciona la subzona de cobertura de radio 130 de las posiciones geográficas 200 de la A a la D. Las posiciones geográficas 200 de la A a la D son asignadas a un bucle de conexión en cadena 300 que encadena los robots móviles desplegados 100.

20 Entre las posiciones geográficas 200 A y B, B y C, y C y D, los robots móviles de repuesto 100 son situados en un bucle de cadena en margarita paralelo, en esta memoria llamado X, Y y Z. Estos móviles intermedios los robots 100 no generan ninguna subzona de cobertura de radio 130, pero sus estaciones de base de radio montadas 150 están inactivadas y se están reconfigurando mientras están situadas en esta posición intermedia.

25 En una operación de desplazamiento circular en un bucle de cadena en margarita previamente descrito 300, el robot móvil 100 A se mueve a las posiciones geográficas 200 B. Sin embargo, en una operación de desplazamiento circular realizada en este bucle de cadena en margarita doble, el robot móvil 100 A se mueve ahora a la posición intermedia X y queda inactivo para la reconfiguración. Al mismo tiempo, el robot móvil 100 X se mueve a las posiciones geográficas 200 B y comienza a generar la subzona de cobertura de radio 130 para esta posición geográfica 200, y así sucesivamente. Por tanto, todos los robots móviles activos 100 se mueven entre posiciones y realizan la reconfiguración. Todos los robots móviles 100 en posiciones intermedias se mueven a las posiciones geográficas 200 y son activados con su nueva configuración.

30 Por tanto, la mitad de los robots móviles 100 es pasiva y reconfigurable, mientras que la otra mitad es activa y proporciona una subzona de cobertura de radio 130. Ambas mitades pueden ser asignadas a dos bucles de cadena paralelos, también llamados bucle de cadena en margarita doble. Los dos bucles en cadena del bucle de cadena en margarita doble pueden realizar desplazamientos circulares en la misma dirección o pueden realizar también desplazamientos en direcciones opuestas. En la Figura 5, esto significa que, por ejemplo, los robots móviles 100 X, Y, Z asignados a un primer bucle de cadena en margarita se desplazan hacia la derecha, mientras que los robots móviles 100 A, B, C, D asignados a un segundo bucle de cadena en margarita se desplazan hacia la izquierda.

35 Haciendo referencia a la Figura 6, esta Figura muestra una ilustración de un reemplazo de un robot móvil que falla desde un búfer de despliegue, según la invención.

40 Puede suceder que un robot móvil desplegado 100 falle inesperadamente. Puede haber sido destruido por un desastre natural o por interacción humana o puede fallar debido a un mal funcionamiento del propio robot móvil 100 o de la estación de base de radio montada 150. En este caso, el aprovisionamiento de la subzona de cobertura de radio 130 del robot móvil que ha fallado 600 se termina repentinamente. Para mantener el objetivo de la zona de cobertura de radio 140, el robot móvil que ha fallado 600 debe ser reemplazado lo antes posible.

45 La Figura 6 muestra una realización en la que un robot móvil que ha fallado 600 es reemplazado con un retraso mínimo. Cinco robots móviles 100 están desplegados en cinco posiciones geográficas 200 y esta cifra supone que el robot móvil del medio 600 ha fallado. Los cinco robots móviles 100 están asignados al bucle de cadena en margarita 300.

50 La base de mantenimiento 110 determina el fallo del robot móvil central 600. La base de mantenimiento 110 puede determinar el fallo si no se reciben informes periódicos del estado de un robot móvil 100 a tiempo, mediante la supervisión de un mensaje de estar activo o mediante un sondeo periódico del estado de los robots móviles 100. Dependiendo del tipo de fallo, el robot móvil fallado 600 pueden incluso enviar una indicación de fallo a la base de mantenimiento 110 antes de dejar de operar.

55 Habiendo determinado el fallo del robot móvil central 600, la base de mantenimiento 110 instruye a los robots móviles 100 del bucle de cadena en margarita 300, que están situados en el bucle de cadena en margarita 300 antes que al robot móvil 600 que falla, para realizar una operación de desplazamiento circular. Esta operación de desplazamiento circular hace que el robot móvil 100 A próximo al robot móvil que ha fallado 600 ocupe la posición geográfica 200 del robot móvil que ha fallado 600. Se puede suponer que el robot móvil 100 A está situado cerca del robot móvil que ha fallado 600, y por tanto puede ocupar su puesto rápidamente.

Después de realizar esta operación de desplazamiento circular parcial, deja la primera posición geográfica 200 del bucle de cadena en margarita 300 vacante y se necesita desplegar un nuevo robot móvil 100 desde la base de mantenimiento 110. En esta realización, la base de mantenimiento 110 realiza un búfer de despliegue 610 de robots móviles 100. Por tanto, la base de mantenimiento 110 ha lanzado al menos un robot móvil de repuesto 100, que está esperando entonces su despliegue inmediato en una posición de espera situada centralmente. Para los robots móviles voladores, esto puede hacerse dejando que el robot móvil 100 circule sobre la base de mantenimiento 110 (o cualquier otra posición central) para estar disponible para su despliegue inmediato en caso de fallo. Si un robot móvil 100 es retirado del búfer de despliegue 610 y es desplegado en un bucle de conexión en cadena 300, la base de mantenimiento 110 lanza un nuevo robot móvil 100 para volver a llenar el búfer de despliegue 610. Las estaciones de base de radio 150 montadas en robots móviles 100 en el búfer de implementación están todavía inactivas y son configuradas y activadas durante el despliegue.

Si una posición geográfica 200 de un robot móvil que ha fallado 600 no está demasiado lejos, puede ser posible alternativamente reemplazar el robot móvil que ha fallado 600 directamente con un nuevo robot móvil 100 del búfer de despliegue 610. En este caso, el robot móvil de reemplazo 100 puede ser configurado para la subzona de cobertura de radio que ha fallado 130 en esta posición geográfica 200 mientras se mueve a la posición geográfica de despliegue 200.

Los robots móviles 100 pueden circular en el búfer de despliegue 610 durante algún tiempo y a continuación regresar a la base de mantenimiento 110 para recargar/repostar. La base de mantenimiento 110 puede usar también el búfer de despliegue 610 como una pista de despliegue 400 según se describe en la Figura 4. Sin embargo, la base de mantenimiento 110 tiene que asegurarse de que el búfer de despliegue 610 esté siempre bien lleno de robots móviles "nuevos" 100 que puedan ser utilizados inmediatamente para reemplazar los robots móviles que han fallado 600.

Haciendo referencia a la Figura 7, esta Figura muestra un primer diagrama de flujo de un robot móvil, según la invención. Este flujo describe un ciclo de despliegue, aprovisionamiento y retorno de un robot móvil 100.

El robot móvil 100 puede recibir en el paso 700 una instrucción para ocupar una posición geográfica 200. Esta instrucción puede ser recibida desde la base de mantenimiento 110 y el robot móvil 100 que recibe esta instrucción puede estar situado en o cerca de la base de mantenimiento 110. Éste puede ser un despliegue inicial de este robot móvil 100, o el robot móvil 100 puede haber regresado a la base de mantenimiento 110 antes y es devuelto nuevamente para ser desplegado después del repostado/recarga y mantenimiento regular.

En el paso 710, el robot móvil 100 puede ocupar la posición geográfica indicada 200. El robot móvil 100 puede ocupar la posición geográfica indicada 200 moviéndose directamente desde la base de mantenimiento 110 a la posición geográfica indicada 200. Alternativamente, el robot móvil 100 puede ocupar la posición geográfica indicada 200 moviéndose a lo largo de un camino del bucle de cadena en margarita 300 comenzando desde la base de mantenimiento 110. Como alternativa, el robot móvil 100 puede ocupar la posición geográfica indicada 200 moviéndose a lo largo de un camino dado, en donde el camino puede ser instruido por la base de mantenimiento 110. Cuando ha alcanzado la posición geográfica indicada 200, el robot móvil 100 puede sobrevolar esta posición geográfica indicada 200, aterrizar en el suelo o en una posición expuesta, rodear esta posición geográfica indicada 200 o simplemente permanecer allí dependiendo del tipo de robot móvil 100.

En el paso 720, el robot móvil 100 puede proporcionar una subzona de cobertura de radio 130 en la posición geográfica 200. La pluralidad de todas las subzonas de cobertura de radio proporcionadas 130 conforman toda la zona de cobertura de radio 140. El robot móvil 100 usa la estación de base de radio montada 150 para aprovisionar la subzona de cobertura de radio 130.

En el siguiente paso, el robot móvil 100 espera instrucciones adicionales, por ejemplo, de la base de mantenimiento 110. Si la instrucción adicional es un comando para volver a la base de mantenimiento 110, el paso 760 es ejecutado. Si la instrucción adicional es un comando para moverse a una posición geográfica nuevamente indicada 200, el paso 740 es ejecutado.

El paso 740 es ejecutado si el robot móvil 100 recibe una instrucción para moverse a una nueva posición geográfica 200. En este paso, el robot móvil 100 puede continuar proporcionando la subzona de cobertura de radio 130 mientras se mueve en el paso 750 a la posición geográfica 200 nuevamente indicada. El flujo a continuación vuelve atrás y el robot móvil 100 continúa en el paso 730 esperando nuevas instrucciones. Este flujo muestra una realización en la que el robot móvil 100 continúa proporcionando la subzona de cobertura de radio 130 mientras se mueve a la nueva posición geográfica 200. Se han descrito anteriormente realizaciones alternativas donde el robot móvil 100 deja de proporcionar la subzona de cobertura de radio 130, reconfigura y proporciona otra subzona de cobertura de radio 130 en la posición geográfica objeto 200.

El paso 760 es ejecutado si el robot móvil 100 recibe una instrucción para regresar a la base de mantenimiento 110. En este caso, el robot móvil 100 se detiene para proporcionar la subzona de cobertura de radio 130 y regresa en el paso 770 a la base de mantenimiento 110. Entonces el flujo termina. Como alternativa, el robot móvil 100 puede ser instruido para que regrese a algún otro punto de recogida donde son reunidos los robots móviles 100.

Haciendo referencia a la Figura 8, esta Figura muestra un segundo diagrama de flujo de un robot móvil, según la invención. Este flujo describe el retorno de un robot móvil 100 en un estado operativo crítico.

5 El flujo comienza cuando en el paso 800 el robot móvil 100 determina su propio estado operativo. El robot móvil 100 puede determinar su propio estado operativo a intervalos periódicos. Como alternativa o además, el robot móvil 100 puede determinar su propio estado operativo siguiendo las instrucciones de la base de mantenimiento 110. Como alternativa o además, el robot móvil 100 puede determinar su propio estado operativo en caso de que el robot móvil 100 detecte algún mal funcionamiento.

10 En el paso 810, el robot móvil 100 analiza el propio estado operativo y determina si el propio estado operativo es crítico. Un estado operativo crítico puede ser, por ejemplo, si el robot móvil 100 detecta una necesidad urgente de mantenimiento o si se requiere recarga/repostado. Si no se detecta un estado operativo crítico, el flujo puede terminar inmediatamente. Alternativamente o además, el robot móvil 100 puede enviar a intervalos periódicos informes del estado operativo a la base de mantenimiento 110. Esos informes periódicos del estado operativo pueden instruir también a la base de mantenimiento 110 de que el robot móvil 100 está funcionando bien y no se han detectado fallos. Por tanto, incluso si no se ha detectado un estado operativo crítico, el robot móvil 100 puede enviar informes del estado operativo a la base de mantenimiento 110 si se debe enviar un informe del estado operativo periódico.

15 Si el robot móvil 100 detecta un estado operativo crítico, el robot móvil 100 envía inmediatamente en el paso 820 un informe del estado a la base de mantenimiento 110 que comprende el estado operativo del robot móvil 100. El estado operativo puede comprender una necesidad de mantenimiento del robot móvil 100, y/o una necesidad de recarga/repostado del robot móvil 100.

20 Activado por este informe de estado, el robot móvil 100 puede recibir una instrucción para transferir la administración de las llamadas en curso y/o sesiones de paquetes. En este caso, el robot móvil 100 transfiere la administración de las llamadas en curso y/o sesiones de paquetes de la estación de base de radio montada 150 a otro robot móvil 100. El robot móvil 100 todavía tiene que esperar con la transferencia hasta que llega otro robot móvil 100.

25 En el paso 840, el robot móvil 100 detecta la proximidad de un robot móvil adicional 100. La base de mantenimiento 110 puede haber instruido a este robot móvil adicional 100 para que se mueva a la posición geográfica 200 del robot móvil 100.

30 En el paso 850, la administración de las llamadas en curso y/o sesiones de paquetes es transferida al robot móvil adicional 100. Como alternativa, el robot móvil 100 puede informar de la detección de la proximidad de un robot móvil adicional 100 a la base de mantenimiento 110 y, como respuesta, la base de mantenimiento 110 puede instruir al robot móvil 100 para que transfiera la administración de las llamadas en curso y/o sesiones de paquetes al otro robot móvil 100.

En el paso 860, el robot móvil 100 deja de proporcionar la subzona de cobertura de radio 130, por ejemplo desconectando la estación de base de radio montada 150.

35 En el paso 870, el robot móvil 100 vuelve a la base de mantenimiento 110. Como alternativa, el robot móvil 100 puede ser instruido para que regrese a algún otro punto de recogida donde son reunidos los robots móviles 100. Entonces el flujo termina.

Haciendo referencia a la Figura 9, esta Figura muestra un primer diagrama de flujo en una base de mantenimiento, según la invención. Este flujo describe un ciclo completo de aprovisionamiento de cobertura de radio.

40 El flujo comienza en el paso 900 con la determinación de una zona de cobertura de radio 140 a ser proporcionada por las estaciones de base de radio 150 montadas en los robots móviles 100. La zona de cobertura de radio objeto 140 puede haber sido suministrada por un centro de operación y mantenimiento de la red de comunicación inalámbrica.

45 La base de mantenimiento 110 puede operar de manera independiente o puede estar conectada o asociada con, por ejemplo, un centro de operación y mantenimiento de la red de comunicación inalámbrica. En este caso, la base de mantenimiento 110 puede recibir entradas de la red de comunicación inalámbrica en la zona de cobertura de radio objeto 140, por ejemplo, un alcance de cobertura, una forma de cobertura o una demanda de capacidad en posiciones geográficas específicas. La base de mantenimiento 110 puede informar también a la red de comunicación inalámbrica sobre el estado de la zona de cobertura de radio proporcionada 140.

50 Después de determinar la zona de cobertura de radio objeto 140, la base de mantenimiento 110 determina en el paso 910 la posición geográfica 200 adecuada para proporcionar la zona de cobertura de radio objeto 140. La zona de cobertura de radio objeto 140 está compuesta por una pluralidad de subzonas de cobertura de radio 130 proporcionadas por las estaciones de base de radio 150 montadas en robots móviles 100. Por tanto, la base de mantenimiento 110 determina la posición geográfica 200 de manera que si los robots móviles 100 son situados en ella, la pluralidad de subzonas de cobertura de radio 130 constituyen la zona de cobertura de radio objeto 140. Para la determinación, la base de mantenimiento 110 puede considerar las capacidades de los robots móviles 100 y sus estaciones de base de radio montadas 150. Algunos robots móviles 100 pueden tener una estación de base de radio

55

150 más fuerte montada, que puede generar subzonas de cobertura de radio más grandes 130, o subzonas de cobertura de radio de forma específica 130, o incluso subzonas de cobertura de radio múltiple 130 de menor tamaño.

5 En el paso 920, la base de mantenimiento 110 despliega robots móviles 100 en la posición geográfica determinada 200 adecuada para proporcionar la zona de cobertura de radio objeto 140. La base de mantenimiento 110 puede causar este despliegue de robots móviles 100 instruyendo a cada robot móvil 100 para que ocupe una posición geográfica instruida 200.

10 En el paso 930, la base de mantenimiento 110 determina un bucle de conexión en cadena 300 de robots móviles desplegados 100 y la base de mantenimiento 110. El bucle de conexión en cadena 300 comprende robots móviles desplegados 100, en donde la base de mantenimiento 110 es asignada al bucle de conexión en cadena 300 como elemento de entrada/salida.

15 Se puede determinar el número de elementos 300 de la cadena teniendo en cuenta la movilidad de los robots móviles 100. La movilidad de los robots móviles 100 puede estar relacionada al menos con uno de, una velocidad de movimiento, un alcance, un intervalo de mantenimiento regular y un intervalo de recarga/repostado. El número de elementos 300 del bucle de cadena en margarita puede estar relacionado también al menos con uno de: un tamaño de la zona de cobertura de radio 140 generada por las estaciones de base de radio 150 montadas en robots móviles 100, una forma de la zona de cobertura de la red de comunicación inalámbrica, una capacidad de la zona de cobertura de la red de comunicación inalámbrica y una carga útil máxima de los robots móviles 100.

Como alternativa, el paso 930 puede ser ejecutado antes que el paso 920, por lo que primero se determina el bucle de conexión en cadena 300 y a continuación es realizado el despliegue de los robots móviles 100.

20 La base de mantenimiento 110 puede determinar además múltiples bucles de conexión de cadena en margarita 300, todos ellos con la base de mantenimiento 110 asignada como un elemento de entrada/salida.

25 En el paso 940, la base de mantenimiento 110 determina un intervalo de activación para una operación de desplazamiento circular dentro del bucle de cadena en margarita 300. Además del número de elementos del bucle de cadena en margarita 300, otro criterio para el tiempo hasta que regrese un robot móvil desplegado 100 a la base de mantenimiento 110 puede consistir en qué intervalo es activada la operación de desplazamiento circular. Si la operación de desplazamiento circular es activada a intervalos cortos, los robots móviles 100 vuelven antes a la base de mantenimiento 110. Por tanto, ajustando el intervalo de activación de la operación de desplazamiento circular puede ser conseguido un retorno oportuno de los robots móviles 100.

30 En el paso 950, es activada una operación de desplazamiento circular dentro del bucle de conexión en cadena 300, basándose en el intervalo de activación periódico determinado. Para ello, la base de mantenimiento 110 instruye a cada robot móvil 100 del bucle de conexión en cadena 300 para que se mueva a una nueva posición geográfica 200. Esta instrucción puede ser enviada a todos los robots móviles 100 del bucle de conexión de cadena en margarita 300 al mismo tiempo o puede comenzar por el último robot móvil 100 del bucle de conexión de cadena en margarita 300 primero. Por tanto, el último robot móvil 100 es instruido para que regrese a la base de mantenimiento 110. El último robot móvil 100 es instruido para que se mueva a la última posición ahora vacante del bucle de conexión de cadena en margarita 300. Este desplazamiento es continuado hasta que el primer robot móvil 100 se mueve a la segunda posición, dejando la primera posición vacante. La base de mantenimiento 110 instruye finalmente a un nuevo robot móvil 100 para que ocupe la primera posición vacante del bucle de cadena en margarita 300.

40 En el paso 960, la base de mantenimiento 110 verifica si debe ser detenido el aprovisionamiento de la zona de cobertura de radio 140. Si éste no es el caso, el flujo vuelve al paso 950. La provisión de la zona de cobertura de radio 140 puede ser detenida basándose en las instrucciones de un centro de operación y mantenimiento, o puede ser detenida por la base de mantenimiento 110 basándose en el tiempo de uso, hora objeto del día, información de uso, falta de robots móviles que funcionan 100 u otras razones. El aprovisionamiento de la zona de cobertura de radio 140 puede ser detenido también solo en parte.

45 Si el aprovisionamiento de la zona de cobertura de radio 140 debe ser detenido en el paso 970, la base de mantenimiento 110 vuelve a llamar a los robots móviles desplegados 100 para que regresen a la base de mantenimiento 110 o para regresar a algún otro punto de reunión donde son incorporados los robots móviles 100. Entonces el flujo termina.

50 Haciendo referencia a la Figura 10, esta Figura muestra un segundo diagrama de flujo de una base de mantenimiento, según la invención. Este flujo describe el manejo de informes de estado y el mantenimiento de la zona de cobertura de radio objeto 140.

55 En el paso 1000, la base de mantenimiento 110 recibe un informe de estado de un robot móvil desplegado 100. La base de mantenimiento 110 puede recibir informes de estado periódicos de robots móviles desplegados 100, o la base de mantenimiento 110 puede recibir informes de estado de robots móviles desplegados 100 que tienen determinado estado operativo crítico.

En el paso 1010, la base de mantenimiento 110 determina el estado operativo del robot móvil desplegado 100 que envía el informe de estado. El estado operativo puede comprender información tal como una necesidad de mantenimiento del robot móvil 100, o una necesidad de recarga/repostado del robot móvil 100.

5 En el paso 1020, la base de mantenimiento 110 determina si el robot móvil 100 está en un estado operativo crítico. Un estado operativo crítico puede ser, por ejemplo, que el robot móvil 100 detecta una necesidad urgente de mantenimiento o que se requiere recarga/repostado. Si la base de mantenimiento 110 no determina un estado operativo crítico del robot móvil emisor 100, el flujo termina inmediatamente. Alternativamente, la base de mantenimiento 110 puede registrar el contenido del informe de estado con fines estadísticos y/o de optimización del rendimiento.

10 Si la base de mantenimiento 110 determina que el estado operativo del robot móvil emisor 100 es crítico, se realiza el paso 1030. En este paso, la base de mantenimiento 110 instruye al robot móvil 100 que regrese a la base de mantenimiento 110. Sin embargo, el estado operativo del robot móvil emisor 100 puede ser muy crítico y el robot móvil 100 ya no puede volver a la base de mantenimiento 110.

15 En el siguiente paso 1040, la base de mantenimiento 110 reorganiza el despliegue de los robots móviles 100 en las posiciones geográficas 200. La base de mantenimiento 110 puede realizar esta reorganización instruyendo a los robots móviles desplegados restantes 100 para que realicen una operación de desplazamiento circular dentro del bucle de cadena en margarita 300. La base de mantenimiento 110 puede instruir también solo a una parte de los robots móviles desplegados 100 para que realicen una operación de desplazamiento circular (operación de desplazamiento parcialmente circular) y que de esta manera cierren una posición vacante dentro del bucle de cadena en margarita 300.

En el paso 1050, la base de mantenimiento 110 despliega un robot móvil adicional 100 en una posición geográfica vacante 200. Como alternativa, el paso 1050 puede ser ejecutado sin una reorganización previa en el paso 1040. Entonces el flujo termina.

25 Haciendo referencia a la Figura 11, esta Figura muestra un diagrama de bloques que ilustra un robot móvil, según la invención. La entidad ilustrada puede corresponder al robot móvil 100. El robot móvil 100 puede estar adaptado para realizar uno o más pasos del método descrito anteriormente mostrado en la Figura 7 o en la Figura 8.

El robot móvil 100 puede comprender varias unidades funcionales, que se describen con más detalle a continuación y que están adaptadas para realizar los pasos del método respectivos.

30 Una unidad de procesamiento 1100 del robot móvil 100 puede estar adaptada para procesar instrucciones recibidas de una base de mantenimiento 110, para determinar que un estado operativo propio es crítico, para determinar la condición de que se requiere un retorno a la base de mantenimiento 110, para iniciar la transferencia de llamadas y/o sesiones de paquetes en curso de la estación de base de radio 150 del robot móvil 100 a otro robot móvil, o para controlar la estación de base de radio montada 150. En una implementación práctica, la unidad de procesamiento 1100 puede ser un procesador que se ocupa de todas las funciones anteriores o también puede estar repartida entre 35 más de un procesador, en donde las funciones están distribuidas en los procesadores disponibles.

40 El robot móvil 100 puede comprender además una unidad de envío 1102 y una unidad de recepción 1104 por medio de las que el robot móvil 100 puede comunicarse con otras entidades de la red de comunicación inalámbrica, tales como la red de acceso por radio de la red de comunicación inalámbrica, la base de mantenimiento 110 u otros robots móviles 100. La unidad de envío 1102 puede enviar mensajes de señalización compuestos por la unidad de procesamiento 1100. La unidad de recepción 1104 puede recibir mensajes de señalización que se originan desde una red de acceso por radio de la red de comunicación inalámbrica, la base de mantenimiento 110 u otros robots móviles 100, y envían los mensajes de señalización recibidos a la unidad de procesamiento 1100 para su procesamiento. El robot móvil 100 puede comprender más de una unidad de envío y de unidad de recepción por capacidad de señalización y razones de redundancia.

45 El robot móvil 100 puede comprender también una o varias estaciones de base de radio 150 montadas. Se usa una estación de base de radio 150 para generar una subzona de cobertura de radio 130. La estación de base de radio 150 es usada dentro de la red de acceso de radio de la red de comunicación inalámbrica. La estación de base de radio 150 hace de interfaz con la unidad de procesamiento 1100 para recibir instrucciones, por ejemplo para la reconfiguración, el inicio de la transferencia, el debilitamiento de la intensidad de la radio o la desconexión.

50 El robot móvil 100 puede comprender también una unidad de almacenamiento 1108 relacionada con operaciones para proporcionar cobertura con una red de comunicación inalámbrica. La unidad de almacenamiento 1108 puede comprender varios tipos de memoria tales como memoria volátil, memoria no volátil, unidades de disco duro, unidades de estado sólido, una interfaz de red a una base de datos o un centro de datos, tarjetas digitales seguras o hardware como tarjetas inteligentes, chips no reversibles, chips de seguridad, módulos de seguridad o dispositivos de módulos 55 de plataforma fiables. La unidad de almacenamiento 1108 puede ser usada por la unidad de procesamiento 1100 para almacenar información, por ejemplo, código de programa.

- 5 El robot móvil 100 puede comprender además una unidad de posicionamiento 1110 para la determinación de la posición en curso. Ésta puede ser, por ejemplo, un receptor del Sistema de Posicionamiento Global (GPS) que utiliza satélites para el posicionamiento. La unidad de procesamiento 1100 puede usar la información de posicionamiento para comparar la posición en curso con una posición objeto instruida y usar el resultado para dirigir el controlador de movimiento 1116. La unidad de procesamiento 1100 puede usar la información de posicionamiento para mantener una posición geográfica en curso 200.
- 10 El robot móvil 100 puede comprender además una unidad de determinación del estado operativo 1112 para determinar el propio estado operativo. La unidad de determinación del estado operativo 1112 puede comprender, por ejemplo, sensores para medir la cantidad de combustible de repuesto o la energía de repuesto de la batería. La unidad de determinación del estado operativo 1112 puede tener además temporizadores o contadores de uso para determinar si se requiere mantenimiento periódico y cuándo. La información proporcionada por la unidad de determinación del estado operativo 1112 puede ser usada por la unidad de procesamiento 1100 para determinar un estado operativo crítico.
- 15 El robot móvil 100 puede comprender además un controlador de transferencia 1114 para controlar una entrega de transferencia de la administración de llamadas y/o sesiones de paquetes en curso de la estación de base de radio 150 del robot móvil 100 a otro robot móvil. El controlador de transferencia 1114 hace esta operación interactuando con la estación de base de radio 150 montada.
- 20 El robot móvil 100 puede comprender además un controlador de movimiento 1116 para controlar el movimiento del robot móvil 100. El robot móvil recibe información de posicionamiento de la unidad de posicionamiento 1110 en la posición en curso y recibe de la unidad de procesamiento 1100 información sobre una posición objeto. El controlador de movimiento 1116 dirige entonces los motores 1118 del robot móvil 100 de manera que alcanza una posición objeto. El controlador de movimiento 1116 puede controlar también el equilibrio y la dirección del robot móvil 100 como tal y de este modo garantizar una subzona de cobertura de radio estable 130 en tierra.
- 25 El robot móvil 100 puede comprender además motores 1118 para el movimiento y el equilibrio del robot móvil 100 y/o para mantener una posición geográfica dada 200.
- El robot móvil 100 puede comprender además un módulo de suministro de energía 1120 usado para producir la energía eléctrica necesaria para el funcionamiento del robot móvil 100 y de la estación de base de radio 150. Este módulo de suministro de energía 1120 puede comprender además baterías, un generador y combustible de repuesto.
- 30 Haciendo referencia a la Figura 12, esta Figura muestra un diagrama de bloques que ilustra una base de mantenimiento, según la invención. La entidad ilustrada puede corresponder a la base de mantenimiento 110. La base de mantenimiento 110 puede estar adaptada para realizar uno o más pasos del método descrito anteriormente mostrado en la Figura 9 o en la Figura 10.
- La base de mantenimiento 110 puede comprender varias unidades funcionales, que se describen con más detalle a continuación y que están adaptadas para realizar los pasos del método respectivo.
- 35 Una unidad de procesamiento 1200 de la base de mantenimiento 110 puede estar adaptada para procesar informes de estado recibidos de robots móviles 100, para determinar un estado operativo crítico de un robot móvil 100, para activar una operación de desplazamiento circular dentro de un bucle de cadena en margarita 300, para determinar las posiciones geográficas 200 para los robots móviles 100, para instruir a los robots móviles 100 para que ocupen posiciones geográficas 200, para instruir a un robot móvil 100 para que regrese a la base de mantenimiento 110, para desplegar un robot móvil adicional 100 en una posición geográfica vacante, para que reorganice el despliegue de robots móviles 100 en las posiciones geográficas 200, o para determinar un bucle de cadena en margarita 300 de robots móviles desplegados 100 y la base de mantenimiento 110. En una implementación práctica, la unidad de procesamiento 1200 puede ser un procesador que se encarga de todas las funciones anteriores o también se pueden repartir en más de un procesador, en donde las funciones son distribuidas entre los procesadores disponibles.
- 40
- 45 La base de mantenimiento 110 puede comprender además una unidad de envío 1202 y una unidad de recepción 1204 por medio de la que la base de mantenimiento 110 puede comunicarse con los robots móviles 100. La unidad de envío 1202 puede enviar mensajes de señalización compuestos por la unidad de procesamiento 1200. La unidad receptora 1204 puede recibir mensajes de señalización de otros robots móviles 100 y enviar los mensajes de señalización recibidos a la unidad de procesamiento 1200 para su procesamiento. La base de mantenimiento 110 puede comprender más de una unidad de envío y una unidad de recepción por capacidad de señalización y razones de redundancia.
- 50
- 55 La base de mantenimiento 110 puede comprender además una interfaz de red de comunicación inalámbrica 1206 para conectar las estaciones de base de radio 150 montadas en robots móviles 100 a la red de acceso de la red de comunicación inalámbrica. Esta interfaz es usada para llamadas y sesiones en curso en las estaciones de base de radio montadas 150 y para realizar la transferencia del equipo de usuario 120 entre estaciones de base de radio montadas 150 y entre estaciones de base de radio de tierra y estaciones de base de radio montadas 150. La base de mantenimiento 110 puede comprender más de una interfaz de red de comunicación inalámbrica 1206 por capacidad de señalización y razones de redundancia.

- 5 La base de mantenimiento 110 puede comprender además una unidad de almacenamiento 1208 relacionada con operaciones para proporcionar cobertura con una red de comunicación inalámbrica. La unidad de almacenamiento 1208 puede comprender varios tipos de memoria, tales como una memoria volátil, memoria no volátil, unidades de disco duro, unidades de estado sólido, una interfaz de red a una base de datos o centro de datos, tarjetas digitales seguras o hardware como tarjetas inteligentes, chips no reversibles, chips de seguridad, módulos de seguridad o dispositivos de módulos de plataforma fiables. La unidad de almacenamiento 1208 puede ser utilizada por la unidad de procesamiento 1200 para almacenar información, por ejemplo, códigos de programa.
- 10 La base de mantenimiento 110 puede comprender además una unidad de determinación del estado operativo 1210 para la determinación del estado de los robots móviles 100. La unidad de determinación del estado operativo 1210 puede recibir un informe de estado de los robots móviles 100. La unidad de determinación del estado operativo 1210 puede consultar también un estado de un robot móvil 100. La información del estado recibida puede ser almacenada/registrada con fines estadísticos o de optimización. La unidad de procesamiento 1200 puede determinar un estado operativo crítico de un robot móvil 100 con la ayuda de la unidad de determinación de estado operativo 1210.
- 15 La base de mantenimiento 110 puede comprender además una unidad de determinación del bucle de conexión en cadena 1212 para la determinación de uno o varios bucles de conexión en cadena 300. La unidad de determinación del bucle de conexión en cadena 1212 asigna robots móviles desplegados 100 a bucles de conexión en cadena 300. El número de robots móviles 100 determina el tiempo hasta que un robot móvil 100 puede regresar a la base de mantenimiento 110 para su mantenimiento, considerando, por ejemplo, la movilidad de los robots móviles 100. La movilidad puede estar relacionada con una velocidad de movimiento, un alcance, un intervalo de mantenimiento regular y una recarga/intervalo de repostado de los robots móviles 100. Además, puede considerarse un tamaño de la zona de cobertura de radio 140 generada por las estaciones de base de radio 150 montadas en robots móviles 100, una forma de la zona de cobertura de la red de comunicación inalámbrica, una capacidad de la zona de cobertura de la red de comunicación inalámbrica, o una carga útil máxima de los robots móviles 100.
- 20 La base de mantenimiento 110 puede comprender además una unidad de determinación de la posición geográfica 1214 para la determinación de las posiciones geográficas 200 para los robots móviles desplegados 100 para generar la zona de cobertura de radio objeto 140. La unidad de determinación de la posición geográfica 1214 determina las posiciones geográficas 200 adecuadas para proporcionar la zona de cobertura de radio objeto 140.
- 25 La base de mantenimiento 110 puede comprender además una unidad de determinación del intervalo de activación de la operación de desplazamiento circular 1216, para la determinación del intervalo de activación de la operación de desplazamiento circular periódico. Las operaciones de desplazamiento circular dentro de un bucle de cadena en margarita 300 son activadas a intervalos periódicos, y el intervalo es determinado de tal manera que los robots móviles 100 regresan a la base de mantenimiento 110 mediante operaciones de desplazamiento circular dentro del circuito de cadena 300, antes de que los robots móviles 100 alcancen un estado operativo crítico.
- 30 La base de mantenimiento 110 puede comprender además robots móviles de repuesto 1218 para reemplazar el robot móvil que ha fallado 600 o para llenar la posición geográfica vacante 200 en los bucles de conexión en cadena 300. Esta unidad 1218 puede comprender además repuestos para robots móviles 100 necesarios para reparar los robots móviles 100 y/o para trabajos de mantenimiento periódico.
- 35 La base de mantenimiento 110 puede comprender además el almacenamiento de energía/combustible 1220 para recargar/repostar los robots móviles 100 que regresan a la base de mantenimiento 110 con propósitos de mantenimiento periódico. Este módulo puede comprender un tanque de combustible, baterías, generador de energía y/o una conexión a la red pública de electricidad.
- 40 Según otra realización, se proporciona un programa informático. El programa informático puede ser ejecutado por las unidades de procesamiento 1100 y/o 1200 de las entidades mencionadas anteriormente 100 y/o 110 respectivamente, de manera que un método para proporcionar cobertura con una red de comunicación inalámbrica según se ha descrito anteriormente haciendo referencia a las Figuras 7 a 10 puede ser realizado o controlado. En particular, se puede causar que las entidades 100 y/o 110 operen según el método descrito anteriormente ejecutando el programa informático.
- 45 El programa informático puede ser incorporado como código de ordenador, por ejemplo, de un producto de programa informático. El producto del programa informático puede ser almacenado en un medio legible por ordenador, por ejemplo, un disco o la unidad de almacenamiento 1108 y/o 1208 de las entidades 100 y/o 110 o puede ser configurado como información descargable.
- 50 Una o más realizaciones como las descritas anteriormente pueden permitir al menos uno de los efectos técnicos siguientes:
- 55 Proporcionar cobertura con una red de comunicación móvil con estaciones de base montadas en robots móviles
- Despliegue económico de los robots móviles

Ampliar la cobertura de la red rápidamente donde sea necesario y/o cuando sea necesario

Ampliar la capacidad de la red rápidamente donde sea necesario y/o cuando sea necesario

Cobertura económica en lugares remotos o distantes

Retirada rápida de la ampliación de la cobertura/capacidad

5 Reemplazo rápido en caso de fallo inesperado del robot móvil

Realizar el mantenimiento regular de los robots móviles desplegados sin ninguna degradación del alcance y/o capacidad de la cobertura de radio

Informes de medición ajustados del equipo de usuario para la transferencia segura y exitosa entre dos subzonas de cobertura de radio

10 Modificaciones y otras realizaciones de la invención descrita se le ocurrirán a un experto en la materia que tenga el beneficio de las enseñanzas presentadas en las descripciones anteriores y los dibujos asociados. Por tanto, debe entenderse que las realizaciones no deben limitarse a las realizaciones específicas descritas y que las modificaciones y otras realizaciones están destinadas a ser incluidas dentro del alcance de esta descripción. Aunque en esta memoria pueden emplearse expresiones específicas, se usan solamente en un sentido genérico y descriptivo y no con fines limitadores.

15

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para mantener una zona de cobertura de radio de una red de comunicación inalámbrica, en donde una pluralidad de robots móviles (100) proporcionan la zona de cobertura de radio, comprendiendo cada robot móvil (100) una estación de base de radio de la red de comunicación inalámbrica, comprendiendo el método:
  - 5 que cada robot móvil de una pluralidad de robots móviles (100), al recibir instrucciones de una base de mantenimiento (110), se mueve a una posición geográfica para desplegarse formando parte de un bucle de cadena en margarita de robots móviles (100); y
  - 10 que al recibir más instrucciones de la base de mantenimiento (110), cada robot móvil se mueve a una posición geográfica adicional formando parte de una operación de desplazamiento circular realizada por los robots móviles (100) desplegados en el bucle de cadena en margarita para mantener la zona de cobertura de radio y, en donde uno de los robots móviles (100) desplegados en el bucle de conexión de cadena en margarita regresa a la base de mantenimiento (110).
2. El método de la reivindicación 1, en donde el retorno de un robot móvil (100) a la base de mantenimiento (110) responde a un fallo de uno de los robots móviles (100).
- 15 3. El método de las reivindicaciones 1 o 2, en donde moverse a la posición geográfica para desplegarse formando parte del bucle de cadena en margarita comprende moverse a la posición geográfica desde un búfer de implementación de la base de mantenimiento (110), comprendiendo el búfer de implementación al menos un robot móvil de repuesto (100) en espera de un despliegue inmediato.
4. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo además:
  - 20 volver a la base de mantenimiento (110) participando en una operación de desplazamiento circular adicional con los robots móviles (100) desplegados en el bucle de cadena en margarita.
  5. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo además:
    - recarga o repostado en la base de mantenimiento (110).
  6. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo además:
    - 25 informar, mediante un robot móvil de la pluralidad de robots móviles, de un estado operativo del robot móvil (100) a la base de mantenimiento (110), y en respuesta, recibir una instrucción adicional de la base de mantenimiento (110) para volver a la base de mantenimiento (110).
    7. El método de la reivindicación 6, en donde el estado operativo del robot móvil (100) comprende una necesidad de mantenimiento del robot móvil (100).
    - 30 8. El método de la reivindicación 7, en donde la necesidad de mantenimiento del robot móvil (100) comprende al menos uno de:
      - una necesidad de recarga/repostado;
      - un requisito de mantenimiento periódico; y
      - una necesidad urgente de mantenimiento.
    - 35 9. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo además:
      - iniciar, mediante un robot móvil, la transferencia de la administración de las llamadas y/o sesiones de paquetes a otro robot móvil (100) desplegado en el bucle en cadena en margarita de robots móviles (100) al recibir una instrucción adicional de la base de mantenimiento (110).
      10. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo además:
        - 40 iniciar, mediante un robot móvil, la transferencia a otro robot móvil (100) desplegado en el bucle de cadena en margarita de robots móviles (100) basándose en la proximidad detectada del otro robot móvil (100)
        11. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, comprendiendo además:
          - un debilitamiento, por parte de un robot móvil, de la intensidad de radio para activar un equipo de usuario para cambiar la conexión desde la estación de base de radio del robot móvil (100) a la estación de base de radio de otro robot móvil (100).
          - 45 12. El método de una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde el robot móvil (100) se mueve a la posición geográfica y/o regresa a la base de mantenimiento (110) moviéndose a lo largo de un camino dado.

13. Un sistema para mantener una zona de cobertura de radio de una red de comunicación inalámbrica, comprendiendo el sistema una pluralidad de robots móviles (100) que proporcionan la zona de cobertura de radio, comprendiendo cada robot móvil (100) una estación de base de radio de la red de comunicación inalámbrica, estando el sistema (100) adaptado a que:

5 cada robot móvil de una pluralidad de robots móviles (100), al recibir instrucciones de una base de mantenimiento (110), se mueve a una posición geográfica para desplegarse formando parte de un bucle de cadena en margarita de robots móviles (100); y

10 al recibir más instrucciones de la base de mantenimiento (110), se mueve a una posición geográfica adicional formando parte de una operación de desplazamiento circular realizada por los robots móviles (100) desplegados en el bucle de cadena en margarita para mantener la zona de cobertura de radio y, en donde uno de los robots móviles (100) desplegados en el bucle de cadena en margarita regresa a la base de mantenimiento (110).

14. El sistema según la reivindicación 13, en donde el sistema está adaptado para realizar un método según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 12.

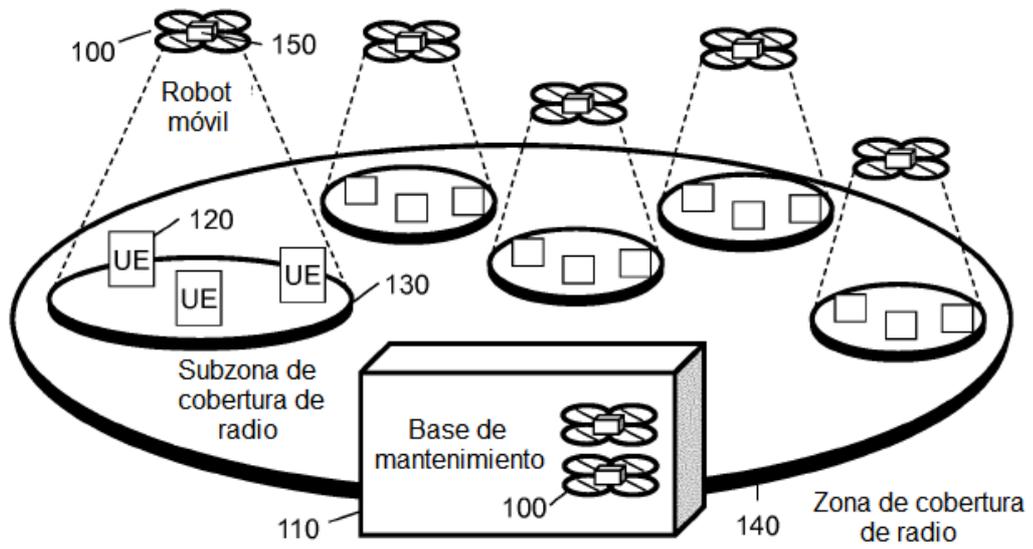


Figura 1

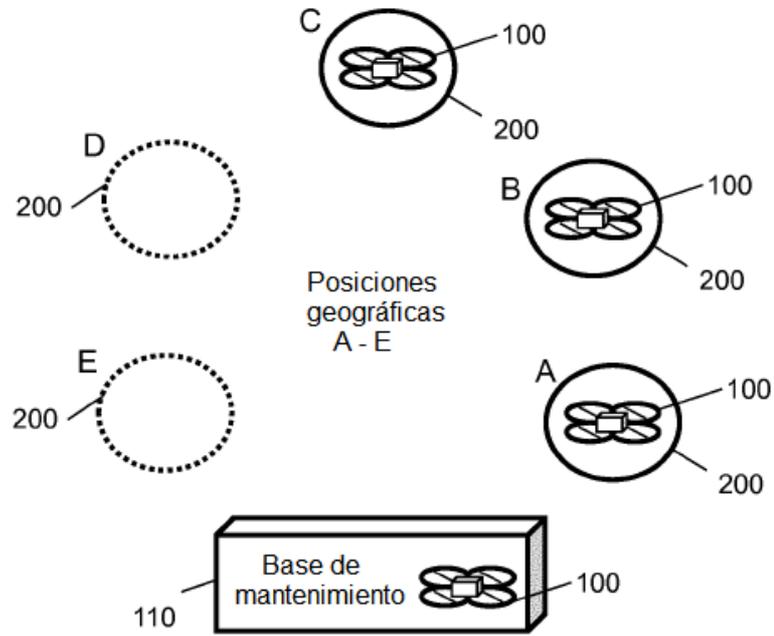


Figura 2

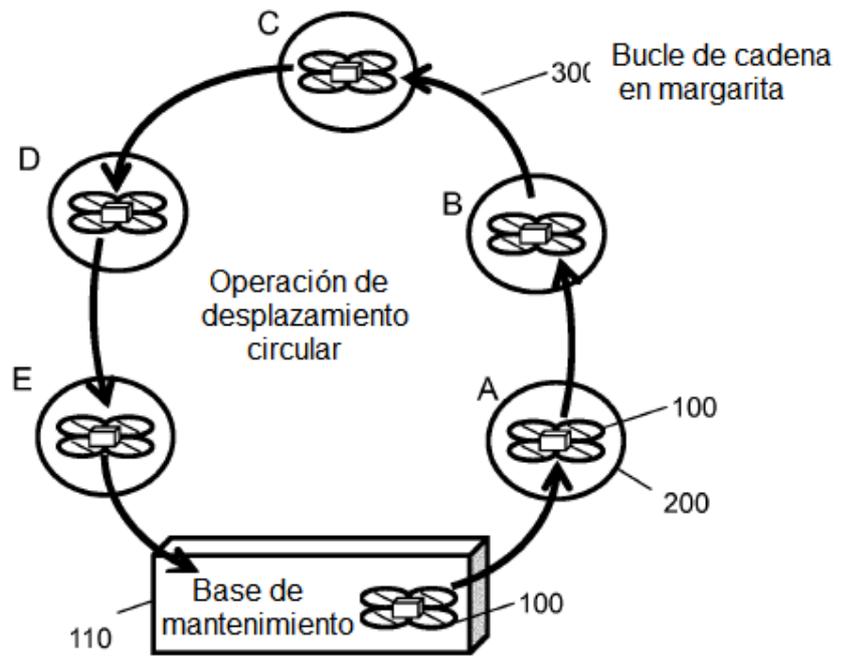


Figura 3

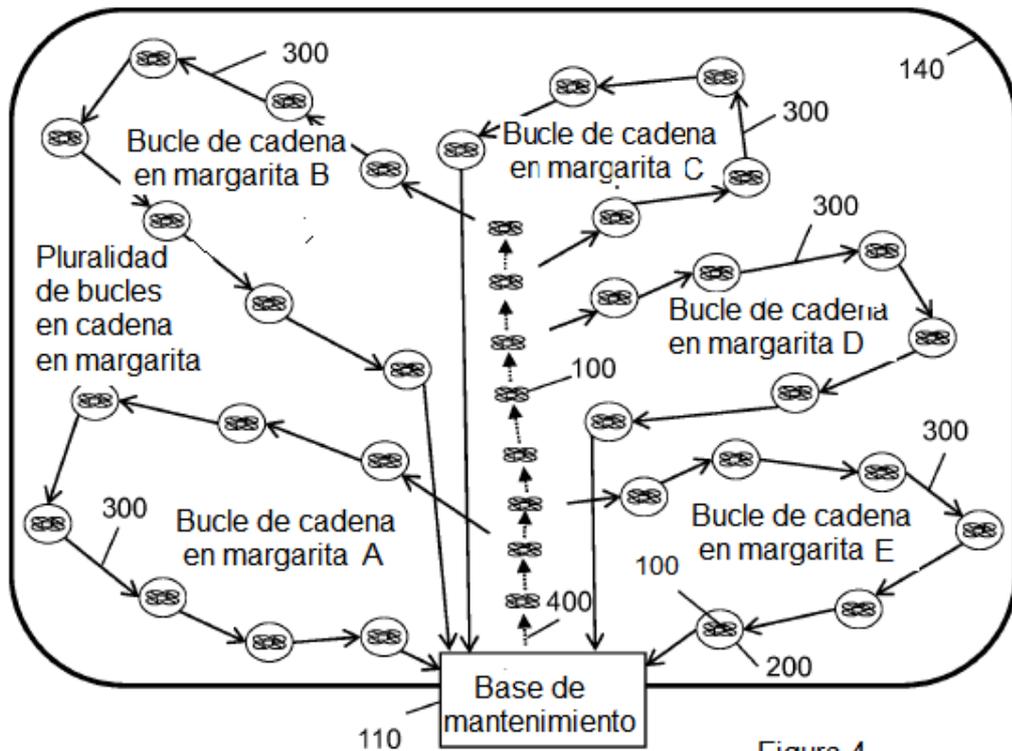


Figura 4

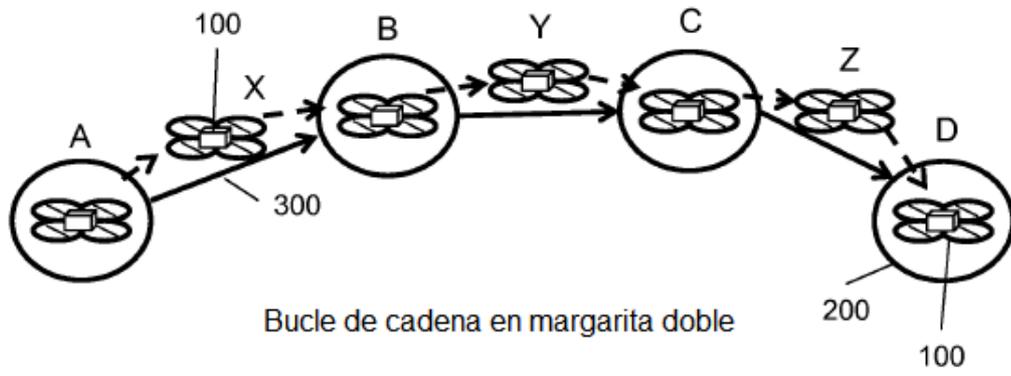


Figura 5

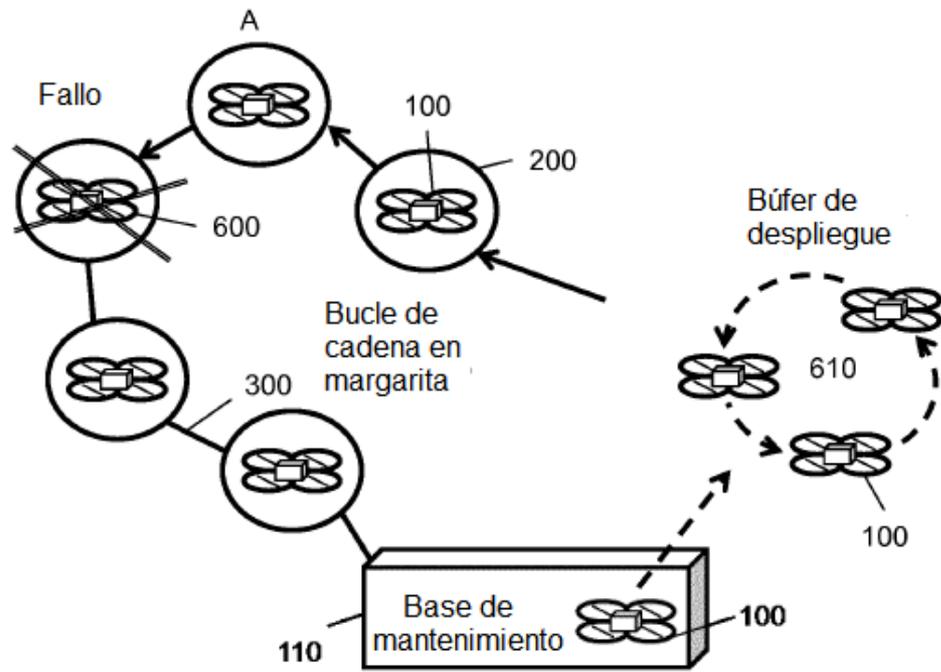


Figura 6

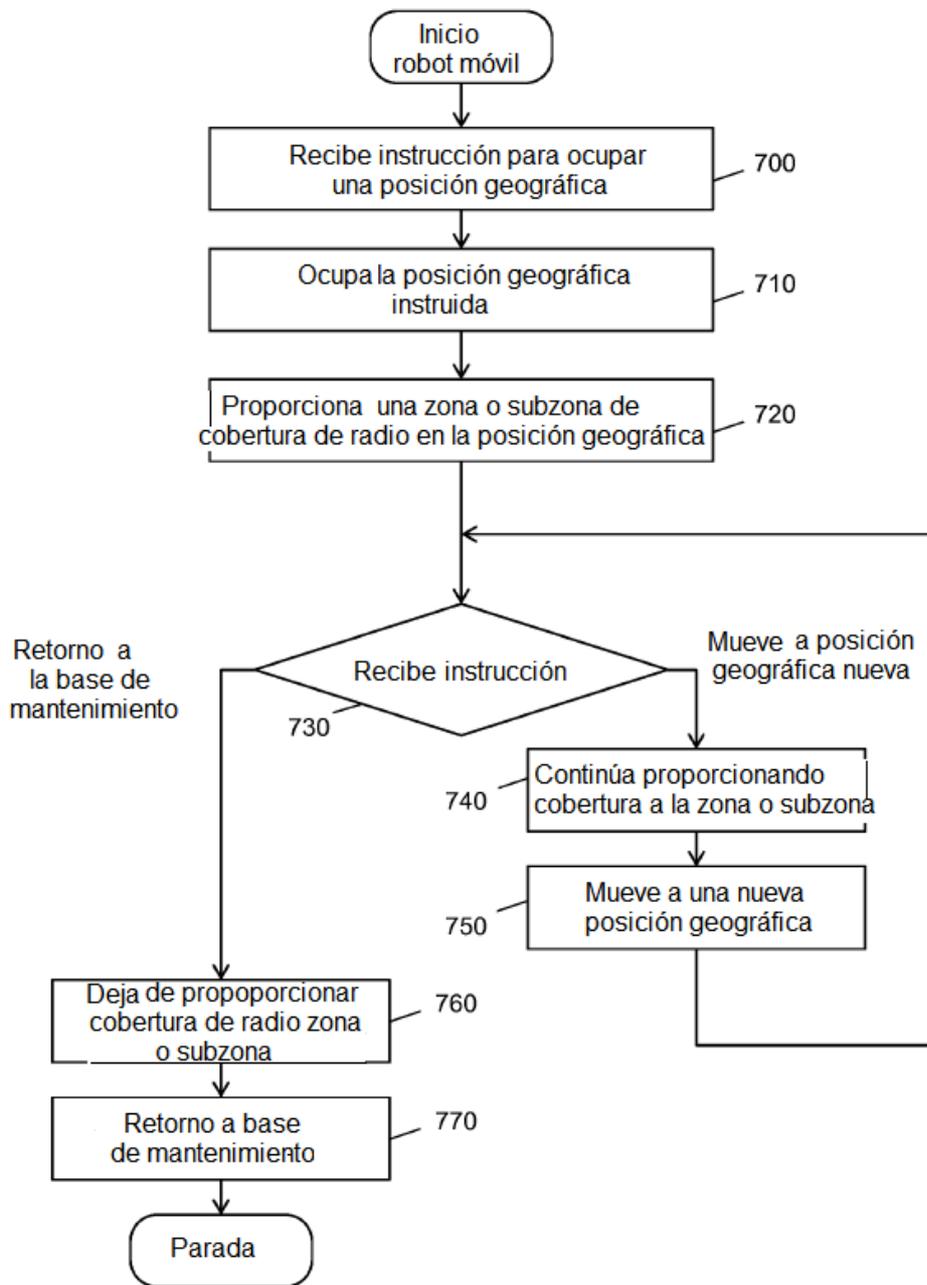


Figura 7

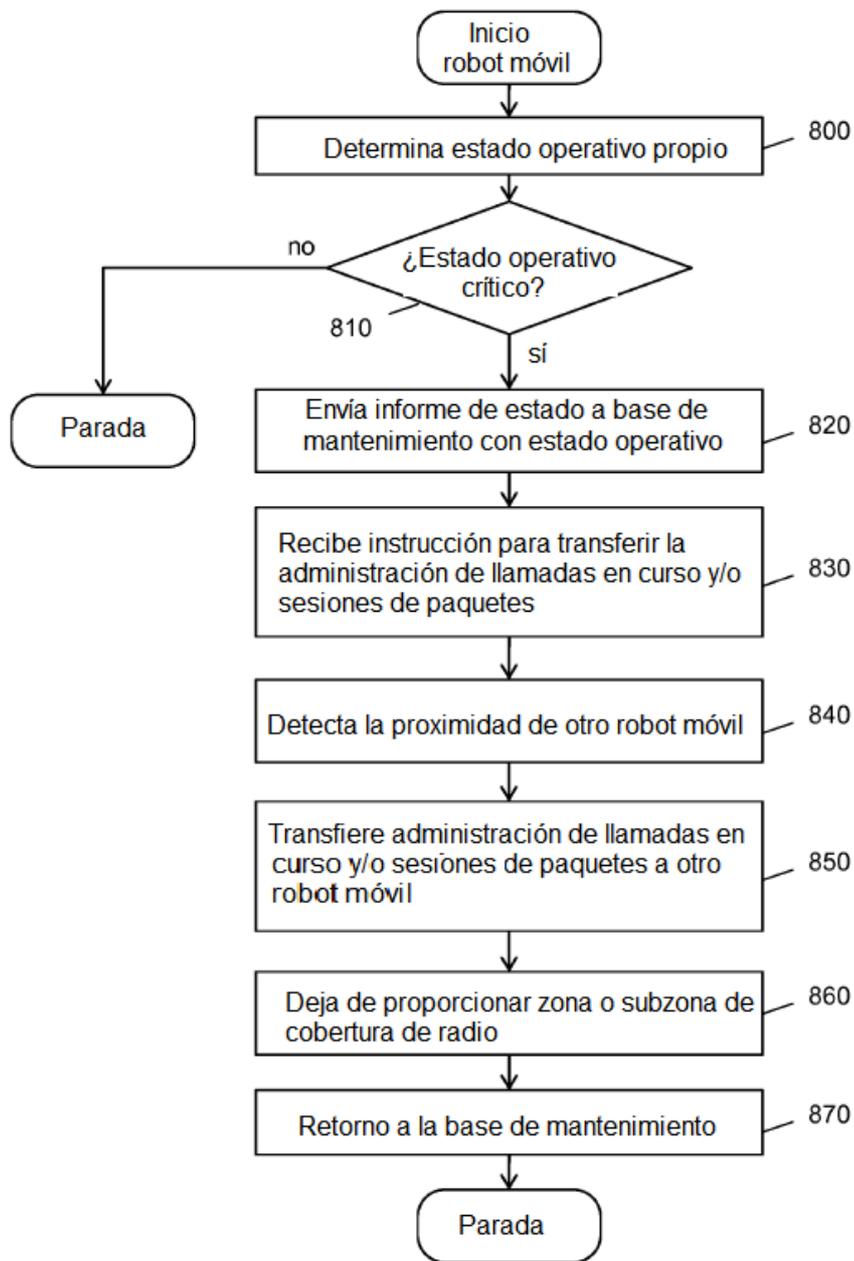


Figura 8

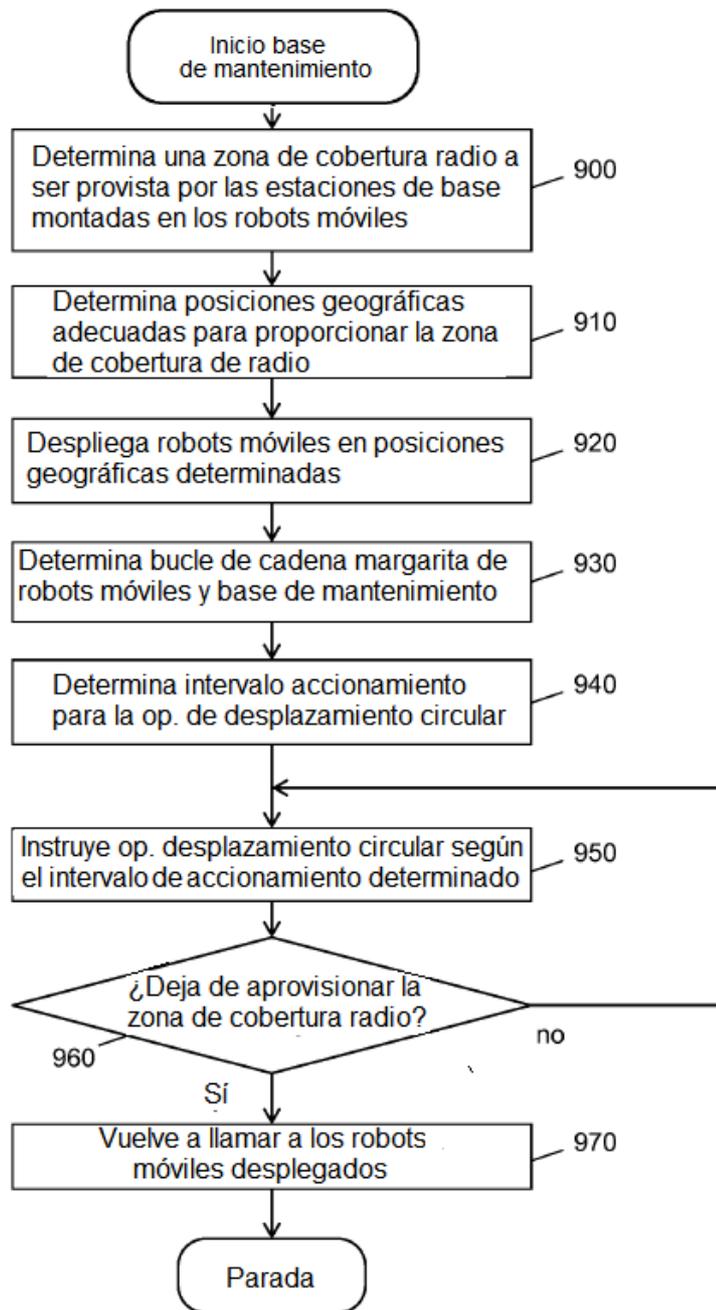


Figura 9

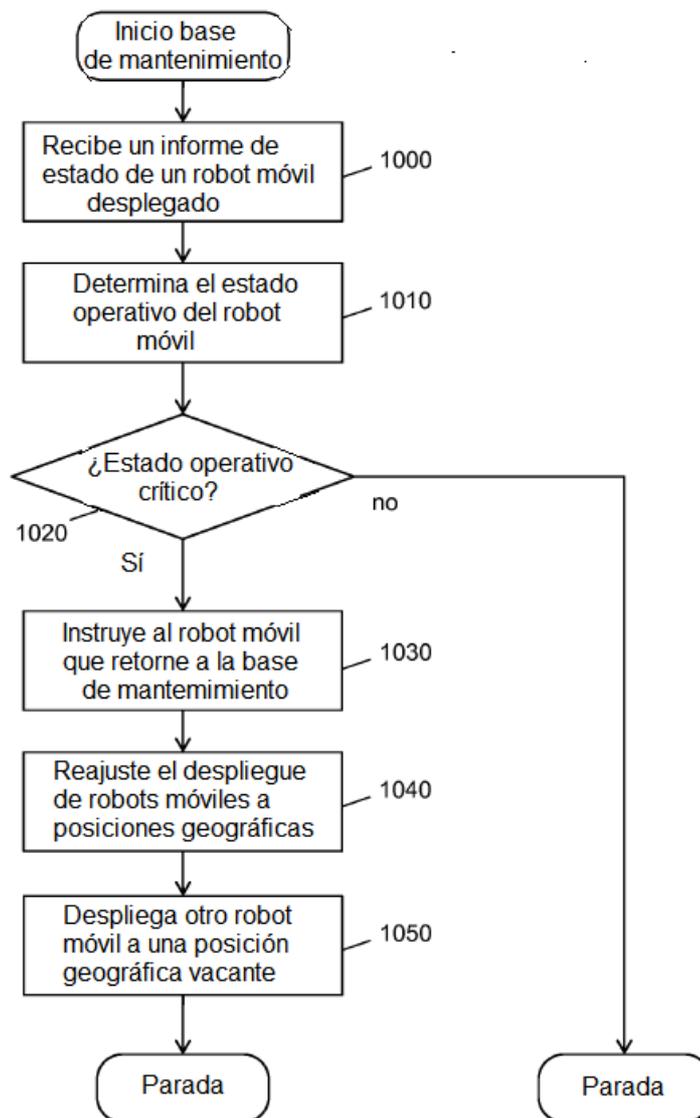


Figura 10

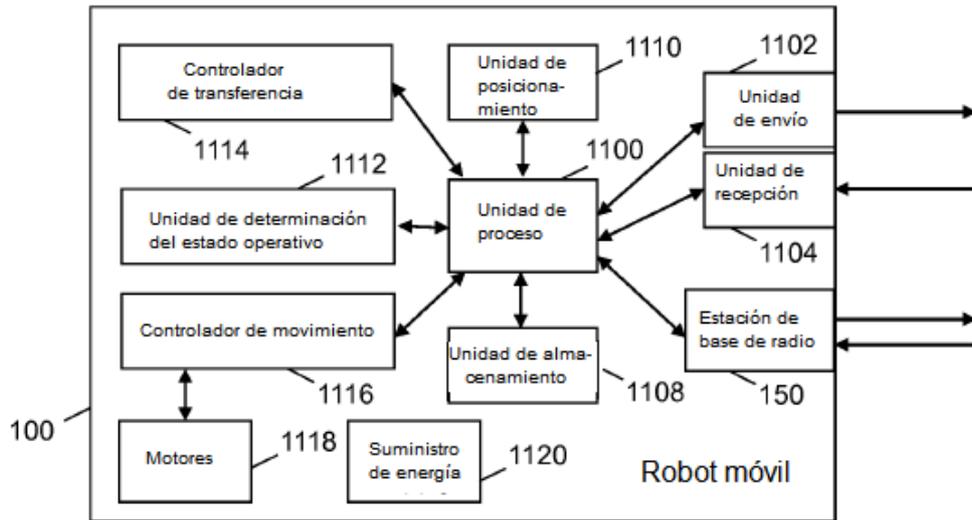


Figura 11

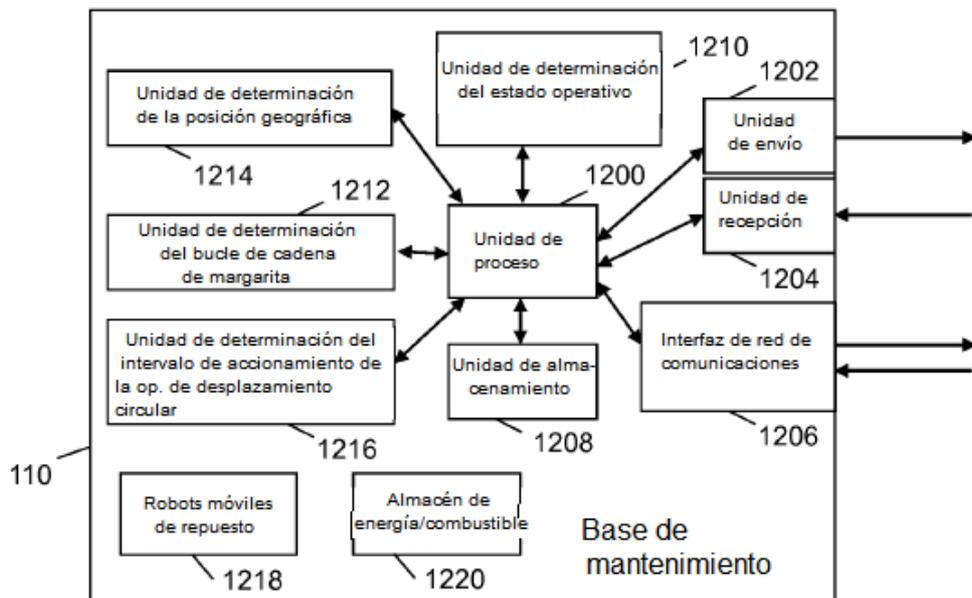


Figura 12