

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 739 532**

51 Int. Cl.:

H04W 28/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **05.06.2015 PCT/EP2015/062587**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15185726**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **05.06.2015 E 15771026 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **20.03.2019 EP 3152956**

54 Título: **Sistemas y procedimientos de comunicación**

30 Prioridad:

05.06.2014 GB 201410025

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

31.01.2020

73 Titular/es:

**OCADO INNOVATION LIMITED (100.0%)
The Legal Department, 1 Trident Place, Mosquito
Way
Hatfield, Herts AL10 9UL, GB**

72 Inventor/es:

**STEPHENS, PAUL RICHARD;
EDWARDS, FRASER MURRAY;
BARLOW, MONTAGUE FRASER;
GREEN, ADAM NIKOLAI y
SHARP, DAVID**

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 739 532 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

Sistemas y procedimientos de comunicación

- 5 La invención se refiere a sistemas y procedimientos de comunicación. Más particularmente, pero no exclusivamente, la invención proporciona sistemas y procedimientos mejorados para comunicaciones de radio o inalámbricas en las que se proporcionan comunicaciones entre uno o más dispositivos.
- Las comunicaciones y redes inalámbricas se pueden usar ventajosamente en una variedad de entornos diferentes para proporcionar infraestructura de comunicaciones, dispuestas utilizando una serie de topologías y estrategias que de otro modo no serían posibles y/o inapropiadas usando solo redes cableadas. Las comunicaciones inalámbricas se pueden utilizar junto con las comunicaciones cableadas.
- 10 Un desafío al que se enfrentan las redes inalámbricas al proporcionar una comunicación eficaz y sistemática es el ancho de banda limitado del espectro. El espectro está limitado tanto por restricciones naturales (p. ej., características deseables y no deseables para señales en ciertos intervalos de frecuencias) y también por motivos legales/reglamentarios (p. ej., un gobierno o un órgano legislativo asigna ciertas bandas de frecuencia para usos particulares).
- 15 Se pueden utilizar diversas técnicas para asignar la utilización del espectro, en diversas dimensiones, como el tiempo, la frecuencia, etc., y la capacidad de combinar/separar señales para usar el ancho de banda limitado del espectro más eficientemente. En la mayoría de las disposiciones, una red inalámbrica está configurada para proporcionar un protocolo para compartir, asignar y reutilizar el ancho de banda del espectro.
- 20 Estos protocolos también pueden diseñarse teniendo en cuenta una serie de factores ambientales, y también pueden ser escalables, dado que estos protocolos a menudo se utilizan junto con sistemas dinámicos donde el número de dispositivos puede variar con el tiempo y las necesidades de comunicación también pueden variar con el tiempo. Por ejemplo, los dispositivos pueden entrar en la red, salir de la red, registrar datos, enviar actualizaciones, recibir archivos de configuración, recibir instrucciones, etc. Otros problemas pueden incluir la densidad de los dispositivos dentro de un área física y la necesidad de comunicaciones simultáneas.
- 25 Los factores ambientales pueden incluir, por ejemplo, problemas con el ruido espectral, interferencia, degradación de la señal, absorción/bloqueo/reflexión de la onda, desvanecimiento por trayectos múltiples y disponibilidad limitada del espectro.
- Además, en sistemas donde puede haber un número de dispositivos, el sistema puede diseñarse para, por ejemplo, tener en cuenta los dispositivos que se unen/salen de la red, asignar/redimensionar diversas rutas de transmisión que necesitan diversos dispositivos, emitir mensajes a través de un número de dispositivos, tener en cuenta los dispositivos que funcionan mal o que están fuera de comunicación, los requisitos de redundancia, etc.
- 30 El sistema también puede configurarse teniendo en cuenta los posibles problemas de red, como la latencia de la señal, la pérdida de paquetes, los paquetes de datos fuera de servicio, la congestión del enlace de comunicación, la colisión de paquetes, etc.
- 35 Si bien existen tecnologías/protocolos disponibles, como el estándar IEEE 802.11 / Wi-Fi™ y las comunicaciones celulares inalámbricas (2G, 3G, sistema universal de telecomunicaciones móviles (UMTS), evolución a largo plazo (LTE), etc.), estas tecnologías/protocolos pueden tener desventajas que limitan su aplicación en diversos escenarios.
- 40 Además, estas tecnologías/protocolos existentes a menudo pueden limitarse a bandas de frecuencia que están altamente reglamentadas, a menudo pueden ser utilizadas por dispositivos externos para comunicaciones (p. ej., tráfico y ruido externo), pueden tener características de señal indeseables (p. ej., incapacidad para penetrar en paredes, falta de ancho de banda, baja tasa de bits, tamaño de antena, potencia de transmisión, densidad del haz), entre otros.
- 45 Un inconveniente de utilizar la infraestructura y/o tecnologías de comunicaciones celulares inalámbricas existentes es que puede haber altos costes involucrados con el suministro del servicio. Es posible que se requiera que los dispositivos se adapten para acceder a estas redes, que pueden ser controladas por compañías de telecomunicaciones de terceros, y también se pueden adaptar pobremente para los escenarios de uso particulares que se contemplan. El suministro de servicios también puede tener un coste prohibitivo, especialmente si se trata de un gran número de dispositivos. Además, la infraestructura de comunicaciones celulares inalámbricas existente puede estar pobremente adaptada para un gran número de dispositivos densamente empaquetados que participan en comunicaciones frecuentes, especialmente si los enlaces de comunicación se establecen de forma dinámica y/o sobre una base *ad hoc* (p. ej., el número de los enlaces de comunicación podrían sobrecargarse en periodos de alta demanda). Una pérdida de comunicaciones podría tener consecuencias como un aumento de la sobrecarga/redundancia, colisiones de dispositivos, falta de coordinación, etc.
- 50

5 Puede ser potencialmente ventajoso poder operar en diferentes bandas de frecuencia a las utilizadas por las tecnologías/protocolos existentes, utilizando una variedad de esquemas de telecomunicaciones y tecnologías que pueden, por ejemplo, proporcionar una mejor capacidad de resiliencia/redundancia, mayor escalabilidad, menor latencia, ancho de banda mejorado, requisitos reglamentarios reducidos, requisitos de infraestructura reducidos, mejores características de señal, ruido reducido y/u otras diferencias.

10 Las tecnologías/protocolos existentes también pueden diseñarse para otros usos, lo que puede resultar en topologías y/o características indeseables. Por ejemplo, las tecnologías/protocolos existentes pueden utilizar funciones de coordinación distribuidas en contraposición a funciones de coordinación de puntos (que, en la mayoría de los casos, pueden no ser compatibles con los estándares de interoperabilidad de WiFi[™]) en la capa de control de acceso a los medios (MAC), que afecta la forma en que la información se transmite a través de un enlace de comunicación dado y la forma en que se coordina el tráfico. La función de coordinación distribuida, aunque útil para ciertas aplicaciones, proporciona transmisión de datos asíncrona, que puede ser más adecuada para datos insensibles al retardo.

15 Una red WiFi normalmente gestiona hasta 64 o hasta 256 terminales por estación base. Puede que no esté bien equipado para gestionar aplicaciones como las que tienen cientos o incluso miles de terminales/dispositivos, como las que se contemplan en algunas realizaciones.

Una red WiFi típicamente tiene un alcance de 100 m, radialmente desde la estación base. Es posible que un sistema deba tener un alcance más largo, dependiendo de la aplicación y la implementación en particular.

20 Las redes WiFi se degradan más a medida que se añaden terminales debido al acceso en contienda al medio (en lugar de usar ranuras de tiempo y frecuencias dedicadas). El acceso en contienda puede llegar a ser problemático cuando un terminal está dentro del alcance de una estación base pero no está dentro del alcance de otros terminales que se encuentran dentro del alcance de la estación base.

Un terminal puede transmitir, sin darse cuenta de que otro terminal está transmitiendo simultáneamente, y la transmisión puede encontrar problemas como colisiones, latencia, pérdida de paquetes, etc.

25 La red WiFi puede incluir una función de coordinación de puntos para proporcionar acceso sin contienda utilizando un planteamiento de round-robin; sin embargo, esto no suele estar disponible en los proveedores principales y puede estar limitado a aproximadamente la mitad del ancho de banda disponible.

30 El diseño de una función de coordinación de puntos puede ser potencialmente ventajoso para las comunicaciones en un entorno donde hay un gran número de dispositivos densamente empaquetados que necesitan comunicarse de modo que sea sensible al retardo (p. ej., instrucciones en tiempo real o casi en tiempo real, particularmente donde el control y la coordinación de las actividades es importante).

35 Otra consideración puede ser cómo el protocolo gestiona la contención de la red, donde uno o más dispositivos compiten por el acceso a la red. Una ventaja potencial con un diseño de función de coordinación de puntos es la capacidad de utilizar esquemas de tráfico libres de contención, donde, p. ej., un punto de acceso coordina las comunicaciones con los dispositivos de manera que no haya transmisiones simultáneas (p. ej., el punto de acceso proporciona a cada dispositivo un tiempo específico, o frecuencia, o tiempo, donde tiene el derecho de paso para las comunicaciones). Los esquemas de tráfico libres de contención pueden ser potencialmente útiles para establecer prioridades de comunicación y/o evitar diversos problemas de red, como colisiones de paquetes, latencia, etc.

40 Las redes de comunicaciones se pueden usar para intercambiar información de diferentes tamaños, prioridad y/o importancia, como información de supervisión y diagnóstico, información de control, información de configuración, información de movimiento, información ambiental y la información puede ser sensible al tiempo, insensible al tiempo y/o planificada, dependiendo de la aplicación.

45 El documento US2009/164638 A1 (JANG CHOUL SOO [KR] Y COL.), 25 de junio de 2009 (2009-06-25), describe un sistema que permite la asignación de recursos de transmisión de enlace ascendente a robots (como, p. ej., dispositivos de inspección en instalaciones de almacén) en una red inalámbrica. Según las enseñanzas de este documento, un administrador de comunicaciones central asigna recursos a los robots (p. ej., para transmisiones de vídeo de enlace ascendente que requieren un alto rendimiento) en forma de una selección de enlaces con características de ancho de banda específicamente configuradas, según sea necesario.

50 Es deseable proporcionar un sistema de comunicaciones que proporcione comunicaciones eficaces para uno o más dispositivos.

El alcance de la invención se define en las reivindicaciones anejas.

A este respecto, antes de explicar al menos una realización de la invención en detalle, se ha de entender que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a las disposiciones de los componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones y de

ser puesta en práctica y llevada a cabo de diversas maneras. Además, se ha de entender que la fraseología y la terminología empleadas en la presente memoria son para fines de descripción y no deben considerarse limitantes.

A continuación se describirá la invención, solo a modo de ejemplo, en referencia a los dibujos esquemáticos, en los cuales:

- 5 La FIG. 1 proporciona un ejemplo de diagrama de bloques que indica dispositivos que pueden interoperar con el sistema, según algunas realizaciones de la invención.
- La FIG. 2 proporciona un ejemplo de diagrama de bloques de un sistema de gestión de almacén, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 3 proporciona un escenario de canal adyacente de muestra, según algunos aspectos de la invención.
- 10 La FIG. 4 ilustra un diagrama de relación entre canal físico y ráfaga lógica de muestra, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 5a ilustra una canalización fina de muestra, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 5b ilustra una canalización gruesa de muestra, según algunos aspectos de la invención.
- 15 La FIG. 6 ilustra un ejemplo de símbolo de multiplexación ortogonal por división de frecuencia (OFDM), según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 7 ilustra un formato de mosaico de muestra, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 8 ilustra una estructura de trama de dúplex por división de tiempo (TDD) de muestra, según algunos aspectos de la invención.
- 20 La FIG. 9a muestra una estructura de trama de muestra que muestra subtramas y mosaicos según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 9b muestra una estructura de subtrama de muestra que muestra la o las canalizaciones finas y la o las canalizaciones gruesas según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 10 muestra una codificación del canal lógico de muestra, según algunos aspectos de la invención.
- 25 La FIG. 11 muestra una secuencia de saltos de ejemplo de la canalización fina en modo duplicado y la canalización fina, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 12 muestra protocolos de control en tiempo real, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 13 muestra pilas de protocolo para la canalización gruesa, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 14 muestra un diagrama de bloques de muestra de módulos de controlador de estación base, según algunos aspectos de la invención.
- 30 La FIG. 15a muestra un diagrama de bloques de muestra de módulos de estación base, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 15b muestra otro diagrama de bloques de muestra de módulos de terminal/robot, según otros aspectos de la invención.
- La FIG. 16 muestra un sistema de radio de muestra, según algunos aspectos de la invención.
- 35 La FIG. 17 muestra una estación base general y una arquitectura de radiofrecuencia, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 17a muestra una realización específica de la estación base general y la arquitectura de radiofrecuencia de la FIG. 17 según algunos aspectos de la invención.
- 40 La FIG. 18 muestra el nivel máximo estimado de la señal de enlace ascendente para una única canalización fina, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 19 muestra el nivel mínimo estimado de la señal de enlace ascendente para una única canalización fina, según algunos aspectos de la invención.
- La FIG. 20 muestra un bloque receptor y un diagrama de niveles según algunos aspectos de la invención.
- 45 La FIG. 21 muestra un bloque transmisor de muestra y un diagrama de niveles según algunos aspectos de la invención.

La FIG. 22 muestra un diagrama de bloques de estación base ejemplar según algunos aspectos de la invención.

La FIG. 23 muestra un diagrama de bloques de la placa de comunicaciones del robot ejemplar según algunos aspectos de la invención.

5 La FIG. 23a muestra una realización específica del diagrama de bloques de la placa de comunicaciones del robot de la FIG. 23 según algunos aspectos de la invención.

La FIG. 24 ilustra una implementación genérica representativa ejemplar de un dispositivo informático.

1.1 Descripción general del sistema

10 En algunas realizaciones se describe un sistema de comunicación que puede configurarse para proporcionar comunicaciones entre uno o más dispositivos o terminales conectados a la red, una o más estaciones base y/o uno o más controladores de estación base.

Los uno o más controladores de estaciones base pueden implementarse, por ejemplo, como un administrador de red para gestionar las comunicaciones en un entorno de red.

15 Los elementos que pueden transmitir o recibir datos pueden ser referenciados genéricamente como dispositivos, que incluirían al menos los terminales, estaciones base y controladores de estación base indicados anteriormente, pero también puede ser cualquier otro elemento capaz de transmitir o recibir datos.

20 El sistema de comunicación, en una variedad de realizaciones, puede ser operativo de manera que los uno o más terminales puedan comunicarse entre sí, o puede ser operativo de manera que los uno o más terminales puedan comunicarse con uno o más sistemas centralizados, los sistemas centralizados que incluyen una o más estaciones base y/o uno o más controladores de estación base, y/o uno o más administradores de red. En diversas realizaciones de la invención, el sistema puede ser operativo para proporcionar comunicaciones en una disposición punto a punto, una disposición punto a multipunto y/o una disposición multipunto a multipunto.

25 En referencia a la FIG. 1, se proporciona un diagrama de bloques de ejemplo que indica diversos dispositivos que pueden ser operativos con el sistema de comunicación, según algunas realizaciones de la invención. El sistema puede funcionar con cualesquier dispositivos que se comuniquen entre sí, pero los dispositivos que se muestran en la FIG. 1 proporcionan una ilustración de algunas realizaciones de la invención en las que el sistema se usa para proporcionar comunicaciones para uno o más controladores de estaciones base 12 a..n, una o más estaciones base 14 a..n, uno o más terminales 16 a..n. En otras realizaciones de la invención, puede haber más dispositivos diferentes y/o menos dispositivos que interactúan con el sistema.

30 Como se indica en la FIG. 1, los enlaces de comunicación no se establecen necesariamente de manera jerárquica. Los enlaces de comunicación también pueden formarse entre dispositivos que realizan funciones similares, por ejemplo entre los terminales 16 a y 16 b, las estaciones base 14 a y 14 b o los controladores de estación base 12 a..n. Los enlaces de comunicación pueden implementarse utilizando diversos medios o tecnologías cableados/inalámbricos, y pueden estar comprendidos por uno o más enlaces de comunicación.

35 El sistema puede, en algunas realizaciones, operar a través de una variedad de medios de transmisión. El sistema, en diversas realizaciones, puede comunicarse utilizando, por ejemplo, ondas electromagnéticas (ondas de radio, microondas, infrarrojos, luz, láser, lidar, radiación de terahercios), sonido o cualquier medio de transmisión que pueda utilizarse para comunicaciones inalámbricas. El sistema puede además ser operativo en uno o más medios de transmisión.

40 El sistema de comunicación puede configurarse para habilitar las comunicaciones mediante el suministro y la asignación de uno o más enlaces de comunicación para comunicaciones por dispositivos. El sistema de comunicación también puede configurarse para utilizar diversas tecnologías y/o disposiciones para usar el ancho de banda limitado del espectro más eficientemente. Cada enlace puede proveerse en base a diversos factores, como el uso de diversos intervalos de frecuencias, ranuras de tiempo, mosaicos, etc. Cada uno de estos enlaces puede tener características iguales o diferentes, como ancho de banda, latencia, congestión de tráfico, esquema de modulación, etc.

45 Las frecuencias utilizadas por diversos enlaces de comunicación pueden o no ser adyacentes entre sí, dependiendo de la realización y configuración particulares.

50 En algunas realizaciones, los intervalos de frecuencias pueden seleccionarse y el sistema puede operar de manera que el sistema funcione dentro de estándares reglamentarios y pueda coexistir con otros usuarios de frecuencias de comunicaciones, tales como emisoras de televisión, teléfonos móviles, etc. Estos estándares pueden variar de una jurisdicción a otra. Puede haber requisitos para coexistir "amablemente" con otros usuarios del espectro.

Los enlaces de comunicación se pueden utilizar para transmitir o recibir información, y uno o más enlaces de comunicación también se pueden utilizar para fines de emergencia, supervisión o diagnóstico. En algunas realizaciones del sistema, el sistema puede configurarse para adaptarse a interferencias u otros problemas, por

ejemplo, cambiando los enlaces de comunicación para las comunicaciones, redimensionando los enlaces de comunicación, aplicando filtros, empleando la verificación de errores, empleando técnicas espaciales/frecuenciales, etc.

- 5 Una ventaja potencial de tener uno o más enlaces de comunicación que pueden ser asignados, reutilizados y/o redimensionados es que el sistema puede beneficiarse de una mayor flexibilidad en la facilidad de uso y distribución, con una ventaja potencial adicional al escalar hacia arriba/hacia abajo las distribuciones existentes.

En algunas realizaciones del sistema, la capacidad del sistema se puede alterar alterando las características de los mosaicos, como pilotos, corrección de errores hacia adelante, etc., por diversas razones, por ejemplo tomar en consideración las características (físicas y espectrales) del entorno.

- 10 El sistema puede estar diseñado para uso en interiores y/o exteriores.

1.2 Entorno

Los entornos específicos, según algunas realizaciones de la invención, se analizan más adelante en esta memoria descriptiva. Los párrafos a continuación son una descripción amplia de los entornos en los que el sistema puede operar, según algunas realizaciones de la invención.

- 15 El sistema puede utilizarse para proporcionar enlaces de comunicación entre uno o más terminales, una o más estaciones base y/o uno o más controladores de estación base. Como se ha indicado anteriormente, el sistema podría usarse entre diversos dispositivos que necesitan comunicarse. Las comunicaciones, por ejemplo, podrían estar en cualquier combinación de los dispositivos anteriores, como las comunicaciones entre terminales, entre terminales y estaciones base, estaciones base y controladores de estaciones base, etc.

- 20 En algunas realizaciones de ejemplo de la invención, el sistema se utiliza para proporcionar enlaces de comunicación entre un número de terminales desde un sistema central o controlador. El sistema central o el controlador puede, por ejemplo, proporcionar instrucciones a los uno o más terminales y/o recibir información (como estado, posición, etc.) desde los uno o más terminales.

- 25 El sistema puede operar como parte de un sistema o instalación más grande, y los elementos del sistema también pueden interoperar con otros dispositivos que pueden requerir enlaces de comunicación. Por ejemplo, el sistema puede operar dentro de un almacén o línea de ensamblaje, donde además de los terminales, puede haber trabajadores u otras máquinas/dispositivos en funcionamiento.

- 30 El sistema puede, en algunas realizaciones, interoperar con estos otros elementos. Por ejemplo, el sistema puede proporcionar enlaces de comunicación que un sistema de gestión de almacén podría utilizar, o un camión de entrada/salida podría utilizar. Como tales, los enlaces de comunicación no necesitan estar limitados a terminales, estaciones base y/o controladores de estaciones base en algunas realizaciones.

Las comunicaciones entre diversos dispositivos que interactúan con el sistema se pueden llevar a cabo en diversas direcciones, como la transmisión de datos (enlace ascendente) y la recepción de datos (enlace descendente), y estas comunicaciones pueden ocurrir en diferentes momentos, al mismo tiempo, o tramas de tiempo superpuestas.

- 35 Como se explica más detalladamente en otro lugar de esta descripción, un aspecto de la invención es un nuevo procedimiento de acceso a enlace de comunicación de red, y un sistema de comunicación asociado, que incluye el uso de tramas y ranuras de tiempo de forma novedosa e innovadora para comunicar datos a través de una o más redes. Las tramas se utilizan comúnmente para dividir datos, tal como un flujo de datos; y, posteriormente, las tramas pueden subdividirse en ranuras de tiempo. Las tramas y las ranuras de tiempo asociadas se utilizan en un número de redes de medios compartidos diferentes para gestionar el acceso a los recursos de red desde una pluralidad de dispositivos conectados a la red.

Las tramas, en el contexto de esta memoria descriptiva, pueden usarse para describir el período de tiempo en el que los dispositivos tienen la oportunidad de transmitir y recibir, en contraposición al concepto de tramas en el contexto de redes informáticas.

- 45 La presente invención incluye un enfoque novedoso e innovador de los procedimientos de acceso a enlace de comunicación que proporcionan una utilización eficiente del ancho de banda disponible adecuado para entornos de alta densidad, donde, por ejemplo, un número relativamente grande de dispositivos conectados a la red comparten el ancho de banda disponible o se requieren comunicaciones de datos relativamente frecuentes.

- 50 Las señales de comunicación entre diversos dispositivos pueden ser analógicas o digitales, o una combinación de señales analógicas y digitales. Las señales pueden ser señales de banda base y/o señales pasabanda, y se pueden usar señales intermedias en algunas realizaciones. El uso y/o conversión a/desde señales intermedias puede ser potencialmente ventajoso para realizar operaciones en señales en intervalos de frecuencias que son más adecuados para una operación en particular.

5 Dado que el sistema puede operar en entornos con diferentes características físicas y espectrales, el sistema, en algunas realizaciones, puede configurarse como corresponde para operar en estos entornos. Por ejemplo, el sistema puede operar en un entorno donde las paredes pueden tener un espesor que impide la transmisión de señales de un intervalo de frecuencias particular. En este escenario, se pueden seleccionar uno o más intervalos de frecuencias adecuados para su uso que puedan penetrar estas paredes.

En algunas realizaciones, los dispositivos pueden aplicar diversidad espacial de antenas para ayudar a resolver problemas ambientales, como la capacidad de comunicarse alrededor de esquinas, etc. También se pueden utilizar técnicas que usan diversidad de frecuencia, salto de frecuencia, etc.

10 En algunas realizaciones, los dispositivos que operan con el sistema pueden tener sus medios de comunicación sincronizados en el tiempo, o dentro de un intervalo de tiempos adecuado. La sincronización puede ser, por ejemplo, relativa a la de un reloj maestro en particular.

1.3 Terminales

15 Los tipos de terminales específicos, según algunas realizaciones de la invención, se analizan más adelante en esta memoria descriptiva. Los párrafos a continuación son una descripción amplia de los terminales que pueden interoperar con el sistema. El sistema puede proporcionar enlaces de comunicación para uno o más terminales. Estos terminales pueden ser dispositivos que proporcionan diversas funcionalidades o realizan diversas tareas, y tienen capacidades para la transmisión y/o recepción de datos.

20 Los uno o más terminales, en algunas realizaciones, pueden ser móviles y moverse en relación con el entorno, o los uno o más terminales pueden ser estacionarios. Cuando un terminal es móvil y se mueve alrededor del entorno, el terminal puede ser capaz de conmutar los enlaces de comunicación cuando el sistema detecta que el terminal se ha movido a un área en particular, por ejemplo, al borde de un área en particular atendida por una estación base en particular. Este procedimiento puede ser conocido como un "traspaso".

Los uno o más terminales pueden tener otras conexiones para comunicaciones, como conexiones cableadas, y pueden ser capaces de comunicarse a través de cualquiera de estas conexiones.

25 Los uno o más terminales también pueden tener uno o más sensores integrados para proporcionar información relacionada con los terminales y/o relacionados con el entorno. Los uno o más terminales también pueden comprender medios legibles por ordenador no transitorios integrados para almacenar información diversa, y/o uno o más procesadores para proporcionar diversas funciones informáticas.

30 Los uno o más terminales pueden configurarse para utilizar enlaces de comunicación dentro de uno o más enlaces de comunicación, y pueden configurarse además para moverse entre enlaces de comunicación.

Los uno o más terminales también pueden configurarse para comunicarse entre sí y/o escuchar las comunicaciones de otro de los uno o más terminales donde el otro terminal se está comunicando con otro dispositivo, por ejemplo, una estación base.

35 Los uno o más terminales pueden configurarse para ejecutar un conjunto de instrucciones si los enlaces de comunicación se han cortado o degradado. Por ejemplo, uno o más terminales pueden configurarse para usar enlaces de comunicación de conmutación por error, detener sus acciones, intentar restablecer un enlace después de un período de tiempo, cambiar enlaces de comunicación, activar un indicador para indicar que el terminal no está en contacto, etc. En algunas realizaciones, los uno o más terminales pueden recibir instrucciones para completar una parada controlada, que puede incluir, por ejemplo, encontrar un lugar adecuado para detenerse, reducir gradualmente la velocidad, colocar objetos, etc.

En algunas realizaciones, los uno o más terminales pueden tener la capacidad de medir la calidad/intensidad de la señal y/o transmitir información que indique lo mismo a otros dispositivos.

En algunas realizaciones, los uno o más terminales pueden utilizar señales intermedias que pueden convertirse en señales de banda base antes de digitalizarse.

45 En algunas realizaciones, los uno o más terminales pueden tener, cada uno, uno o más enlaces de comunicación asignados para su uso. Estos enlaces de comunicación pueden ser enlaces dedicados, enlaces asignados dinámicamente, etc. Una ventaja potencial de tener un enlace de comunicación asignado es que, en combinación con métricas de red detectadas, puede ser comprobable donde puede haber problemas con las comunicaciones. En algunas realizaciones, los datos pueden transmitirse a través de uno o más enlaces de comunicación duplicados.

50 Con fines ilustrativos y no limitantes, los terminales de ejemplo pueden incluir dispositivos ponibles, dispositivos de transporte, dispositivos transportados por individuos, dispositivos con capacidades de transmisión o recepción limitadas y/o robots autónomos que operan dentro de una instalación con uno o más procesadores y uno o más medios legibles por ordenador no volátiles para almacenar información.

1.4 Estaciones base

Los tipos de estaciones base específicos, según algunas realizaciones de la invención, se analizan más adelante en esta memoria descriptiva. Los párrafos a continuación son una descripción amplia de las estaciones base que pueden interoperar con el sistema.

5 En algunas realizaciones, puede haber una o más estaciones base que proporcionan enlaces de comunicación con los uno o más terminales. Las estaciones base en algunas realizaciones, pueden configurarse para comunicarse entre sí.

10 Las una o más estaciones base pueden ser un transceptor que proporciona enlaces para áreas particulares, sintonizado con uno o más enlaces de comunicación para comunicaciones. Las una o más estaciones base pueden configurarse y/o operarse como diversos tipos, por ejemplo, las estaciones base pueden configurarse para emitir señales, proporcionar enlaces de comunicación para comunicarse con terminales, comunicarse con otras estaciones base, repetir señales desde otras fuentes, etc. Las una o más estaciones base pueden ser estacionarias o móviles.

Según diversas realizaciones, las una o más estaciones base pueden operar en un enlace de comunicación o más de un enlace de comunicación. Además, puede haber más de una estación base para un enlace de comunicación particular.

15 Las una o más estaciones base pueden ser configurables para operar en diferentes enlaces de comunicación, cambiar enlaces de comunicación, etc.

Las una o más estaciones base también pueden utilizar otras tecnologías, como el filtrado de ruido, el análisis de frecuencia de frecuencias cercanas, la coordinación con otras estaciones base, etc., para evitar la interferencia con otros usos en el mismo enlace de comunicación.

20 Las una o más estaciones base también pueden comunicarse con otros dispositivos utilizando medios inalámbricos o cableados. Las una o más estaciones base también pueden organizarse como un grupo de estaciones base. Las una o más estaciones base pueden configurarse para estar en diversos modos, por ejemplo, modos activo, en espera o de supervisión del sistema. Las una o más estaciones base pueden funcionar para enviar mensajes a todos los dispositivos que operan dentro de su alcance.

25 En algunas realizaciones, las una o más estaciones base pueden operar junto con uno o más controladores de estación base. Las una o más estaciones base pueden operar según la lógica y las instrucciones proporcionadas por dispositivos externos, los uno o más controladores de estación base, etc.

30 En algunas realizaciones, las una o más estaciones base pueden operar de manera similar a las de las redes celulares típicas, p. ej., tener transceptores con ubicación fija que evitan operar utilizando intervalos de frecuencias utilizados por estaciones base adyacentes. Una ventaja potencial de dicha disposición es la capacidad de reutilizar frecuencias en un área geográfica particular.

35 En algunas realizaciones, las estaciones base pueden utilizarse en una configuración de maestro esclavo, donde una o más estaciones base pueden configurarse para actuar como estaciones base maestras, y una o más estaciones base pueden configurarse como estaciones base esclavas. Una ventaja potencial de estas realizaciones podría ser la capacidad de tener conmutaciones por error y minimizar las interrupciones del servicio.

En algunas realizaciones, las una o más estaciones base pueden configurarse para utilizar señales intermedias, con las señales intermedias que se utilizan para la digitalización.

1.5 Controladores de estación base

40 Los controladores de estación base específicos, según algunas realizaciones, se analizan más adelante en esta memoria descriptiva. Los párrafos a continuación son una descripción amplia de los controladores de estaciones base que pueden interoperar con el sistema.

45 Uno o más controladores de estación base pueden interoperar con el sistema. Los uno o más controladores de estación base pueden proporcionar medios para controlar las una o más estaciones base, el control que proporciona, p. ej., la asignación de enlaces de comunicación, el tamaño de los enlaces de comunicación, el control de trasposos cuando los dispositivos se desplazan dentro o fuera del alcance de una estación base particular, combinar/separar diversas señales (p. ej., como un concentrador), etc.

50 En algunas realizaciones, los uno o más controladores de estación base pueden implementarse como uno o más dispositivos informáticos distribuidos, que pueden configurarse además para una mayor redundancia. Los controladores de estación base también pueden configurarse para proporcionar capacidades de resolución de errores y/o equilibrio de carga, etc.

2.0 Sistema de comunicaciones

Los párrafos siguientes proporcionan una descripción ilustrativa, no limitante, de una disposición del sistema, según algunas realizaciones. Los enlaces de comunicación pueden utilizarse como "canalizaciones" de comunicaciones, y

diversos enlaces de comunicación pueden agruparse para formar diferentes agrupaciones de "canalizaciones" que pueden tener características comunes, como baja latencia, ancho de banda, etc.

El sistema de comunicaciones puede ser operativo para utilizar diversos esquemas de multiplexación/demultiplexación para combinar/separar señales múltiples en un medio compartido y limitado.

- 5 Estos esquemas pueden implementarse utilizando diversas técnicas como, por ejemplo, entre otros, división del tiempo, división de frecuencia, modulación de amplitud en cuadratura y/o división de código, individualmente o en combinación. Por ejemplo, puede utilizarse la multiplexación ortogonal por división de frecuencia (OFDM).

Estas técnicas se pueden usar para proporcionar enlaces de comunicación de ancho de banda variable ("canalizaciones") según se describe más adelante en la siguiente sección.

10 2.1 Dimensionamiento de las canalizaciones

En algunas realizaciones, el sistema puede ser operativo para proporcionar uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda bajo y/o uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda alto. El ancho de banda de los enlaces de comunicación se puede modificar, por ejemplo, asignando frecuencias selectivas y mosaicos de tiempo, según diversas estrategias de utilización de ancho de banda. Los uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda bajo y uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda alto pueden tener otras características, como diferentes características de latencia, ruido o degradación de la señal.

- 15

La descripción anterior se proporciona simplemente como un ejemplo ilustrativo no limitante, y se ha de entender que puede haber diversas implementaciones, tales como tener solo uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda bajo, o solo uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda alto, o uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda variado.

- 20

La distinción de ancho de banda/latencia/otras características entre los enlaces de comunicación puede ser potencialmente ventajosa al proporcionar una opción de enlaces de comunicación para su uso por un terminal o cualquier otro dispositivo, de modo que se pueda utilizar un enlace de comunicación adecuado para una comunicación o tipo de comunicación particular.

- 25 El sistema no puede limitarse simplemente a tener enlaces de comunicación de ancho de banda alto y bajo, los enlaces de comunicación pueden configurarse y agruparse de manera que haya un intervalo de opciones de ancho de banda disponibles. Por ejemplo, puede haber una banda de emergencia, un conjunto de enlaces de comunicación de ancho de banda bajo, un conjunto de enlaces de comunicación de ancho de banda medio y/o un conjunto de enlaces de comunicación de ancho de banda alto.

- 30 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para ajustar el tamaño de los enlaces de comunicación, o grupos de enlaces de comunicación. Por ejemplo, el sistema puede configurarse para aumentar/disminuir el ancho de banda de los enlaces de comunicación de ancho de banda alto o los enlaces de comunicación de ancho de banda bajo. Redimensionar el tamaño de los enlaces de comunicación puede ser potencialmente ventajoso para adaptarse a las necesidades cambiantes de las comunicaciones.

- 35 Los enlaces de comunicación, según algunas realizaciones, también pueden tener características diferentes, tales como latencia o congestión. Puede ser ventajoso, en algunas situaciones, proporcionar enlaces de baja latencia, por ejemplo, para aplicaciones que pueden requerir conexiones casi reales o en tiempo real, como el envío de instrucciones y/o información sensorial.

- 40 A los fines de esta memoria descriptiva, y para proporcionar descripciones ilustrativas, no limitantes, los enlaces de comunicación de ancho de banda bajo pueden denominarse "canalizaciones finas", y los enlaces de comunicación de ancho de banda alto pueden denominarse "canalizaciones gruesas". En algunas realizaciones, el sistema no se limita a tener simplemente "canalizaciones finas" y "canalizaciones gruesas", sino que se ha de entender que tiene una multitud de enlaces de comunicación de diferentes tamaños.

- 45 El uso de diferentes enlaces de comunicación de ancho de banda puede proporcionar una mayor eficiencia de funcionamiento del sistema, especialmente dado un ancho de banda limitado, ya que las diferentes operaciones de red tienen diferentes necesidades de ancho de banda y características de transmisión.

- 50 Por ejemplo, proporcionar un conjunto de instrucciones a un terminal en una configuración inicial puede llevarse a cabo ventajosamente a través de una canalización gruesa, mientras que enviar instrucciones a, o recibir información de, un terminal puede realizarse ventajosamente a través de una canalización fina. La canalización fina podría tener además una latencia fija. En este escenario de ejemplo, se puede usar una canalización gruesa para transmitir "ráfagas" de datos donde son preferibles grandes cantidades de transferencia de datos.

En dicha disposición, una ventaja potencial puede ser que un número mayor de canalizaciones finas puede estar disponible para ser asignado a muchos terminales, mientras que un número menor de canalizaciones gruesas puede estar disponible para ser asignado a algunos terminales.

Las diversas canalizaciones se pueden usar en diversas direcciones, p. ej., una canalización gruesa se puede usar para la transferencia de datos de enlace ascendente o descendente, y similar, se puede usar una canalización fina para la transferencia de datos de enlace ascendente o descendente.

2.2 Asignación y ajustes de canalizaciones

- 5 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para asignar ancho de banda a uno o más grupos de tamaños de enlaces de comunicación. Como ejemplo ilustrativo, no limitante, se puede utilizar un intervalo de frecuencias, que puede definirse usando diversas técnicas de multiplexación, por ejemplo para proporcionar un conjunto de 1000 enlaces de comunicación de ancho de banda bajo y 10 enlaces de comunicación de ancho de banda alto.
- 10 El sistema puede cambiar dinámicamente la relación/número/tamaño de los grupos de enlaces de comunicación de ancho de banda. Por ejemplo, el sistema puede proporcionar 20 canalizaciones gruesas y 500 canalizaciones finas en un momento determinado, pero luego proporcionar 10 canalizaciones gruesas y 1000 canalizaciones finas en otro momento.
- 15 En los casos en que se reduce el número de canalizaciones, el sistema puede configurarse para gestionar la reasignación de canalizaciones a terminales en los que esos terminales ya no tienen canalizaciones.

El sistema, en algunas realizaciones, también puede cambiar el tamaño de diversos enlaces de comunicación y/o crear nuevos grupos, diversos enlaces de comunicación (p. ej., el establecimiento de una o más canalizaciones supergruesas, o una o más canalizaciones superfinas).

2.3 Duplicación de canalizaciones

- 20 En algunas realizaciones, la información puede enviarse por duplicado en dos o más canalizaciones diferentes. Las canalizaciones pueden elegirse de modo que las canalizaciones no sean adyacentes en frecuencias, o también, pueden estar en diferentes intervalos de frecuencias.

Una ventaja potencial de dicha implementación es una posibilidad reducida de interferencia de la señal, degradación de la señal y/o pérdida de señal a medida que la señal se envía en diferentes bandas de frecuencia.

- 25 Los dispositivos también pueden configurarse para comunicarse utilizando canalizaciones asociadas con dos o más estaciones base.

2.4 Canalizaciones para enlace descendente y enlace ascendente

- 30 En algunas realizaciones, pueden utilizarse canalizaciones simétricas o asimétricas para enlace descendente o enlace ascendente. En los casos en que se utilizan canalizaciones simétricas, se puede proporcionar una canalización fina para su uso con datos de enlace descendente y otra canalización fina para datos de enlace ascendente. En los casos en que se utilizan canalizaciones asimétricas, se puede proporcionar una canalización fina para su uso con datos de enlace descendente y una canalización gruesa para su uso con datos de enlace ascendente. Las disposiciones adecuadas pueden seleccionarse en base a las necesidades de comunicaciones a que el sistema da soporte. Por ejemplo, si un terminal proporciona un lote de información en una canalización gruesa, el terminal también puede recibir instrucciones casi en tiempo real en una canalización fina.
- 35

2.5 Técnicas de transmisión para mejorar la fiabilidad

- 40 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para proporcionar comunicaciones utilizando diversas técnicas que mejoren potencialmente la transmisión o recepción satisfactoria de comunicaciones. El sistema puede configurarse, por ejemplo, para transmitir datos más de una vez, reenviar datos a través de diferentes enlaces de comunicación, reenviar datos a través de diferentes enlaces de comunicación no adyacentes y/o usar un esquema para acusar el recibo satisfactorio de datos, etc.

- 45 El sistema puede operar de manera similar a los protocolos orientados a la conexión, donde se pueden utilizar disposiciones particulares en un intento por establecer la llegada garantizada de datos en un orden particular. En estas disposiciones, se pueden utilizar diversas técnicas, tales como el establecimiento de comunicación, control de flujo, acuses de recibo, etc. Por ejemplo, los datos pueden proporcionarse en una disposición similar a los datos proporcionados bajo el protocolo de control de transmisión (TCP).

El sistema se puede operar de manera similar a los protocolos sin conexión, donde los datos se proporcionan de manera independiente de otros datos (p. ej., similares al protocolo de datagramas de usuario [UDP]).

- 50 Los datos proporcionados por el sistema pueden contener diversos elementos de información, dispuestos como uno o más paquetes de datos. Los datos proporcionados por el sistema pueden, en algunas realizaciones, contener información adicional, como información de encabezamiento, que puede utilizarse para proporcionar información adicional para el seguimiento, encaminamiento, suma de comprobación, orden, verificación de errores, etc.

Cuando los dispositivos están configurados para poder comunicarse con dos o más estaciones base, los dispositivos pueden configurarse para comunicarse con dos o más estaciones base diferentes.

3.0 Descripción de algunas realizaciones de muestra

5 Las siguientes secciones bajo el encabezamiento 3 proporcionan una descripción ilustrativa, no limitante, de algunas realizaciones, en particular, la descripción de metodologías y tecnologías específicas que pueden usarse para implementar estas realizaciones. Puede haber otras realizaciones y otras variaciones, y se pueden añadir, modificar u omitir diversas etapas.

10 La elección de la tecnología base para implementar el sistema puede estar basada en el uso de un modulador/demodulador de banda base programable disponible: Por ejemplo, el dispositivo de banda base puede ser un dispositivo Octasictm o cualquier otro dispositivo adecuado.

Los parámetros operativos pueden variar.

15 En algunas realizaciones, los parámetros operativos, tales como, frecuencia central, ancho de banda máximo, ancho de banda ocupado, multiplexación ortogonal por división de frecuencia, longitud de transformada de Fourier rápida, subportadoras activas, espaciado entre subportadoras, ráfagas máximas de canalización gruesa y/o período de múltiples tramas pueden interrelacionarse y se pueden elegir en base a un conjunto existente de estándares o especificaciones. Debe apreciarse que las variaciones de los parámetros operativos son posibles.

Por ejemplo, se puede elegir un período de múltiples tramas para equilibrar un número de unidades terminales con latencia de conexión.

20 Se puede elegir un número de subportadoras, por ejemplo, se puede encontrar que una selección de 600 subportadoras, cada una de ancho de banda de 15 kHz, proporciona un ancho de banda fundamental de 9MHz, que puede encajar adecuadamente en un espacio de canal de 10MHz. Se ha de entender que estas constantes o valores son solo para fines ilustrativos y no pretenden ser limitantes.

Se ha de entender que las opciones de tecnología descritas en la presente memoria no pretenden ser limitantes, sino más bien con fines ilustrativos.

25 3.1 Banda de funcionamiento y canalización

Se proporcionan bandas de frecuencia de muestra, pero se ha de entender que se pueden utilizar diversas bandas y que pueden estar sujetas a cambios dependiendo de diversos factores, como las características de la señal, reglamento, etc.

30 Puede utilizarse la subbanda superior de 5470 a 5725 MHz, según algunas realizaciones, ya que se puede encontrar que el intervalo de frecuencias permite una potencia de transmisor más alta que una subbanda de frecuencia inferior, 5150 a 5350 MHz. En algunas realizaciones, el sistema también puede operar en la subbanda de frecuencia inferior, o en cualquier otro intervalo de frecuencias adecuado.

35 Los enlaces de comunicación de radiofrecuencia pueden seleccionarse para que estén separados por 10 MHz y la señal modulada puede producir un ancho de banda ocupado (99%) de potencia no inferior a 9 MHz y no superior a 10 MHz. La señal modulada puede consistir en subportadoras de 600 x 15 kHz.

3.2 Reutilización de enlace de comunicación adyacente

40 En una realización, puede ser preferible que los enlaces de comunicación adyacentes (p. ej., adyacentes en frecuencia) a un enlace de comunicación principal no se utilicen en un área inmediatamente adyacente al enlace de comunicación principal cuando se utiliza. Como se ha indicado anteriormente, puede haber problemas de interferencia que de otro modo surgirían, entre otros.

En referencia ahora a la FIG. 3 que muestra un escenario de enlace de comunicación adyacente. El escenario de enlace de comunicación de ejemplo se proporciona en el contexto de una implementación en la que se utilizan diversos robots en una instalación para realizar diversas tareas. Estos robots actúan como uno o más terminales que reciben/transmiten información a una o más estaciones base utilizando algunas realizaciones.

45 Puede suponerse que el robot1 (conectado a la estación base1) también está en la línea de visión de la estación base2 sin desvanecimiento; está transmitiendo la máxima potencia a su propia estación base1.

La señal que llega a la estación base2 para una canalización gruesa puede seleccionarse para que tenga $S1 = -54\text{dBm}$.

50 Supongamos además que la señal robot2 llega a la estación base2 justo por encima de una sensibilidad de -88dBm . El ruido de fondo en la estación base2 es de aproximadamente $-96,5\text{dBm}$ y cualquier señal residual del robot1 debe ser del orden de 10dB por debajo del ruido de fondo de la estación base2.

En este escenario, el receptor de la estación base2 puede necesitar rechazar el enlace de comunicación N+2 al menos $-54 - (-106,5) = 52,5\text{dB}$, lo que puede ser posible aplicando una combinación de filtrado analógico y digital.

5 El problema anterior se puede atenuar potencialmente configurando el sistema para que elija colocar o bien la estación base1 o la estación base 2 en el centro del entorno, en lugar de en el borde, pero esto puede no siempre ser físicamente posible.

3.3 Enlaces de comunicación lógica y física

10 La FIG. 4 ilustra una ráfaga lógica ejemplar y una relación de canal físico, según algunas realizaciones. Similar al descrito anteriormente, el escenario de ejemplo ilustrado en la figura se proporciona en el contexto de una implementación en la que se utilizan diversos robots en una instalación para realizar diversas tareas. Estos robots actúan como uno o más terminales que reciben/transmiten información a una o más estaciones base utilizando algunas realizaciones.

La dirección del enlace ascendente se puede definir como la dirección del robot a la estación base y la dirección del enlace descendente se puede definir como la dirección desde la estación base al robot.

15 Se puede utilizar un enlace de comunicación de emergencia para proporcionar una alarma de enlace ascendente para estados en los que puede haber situaciones de emergencia, tal como que el robot detecte una posible interrupción de la trayectoria de la señal física. El enlace de comunicación de emergencia puede ser un enlace de comunicación de reserva para que los robots lo utilicen en estas situaciones.

En algunas realizaciones, el enlace de comunicación de emergencia puede incluir mayor resiliencia en la comunicación.

20 El enlace de comunicación de radiodifusión se puede utilizar para enviar datos de identidad de la estación base de enlace descendente a todos los robots (todos los robots reciben el enlace de comunicación de radiodifusión todo el tiempo).

La canalización fina se puede utilizar para enviar comandos de enlace descendente al robot y enviar datos de estado y posición de enlace ascendente.

25 La canalización gruesa se puede utilizar para enviar grandes cantidades de datos para cualquier propósito adecuado en cualquier dirección. Un ejemplo de uso de la canalización gruesa puede ser una señal de vídeo de un dispositivo de inspección.

3.4 Parámetros de funcionamiento

30 La siguiente sección proporciona descripciones no limitantes de ejemplos de algunas realizaciones. En particular, se analiza la implementación de canalizaciones finas y canalizaciones gruesas, y se describen las opciones de implementación específicas. Se ha de entender que las opciones para la implementación pueden variar; las etapas específicas pueden estar en diversos órdenes, añadidas, omitidas y/o modificadas.

En una realización, puede haber dos tipos de conexiones de datos, una canalización fina (banda estrecha) y una canalización gruesa (banda ancha).

35 En una realización, se puede implementar una canalización fina simétrica y una canalización gruesa simétrica. En otra realización, la canalización gruesa puede ser asimétrica para satisfacer la necesidad de transmitir datos de enlace descendente al mismo tiempo que se escucha en el enlace ascendente la presencia de un radar.

3.4.1 Canalización fina

40 En referencia ahora a la FIG. 5a, FIG. 7, FIG. 8 y FIG. 9a y 9b, una conexión de canalización fina puede estar basada en una supertrama de 100 ms (también denominado multitrama) formado por cinco tramas de 20 ms. Esta trama de 20 ms se puede dividir en un enlace descendente de 10 ms o subtrama de recepción y en un enlace ascendente o subtrama de transmisión de 10 ms.

45 La subtrama de 10 ms se puede dividir en veinte ranuras de tiempo de 0,5 ms y la ranura de tiempo de 0,5 ms se puede dividir adicionalmente en 7 constelaciones o símbolos de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK), de los cuales 5 se utilizan para transportar datos y 2 se utilizan como símbolos piloto.

Como se ha indicado anteriormente en la memoria descriptiva, en algunas realizaciones, las estaciones base pueden operar en una configuración de maestro esclavo.

50 Un ancho de banda ocupado (p. ej., 9 MHz) se puede dividir en 40 bloques de frecuencia de 225 kHz de ancho de banda cada uno. Cada bloque de frecuencia puede consistir en subportadoras de 15×15 kHz. Cada conexión esclava de banda estrecha puede usar 2 bloques de frecuencia en una ranura de tiempo de 0,5 ms. A través del

ancho de banda ocupado de 9MHz y en una ranura de tiempo de 0,5 ms, pueden operar 20 esclavos simultáneamente.

5 Puede haber 20 ranuras de tiempo en una trama de 10 ms, incluida una ranura de tiempo utilizada para la radiodifusión de enlace descendente, dejando 19 ranuras de tiempo para el enlace ascendente y 19 para las conexiones de enlace descendente en una trama. Esto significa que puede haber 380 conexiones posibles por trama y hay 5 tramas en una supertrama de 100 ms, por lo que un solo canal de 10 MHz puede admitir 1900 enlaces de comunicación de canalización fina. La velocidad de transferencia de datos sin procesar en una canalización fina puede ser, por lo tanto, $2 \text{ (QPSK)} \times 5 \times 15 \text{ (subportadoras)} \times 2 \text{ (bloques)} \times 10 \text{ (supertramas)} = 3000 \text{ bits/s}$.

Las ráfagas de datos de canalización fina se describen más detalladamente en otro lugar de esta descripción.

10 Además de la conexión de canalización fina, la estación base puede transmitir un enlace de comunicación de radiodifusión en la primera ranura de tiempo de 0,5 ms a todos los robots. La canalización fina puede ser una conexión simétrica en términos de ancho de banda.

3.4.2 Canalización gruesa

15 En referencia ahora a la FIG. 5b, una conexión de canalización gruesa puede basarse también en la supertrama de 100 ms, pero para este caso 4 ranuras de 0,5 ms y en los 40 bloques de frecuencia y en las cinco subtramas (equivalente a $4 \times 20 \times 5 = 400$ canalizaciones finas) se asignan a un solo robot. Esto puede permitir un escenario de 4 canalizaciones gruesas (16 ranuras de tiempo \times 40 frecuencias). Después de usar 1 ranura de tiempo para la radiodifusión, alrededor de 300 canalizaciones finas (3 ranuras de tiempo \times 20 frecuencias \times 5 tramas) pueden operar simultáneamente con las cuatro canalizaciones gruesas. La velocidad de transferencia de datos sin procesar en una canalización gruesa puede ser equivalente a 400 canalizaciones finas de 3 kbits/s o 1,2 Mbits/s.

20 Debe apreciarse que el número de conexiones de canalización fina en una conexión de canalización gruesa puede variar.

25 En una realización, diversas ranuras de tiempo para una canalización gruesa pueden estar basadas en la relación del número y/o ancho de banda de canalización fina a canalización gruesa. La relación puede ajustarse bajo demanda por las una o más estaciones base y/o uno o más controladores de estación base. Las una o más estaciones base pueden ser gestionadas centralmente por uno o más controladores de estación base.

30 En otra realización, en el contexto de un nuevo almacén logístico, para un pequeño número de robots y durante una puesta en servicio o fase inicial, la canalización gruesa se puede usar para extraer datos de los robots/enviar datos a los robots para fines de configuración. A medida que los robots pasan a producción, este requisito ya no se aplica y, por lo tanto, la relación entre canalizaciones finas y canalizaciones gruesas se puede ajustar para reducir el número de canalizaciones gruesas y, a su vez, para aumentar la capacidad en la canalización fina.

Las ráfagas de datos de canalización gruesa se describen más detalladamente en otro lugar de esta descripción.

3.4.3 Relación configurable de trayectorias entre canalización fina y canalización gruesa

35 En referencia ahora a las FIG. 9a y 9b, que ilustran algunas realizaciones, puede haber una relación configurable o ajustable entre el número de enlaces de comunicación de menor ancho de banda y el número de enlaces de comunicación de mayor ancho de banda. La estación base puede configurarse (o puede ser dirigida, por ejemplo, por un administrador de red) para asignar y reasignar la frecuencia y/o la trama de tiempo de canalizaciones finas y canalizaciones gruesas en una o más subtramas en tiempo real o casi real.

40 En otras palabras, la cantidad de mosaicos asignados a las canalizaciones finas N_t y las canalizaciones gruesas N_f se puede ajustar en base a las necesidades del sistema de comunicación y otros factores relacionados.

3.5 Diversidad de la señal del receptor

45 El sistema puede configurarse para emplear diversidad espacial en uno o ambos enlace ascendente y enlace descendente con las antenas de cualquier dispositivo ubicadas a una distancia para ayudar a abordar los parámetros estructurales del entorno de implementación, tales como, para permitir que las señales operen alrededor de pilares de construcción que pueden estar presentes en ciertos entornos de implementación. La distancia entre las antenas puede variar.

En algunas realizaciones, se puede encontrar que una distancia de aproximadamente 50 cm es potencialmente ventajosa para atenuar diversos efectos ambientales, tales como pilares estructurales verticales de acero.

3.6 Diversidad y salto de frecuencia

50 El sistema puede configurarse para emplear diversidad de frecuencia en el enlace descendente y/o el enlace ascendente.

La transmisión de enlace ascendente y de enlace descendente de canalización fina puede utilizar una pluralidad de mosaicos que transportan los mismos datos en diferentes frecuencias en el enlace de comunicación de 10 MHz.

5 En algunas realizaciones, se pueden usar dos mosaicos que ocupan diferentes frecuencias para cada paquete de datos en una transmisión de enlace ascendente o de enlace descendente. En otra realización, se pueden usar cuatro mosaicos que ocupan diferentes frecuencias para cada paquete de datos en una transmisión de enlace ascendente o de enlace descendente.

Las frecuencias de mosaico pueden saltar de una trama a otra en una secuencia de saltos como se describe en la presente memoria. El salto puede ocurrir, por ejemplo, dentro del enlace de comunicación de 10 MHz que se produce como parte de la señal digital de banda base presentada a la parte analógica de la radio.

10 Si se utilizan dos mosaicos para cada transmisión de datos en un enlace ascendente o descendente, las dos frecuencias de mosaicos pueden ser simétricas o asimétricas, y centrarse alrededor del punto de 0 Hz (banda base). La subportadora del medio puede o no ser utilizada.

15 El salto de frecuencia aplicado a un único robot/terminal puede indicar que la frecuencia puede cambiar cada 100 ms, por lo tanto, con 20 frecuencias a través de las cuales saltar, la secuencia completa se puede cubrir en 2 segundos repitiendo en ciclos a través de las frecuencias disponibles se puede contrarrestar el desvanecimiento por trayectos múltiples. Puede ser útil contrarrestar cualesquiera valores nulos profundos y permanentes en una ubicación particular.

20 Se apreciará que los pares de frecuencia simétricos con respecto a una frecuencia central pueden asignarse a la misma unidad terminal de modo que cualquier fuga de energía desde +f a -f y viceversa se produzca en la ubicación de la unidad terminal, de manera que se produzca menos interferencia no deseada en comparación con la asignación de +f y -f a diferentes unidades terminales.

25 Además, las unidades terminales pueden estar a diferentes distancias de la misma estación base, con el resultado de que la fuga de una señal hacia -f desde una unidad terminal cercana a la estación base puede interferir fuertemente con la señal -f real desde una unidad terminal lejos de la estación base (del mismo modo para fugas hacia f).

3.6 Latencia del sistema

30 El sistema puede encontrar latencia a medida que las señales de comunicación se transmiten/reciben de un dispositivo a otro. Estos problemas de latencia pueden surgir por diversas razones, y algunas de ellas se describen a continuación. El sistema, en algunas realizaciones, puede configurarse para tener en cuenta estos problemas de latencia. Algunos problemas de latencia pueden ser predecibles, otros problemas de latencia pueden producirse como resultado de diversos cambios o factores ambientales.

En algunas realizaciones, la latencia se puede reducir utilizando una multitrama más pequeña (p. ej., tramas de 4 x 20 ms durante 80 ms). En una implementación de este tipo, es posible que haya menos canalización fina y canalización gruesa de menor ancho de banda disponible.

35 Por ejemplo, la latencia de los datos de ida y vuelta puede ser inferior a 200 ms. Las contribuciones a la latencia pueden resultar, por ejemplo, de:

A través de Ethernet desde un sistema de control principal hasta estaciones base

Procesamiento en las estaciones base

Estación base a terminal

40 Terminal a estación base, incluido el procesamiento de la señal recibida y la creación de la señal de transmisión en el terminal (el procesamiento en el terminal puede producirse en los 10 ms entre la recepción de una canalización fina en la subtrama de recepción y la transmisión de una canalización fina en la subtrama de transmisión adyacente).

A través de Ethernet desde la estación base al sistema de control principal.

45 En un aspecto, la estructura de trama utilizada puede configurarse de manera que una orden de enlace descendente que simplemente pierde su ranura de tiempo de enlace descendente se transmitirá 100 ms más tarde y su respuesta de enlace ascendente estará entonces en la subtrama de transmisión de enlace ascendente 10 ms después.

Los retardos estimados se muestran en la siguiente tabla. La tabla es una tabla de muestra provista según algunas realizaciones, donde los terminales están representados por robots y el sistema puede interoperar con un sistema de control de robot y estaciones base.

50

Origen del retardo	Magnitud estimada
Sistema de control a estación base	< 5 ms
Procesamiento de estación base	< 5 ms
Estación base a robot/terminal	< 100 ms
Robot/Terminal a estación base	10 ms
Estación base a sistema de control	< 5 ms
Total	< 125 ms

Tabla 1 - Retardo de muestra estimado de la señal de ida y vuelta desde el sistema de control y retorno

3.7 Integridad del sistema

En algunas realizaciones, se puede proporcionar una prueba de integridad del enlace de comunicación de ida y vuelta, ya sea en un momento en el que el sistema esté operativo o en la etapa de inducción.

- 5 Una celda inductiva puede ser un área donde un terminal es inducido/provisto para su uso, o los artículos se llevan a una instalación.

Esto puede ser independiente de cualquier otro tipo de prueba, como una prueba de fabricación o desarrollo.

- 10 Por ejemplo, cuando un terminal se encuentra en una celda inductiva, se puede realizar una verificación para verificar que su enlace de comunicación esté operativo con el sistema. Si la posición de la celda inductiva es conocida con respecto a la estación base, se puede conocer el valor aproximado del indicador de la intensidad de la señal recibida (RSSI) para las conexiones de enlace ascendente y de enlace descendente. Esto, combinado con una prueba de umbral de la tasa de errores de bits (BER) para verificar el estado de las capas físicas/de control de acceso a los medios, individualmente o en combinación con un mensaje de prueba, puede usarse para proporcionar esta verificación de integridad.

- 15 Aunque el terminal fuera móvil, se podría realizar una prueba similar a la anterior. Un requisito adicional puede ser que exista un mapa RSSI del entorno en el que se pueda verificar la intensidad de la señal. Esto puede estar disponible a partir de una encuesta ambiental.

3.8 Enlaces de comunicación sin contención

- 20 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para proporcionar al menos un enlace de comunicación de ancho de banda inferior sin contención y al menos un enlace de comunicación de ancho de banda superior sin contención separado. El sistema puede configurarse para evitar la contención mediante transmisiones de corros y, por lo tanto, maximizar el espectro de radio utilizable.

En estas realizaciones, el sistema puede reducir los conflictos como resultado de los modos normal y duplicado de canalización fina.

- 25 En algunas realizaciones, la contención se puede usar en parte, por ejemplo, para comunicaciones de emergencia.

A continuación se muestra una tabla de constantes de interfaz aérea ejemplares. Los valores proporcionados son solo para fines ilustrativos y no pretenden ser limitantes.

Constante	Valor(es)	Unidades	Descripción
F_c	Varía	Hz	Frecuencia portadora
N_{dt}	20	-	Número de mosaicos de enlace descendente en el tiempo
N_{ut}	20	-	Número de mosaicos de enlace ascendente en el tiempo
N_{tf}	40	-	Número de mosaicos de enlace ascendente en frecuencia
N_{fpm}	5	-	Número de tramas por multitrama
T_{mp}	100	ms	Período de multitrama
T_{fp}	20	ms	Período de trama
T_{igp}	10,41	us	Período de guarda de trama

3.9 Parámetros del sistema ejemplares

Esta sección resume los parámetros clave ejemplares de la interfaz aérea en una serie de tablas:

Utilización del espectro: como se usa la banda

Entramado: cómo el enlace ascendente y el enlace descendente están duplexados y sincronizados

5 Codificación: cómo se asignan los datos en el espectro y el entramado

3.9.1 Utilización ejemplar del espectro

Parámetro	Valor
Estándar inalámbrico	OFDM personalizado/acceso múltiple por división ortogonal de frecuencia (OFDMA)
Esquema de modulación del enlace descendente	OFDM
Esquema de modulación del enlace ascendente	OFDMA
Banda de frecuencia	5470 MHz a 5725 MHz
Frecuencias centrales	(5477,5 + N x 10) MHz donde N = 0, 24
Ancho de banda máximo	10 MHz (el sistema puede ejecutarse en un subconjunto de esta frecuencia)
Ancho de banda ocupado	Aprox. 9 MHz de canal de 10 MHz
Longitud de FFT OFDM	1024
Subportadoras activas	600 (excepto un espacio alrededor de CC)
Espaciado entre subportadoras	15 kHz
Modulación (en subportadoras)	QPSK
Longitud del prefijo cíclico	72 muestras
Velocidad de símbolos de OFDM	14.000/segundo
Máscara espectral	Véase especificación EN301893 v.1.7.1, cláusula 4.5.2. y FCC parte 15
Duplexado	Dúplex por división de tiempo (TDD)

Tabla 2 - Parámetros relacionados con la utilización del espectro

3.9.2 Entramado

Parámetro	Valor
relación de subtrama DL:UL	1:1 (fijo); este valor puede variar
Período de trama	20 ms (trama completa en dúplex por división de tiempo)
Tramas mínimas por multitrama	1
Tramas máximas por multitrama	5
Período de guarda de trama	Aprox. 10 us
Período de guarda de subtrama	Aprox. 10 us
Sincronización de estación base a estación base	Mejor que 1 us

Tabla 3 - Parámetros relacionados con el entramado

10 3.9.3 Codificación

Parámetro	Valor
Corrección de errores hacia adelante	Convolutacional (decodificación Viterbi)
Tasa de codificación	1/2, 1/3
Salto de frecuencia de canalización fina	Intratrama
Ráfagas máximas de canalización gruesa	4 por subtrama

Tabla 4 - Parámetros relacionados con la codificación

3.9.4 Estructura de trama en dúplex por división de tiempo (TDD)

A continuación se describe una estructura de trama en dúplex por división de tiempo de muestra, según algunas realizaciones.

- 15 Cada estación base gestiona un solo canal de frecuencia de 10 MHz dividido en el tiempo en multitramas (cada Tsp), cada uno dividido en Nfps tramas (cada Tfp), cada una dividido en dos subtramas (enlace descendente y enlace ascendente), cada una dividido en mosaicos (compuestos de símbolos piloto y símbolos de datos) en los que se asignan ráfagas físicas, que transportan enlaces de comunicación lógicos.

Símbolos de OFDM

Cada símbolo de OFDM puede consistir en 1024 muestras en el dominio del tiempo (donde 1024 es la longitud de la transformada de Fourier rápida (FFT) utilizada) con un prefijo cíclico (CP) de 72 muestras para reducir la interferencia entre símbolos de los efectos multitrayecto.

5 El símbolo de OFDM se muestra en la FIG. 6, junto con la segmentación en ventanas que se puede aplicar para reducir la potencia del canal adyacente (ACP), según algunas realizaciones.

Se pueden usar diversas funciones como funciones ventana, según diversas realizaciones. Por ejemplo, se puede usar una función ventana de coseno alzado al inicio y al final de la ráfaga.

Cada símbolo de OFDM en el dominio del tiempo se puede asignar a un conjunto de subportadoras en el dominio de la frecuencia pasando el símbolo a través de una transformada de Fourier rápida inversa (IFFT).

10 Formato de mosaico

En un aspecto, en referencia ahora a la FIG. 7, se muestra un formato de mosaico de muestra que puede usarse como parte de una estructura de trama o gestionar comunicaciones de datos a través de una o más redes.

15 En un aspecto, cada una de las subportadoras ocupadas en la salida de la IFFT contiene un símbolo piloto o un símbolo de datos, según algunas realizaciones. Estos símbolos pueden agruparse en el tiempo y la frecuencia en una estructura llamada mosaico. El mosaico puede ser la unidad más pequeña de una subtrama auxiliar que puede estar ocupada o no ocupada.

El mosaico puede ser una unidad útil de comunicación puesto que el procesamiento, la codificación y la decodificación digital de señales (corrección de errores hacia adelante, aleatorización, estimación, ecualización, etc.) se pueden optimizar para que funcionen con el tamaño del mosaico. Una ráfaga puede abarcar varios mosaicos.

20 Los mosaicos se pueden especificar de la siguiente manera:

Cada mosaico contiene una mezcla de bits de datos sin procesar y pilotos.

Cada mosaico abarca 7 símbolos de OFDM en el tiempo ("7 símbolos de ancho")

Cada mosaico abarca 15 subportadoras en frecuencia ("15 subportadoras altas")

25 Se proporcionan pilotos en cada subportadora para facilitar la estimación del canal en el receptor. Los pilotos ocupan los primeros y últimos símbolos de OFDM del mosaico.

Los pilotos pueden ser utilizados para ver la distorsión en amplitud y fase y usar esta distorsión para ver qué ha sucedido. El modelo del medio se puede usar para decodificar símbolos desconocidos usando una secuencia de operaciones definida.

30 Los pilotos pueden ser secuencias predefinidas; puede haber más de una posibilidad para una secuencia piloto.

El conjunto de mosaicos que abarcan todas las subportadoras ocupadas en 7 símbolos de OFDM se denomina una ranura.

Multitramas

35 Se puede establecer un único período de trama en TDD 310a, 310b del sistema en $T_{fp} = 20$ ms, que es típico de los sistemas TDD y parámetros comerciales como la velocidad de adquisición (p. ej., la corrección de la frecuencia del reloj), la sobrecarga en el entramado, etcétera. Sin embargo, debe apreciarse que el período de trama también puede establecerse en algún otro valor (p. ej., 30 ms o 50 ms), con o sin otras limitaciones técnicas.

40 Si cada terminal solo requiere una transmisión de señal de ráfaga fina y una recepción de señal cada 100 ms y es deseable maximizar los terminales compatibles por estación base, las tramas Nfps se pueden agrupar en una multitrama (también denominada supertrama) de un período $T_{sp} = 100$ ms. Una vez por multitrama, un terminal puede recibir una ráfaga fina y transmitir una ráfaga fina.

Multiplexación en TDD de enlace descendente y enlace ascendente

Las subtramas de enlace descendente 320a, 320b y las subtramas de enlace ascendente 330a, 330b se pueden duplexar en una estructura de trama en TDD 310a, 310b según se muestra en la FIG. 8.

45 La relación entre los períodos de las subtramas de enlace descendente 320a, 320b y de enlace ascendente 330a, 330b puede fijarse en 1:1, por ejemplo, o puede variar.

En otra realización, la relación entre las longitudes de las subtramas de enlace descendente y de enlace ascendente puede fijarse en una relación distinta de 1:1.

Los períodos de guarda opcionales entre las subtramas y las tramas pueden permitir tiempo de establecimiento para que la radio conmute de transmisión a recepción y viceversa.

Estructura de subtrama

5 En referencia ahora a las FIG. 9a y 9b, cada subtrama puede tener 20 mosaicos “de ancho” en el tiempo, y puede tener 40 mosaicos “de alto” en frecuencia. La subportadora de CC no se utiliza, con un mismo número entero de mosaicos situados por encima y debajo de la subportadora de CC en frecuencia.

10 Los formatos de subtrama de enlace descendente y de enlace ascendente son muy similares, con la excepción de ser una señal de sincronización al inicio solo de la subtrama de enlace descendente. De lo contrario, toda la subtrama se divide en mosaicos. Los mosaicos se agrupan en ráfagas que pueden ser de varios tipos diferentes dependiendo del tipo de datos que contengan. Las ráfagas se describen más detalladamente a continuación. El diseño exacto de la subtrama se puede configurar cambiando el número de ráfagas “finas” y “gruesas”. La FIG. 9a muestra la estructura de una trama cuando cada una de las subtramas de enlace ascendente y de enlace descendente se han configurado para admitir dos canalizaciones “gruesas”, y se utilizan canalizaciones finas en modo normal. La FIG. 9b muestra una estructura de subtrama de muestra que muestra la o las canalizaciones finas y la o las canalizaciones gruesas según algunos aspectos.

15 La Tabla 5 a continuación muestra los tipos de ráfagas de datos y la ubicación respectiva en la trama según una realización.

Ráfaga utilizada para	Ubicación en la trama	Comentarios adicionales
Sincronización	8 mosaicos centrales en la primera ranura de la subtrama de enlace descendente	Utilizada por los terminales para sincronizar con la señal de la estación base
Radiodifusión	Mosaicos restantes de la primera ranura de la subtrama de enlace descendente	Contiene información de radiodifusión para todos los terminales. Codificado de forma robusta para ser menos susceptible a interferencias.
Canalización fina	O bien: [Modo normal] Un par de mosaicos en las subtramas de enlace descendente y de enlace ascendente. La ranura se fija para una canalización fina (segunda ranura en adelante), saltos de frecuencia en cada multitrama o [Modo duplicado] Dos pares de mosaicos en las subtramas de enlace descendente y de enlace ascendente, con un par que duplican los mosaicos utilizados en el modo normal, en algunas realizaciones, los mosaicos pueden estar en diferentes ranuras de tiempo.	Cada canalización fina contiene datos hacia o desde un terminal específico
Canalización gruesa	Típicamente, 4 ranuras completas al final de la subtrama, pero la ubicación puede variar dependiendo de la realización.	Los canalizaciones gruesas proporcionan un mayor rendimiento de datos que las canalizaciones finas y se asignan a terminales individuales de forma dinámica según sea necesario.
Enlace ascendente de emergencia	Grupos de mosaicos en la primera ranura de la subtrama de enlace ascendente	Proporciona un mecanismo basado en la contención para que un terminal se comunique con la estación base cuando no puede comunicarse a través de una canalización fina. Codificado de forma robusta como la ráfaga de radiodifusión para reducir la susceptibilidad a interferencias.

Tabla 5: Resumen de tipos de ráfaga

Asignación de enlace de comunicación

La capa física puede proporcionar un número de tipos de enlace de comunicación lógica a las capas superiores.

Como se ha descrito anteriormente, la FIG. 4 muestra cómo los enlaces de comunicación lógicos pueden asignarse a los tipos de ráfaga, cada uno de los cuales codifica los datos como un conjunto de mosaicos, según algunas realizaciones.

- 5 Todos los enlaces de comunicación de soporte de datos pueden codificarse y asignarse a ráfagas en las siguientes etapas de acuerdo con la FIG. 10, según algunas realizaciones.

Control de redundancia cíclica (CRC)

- 10 En la etapa 510, se puede usar un CRC para detectar errores en diversos tipos de enlace de comunicación. La longitud del CRC puede ser, por ejemplo, de 24 bits. El CRC puede adjuntarse a los datos del enlace de comunicación.

También se pueden aplicar otros códigos o técnicas de control de errores, según diversas realizaciones.

Corrección de errores hacia adelante (FEC)

En la etapa 520, se puede usar un código de corrección de errores hacia adelante (FEC) para corregir los errores en los datos recibidos.

- 15 En algunas realizaciones, el sistema está configurado para aplicar una FEC con un código convolucional de tasa 1/2, con una longitud de restricción de 9. Las funciones generadoras utilizadas son:

$$G_0 = 561 \text{ (octal)}$$

$$G_1 = 753 \text{ (octal)}$$

- 20 Para cada bit de entrada, la salida de G_0 y luego G_1 se emite desde el codificador. Se utiliza "cola mordida", por lo que el codificador debe inicializarse con los últimos 8 bits de los datos de entrada.

En algunas realizaciones, se puede usar un código convolucional de tasa 1/3 en las ráfagas de control y de emergencia.

La función del generador puede ser $G_0 = 557$ (octal), $G_1 = 663$ (octal), $G_2 = 711$ (octal)

Propagación de bloques en el tiempo

- 25 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse de manera que los bloques puedan propagarse en el tiempo para añadir redundancia y/o mejorar la posibilidad de recuperar información en el tiempo.

Por ejemplo, puede usarse un dispositivo de entrelazado. En la etapa 530, se puede usar un dispositivo de entrelazado de bloques para propagar los bits codificados en la ráfaga, ganando frecuencia y diversidad de tiempo. La diversidad de frecuencia, la diversidad de tiempo y/o la diversidad espacial pueden usarse para abordar los requisitos del sistema. En otro ejemplo, el dispositivo de entrelazado puede entrelazar en etapas de 67 bits.

- 30

Supervisión del sistema

El sistema puede configurarse para supervisar/detectar aún más los intentos de interferir con el sistema, por ejemplo, los intentos de interceptar señales, proporcionar señales falsas, interferencias de señales, ataques de denegación del servicio, etc.

- 35 Aleatorizador

En la etapa 540, después del entrelazado, el sistema puede configurarse para aleatorizar datos para "blanquear" los datos, lo que puede reducir el pico a la potencia promedio de la señal de salida en el caso de que puedan transmitirse datos similares en toda la subtrama.

- 40 Por ejemplo, la secuencia de aleatorización se puede obtener a partir de una secuencia de bits pseudoaleatoria de longitud 31 (PRBS).

El aleatorizador se puede reinicializar al inicio de los datos para cada enlace de comunicación utilizando una combinación de los siguientes parámetros:

Un valor semilla de 0x3715

ID de estación base (BSID)

- 45 ID de canalización

Número de ranura

El BSID se puede establecer en cero para una ráfaga de control, ya que hasta que se haya decodificado, el terminal no puede saber el BSID.

5 El número de la ranura utilizada para una ráfaga gruesa puede ser la ranura del número más bajo ocupado por la ráfaga.

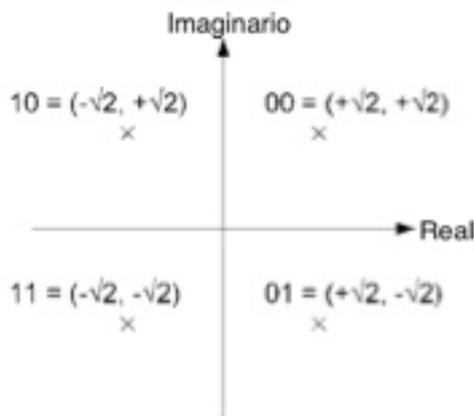
Los polinomios de PBRS pueden ser, en algunas realizaciones, $G(x) = x^{15} + x^{14} + 1$.

Asignación de ráfagas

En la etapa 550, la asignación de los datos de la ráfaga a los mosaicos es específica para cada tipo de enlace de comunicación, por lo que se describe con cada enlace de comunicación en otro lugar de esta descripción.

10 Asignación de constelaciones

En la etapa 560, los bits se pueden asignar a los símbolos de modulación por desplazamiento de fase en cuadratura (QPSK) como se muestra a continuación:



Ejemplo de asignación de símbolos QPSK

15 Canalización fina

Propósito

En algunas realizaciones, el propósito de la canalización fina es proporcionar un conjunto de enlaces de comunicación con un conjunto dado de características de transmisión.

20 Por ejemplo, una vez por multitrama, cada terminal recibe y transmite una ráfaga para comunicaciones de canalización fina. El sistema puede configurar la canalización fina para proporcionar una canalización de comunicaciones potencialmente garantizada y/o de baja latencia a/desde cada terminal.

Asignación de mosaicos y salto de frecuencia

Los mosaicos con una frecuencia más alta que la subportadora de CC se pueden etiquetar con índices de frecuencia del 1 al 20 (frecuencia creciente).

25 Los mosaicos con una frecuencia más baja que la subportadora de CC se pueden etiquetar con índices de frecuencia del -1 al -20 (frecuencia decreciente).

30 Una ráfaga de canalización fina (enlace descendente o ascendente) puede ocupar un par de mosaicos con diversos índices de frecuencia (p. ej., +/-X) en una ranura de tiempo fija o en una ranura (posición temporal). Esto significa que el espectro ocupado por una canalización fina puede ser simétrico alrededor de la CC (exigencias fáciles en la radio para el rechazo de imágenes).

En cada multitrama sucesiva, X se acerca desde la siguiente posición en una secuencia de bucle: 9, 19, 10, 20, 1, 11, 2, 12, 3, 13, 4, 14, 5, 15, 6, 16, 7, 17, 8, 18, 9, 19, 10, 20, 10, 11, 2, 12, ...

35 En una realización, una secuencia de saltos puede derivarse de un generador de números aleatorios. Puede haber muchas secuencias de saltos posibles. La generación de una secuencia de saltos se puede obtener utilizando cualquier tecnología adecuada.

Las canalizaciones finas en la misma ranura pueden leer con un desplazamiento diferente en la secuencia. Por ejemplo, los índices de frecuencia de los mosaicos para dos terminales (Terminal A, Terminal B) podrían ser los siguientes:

Terminal A: ... {-5,+5}, {-15,+15}, {-6,+6}, {-16,+16} ...

5 Terminal B: ... {-19,+19}, {-1,+1}, {-11,+11}, {-2,+2} ...

Codificación del enlace de comunicación

El paquete de canalización fina de la MAC puede codificarse, en algunas realizaciones, según se describe en la sección anterior sobre codificación. Los parámetros específicos del enlace de comunicación son:

Tasa de FEC - $\frac{1}{2}$

10 Modo duplicado

En referencia ahora a la FIG. 11, se puede usar un modo duplicado de canalización fina, por ejemplo, seleccionando el mismo en la configuración del terminal, según algunas realizaciones. El modo duplicado puede diferenciarse frente a conjunto normal de canalizaciones finas, que puede denominarse modo normal.

15 La configuración puede reducir a la mitad el número de terminales admitidos por estación base, pero puede tener el beneficio potencial de reducir la tasa de error de paquetes.

El modo duplicado se puede habilitar para entornos de frecuencia inusualmente difíciles y, por lo tanto, puede ser ventajoso en dichos entornos.

Según algunas realizaciones, el modo puede usarse para todas o ninguna de las estaciones base y terminales.

20 Se pueden usar técnicas de diversidad de frecuencia, por ejemplo, para evitar problemas con el desvanecimiento, etc.

Una ventaja potencial es la fiabilidad mejorada; la combinación de técnicas de salto de frecuencia, diversidad de tiempo y diversidad espacial puede ser útil para la resiliencia frente a un entorno de frecuencia donde el desvanecimiento de la señal es un problema.

25 Tanto en las subtramas de enlace descendente como de enlace ascendente, el modo duplicado copia la señal transmitida en los dos mosaicos de canalización fina normales en dos mosaicos adicionales a diferentes frecuencias; de forma eficaz, una transmisión de canalización fina en modo duplicado ocupa el espacio que utilizarían las transmisiones de canalización fina de modo normal, con una diversidad de frecuencia adicional (es decir, el doble) que la operación en modo normal de la canalización fina.

Una configuración del sistema en modo duplicado puede proporcionar dos beneficios potenciales:

30 Más resiliencia al desvanecimiento; la probabilidad de desvanecimientos suficientemente profundos en los 4 mosaicos ocupados que vencen a la FEC es menor que la probabilidad de desvanecimientos profundos en 2 mosaicos; y

Mejora de 3dB en la relación señal/ruido (SNR) de (relación máxima) combinando las dos copias de la transmisión.

35 El mosaico en modo normal con la frecuencia superior se copia a una frecuencia inferior y viceversa.

Canalización gruesa

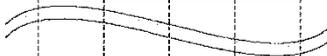
Propósito

40 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para proporcionar canalizaciones gruesas que pueden usarse para proporcionar uno o más enlaces de comunicación de alta capacidad de proceso a un número limitado de terminales.

El número de canalizaciones gruesas admitidas en una subtrama puede ser configurable. Cada ráfaga gruesa puede usar 4 ranuras completas, por lo que el número máximo de canalizaciones gruesas admitidas en una subtrama es 4. La implementación puede llevarse a cabo tanto en la estación terminal como en la estación base.

Asignación de mosaicos

Los datos de ráfaga se pueden asignar a mosaicos con el siguiente patrón, según algunas realizaciones:

1	41	81	121
2	42	82	122
			
39	79	119	159
40	80	120	160

Asignación de ráfaga a mosaico

5 En este ejemplo, el entrelazado ya ha propagado datos en la ráfaga en diversidad de frecuencia y tiempo, por lo que puede que no sea necesario la asignación de mosaicos para hacer esto.

A medida que la ráfaga llena todas las subportadoras ocupadas, el salto de frecuencia puede que no se utilice, según algunas realizaciones.

Enlace de comunicación de control de radiodifusión

Propósito

10 El enlace de comunicación de control de radiodifusión puede contener datos de radiodifusión para todos los terminales, y también puede contener mensajes dirigidos a un terminal individual (p. ej., una respuesta a un mensaje de canalización de emergencia). Puede ser transmitido en el enlace descendente.

Asignación de mosaicos

15 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse de manera que la ráfaga de control de radiodifusión pueda ubicarse en la primera ranura de la subtrama de enlace descendente. El número de mosaicos requeridos y el algoritmo de asignación pueden ser 32, y el medio 8, en algunas realizaciones puede que no se utilice para la radiodifusión.

Codificación del enlace de comunicación

20 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse de manera que el enlace de comunicación de control de radiodifusión esté codificado de forma más robusta que la canalización fina. La codificación puede ser similar a la de la canalización gruesa.

El sistema puede configurarse para difundir en cada trama, lo que puede implicar que habrá 5 veces en una supertrama en particular.

Canalización de emergencia

25 Propósito

La canalización de emergencia puede ser un mecanismo basado en la contención para un terminal que no puede recibir datos a través de canalizaciones finas, de manera que el terminal intente comunicarse con una estación base a través de un enlace de comunicación más robusto. Puede ser transmitido en el enlace ascendente.

Asignación de mosaicos

30 En algunas realizaciones, la canalización de emergencia puede estar ubicada en la primera ranura de la subtrama de enlace ascendente. Puede haber una o más canalizaciones de emergencia admitidas.

Codificación del enlace de comunicación

35 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse de manera que la canalización de emergencia, como el enlace de comunicación de control de radiodifusión esté codificado de forma más robusta que la canalización fina. La codificación puede ser similar a la de la canalización gruesa.

Señal de sincronización del enlace descendente

El sistema puede utilizar una señal de sincronización de enlace descendente en algunas realizaciones. La señal de sincronización del enlace descendente puede servir para dos propósitos:

Proporciona una señal conocida y "fácil de encontrar" que permite a un terminal establecer la existencia de una estación base

Permite que un terminal se sincronice en el tiempo y la frecuencia con el entramado del sistema

Mediciones de la capa física (PHY)

- 5 Los dispositivos pueden realizar diversas mediciones, tales como terminales y estaciones base. Las mediciones pueden incluir ruido pico y mosaicos sin utilizar.

Para los terminales/estaciones base, estas mediciones pueden incluir la potencia de transmisión, el desplazamiento de frecuencia, el ruido medio en los mosaicos sin utilizar, el ruido máximo en los mosaicos sin utilizar, el ruido medio en los mosaicos sin utilizar en un número (tal como 4) de mosaicos consecutivos.

- 10 Por mosaico, el procesador digital de señales puede configurarse para medir:

Nivel de potencia

Relación señal-ruido (SNR)

4.0 Descripción de algunas realizaciones en una instalación con robots

- 15 La siguiente sección proporciona una descripción ilustrativa, no limitante, de algunas realizaciones. En particular, la realización puede proporcionarse dentro del contexto de una instalación para almacén con uno o más robots que pueden considerarse como uno o más terminales. Los movimientos de los robots se pueden habilitar en diversas trayectorias, algunas de las cuales pueden cruzarse. Por ejemplo, la instalación para almacén puede incluir contenedores dispuestos, por ejemplo, en una estructura similar a una cuadrícula, donde los robots se mueven dentro de la instalación para almacén para realizar diversas tareas. Otros dispositivos no robotizados también pueden ser terminales en el contexto de esta sección. Por ejemplo, un humano podría llevar un terminal para comunicarse.
- 20

La instalación para almacén puede incluir un número relativamente grande de terminales, y el sistema de comunicación permite las diversas comunicaciones requeridas por los distintos robots para realizar estas tareas.

- 25 Un sistema de comunicación, según algunas realizaciones, puede configurarse para proporcionar un sistema de radiocontrol eficiente en el ancho de banda para robots/terminales que operan en una cuadrícula X, Y de un tamaño definido, por ejemplo, de aproximadamente 60 x 120 metros. Cada cuadrícula puede tener muchos cientos de robots y puede haber diversas cuadrículas en un almacén. El diseño, el tamaño y la configuración de una cuadrícula pueden variar y hay muchas implementaciones posibles.

- 30 Por ejemplo, según algunas realizaciones, el sistema puede configurarse usando una estación base, proporcionando comunicaciones punto a multipunto utilizando dúplex por división de tiempo (TDD) para separar el enlace ascendente y el enlace descendente y multiplexación por división de tiempo (TDM) y multiplexación por división de frecuencia (FDM) para subdividir el espacio tiempo frecuencia para permitir un número de conexiones de ancho de banda estrecho entre las estaciones base y los terminales/robots.

- 35 El transmisor de la estación base puede usar pinchazos adicionales en la subtrama Tx para la detección por radar (p. ej., escuchar la energía y/o la detección de la señal).

Las siguientes descripciones de los elementos en la instalación pueden indicar robots, pero se debe entender que muchas descripciones se aplican de forma más amplia para englobar comunicaciones entre cualquier terminal y otros dispositivos.

Como ejemplo, una sola estación base puede configurarse para operar en una sola red (60 x 120 m).

- 40 Una instalación o un conjunto de redes puede estar constituida por muchos sistemas de cuadrículas individuales.

- Puede haber aplicación de itinerancia entre las cuadrículas, y los terminales/robots pueden moverse. Por ejemplo, un terminal puede recibir una solicitud de itinerancia de una primera estación base que solicita al robot que se desplace a un área cubierta por una segunda estación base; el robot puede detenerse opcionalmente. A continuación, el robot puede bloquear la frecuencia, los ajustes de control automático de ganancia y los ajustes de control de potencia del enlace ascendente al segundo robot. Es posible que la segunda estación base ya haya recibido la información del robot desde un controlador de estación base, luego puede comunicarse con el robot, y después el robot puede funcionar nuevamente bajo el ámbito de la cobertura de la segunda estación base.
- 45

- 50 En algunas realizaciones, los robots pueden configurarse para realizar diversas acciones, como detenerse temporalmente o liberar un enlace de comunicación y luego restablecer un nuevo enlace de comunicación entre la itinerancia entre estaciones base.

El control de potencia de enlace ascendente se puede utilizar para tratar el problema de cercanía-lejanía. El problema de cercanía-lejanía es un estado en el que un receptor capta una señal fuerte (de un terminal inalámbrico cercano) y, por lo tanto, dificulta que el receptor detecte una señal más débil (de un terminal inalámbrico lejano).

5 El sistema en una posible realización se muestra en la FIG. 2, que ilustra un diagrama de bloques de muestra de un sistema de gestión de almacén según algunas realizaciones.

La FIG. 2 muestra un diagrama esquemático se proporciona de sistemas de recuperación y almacenamiento de mercancías totalmente automáticos y semiautomáticos de muestra, según algunas realizaciones. La FIG. 2 se proporciona a un alto nivel, que ilustra una implementación de ejemplo. Diversas implementaciones del sistema 200 pueden implicar más o menos componentes y la FIG. 2 se proporciona como ejemplos.

10 El sistema 200 puede incluir un sistema de control de robot 202; un sistema de mantenimiento/supervisión 204; un controlador de estación base 206; una o más estaciones base 208a y 208b; uno o más robots 210a, 210b y 210c, y una o más estaciones de carga 230. Si bien solo se ilustran dos estaciones base 208a y 208b, y tres robots 210a, 210b y 210c, se ha de entender que puede haber más o menos robots y estaciones base en otras realizaciones del sistema. El sistema 200 puede comprender además una conexión Wi-Fi de banda ancha 250, que permite la
15 comunicación inalámbrica en tiempo real o casi en tiempo real entre las estaciones base 208a y 208b y los robots 210a, 210b y 210c.

Puede haber uno o más sistemas de gestión de almacén (WMS) 232, sistemas de gestión de pedidos 234 y uno o más sistemas de gestión de la información 236.

20 Los sistemas de gestión de almacén 232 pueden contener información tal como artículos requeridos para un pedido, unidades de mantenimiento de inventario (SKU) en el almacén, pedidos esperados/previstos, artículos que faltan en los pedidos, cuando se debe cargar un pedido en un transportador, fechas de caducidad en artículos, qué artículos se encuentran en qué contenedor, ya sean artículos frágiles o grandes y voluminosos, etc.

25 El sistema de control de robot 202 puede configurarse para controlar la navegación/encaminamiento de los robots, incluidos, entre otros, el movimiento de una ubicación a otra, la prevención de colisiones, la optimización de las trayectorias de movimiento, el control de las actividades a realizar, etc. El sistema de control de robot 202 puede implementarse utilizando uno o más servidores, cada uno de los cuales contiene uno o más procesadores configurados según las instrucciones almacenadas en uno o más medios de almacenamiento legibles por ordenador no transitorios. El sistema de control de robot 202 puede configurarse para enviar mensajes de control, a través de
30 estaciones base, a uno o más robots, recibir una o más actualizaciones, a través de estaciones base, desde uno o más robots, y comunicarse (a través de estaciones base) con uno o más robots que utilizan un protocolo en tiempo real o casi real. El sistema de control de robot 202 puede recibir información que indique la ubicación y la disponibilidad del robot desde el controlador de estación base 206.

35 En algunas realizaciones, los servidores pueden comprender servidores de alta disponibilidad. En otras realizaciones, los servidores pueden utilizar una plataforma de tipo "computación en la nube" para la informática distribuida.

Un aspecto es un sistema de control de robot que incluye o se vincula a un sistema de comunicación inalámbrico que está basado en el procedimiento de acceso a enlace de comunicación descrito en la presente memoria. Diversos posibles aspectos de la implementación del sistema de control de robot se describen a modo de ejemplo.

40 Se puede difundir un mensaje de parada de control a los robots en un "grupo de control" particular o terminales individuales; los beneficios potenciales de difundir mensajes a diferencia de enviar mensajes individuales pueden incluir comunicaciones mejoradas mediante el uso de múltiples ranuras de transmisión y una relación señal/ruido potencialmente mayor.

En algunas realizaciones, el sistema de control de robot 202 puede configurarse para asignar robots dinámicamente a diferentes "áreas de control" a medida que se mueven en la cuadrícula.

45 El sistema de mantenimiento/supervisión (MMS) 204 puede configurarse para proporcionar funciones de supervisión, incluida la recepción de alertas de uno o más robots o una o más estaciones base, estableciendo conexiones para consultar a los robots. El MMS 204 también puede proporcionar una interfaz para la configuración de las funciones de supervisión. El MMS 204 puede interactuar con el sistema de control de robot 202 para indicar cuándo deben recuperarse ciertos robots, o determinar cuándo ha surgido un problema con el sistema (p. ej., se han retirado muchos espacios, muchas trayectorias no se han resuelto o hay un número de robots inactivos por encima
50 de un número predeterminado).

55 El controlador de estación base 206 puede almacenar información de encaminamiento maestro para asignar bots, estaciones base y cuadrículas. En algunas realizaciones, puede haber un controlador de estación base 206 por almacén, pero en otras realizaciones, puede haber una pluralidad de controladores de estación base. El controlador de estación base 206 puede estar diseñado para proporcionar una alta disponibilidad. El controlador de estación

base puede configurarse para gestionar la selección dinámica de frecuencia y la asignación de frecuencia de las una o más estaciones base 208a y 208b.

5 La selección dinámica de frecuencia, en algunas realizaciones, puede ser gestionada por una cadena de radiofrecuencia dedicada, que puede incluir diversos elementos para procesar señales e identificar intervalos de frecuencias adecuados para usar.

10 Las estaciones base 208a y 208b pueden organizarse como un grupo de estaciones base, que luego pueden configurarse para estar activas, en espera o para supervisar el sistema. Los mensajes se pueden encaminar a través de una variedad de medios de comunicación a/desde robots, tales como a través del sistema 250. En otras realizaciones, los medios de comunicación pueden ser cualquier medio de comunicación, en algunas realizaciones, los medios de comunicación pueden ser un enlace de radiofrecuencia tal como los que se encuentran conforme al estándar inalámbrico 802.11. Las estaciones base 208a y 208b pueden incluir además unidades de procesamiento 212a, 212b, procesadores digitales de señales 214a, 214b y radios 216a, 216b.

15 Una función de una estación base puede ser para proporcionar enlaces de comunicación inalámbricos a los robots/terminales en una cuadrícula particular atendida por un sistema de control de robot 202 particular. Una estación base puede realizar una o más de las siguientes funciones (entre otras):

admitir comunicaciones de canalización fina para el control de robot/terminal

admitir comunicaciones de canalización gruesa para la gestión de robot/terminal

aceptar los datos de configuración de la estación base del controlador de estación base y configurarse según las instrucciones

20 aceptar los datos de canalización fina de enlace descendente de la red cableada y encaminarlos al robot/terminal correcto a través de la red inalámbrica

aceptar los datos de canalización fina de enlace ascendente, a través de la red inalámbrica y encaminarlos al controlador correcto a través de la red cableada

comunicarse a través de la red cableada utilizando Ethernet

25 comunicarse a través de la red inalámbrica utilizando la comunicación inalámbrica del sistema

el controlador de estación base puede establecer una frecuencia de enlace de comunicación de radiofrecuencia de la estación base

cuando la estación base es una unidad autónoma, la estación base puede, por defecto, elegir de forma autónoma la frecuencia de funcionamiento

30 cubrir aproximadamente un área de diversos tamaños, como 120m por 60m, que puede suponer una distancia diagonal de 135m

la cobertura específica puede depender de la cobertura angular de la antena de la estación base

puede ser capaz de ser configurada como una estación base de servicio, una estación base reserva en condiciones de funcionamiento inmediato o como un monitor de espectro

35 puede ser capaz de ser configurada como operativa o no operativa

tener dos puertos de antena de transceptor

admitir diversidad de recepción

tener una única cadena de transmisores

40 las estaciones base en una red se pueden sincronizar a tiempo dentro de un umbral (p. ej., 1us) de un reloj maestro

las estaciones base pueden transmitir y recibir en sincronismo menos de una banda de guarda de 10us

los robots/terminales/estaciones base se pueden sincronizar a tiempo con el sistema de control de robot 202 hasta dentro de ± 5 ms para los mensajes

45 señalar al robot/terminales, conectados a esa estación base, para que se detenga la transmisión antes de que la estación base detenga su propia transmisión

cambiar la frecuencia de funcionamiento según las instrucciones del controlador de estación base

- informar al robot/terminales de un cambio de frecuencia utilizando el enlace de comunicación de radiodifusión
- admitir (junto con el controlador de estación base) que se añadan nuevos robots/terminales a una cuadrícula atendida por la estación base
- 5 admitir (junto con el controlador de estación base) que se eliminen robot/terminales de una cuadrícula atendida por la estación base
- proporcionar una entrada para aceptar un pulso por segundo (PPS) desde otra estación base o un generador de PPS externo
- admitir el protocolo para acceder a servicios de directorio en línea (LDAP) para la autorización de inicios de sesión administrativos o cualquier otro tipo de protocolo de directorio.
- 10 para la conexión remota a la estación base a través de shell seguro (SSH) o una interfaz de línea de comandos personalizada (CLI)
- admitir una CLI personalizada para configuración y control directo
- tener un número de indicadores de estado, que por ejemplo, puedan ser visibles a través de la caja de protección. Los indicadores pueden ser configurables dependiendo de su uso.
- 15 tener un botón de reinicio, accesible desde fuera de la caja de protección, para reiniciar la estación base
- tener un botón de reinicio, al que se puede acceder desde fuera de la caja de protección, cuyo estado es legible por software, que le permite restaurar la estación base a sus valores por defecto de fábrica
- informar periódicamente la información de rendimiento al controlador de estación base a un nivel de detalle solicitado por el controlador de estación base
- 20 capaz de operar como instancia activa o en espera en modo de redundancia 2N.
- redundancia 2N significa una estación base activa y otra en espera
- admitir conmutación por error o conmutación entre activo o en espera si hay un árbitro de terceros presente (controlador de estación base)
- 25 La conmutación es un procedimiento controlado donde los dos nodos aún son receptivos. La conmutación por error es un procedimiento de recuperación cuando un nodo activo no responde
- admitir conmutación entre activo o en espera si un árbitro de terceros no está presente
- Los uno o más robots 210a, 210b y 210c puede estar configurado para moverse alrededor de la cuadrícula y realizar operaciones o tareas. Las operaciones pueden incluir mover un contenedor de una pila a otra, ir a una estación de carga para recargar, etc. Los uno o más robots pueden asignarse para comunicarse con las una o más estaciones base 208a y 208b. En algunas realizaciones, cada uno de los uno o más robots solo se comunica con una estación base en un momento dado.
- 30 Los uno o más robots 210a, 210b y 210c pueden no ser todos del mismo tipo de robot. Puede haber diferentes robots con diversas formas, diseños y propósitos, por ejemplo, puede haber un robot en voladizo, un robot puente, un robot de cabrestante, etc.
- 35 En algunas realizaciones, los uno o más robots 210a, 210b y 210c tienen cabrestantes que se pueden usar para retener un contenedor para el movimiento desde una posición en la cuadrícula a otra. Los robots 210a, 210b y 210c pueden tener radios 218a, 218b, 218c, procesadores digitales de señales 220a, 220b, 220c, procesadores 222a, 222b, 222c, controladores en tiempo real 224a, 224b, 224c, baterías 226a, 226b, 226c y motores, sensores, conectores, etc., 228a, 228b, 228c.
- 40 Las una o más estaciones de cargador 230 pueden estar configuradas para proporcionar potencia para cargar baterías en los uno o más robots 210a, 210b y 210c. Las una o más estaciones de cargador 230 pueden estar configuradas además para proporcionar acceso a datos de alta velocidad al robot, y varias estaciones pueden estar colocadas alrededor de la cuadrícula para su uso por los uno o más robots 210a, 210b y 210c.
- 5.0 Aplicaciones y otras implementaciones
- 45 La siguiente sección describe diversas otras aplicaciones y potenciales implementaciones para el sistema. Las descripciones tienen fines ilustrativos, no limitantes y el sistema puede utilizarse en una variedad de otras aplicaciones e implementaciones, según algunas realizaciones.
- 5.1 Datos de fuentes múltiples

5 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para recopilar diversos datos de fuentes múltiples, incluidos datos operativos, datos de rendimiento, métricas analíticas, etcétera, con el fin de obtener conocimiento e inteligencia empresarial general en base a los datos relacionados con las operaciones del sistema. Por ejemplo, uno o más terminales pueden almacenar y/o transmitir continuamente métricas con respecto a la planificación de rutas u obstáculos en un mapa, y dicha inteligencia puede ser recopilada y procesada en la estación base o en un servidor central, y las decisiones pueden determinarse posteriormente y distribuirse a uno o más terminales u otros dispositivos en la red.

10 En algunas realizaciones, esta información de fuentes múltiples puede utilizarse para asignar diversas propiedades de terminales durante un período de tiempo. Por ejemplo, el flujo de personas se puede representar a medida que se mueven alrededor de una ubicación. La representación del flujo de personas puede ser útil para determinar cuellos de botella en el movimiento de personas en estaciones de metro, o el flujo de personas en un festival de música/sala de exposiciones, por ejemplo. Se puede hacer seguimiento de las personas utilizando un dispositivo integrado, como una pulsera.

15 En algunas realizaciones, los terminales pueden utilizarse para proporcionar capacidades de votación a una o más personas que usan los terminales. Los votos pueden enviarse individualmente a las estaciones base, y/o los votos pueden ser acumulados en diversos terminales y luego enviar la suma total a las estaciones base. La votación se puede utilizar en diversos contextos y aplicaciones, por ejemplo, votar en un programa de juegos, votar en un concierto, votar partidos políticos, etc.

20 Cuando la votación se utiliza en un contexto donde la transmisión exacta de votos puede ser de mayor importancia (p. ej., la votación de partidos políticos), el sistema puede configurarse para mejorar la exactitud y fiabilidad utilizando los procedimientos descritos en la memoria descriptiva. En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse adicionalmente para proporcionar una capa adicional de seguridad a los votos a través de, por ejemplo, autenticación, aleatorización, cifrado, etc. En algunas realizaciones, los metadatos pueden asociarse con los votos y transmitirse junto con los votos, como datos de ubicación, hora de votación, identidad del votante, etc.

25 Esta información se puede utilizar para diversos fines, como supervisión de seguridad, planificación de eventos, optimización de flujo, publicidad dirigida, investigación demográfica, etc.

30 La información de fuentes múltiples puede estar compuesta por diversas propiedades de los terminales, y no se limita simplemente a los datos de posición. Por ejemplo, los datos de la señal (como las características espectrales, la potencia de recepción/transmisión, relación señal-ruido, etc.) pueden ser de fuentes múltiples para diversos fines, como resolución de problemas, propósitos de asignación, identificación de áreas de calidad de señal pobre o buena, etc.

5.2 Escuchar las transmisiones de los terminales

35 En algunas realizaciones, un terminal puede configurarse para husmear o escuchar cualquier otra transmisión de datos del terminal; que requiere una ruta de comunicación de uno a muchos con respecto a una ranura de tiempo dada en una subtrama, como se describe a continuación. En otro ejemplo, con respecto a múltiples ranuras de tiempo, también puede ser un sistema de transmisión de muchos a muchos. Es decir, puede haber grupos de terminales formados y los mensajes a transmitir se pueden etiquetar con el grupo específico al que está destinado el mensaje. El sistema puede configurarse de diversas maneras, y las comunicaciones podrían recibirse y/o transmitirse en una a muchas disposiciones, y se pueden seleccionar diversas disposiciones de tiempo/frecuencia/mosaico para implementar estas realizaciones.

5.3 Configuración de las ranuras de tiempo

45 En algunas realizaciones, las ranuras de tiempo pueden configurarse de forma estática o dinámica. Es decir, una ranura dada puede reservarse para que un terminal específico envíe un mensaje a otro terminal o grupo de terminales específico. Esto puede permitir la confirmación automatizada del emisor/receptor sin tener que poner específicamente una ranura de destino en el mensaje.

5.4 Posicionamiento a través de la comunicación entre pares

50 En algunas realizaciones, el posicionamiento de los terminales se puede lograr a través de la comunicación entre pares: 1) cada terminal puede tener un adhesivo, etiqueta o código QR en uno o más de sus cuatro lados con información de identificación apropiada; 2) cada terminal también puede tener una cámara web o un tipo de sensor de imagen en algunos de sus cuatro lados, donde la cámara web o el sensor pueden detectar y analizar el adhesivo o etiqueta en un lado de otros robots en sus proximidades; 3) por lo tanto, cada terminal puede ser capaz de detectar e identificar qué otros terminales pueden estar en la misma fila o columna, o en la misma área, que sí mismo. En este caso, si un terminal, por algún motivo, se pierde o no puede comunicarse con la estación base, un terminal puede escuchar los mensajes de los terminales cercanos para determinar dónde pueden estar ubicados los otros terminales y, por lo tanto, dónde puede estar él mismo ubicado. Las cámaras web estéreo pueden permitir además extraer información de profundidad, si es necesario.

El mismo tipo de esquema de comunicación puede proporcionar medios para que los terminales o dispositivos obtengan más detalles sobre el estado de otros terminales/dispositivos a su alrededor al escuchar las transmisiones de los alrededores o lejanas. Estos dispositivos pueden ser de la misma naturaleza o pueden realizar tareas muy diferentes.

5 En algunas realizaciones, de forma similar para comunicaciones tanto de enlace ascendente como de enlace descendente, un dispositivo puede realizar tareas adicionales y/o llamadas de procedimiento en respuesta a la información transmitida por otros dispositivos, incluso si el objetivo especificado (p. ej., terminal de destino) de esta información no es el dispositivo que escucha la información. Por lo tanto, un elemento de autonomía puede ser establecido entre los dispositivos o terminales. Las paradas de emergencia en condiciones repentinas y peligrosas
10 pueden tratarse cuando los dispositivos pueden determinar de forma autónoma dónde o cómo evitar un obstáculo encontrado por un terminal o dispositivo similar.

En otra realización, un dispositivo puede verificar su funcionamiento, máquina espacio de estados y tarea actual o instrucciones mediante la supervisión del tráfico hacia y desde otros dispositivos. Por ejemplo, en un terminal móvil, puede escuchar los conjuntos de instrucciones de movimiento transmitidas a otros terminales móviles desde la estación base, de modo que el terminal móvil pueda verificar si hay incidentes como prevención de colisiones. Esto
15 también se puede aplicar a aplicaciones de protección y seguridad.

Cuando la aplicación y/o el mensaje de una estación base implica la recopilación de datos de uno o más terminales o dispositivos móviles, otros dispositivos pueden encargarse de la misma acción de forma oportunista y entre pares, a veces dependiendo de la carga de CPU de cada dispositivo y/o conjunto de características. Esto puede añadir un
20 elemento de eficiencia al esquema de comunicación donde los datos requeridos ya están disponibles en uno o más dispositivos, en caso de que el sistema esté sondeando a todos los dispositivos para obtener datos o para transmitir datos.

En algunas realizaciones, también puede haber un aspecto de inteligencia empresarial de múltiples fuentes o de extracción de datos en el sistema, de modo que incluso si los datos no se transmiten a un dispositivo particular o
25 estación base para un análisis adicional, aún se pueden introducir en los registros y ser analizados posteriormente.

5.5 Aplicaciones en entornos residenciales/de oficina

En una realización, el sistema puede desplegarse para habilitar y configurar el control inteligente y la supervisión de electrodomésticos, dispositivos y sensores (p. ej., una "red doméstica inteligente"). Cada aparato electrodoméstico o sensor en una casa puede ser un terminal conectado a una estación base central o servidor, que puede o no estar
30 dentro de la periferia física de una casa. Los aparatos electrodomésticos que se conectan a la estación base pueden ser, por ejemplo, uno o más de un televisor, una nevera, una cámara, un acondicionador de aire, un humidificador, una caldera, un calentador, una impresora, un lavavajillas, una lavadora, una secadora, un ordenador u ordenador portátil, etcétera. Los sensores que se conectan a la estación base pueden ser, por ejemplo, uno o más de un
35 sensor de temperatura, un sensor de puerta, un sensor de alarma, un sensor de dióxido de carbono, un sensor de luz, un sensor de presión de válvula, etcétera. Otros dispositivos también pueden estar conectados a la red doméstica inteligente, como un control remoto, un teléfono inteligente o una tableta (como un iPad™ y/o tabletas electrónicas que operan en la plataforma Android™). El control inteligente y la supervisión de todos estos dispositivos y aparatos electrodomésticos en una red doméstica inteligente pueden depender de enlaces de comunicación fiables en tiempo real o casi en tiempo real.

40 El sistema en este caso puede permitir que todo tipo de dispositivos, aparatos electrodomésticos, sensores, etc. se conecten de forma inalámbrica en una única red. Estos dispositivos, aparatos electrodomésticos y sensores pueden comunicarse con uno u otro y generar o transmitir una gran cantidad de datos en cualquier momento dado. En un caso, el almacenamiento en la nube y la computación pueden implementarse para almacenar y procesar una gran cantidad de datos de uno o más de los dispositivos, aparatos electrodomésticos y sensores conectados en una red
45 doméstica inteligente.

Cada uno de estos dispositivos, aparatos electrodomésticos, sensores conectados puede ser un nodo o un terminal (similar a un robot tal como se describe en la realización del almacén anterior) en la red de comunicación, y se le puede asignar una o más canalizaciones finas o una o más canalizaciones gruesas para enviar y recibir paquetes de
50 datos a través de ráfagas de datos, según se describe en otro lugar de esta descripción. Las ventajas potenciales del sistema es que puede permitir que cada uno de los nodos o terminales se comuniquen con una estación base o servidor, y entre sí, simultáneamente o casi simultáneamente, en un enlace de comunicación sin contención y/o con una pérdida mínima de paquetes.

Por ejemplo, un sensor de temperatura puede determinar que actualmente está a 27 grados centígrados en una sala de estar y, por lo tanto, no es necesario que la calefacción interior esté encendida. El sensor de temperatura puede configurarse para ponerse en contacto directamente con, y enviar un mensaje a, el componente de controlador del
55 calentador para que lo apague, en caso de que esté encendido. Este procedimiento puede ser automático y en tiempo real o casi en tiempo real, utilizando el sistema. Mientras tanto, una unidad de supervisión o controlador puede acceder a, registrar y almacenar todos los datos de comunicación entre todos los nodos y terminales.

En otra realización, todos los dispositivos, aparatos electrodomésticos y sensores pueden supervisarse las transmisiones entre sí, y luego pueden tomar de forma autónoma la acción adecuada en base a los datos transmitidos y/o el estado de los dispositivos, aparatos electrodomésticos y sensores a su alrededor. Por ejemplo, un dispositivo de alarma puede activarse automáticamente si se acciona el dispositivo de entrada de la puerta. O los sensores de movimiento pueden desarmarse si se abre la puerta del dormitorio principal, etcétera. Puede que no sea necesario centralizar el procedimiento de toma de decisiones en un servidor conectado a la estación base.

5.6 Aplicaciones en vehículos

En otra realización, el sistema puede desplegarse para habilitar y configurar automóviles sin conductor o autopilotados (también conocidos como "vehículos autónomos") en la carretera. Cada uno de estos automóviles autónomos puede ser un terminal conectado a una estación base central o servidor en una nube, y puede comunicarse entre sí a fin de determinar el mejor itinerario en vista de los datos de otros automóviles autopilotados así como los datos de la estación base central.

Además, puede haber una variedad de sensores, dispositivos y otras unidades técnicas en un automóvil autopilotado que son esenciales para un funcionamiento seguro y eficiente del automóvil. Por ejemplo, velocímetro, acelerómetro, sensor de freno, cámaras, radar, lidar, GPS, visión artificial, altavoz, micrófono, detector de cinturón de seguridad, etcétera. Los automóviles autopilotados pueden detectar múltiples objetos distintos simultáneamente, reconocer cuándo puede estar en riesgo de golpear otros objetos (p. ej., bordillos, automóviles o peatones) y desviar adicionalmente su propia trayectoria en vista de una probabilidad alta o razonable de colisión.

Además, el sistema podría utilizarse para controlar las comunicaciones de diversos objetos dentro de un automóvil. Por ejemplo, diversos sensores y características de seguridad también podrían comunicarse dentro del entorno de un automóvil (p. ej., un acelerómetro detecta una fuerza de impulso alta e indica a otros dispositivos que estén listos para un impacto y se preparen para una colisión).

Por ejemplo, el radar, el lidar y la cámara en un automóvil autopilotado pueden funcionar de forma interoperativa para determinar la posición del automóvil y su distancia relativa a otros objetos estacionarios o móviles cercanos a una cierta proximidad en tiempo real o casi en tiempo real. Esto puede requerir que los sensores y el dispositivo se comuniquen entre sí de forma eficiente y fiable.

El sistema puede configurarse para permitir que diversos sensores, dispositivos u otros terminales en un automóvil autopilotado retransmitan y/o reciban, en tiempo real o casi en tiempo real, información hacia/desde un centro de control o lógica de toma de decisiones, y luego transmitan las decisiones de itinerario o movimiento a otros automóviles autopilotados u otros vehículos en la carretera, semáforos y otros dispositivos. Dado que el intercambio de datos entre los terminales (y entre los terminales y el centro de control) puede ser a una velocidad suficiente y mediante un enlace de comunicación resiliente y sin contención, tal como lo proporciona el sistema, las decisiones pueden potencialmente procesarse en tiempo real o casi en tiempo real y, por lo tanto, pueden permitir que los automóviles autopilotados sean capaces de evitar colisiones o cruzar un semáforo en rojo. En algún ejemplo, la lógica de la toma de decisiones o el centro de control puede instalarse dentro del propio automóvil autopilotado. En otros ejemplos, la lógica de la toma de decisiones puede estar en un automóvil diferente o en una implementación en la nube.

En otra realización, el sistema puede configurarse para permitir además que cada automóvil autopilotado descargue automáticamente un nuevo mapa o una versión actualizada de la planificación de semáforos desde una base de datos central o un vehículo homólogo en la carretera cercana a él.

Los sensores y/o dispositivos también pueden conectarse mediante cables, y el sistema puede configurarse para proporcionar canalizaciones de diversos tamaños y asignarlas en consecuencia. Como implementación de muestra, la canalización fina podría, por ejemplo, seguir transmitiendo "todo OK" o "no OK", el último de los cuales provocaría una desaceleración del vehículo, seguido de información más detallada en la canalización gruesa para ayudar a una unidad central a decidir cómo responder.

Un mensaje de "emergencia" en la canalización fina también podría provocar el frenado, mientras que la canalización gruesa proporciona información sobre la emergencia para ayudar al controlador central a decidir qué tipo de reacción adicional debe provocar ("mover hacia la izquierda" o "mover hacia la derecha").

Además, puede haber problemas relacionados con falsos positivos, y el sistema de comunicación podría utilizarse con lógica para ayudar a identificar falsos positivos, con lecturas de diversos sensores, o sensores duplicados, por ejemplo.

5.6.1 Itinerancia de vehículos

El sistema también puede utilizarse para realizar la itinerancia en base a la ubicación de un vehículo. Por ejemplo, si una persona viajara por la autopista M1, el vehículo podría estar conectado a la estación base M1, mientras que si el vehículo cruzara la carretera M25, un vehículo podría estar dentro del alcance de su estación base, incluso cuando el vehículo es conducido por la M1. En la intersección, el traslado puede tener lugar en una ubicación física exacta.

Esta información se puede utilizar para facilitar medidas de control de tráfico, como por ejemplo, un sistema de anulación del tráfico en cualquiera de esas carreteras.

5.6.2 Itinerancia de la estación base

5 En algunas realizaciones, el controlador de estación base o cualquier otro sistema de control adecuado puede configurarse para utilizar la información de ubicación recibida de los terminales y combinar la información de ubicación de las áreas de cobertura de las estaciones base para dar instrucciones a los terminales que utilicen diferentes estaciones base ("itinerancia").

10 En un sistema inalámbrico convencional, la itinerancia se realiza en base a una evaluación de las condiciones espectrales a las que un terminal está sometido (p. ej., relación señal-ruido, error de paquete, potencia de la señal recibida).

Por el contrario, el sistema puede estar configurado para iniciar la itinerancia en base a la posición del terminal, potencialmente entre otros factores. Dicho sistema puede ser capaz de aprovechar *a priori* el conocimiento de las áreas de cobertura.

5.7 Aplicaciones militares

15 En algunas realizaciones, el sistema se puede desplegar para controlar y supervisar drones y otras armas inteligentes. Los diversos elementos de la tecnología militar pueden requerir comunicaciones entre sí, o con un sistema central. Las realizaciones y técnicas descritas anteriormente pueden proporcionar un medio eficiente y efectivo para establecer estos enlaces de comunicación, con información que se transmite potencialmente indicativa de información tal como posicionamiento de tropas, datos de cámara, información de amigo o enemigo, instrucciones de comando, movimiento automatizado/datos de búsqueda de ruta, lugares objetivo de los ataques, etc. Los enlaces de comunicación pueden implementarse utilizando una variedad de tecnologías, como enlaces por satélite, etc. Los enlaces de comunicación pueden además ser reforzados, cifrados y/o configurados para una mayor resiliencia, en particular, en el caso de encontrar contramedidas electrónicas, interferencias, pulsos electromagnéticos, etc. El sistema puede configurarse además para detectar y/o responder a señales que imitan o enmascaran señales del sistema.

20

25

5.8 Alarmas para el hogar

30 Con respecto a los sistemas para asegurar/supervisar instalaciones, tales como un sistema de alarma para el hogar, se ocasionan mayores costes debido a falsos positivos. El hecho de tener varios sensores y saber con un mayor grado de confianza que un evento registrado en varios sensores simultáneamente, o no, podría ayudar a prevenir falsos positivos y las costosas visitas asociadas de un guardia de seguridad u otras acciones tomadas.

35 Además, muchos sistemas de alarma vienen con varias cámaras que, cuando se activan, envían el vídeo a la compañía de seguridad a través del controlador de alarma. En algunos escenarios, puede ser favorable usar más de tres cámaras de este tipo por apartamento, y puede haber muchos apartamentos al alcance de una estación base (o puede haber interferencia entre las estaciones base si no se gestionan adecuadamente). Dado que el suministro de espectro es probable que sea escaso, el sistema, especialmente las características de la canalización gruesa, se puede utilizar para las transmisiones de vídeo. Como el vídeo de vigilancia es típicamente de una resolución suficientemente alta para identificar a los perpetradores, es probable que haya un mayor número de cámaras de alta calidad y, por lo tanto, tengan mayores necesidades de ancho de banda, ya que las cámaras son más baratas y mejores.

40 La inteligencia en la cámara, junto con otros sensores, transmitirá señales frecuentes a través de la canalización fina y solo si se produce algo "interesante" (como puede definirse de diversas formas), se utilizará la canalización gruesa para transmitir vídeo.

45 En otra realización, el sistema puede configurarse o diseñarse de forma alternativa para supervisar sensores conectados a un gran número de personas en un espacio pequeño, como un teatro o un estadio. La salida de estos sensores se puede utilizar para alterar aspectos del lugar (sonido, imágenes, eventos, etc.) con un breve retardo.

En otra realización, el sistema también puede configurarse para supervisar sensores en una gran instalación industrial, como una refinería de petróleo, donde una combinación de comunicaciones inalámbricas y baterías de larga duración (potencialmente conectadas a células solares) puede reducir radicalmente el coste y el tiempo requerido para equipar dicha instalación con todos los sensores requeridos.

50 En otra realización, el sistema también puede configurarse para supervisar los sensores usados en estudios sísmicos. En levantamientos sismográficos a gran escala, se pueden emplear muchos miles de geófonos (receptores sísmicos) para cualquier encuesta. Estos pueden conectarse entre sí usando cables de comunicaciones y fuente de alimentación. El sistema puede configurarse para supervisar de forma inalámbrica una gran cantidad de geófonos en los que una combinación de comunicaciones inalámbricas y baterías (potencialmente conectadas a

células solares) puede simplificar potencialmente el procedimiento de llevar a cabo estudios sismográficos donde muchos sensores funcionan simultáneamente.

5.9 Dispositivos ponibles y de mano

5 En algunas realizaciones, el sistema puede comprender uno o más dispositivos ponibles y/o dispositivos de mano que actúan como uno o más terminales. Los dispositivos ponibles pueden incluir diversos tipos de dispositivos ponibles, por ejemplo, pulseras, prendas de protección para la cabeza, dispositivos de detección cerebral, gafas, brazaletes, ropa, zapatos, etc. Los dispositivos de mano pueden incluir diversos tipos de dispositivos de mano, por ejemplo, terminales de mano, controles remotos, consolas de juegos de mano, etc.

10 En algunas realizaciones, los dispositivos ponibles y/o de mano pueden tener diversos sensores, tales como acelerómetros, giroscopios, magnetómetros, indicadores de nivel de batería, micrófonos, localizadores del sistema de posicionamiento global (GPS), cámaras inalámbricas, dispositivos de comunicaciones de campo cercano, sensores de proximidad, etc.

15 En algunas realizaciones, los dispositivos ponibles y/o de mano pueden tener la capacidad de detectar datos biométricos a través de diversos sensores biométricos, tales como la frecuencia cardíaca, resistencia de la piel, actividad cerebral, temperatura, huella dactilar, reconocimiento del iris, actividad ocular, saturación de oxígeno, entradas olfativas, etc.

Los datos sensoriales se pueden recopilar en tiempo real, casi en tiempo real, en lotes, etc. Los datos sensoriales también pueden comunicarse a diversos dispositivos de forma síncrona o asíncrona.

20 El sistema puede configurarse para proporcionar comunicaciones con los uno o más dispositivos ponibles y/o los uno o más dispositivos de mano. Los dispositivos ponibles y/o los dispositivos de mano pueden comunicarse entre sí y/o comunicarse con diversas estaciones base. Los dispositivos ponibles y/o de mano, en algunas realizaciones, también pueden proporcionar diversos datos sensoriales a través de los uno o más enlaces de comunicación. El sistema puede asignar diferentes tipos de enlaces de comunicación dependiendo de las necesidades particulares de los datos que se transmiten, y en algunas realizaciones, los datos del mismo dispositivo ponible y/o de mano pueden transferirse a través de diferentes enlaces de comunicación. Por ejemplo, el sistema puede configurarse para transmitir datos de vídeo a través de un enlace de comunicación de ancho de banda alto, y mensajes de actualización de estado a través de un enlace de comunicación de ancho de banda bajo con baja latencia.

25 En algunas realizaciones, puede haber otros tipos de terminales que también pueden interoperar con los dispositivos ponibles y/o de mano, tales como dispositivos para recopilar y/o visualizar información recibida de una pluralidad de dispositivos ponibles y/o de mano.

30 Como ejemplo ilustrativo, no limitante, una aplicación potencial de dicha implementación sería el uso del sistema en eventos de diversos tamaños. El sistema de comunicación puede utilizarse para proporcionar uno o más enlaces de comunicación a los uno o más dispositivos ponibles y/o de mano. Estos dispositivos, por ejemplo, pueden ser utilizados por una o más personas para tareas como enviar votos, enviar mensajes, enviar medios de comunicación, enviar pedidos de dulces, recibir información, diversas actividades de colaboración masiva, etc.

Otro ejemplo de uso del sistema puede ser en restaurantes donde uno o más clientes pueden utilizar una terminal de mano más para enviar pedidos de alimentos y bebidas, solicitar servicios, pagar facturas, enviar fotos/vídeos de alimentos, enviar reseñas de audio/vídeo, etc.

40 El sistema se puede usar en diversas aplicaciones junto con datos sensoriales biométricos, tal como para su uso en un restaurante, donde los dispositivos ponibles y/o de mano pueden usarse para detectar una o más propiedades biométricas asociadas con los clientes (p. ej., frecuencia cardíaca, resistencia de la piel, actividad cerebral, temperatura) y el uso de estas una o más propiedades biométricas para controlar diversos elementos dentro del restaurante, como la música, la temperatura, la humedad, la iluminación, etc.

45 En algunas realizaciones, se pueden utilizar diversos sensores en los participantes junto con la capacidad de comunicaciones del sistema para proporcionar entradas de control a diversos aspectos de un centro de entretenimiento o complejo de entretenimiento. Uno o más sensores pueden proporcionar entradas, y las entradas también pueden combinarse de diversas maneras (p. ej., los datos del acelerómetro se combinan con los datos giroscópicos).

50 Por ejemplo, en un centro de entretenimiento como un club nocturno o un gran estadio, se pueden usar uno o más sensores conectados con dispositivos ponibles y/o de mano asociados con uno o más participantes para controlar diversos aspectos del entretenimiento, como espectáculos de luces, pantallas de vídeo, etc. Las entradas sensoriales pueden usarse individualmente (p. ej., un dispositivo ponible se mueve hacia arriba, una luz se mueve hacia arriba) y/o de forma agregada (p. ej., treinta personas levantan su dispositivo ponible, luego las luces se mueven hacia arriba).

Una ventaja potencial de usar el sistema con dispositivos ponibles y/o de mano es que un administrador de comunicaciones puede ajustar los uno o más enlaces de comunicación para adaptarse a diversas necesidades ambientales y/o de comunicaciones.

- 5 Los problemas encontrados por las tecnologías celulares existentes que se encuentran sobrecargados por un gran número de peticiones para iniciar enlaces de comunicación pueden atenuar y/o evitarse mediante el uso del sistema, según algunas realizaciones.

Por ejemplo, se puede establecer un gran número de enlaces de comunicación de ancho de banda bajo, de baja latencia y sin contención, lo que puede ser especialmente útil cuando hay un gran número de dispositivos densamente espaciados involucrados en comunicaciones en un período de tiempo particular.

10 5.10 Aplicaciones de control en tiempo real o casi en tiempo real

En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para su uso con diversas aplicaciones de control en tiempo real o casi en tiempo real, donde se pueden establecer uno o más enlaces de comunicación con uno o más terminales que están interconectados con diversos elementos. Los ejemplos de terminales interconectados con diversos elementos pueden incluir los dispositivos ponibles y/o de mano descritos anteriormente en la sección 5.9.

- 15 Por ejemplo, el sistema puede configurarse para su uso con un espectáculo de luces, un espectáculo de fuegos artificiales, un espectáculo de fuente de agua, etc. En estas realizaciones, el sistema puede proporcionar uno o más enlaces de comunicación para coordinar y controlar las acciones de los uno o más terminales (p. ej., el envío de información de control para indicar que una luz debe estar encendida, apuntada en una dirección particular, activada con una energía particular o color particular).

- 20 En algunas realizaciones, los uno o más terminales también pueden configurarse para proporcionar información a un sistema de control, de modo que el sistema de control pueda supervisar y/o solucionar problemas de funcionamiento de los terminales. Por ejemplo, en el contexto de un espectáculo de luces, el terminal puede indicar que un servomotor conectado que controla la direccionalidad de una luz no funciona correctamente.

- 25 Por ejemplo, el sistema puede configurarse para su uso con un espectáculo de luces, un espectáculo de fuegos artificiales, un espectáculo de fuente de agua, etc. En estas realizaciones, el sistema puede proporcionar uno o más enlaces de comunicación para coordinar y controlar las acciones de los uno o más terminales (p. ej., el envío de información de control para indicar que una luz debe estar encendida, apuntada en una dirección particular, activada con una energía particular o color particular).

- 30 En algunas realizaciones, los uno o más terminales también pueden configurarse para proporcionar información a un sistema de control, de modo que el sistema de control pueda supervisar y/o solucionar problemas de funcionamiento de los terminales. Por ejemplo, en el contexto de un espectáculo de luces, el terminal puede indicar que un servomotor conectado que controla la direccionalidad de una luz no funciona correctamente.

5.11 Aplicaciones con objetos cotidianos

- 35 En algunas realizaciones, el sistema puede configurarse para proporcionar una red de comunicaciones para su uso con uno o más dispositivos conectados, tales como los dispositivos conectados considerados bajo la "Internet de las cosas".

- 40 En el contexto de la "Internet de las cosas", un número de dispositivos cotidianos de uso doméstico, de uso en exteriores, de fabricación y del lugar de trabajo requerirán cada vez más la capacidad de comunicarse con diversas redes. Por ejemplo, estos dispositivos conectados pueden incluir, por ejemplo, un refrigerador con la capacidad de recibir instrucciones y/o la capacidad de indicar que se está quedando sin leche, una tubería de agua con diversos sensores conectados, un dispositivo de iluminación que puede recibir comandos, etc.

Un desafío con las redes e infraestructura inalámbricas y celulares existentes es que las redes y la infraestructura existentes están diseñadas para proporcionar comunicaciones principalmente para dispositivos informáticos personales y/o servidores grandes.

- 45 Estos dispositivos conectados que típicamente se consideran en la "Internet de las cosas" a menudo requieren conexiones de ancho de banda bajo y baja latencia con diversas redes. Por consiguiente, la infraestructura y las redes inalámbricas y celulares existentes pueden estar mal equipadas para atender las necesidades de estos dispositivos conectados.

- 50 Por el contrario, los enlaces de comunicación proporcionados por el sistema pueden configurarse para proporcionar uno o más enlaces de comunicación que se han ajustado para atender eficientemente las necesidades particulares de estos dispositivos conectados.

5.12 Aplicaciones diversas

El sistema puede emplearse en muchas otras aplicaciones según algunas realizaciones. Por ejemplo, los sensores pueden estar integrados en pozos de minas profundos que notifican información sobre la estabilidad de las rocas en tiempo real, donde los sensores se comunican entre sí y con la estación base.

5 Además, se pueden contemplar usos médicos, como los microsensores que se colocan en las venas de un paciente y que registran el flujo sanguíneo y otra información médica y la comunican al módulo de un cardiólogo que actúa como una estación base.

10 También hay otros escenarios que pueden considerarse según ciertos aspectos de la invención. Estos pueden incluir sensores integrados en el embalaje de artículos de alto valor, donde los sensores envían un mensaje cuando se abre el paquete. Los usos para esta aplicación pueden incluir equipos médicos utilizados en hospitales (por ejemplo, endoprótesis, globos) suministrados en depósito por el fabricante, cobrándose al hospital solo el número utilizado. Otra realización puede ser para su uso con sobres que contengan documentos de alto valor o altamente confidenciales, y se avisa al remitente cuando se abre el sobre o si éste se abre.

15 Se apreciará que estas realizaciones no son limitantes y que se puede contemplar cualquier aplicación que requiera comunicación entre un gran número de unidades terminales y al menos una estación base en un área física. El área física se puede escalar según el uso y el número de estaciones base puede aumentar según sea necesario, pero se mantiene la capacidad del sistema para permitir una gran escala al mismo tiempo que se mantiene una alta densidad de unidades terminales.

6.0 Hardware y otros detalles de implementación

20 La siguiente sección proporciona una descripción de algún hardware que puede usarse para implementar el sistema, según algunas realizaciones. El hardware descrito se proporciona con fines ilustrativos, no limitantes, y puede entenderse que diversos elementos pueden modificarse, omitirse, añadirse, etc. En esta sección también se describen otros aspectos relacionados con el funcionamiento de posibles componentes de hardware del sistema de comunicación.

25 El sistema puede ser sistema de comunicaciones de punto a multipunto que funciona en la banda de frecuencia sin licencia de 5470 a 5725 MHz. Se pueden usar otras bandas de frecuencia. En algunas realizaciones, el sistema utiliza una o más bandas de frecuencia, incluidas las que pueden no estar adyacentes entre sí.

Una única estación base que utiliza una asignación de enlace de comunicación de 10MHz puede configurarse para conectarse en una técnica de acceso múltiple por división de tiempo, dúplex por división de tiempo a un número de terminales en tiempo real o casi en tiempo real.

30 En referencia ahora a la FIG. 16, el sistema de radio se puede disponer como un número de estaciones base fijas, cada una de las cuales opera en una configuración de estrella que se conecta a un gran número de estaciones móviles o terminales. Según algunas realizaciones, también son posibles otras formaciones, tales como formaciones de anillo. Para estas formaciones, el sistema puede requerir diversas adaptaciones.

35 Las estaciones móviles pueden moverse y pueden tener un intervalo máximo de hasta un valor específico (p. ej., 150 m). En una realización, las estaciones base, cuando están encendidas, pueden buscar en la banda de frecuencias un enlace de comunicación despejado antes de intentar la comunicación.

En funcionamiento, la estación base puede continuar supervisando la interferencia de la señal dentro de banda (p. ej., el radar) y otros usuarios de la banda. La estación móvil también puede, opcionalmente, supervisar el radar y otros usuarios en la banda y mover la frecuencia, si es necesario.

40 Un sistema en una fábrica puede usar una o más estaciones base para cubrir el área requerida.

En algunas realizaciones, puede permitirse la itinerancia entre áreas de cobertura.

En algunas realizaciones, pueden utilizarse técnicas de red de frecuencia única para ampliar la cobertura.

Sincronización del sistema

La sincronización global del sistema puede ser necesaria de modo que:

45 El terminal esté bloqueado en frecuencia en la estación base al orden de 50 partes por billón.

Las estaciones base transmitan sustancialmente al mismo tiempo y reciben sustancialmente al mismo tiempo con un nivel de exactitud suficiente

Si un terminal necesita transferirse rápidamente de una cuadrícula a otra, tener las estaciones base sincronizadas puede ayudar a simplificar la tarea

La arquitectura del terminal puede incluir un oscilador maestro que se bloquea en la estación base de servicio desde una señal recibida.

5 Las estaciones base pueden suministrarse con una señal de sincronización distribuida recibida desde una unidad de temporización maestra. La señal de sincronización distribuida puede ser una topología en estrella, pero pueden utilizarse otras topologías, como anillos, cadenas, etc.

El sistema puede configurarse para usar Ethernet síncrona (SyncE) y el pulso distribuido por segundo para unir las frecuencias de las estaciones base, y el protocolo de tiempo de precisión (PTP) IEEE1588v2 para alinear los tiempos de trama, siempre que esta estrategia proporcione los μ s de alineación en el tiempo de las estaciones base.

10 Para permitir que el sistema sea económico en instalaciones más pequeñas que no pueden soportar el coste de los equipos de red SyncE y PTP, una estación base puede tener un conector de entrada para una señal simple 1PPS procedente de una fuente de temporización de la alimentación de sincronización integrada del edificio (BITS). La estación base también puede tener un conector de salida para la señal 1PPS que está utilizando. De esta manera, las estaciones base pueden conectarse en cadena para mantenerlas sincronizadas, aunque un sistema de este tipo puede requerir una intervención manual (para reconfigurar los cables) en el caso de fallo de la estación base.

15 Detección por radar

La estación base puede opcionalmente admitir un mecanismo de detección por radar.

Puede haber dos tipos de detección por radar, detección en el canal y fuera del canal.

20 Para la detección fuera del canal, la implementación de la detección por radar será como una bifurcación de la señal de una de las cadenas de receptores en la frecuencia IF que se filtra y amplifica antes de convertirse en una señal digital para su procesamiento. Esto supone que la señal del radar nunca puede ser lo suficientemente potente como para saturar el extremo delantero de RF.

Para la detección en el canal, la señal recibida de una o las dos cadenas de diversidad de receptores se analiza para detectar la presencia de una señal de radar.

25 En algunas realizaciones, el sistema puede detectar transmisiones de radar y conmutar de forma inteligente el enlace de comunicación para evitar cualquier interferencia existente o prevista.

Puede haber más de una arquitectura considerada para la detección por radar:

Detección solo en la estación base.

Detección en la estación base con detección suplementaria en los terminales señalizados en la estación base.

30 Un dispositivo completamente separado para la detección por radar.

La detección por radar opcional puede diseñarse de modo que la transmisión de radio pueda detenerse o pausarse en el caso de que se produzcan interferencias de cualquier tipo.

35 La selección dinámica de frecuencia puede no ser necesaria siempre y cuando las entidades transmitan por debajo de un cierto umbral de potencia. Los terminales pueden operar por debajo de este umbral, por lo que los terminales pueden o no implementar un esquema de detección por radar, esto puede ser gestionado por la estación base que transmite una potencia más alta.

Funcionamiento a bajas temperaturas

Se espera que se produzca alguna degradación del rendimiento cuando se opera en una zona de congelación a -28 °C o en cualquier otra aplicación de congelación industrial.

40 Alimentación de radio CC

La alimentación CC específica sigue una filosofía de:

Donde sea posible, no se utilizan reguladores de conmutación en las proximidades de las cadenas de señales analógicas.

45 Los bucles de enganche de fase (PLL) pueden tener además reguladores lineales de baja caída de tensión para minimizar el efecto del ruido de la fuente de alimentación en los osciladores locales.

Mecanismo de radio PCB

- 5 La placa de circuito impreso de radio (PCB) utilizada en la estación base y los terminales será diferente. Ambos pueden comprender una PCB principal para las secciones de frecuencia intermedia (IF) y de banda base (y digital) del diseño y una placa hija PCB pequeña de radiofrecuencia (RF) de alta calidad soldada a la placa principal, en la que se montan las secciones de radiofrecuencia, o puede montarse como una capa RF de alta calidad como la capa superior e inferior de una PCB multicapa.
- Mecanismo de oscilador de radio local
- La radio puede tener dos osciladores locales, en algunas realizaciones. El primero puede convertir entre las frecuencias de RF e IF y el segundo puede convertir entre las frecuencias de IF y de banda base, donde la banda base puede no estar necesariamente centrada alrededor de CC.
- 10 Conversión de la señal de radio
- Las 2 cadenas de receptores y la cadena de monitores de radar pueden accionar un convertidor analógico-digital (ADC) I/Q doble antes de pasar al procesador digital de señales de banda base. La frecuencia de muestreo para el sistema puede ser cualquier frecuencia de muestreo adecuada, como 15,36M muestras/s y el rango dinámico de los ADC puede depender de la cantidad de control de potencia implementada. La frecuencia de muestreo del detector por radar puede ser continua en la subtrama de recepción.
- 15 La cadena del transmisor puede aceptar dígitos de la banda base y convertirlos al dominio analógico a una frecuencia de muestreo adecuada, tal como (15,36M muestras/s). La forma de la frecuencia sinc X introducida por el convertidor digital-analógico (DAC) se puede precompensar antes de que la señal se presente a los DAC I/Q dobles.
- Arquitectura general de RF
- 20 En un aspecto del sistema de comunicación, tanto la estación base como el terminal implementan una arquitectura general de radiofrecuencia que puede incluir algunos o todos de los siguientes elementos:
- Cadenas de receptores dobles
 - Una única cadena de receptores de detección por radar
 - Una única cadena de transmisores
- 25 Antenas dobles
- Conversión analógica a digital al final de cada cadena de receptores
 - Conversión digital a analógica al inicio de la cadena de transmisores
- 30 En referencia ahora a la FIG. 17, que muestra una estación base general y una arquitectura de terminal según algunos aspectos, la detección por radar se muestra como una bifurcación de la cadena de receptores, y la configuración también puede ser una cadena de receptores completamente separada para la detección por radar fuera del canal.
- La FIG. 17a muestra una realización específica de la estación base y la arquitectura de terminal que incluye valores específicos cuando sea adecuado. Se apreciará que este es solo un ejemplo de la invención y que cualesquier componentes o valores adecuados de dichos componentes pueden usarse según proceda.
- 35 Arquitectura de radio de la estación base
- El sistema electrónico de la estación base puede estar comprendido por una única placa para la banda base y la radio. Gigabit Ethernet puede utilizarse como tecnología de interconexión entre la estación base y el controlador de estación base, y dentro de la propia placa de la estación base.
- 40 El enlace externo al controlador de estación base puede usar conectores modulares RJ45 estándar y transformadores (estos pueden estar integrados en un solo paquete) más las capas físicas Gigabit Ethernet (PHY). La PHY puede convertir las señales de línea a interfaces de interfaz independiente del medio de gigabit reducido (RGMI), y este puede ser el sistema de señalización que se utiliza dentro de la placa.
- Disposición de la antena
- 45 En algunas realizaciones, se pueden usar una o más antenas. Por ejemplo, se pueden usar dos antenas para obtener diversidad espacial en la cadena de receptores. Las antenas pueden ser antenas sectorizadas de alta ganancia capaces de cubrir una cobertura de entre 90 y 180 grados.
- La disposición física de las antenas y el hardware de la estación base puede ser de manera que las conexiones a la antena sean lo más cortas posible. Esto introduce, idealmente, no más de 0,5dB de pérdida adicional a 5,6GHz.

Control de potencia de enlace ascendente

El receptor de la estación base puede recibir simultáneamente señales que se originan en terminales que se encuentran en un intervalo como mínimo de, por ejemplo, 1 metro y no se desvanecen, y, por ejemplo, un intervalo máximo de 135m y se desvanecen.

- 5 Los niveles de codificación alternativos pueden permitir que la radio recupere señales 6dB más pequeñas que la sensibilidad nominal (pero con una reducción en el número de terminales admitidos por estación base) y este rango dinámico hace que el sistema necesite un control de potencia de enlace. Si se usa un ADC de alta especificación en el procedimiento de conversión, el control de potencia puede ser de naturaleza basta y podría implementarse utilizando la intensidad de la señal recibida (RSSI) en el enlace descendente y/o la posición física y el intervalo aproximado conocido para establecer la potencia del enlace ascendente.

En una realización, un esquema básico de control de potencia de transmisión basado en la intensidad de la señal recibida (RSSI) puede implementarse de la siguiente manera, suponiendo que cada terminal tiene una fuente de alimentación del tipo batería y, por lo tanto, el consumo de energía debe ser supervisado y ajustado cuidadosamente para conservar la energía siempre que sea posible.

- 15 Puede haber un nivel de RSSI mínimo predeterminado (RSS_{mín}) en el que la recepción correcta de un paquete se consiga a pesar de la pérdida de trayecto y el desvanecimiento. La estación base puede determinar el nivel de potencia en una ráfaga de datos enviada por un terminal. Una vez que se determina una RSSI asociada con una señal/ráfaga recibida, la diferencia entre la RSSI mínima y la RSSI de la señal recibida se puede determinar aún más para que se puedan tomar medidas correctivas con respecto a la potencia de transmisión, si las hubiera. Por ejemplo, para cada paquete, la estación base o un terminal puede calcular P_x (pérdida de trayecto) = Potencia transmitida - RSSI recibida; y la potencia de transmisión óptima entre el emisor y el receptor puede ser $Pop = P_x + RSS_{mín}$.

En otra realización, un medio para aprovechar el uso de la inclinación hacia abajo de una antena para facilitar los posibles desafíos de control de potencia. La inclinación hacia abajo de la antena puede ayudar, por ejemplo, con la reutilización de la frecuencia.

25 Nivel de señal máximo de enlace ascendente

El nivel de señal máximo aproximado se muestra en la tabla de la FIG. 18 y puede ser tan alto como 23dBm, según algunas realizaciones.

- 30 Obsérvese que el valor final de la potencia isotrópica radiada equivalente (EIRP) del enlace ascendente puede ser, por ejemplo, de 19,5 dBm, para el enlace ascendente desde un terminal hasta una estación base.

Este nivel de señal puede sugerir que será necesario un control de potencia.

Nivel de señal mínimo de enlace ascendente

- 35 El nivel de señal de enlace ascendente mínimo aproximado de la señal se muestra en la tabla de la FIG. 19, según algunas realizaciones, y la sensibilidad del receptor es de -101dBm, en base a una señal de enlace ascendente de 30 contenedores y, por lo tanto, un ancho de banda de aproximadamente 450 kHz. Se permite un adicional de 6dB dando una señal mínima de -107dm.

Receptor de comunicaciones de la estación base

- 40 El receptor de la estación base puede ser un receptor superheterodino de conversión doble con una frecuencia de RF de 5470 a 5725MHz, una primera frecuencia de IF (cuya frecuencia específica viene marcada por la disponibilidad de filtros comerciales y el rendimiento del mezclador) y una sección final de ganancia de banda base IQ. El ancho de banda de la frecuencia IF es nominalmente de 10MHz y no hay control de AGC.

La arquitectura utiliza dos cadenas paralelas de receptores que reciben simultáneamente la señal de enlace ascendente. Cada receptor tiene una trayectoria de ganancia que:

- 45 Filtra la banda de RF
- Proporciona ganancia en RF
- Reduce la frecuencia de la señal a un IF
- Proporciona ganancia y divide la señal en IF, una trayectoria para la señal y otra trayectoria para la detección por radar
- Proporciona filtrado de canales en IF

Reduce la frecuencia de la señal a banda base como componentes en fase y cuadratura o como señal única real, el procedimiento exacto se decidirá durante la fase de diseño.

Proporciona más filtrado de canales y ganancia en banda base

Proporciona funcionalidad ADC

- 5 Sin un AGC intrínseco permitido debido a los requisitos de cercanía/lejanía de la señal, se requerirá un procedimiento para ajustar la ganancia en la fabricación y la compensación de la temperatura

A nivel de sistema, el diseño de la arquitectura del receptor puede englobar lo siguiente:

Un intervalo de cercanía/lejanía de la señal de -107dBm a -23dBm

Una cifra de ruido nominal de aproximadamente 8dB en base al cálculo inicial.

- 10 Un IP3 alto y, en general, una alta linealidad para hacer frente al supuesto de que el sistema puede utilizar enlaces de comunicación adyacentes

Una arquitectura indicativa de nivel superior para la cadena de receptores se muestra en la FIG. 20, según algunas realizaciones.

Monitor del radar de la estación base

- 15 El monitor de la estación base puede proporcionar suficiente ganancia analógica para elevar la señal recibida desde un valor de -60dBm en el conector de la antena hasta un nivel adecuado para el ADC elegido. La configuración exacta y la complejidad de la circuitería de detección por radar pueden venir marcadas por los requisitos del Instituto Europeo de Normas de Telecomunicaciones (ETSI) y la Comisión Federal de Comunicaciones (FCC) y la necesidad de supervisar casi simultáneamente tanto el radar dentro de banda así como los enlaces de comunicación alternativos disponibles.
- 20

Transmisor de comunicaciones de la estación base

El transmisor de la estación base sigue una estructura similar a la del receptor, pero en el orden inverso de las señales de banda base moduladas al IF, luego filtradas y aumentadas en frecuencia a RF.

- 25 Podría emplearse un receptor para el aumento de frecuencia directo, sin embargo, las especificaciones típicas para la interferencia de la portadora pueden ser malas y una única etapa IF de aumento de frecuencia puede proporcionar una opción adecuada.

La potencia de salida del transmisor puede controlarse para mantenerse dentro del intervalo especificado. Parte de esto se consigue con un atenuador de temperatura controlada, sin embargo, la variación entre los dispositivos fabricados puede ser de manera que se requiera un detector de potencia en la salida de la cadena del transmisor.

- 30 En la FIG. 21 se muestra una arquitectura indicativa de nivel superior, un bloque transmisor de muestra y un diagrama de nivel.

La potencia nominal en el conector de antena de +16dBm de potencia puede estar disponible en el conector de antena el cual, cuando se acopla con una ganancia de antena de al menos +9dBi (una antena sectorizada), produce una potencia isótropa radiada equivalente (EIRP) de > +24dBm. Por ejemplo, una salida máxima permitida según el reglamento aplicable puede ser +24dBm.

- 35 Relación entre el pico y el promedio de la señal del transmisor

La arquitectura del transmisor puede soportar una potencia media en el pico de la envolvente de 13dB, que es lo que se espera de la señal OFDM.

Banda base de radio de la estación base

- 40 En referencia ahora a la FIG. 22, que muestra un diagrama de bloques de estación base ejemplar.

Función de procesamiento digital de señales (DSP)

La función DSP puede ser proporcionada por cualquier dispositivo adecuado, como un Octasictm OCT2224WE-BCN, con 256MB DDR3 SDRAM (dos chips de 1Gb de 16 bits de ancho) y memoria adecuada, tal como una memoria flash NAND de 16Gb.

- 45 Matriz de puertas programables por campo (FPGA)

Puede haber una FPGA en las trayectorias de la señal entre los circuitos de radio y el procesador digital de señales (DSP). La FPGA puede incluir cualquier lógica necesaria para emparejar las interfaces eléctricas y también podría usarse para descargar procesamiento digital de señales a alta velocidad que no se puede gestionar mediante el software DSP.

5 Conexiones Ethernet

Gigabit Ethernet puede utilizarse como tecnología de interconexión entre la estación base y el controlador de estación base. Los dos enlaces externos al controlador de estación base pueden usar conectores modulares RJ45 estándar y transformadores (estos pueden estar integrados en un solo paquete) más una PHY Gigabit Ethernet dual con Ethernet síncrona (SyncE) y soporte para el protocolo de tiempo de precisión (PTP) IEEE1588v2. La PHY convierte las señales de línea a interfaces de RGMII a un procesador de red.

Temporización de la estación base

Todas las estaciones base dentro del sistema deben mantenerse en sincronización de tiempo y frecuencia para que la interfaz de radio funcione correctamente. La estación base puede admitir dos formas independientes de mantener la temporización: a través de los enlaces Ethernet utilizando SyncE más PTP; o mediante un cable coaxial que transporta una señal de 1PPS (pulso por segundo) desde un BITS (alimentación de sincronización integrada del edificio). También se pueden utilizar otros procedimientos para mantener la temporización.

La señal local de 1PPS puede ser enviada a un puerto de salida BITS de 1PPS, independientemente de si la estación base está bloqueada a través de PTP o la entrada BITS. Las señales de entrada y salida del BITS pueden conectarse a través de conectores BNC de 50Ω.

Se utiliza un sincronizador de reloj monochip, como el Microsemi ZL30342, para producir señales de reloj y de trama que se sincronizan con la fuente de referencia maestra. Este dispositivo está controlado por un software que se ejecuta en el procesador de red a través de una interfaz SPI o I2C.

Los diversos relojes de baja fluctuación requeridos por el sistema se derivan de la frecuencia del reloj maestro mediante chips especializados generadores de reloj.

25 Fuente de alimentación

Hay diversas fuentes de alimentación para la estación base, algunos ejemplos pueden incluir:

A través del enlace Ethernet al controlador de estación base utilizando alimentación a través de Ethernet (PoE)

De una fuente de alimentación local de 48V CC

La primera opción puede ser más conveniente desde el punto de vista del cableado, ya que la ubicación de la estación base solo necesitará un cableado Cat6, aunque habrá una penalización de coste debido a la necesidad de usar la fuente de alimentación a través de Ethernet (PoE) en la red.

La entrada de alimentación de 48 V CC puede ser útil para pruebas de laboratorio y para permitir flexibilidad en el despliegue sobre el terreno, por ejemplo, en sistemas muy pequeños.

La estación base puede aceptar alimentación a través de PoE desde cualquiera de las tomas de entrada de CC. La entrada de 48V CC puede tener prioridad sobre PoE; si está presente, la "firma" de PoE puede modificarse para deshabilitar la fuente de alimentación PoE. Los suministros de PoE están controlados por un software en el procesador de red, que puede asegurar que la potencia se tome del enlace activo, en lugar del enlace en espera.

Hay diversos niveles de potencia que pueden suministrarse a través de PoE; se espera que la estación base se ajuste a los niveles de potencia más altos disponibles de los suministros conformes con el IEEE802.3at (PoE+). Así se introducen 30W en la línea, y la potencia esperada resultante en la estación base es de 25,5W.

Los niveles de potencia más altos pueden estar disponibles utilizando estándares de PoE privados, pero el equipo de la fuente de alimentación para estos estándares no está disponible fácilmente. Si resulta que la estación base requiere más potencia de la que PoE+ puede proporcionar, entonces siempre se deberá usar la entrada de 48 V CC.

La alimentación a través de Ethernet puede usar una alta tensión (48 V nominal) a fin de minimizar la corriente en los cables de datos. Esto se convertirá mediante un convertidor de conmutación aislado a un "medio riel" de 5V. El riel de 5V se alimentará a diversos convertidores de "punto de carga" para producir los rieles de baja tensión utilizados por la circuitería digital en la placa. La alimentación suministrada a los circuitos analógicos utilizará estranguladores en serie o reguladores de baja caída de tensión para evitar que el ruido de conmutación afecte al rendimiento.

Procesador de red de la estación base

El procesador de red puede ser un procesador basado en ARM Cortex-A8 de la gama TI Sitara. Así se pueden proporcionar dos puertos de interfaz independiente del medio (RGMII) de gigabit reducido, que se utilizan para los enlaces principales y de reserva al controlador de estación base. También se pueden utilizar otros dispositivos.

- 5 Es posible que se necesite un tercer enlace Ethernet para actuar como la ruta del tráfico al DSP Octasic™. Esto puede ser provisto por una capa de control de acceso a los medios (MAC) de 100 Mb ubicada en la FPGA y accionado mediante el procesador de red a través de su dirección y buses de datos.

El procesador de red se inicia desde su memoria flash local y después puede cargar la FPGA y DSP Octasic™.

Arquitectura radio del robot

- 10 Receptor de comunicaciones del robot

La funcionalidad del receptor puede ser similar a la estación base, excepto que en lugar de un receptor de ganancia fija se usa ahora un control automático de ganancia (AGC) para establecer los niveles de señal en los ADC.

Control de potencia de enlace ascendente del robot

- 15 El transmisor puede controlar la señal del enlace ascendente de manera que, donde quiera que esté el terminal/robot en la cuadrícula, la potencia del transmisor sea de manera que la señal recibida en la estación base es del orden de -60dBm.

Monitor del radar del robot

- 20 En algunas realizaciones, un terminal puede transmitir a un nivel de potencia que está por debajo del nivel de potencia que requiere el uso de detección por radar en el terminal, de modo que la estación base es capaz de detectar la interferencia del radar e iniciar un cambio en la frecuencia.

Transmisor de comunicaciones del robot

- 25 La funcionalidad del transmisor puede ser virtualmente idéntica a la estación base, excepto que transmite menos potencia absoluta en el ancho de banda más estrecho y también transmite una densidad espectral más baja en comparación con el transmisor de la estación base. Sin embargo, el receptor de la estación base tiene una antena de ganancia de antena más alta que compensa la potencia inferior del transmisor del terminal.

Banda base de radio del robot

En referencia ahora a la FIG. 23, que muestra un diagrama de bloques de ejemplo de la placa de comunicaciones del robot según algunos aspectos, la circuitería de la banda base de radio del robot es de forma eficaz una versión reducida del diseño de la estación base. Puede diferir de la placa de la estación base de las siguientes maneras:

- 30 No hay procesador de red, por lo que el enlace Ethernet viene directamente del DSP Octasic a través de una Ethernet PHY estándar

Sin Ethernet síncrona/IEEE1588v2 (o temporización estroboscópica), ya que toda la temporización se transmite por el aire.

Sin alimentación a través de Ethernet (toda la potencia proviene de la batería de un terminal)

- 35 Interfaz de radio simplificada, por lo que la FPGA se sustituye por un dispositivo lógico programable complejo más barato (CPLD)

Enlace de interfaz periférico en serie (SPI) adicional desde el DSP a la placa controladora del robot a través de CPLD.

- 40 La FIG. 23a muestra un ejemplo específico del diagrama de bloques de la placa de comunicaciones del robot de la FIG. 23. Se apreciará que este diagrama está relacionado únicamente con una realización específica y se puede usar cualquier tarjeta de comunicaciones del robot adecuada según los aspectos de la invención descritos anteriormente.

Arquitectura de software

- 45 La siguiente sección proporciona una muestra, una descripción no limitante de diversos elementos de software que pueden usarse para implementar algunas realizaciones, así como elementos de procesamiento relacionados y su funcionamiento. Las tecnologías de acceso a un enlace de comunicación descritas en la presente memoria pueden implementarse utilizando componentes de red, pero también pueden implementarse utilizando software, por ejemplo,

utilizando planteamientos de redes basados en software. A continuación se presentan posibles aspectos de la implementación basada en software del sistema de comunicación descrito en la presente memoria.

Si bien se pueden proporcionar detalles específicos, se ha de entender que puede haber variaciones de la implementación y que se pueden omitir, modificar y/o añadir diversos elementos.

5 Descripción general

Las capas de software pueden proporcionar dos enlaces de comunicación abstractos entre dispositivos conectables a una red, los dispositivos pueden incluir diversos tipos que pueden incluir terminales, robots, dispositivos de mano, dispositivos portátiles o cualquier aparato que tenga la capacidad de comunicar datos.

10 Puede haber una o más canalizaciones finas: las canalizaciones finas pueden proporcionar comunicaciones entre al menos una estación base y terminales, por ejemplo para el control y la supervisión de la actividad del terminal. En algunas realizaciones, los terminales pueden tener conexiones de canalización fina dedicadas.

Puede haber una o más canalizaciones gruesas: las canalizaciones gruesas pueden proporcionar comunicaciones entre un operador, o sistema de mantenimiento y los terminales para diversos fines, tales como el acceso administrativo.

15 Las canalizaciones gruesas se pueden asignar según sea necesario y pueden tener recursos de ancho de banda dedicados hasta que se libere la conexión. La capa de enlace puede ayudar a asegurar que los datos se transfieran de manera fiable.

Un enlace de comunicación de control puede permitir que la estación base se identifique y transmita cualquier configuración común o información de comandos a los terminales.

20 El software de protocolo puede distribuirse entre el controlador de estación base, la estación base, los terminales, etc.

Protocolos

Las pilas de los protocolos para los mensajes de control en tiempo real (canalización fina) y para la gestión y el mantenimiento (canalización gruesa) pueden variar.

25 Protocolos de control en tiempo real

En referencia ahora a la FIG. 12, uno o más protocolos de control en tiempo real pueden proporcionar el transporte de la posición del terminal y los mensajes de comandos a través de canalizaciones finas dedicadas según algunas realizaciones. Los mensajes pueden encapsularse en una trama de control de acceso a los medios (MAC) a través de la conexión, para todas las demás conexiones, los mensajes pueden encapsularse en una variante de trama de interfaz en tiempo real (RTIF). Las dos variantes difieren en el modo de direccionamiento. Entre la radio terminal y el control del robot, el direccionamiento puede estar implícito puesto que existe una única conexión punto a punto. En la conexión entre las estaciones base y un controlador de estación base, la dirección puede comprender la identidad de la estación base (BSID) y el número de ranura utilizado para el enlace de comunicación.

30 Una función de encaminamiento en un sistema de control, tal como una en un controlador de estación base, puede proporcionar una asignación entre el nombre del robot y el BSID y uno o más números de ranura. En algunas realizaciones, el controlador de estación base proporciona una fuente fiable de la información de encaminamiento y puede configurarse para actualizarse cada vez que se añade o se elimina un terminal/robot.

Interfaz de gestión/mantenimiento

40 El mecanismo de transporte subyacente para estas conexiones puede ser una o más conexiones de canalización gruesa. En algunas realizaciones, cada estación base admite un número limitado de canalizaciones gruesas simultáneas (1-4 dependiendo de la configuración de la estación base). La estación base puede proporcionar una interfaz programable de aplicación (API) para permitir que el controlador de estación base cree y libere dinámicamente las conexiones de canalización gruesa en el terminal/robot. En el extremo del terminal/robot, se puede configurar un módulo de radio para proporcionar una API similar al PC (un procesador que puede existir en un terminal/robot). El software del controlador en el controlador de estación base y en el PC puede usar estas API para proporcionar una interfaz tipo módem en el TCP/IP/UDP.

45 A cada robot/terminal se le puede asignar una dirección IP inalámbrica para las conexiones administrativas, y la red puede configurarse para encaminar el tráfico a estas direcciones a través del controlador de estación base. Cuando el tráfico para una de estas direcciones se recibe en el controlador de estación base, se puede configurar para intentar crear una conexión TCP/IP/UDP en el PC correspondiente.

50 La FIG. 13 muestra pilas de protocolo para la canalización gruesa, según algunas realizaciones. Las conexiones de canalización gruesa también pueden ser iniciadas por un terminal/robot. El módulo de radio (que puede existir en un

terminal/robot) puede configurarse para usar un indicador de petición de canalización gruesa en el encabezamiento MAC de una canalización fina. Cuando se detecta, la estación base lo notifica al accionador de canalización gruesa en el controlador de estación base y, si hay recursos disponibles, el controlador de estación base creará una conexión de canalización gruesa.

- 5 El LLC (control de enlace lógico) puede proporcionar una conexión de transmisión continua fiable para el tráfico tunelizado.

El RRC (control de los recursos de radio) puede proporcionar funciones de gestión de enlace de comunicación por radio.

La capa MAC multiplexa todos los servicios que requieren acceso a la interfaz de datos de la capa física.

- 10 Elementos de procesamiento

En una realización, el software de protocolo puede distribuirse a través de un número de elementos.

Controlador de estación base

- 15 En referencia ahora a la FIG. 14, el controlador de estación base puede ser un grupo de alta disponibilidad de servidores Intel básicos que ejecutan Linux. En algunas realizaciones, solo puede haber un controlador de estación base en cada almacén y el controlador de estación base puede configurarse para proporcionar algunas de las siguientes funcionalidades, siendo la siguiente lista un ejemplo de lista no limitante.

Puesta en servicio y configuración de las estaciones base

Planificación de frecuencias de la estación base

Asignación de enlace de comunicación terminal/robot

- 20 Distribución de información de encaminamiento del terminal/robot

Terminación de canalización gruesa

Funciones de supervisión y registro

Estación base

- 25 En referencia ahora a la FIG. 15a, en el extremo de la estación base, los módulos de protocolo pueden ejecutarse en un procesador de red basado en Linux dedicado según algunas realizaciones. El procesador de red puede incluir dos interfaces Gigabit Ethernet para permitir enlaces "de doble inicio" (activo + en espera) al controlador de estación base. También se puede proporcionar una interfaz óptica. Se puede utilizar una tercera interfaz Ethernet para comunicarse con la PHY que se ejecuta en el DSP Octasic™.

Módulo de radio y PC

- 30 En referencia ahora a la FIG. 15b, en el extremo del terminal/robot de los módulos de protocolo de enlace se pueden ejecutar tanto en el módulo de radio como un ordenador personal integrado (PC) según algunas realizaciones.

En algunas realizaciones, el PC puede ejecutar Linux y puede tener un accionador de canalización gruesa que es similar al del controlador de estación base para terminar la conexión en el extremo del terminal/robot. El PC también puede actuar como un servidor de arranque para el módulo de radio.

- 35 Las capas de protocolo en el módulo de radio pueden ser los pares de los módulos de software en la estación base.

El módulo de radio y el PC con Linux pueden comunicarse a través de un enlace Ethernet; este enlace puede transportar todo el tráfico de las canalizaciones gruesas, así como el tráfico duplicado de canalización fina (para supervisión/análisis). El PC con Linux también puede ejecutar un servicio que se comunica de forma continua con el controlador en tiempo real recuperando el estado actual y los valores del sensor, y lo hace disponible a través de una API para los scripts/programas personalizados que se ejecutan en el PC con Linux.

- 40 El tráfico de canalización fina desde el módulo de radio se puede encaminar a través de un enlace de interfaz periférico en serie (SPI) al controlador en tiempo real, y los mensajes de respuesta regresan al mismo enlace.

Controlador en tiempo real

- 45 El elemento de procesamiento final es el controlador en tiempo real. Este elemento puede ser un procesador integrado responsable de toda la ejecución/funcionamiento normal del terminal/robot y puede conectarse a través de dos interfaces SPI al módulo de radio y el PC con Linux.

Todo el tráfico de canalización fina se puede enrutar a este módulo, que puede decodificar, actuar y responder a los diversos mensajes, y enviar a su vez el tráfico por la canalización fina al módulo de radio.

5 La información de estado se puede enviar de vuelta a través del segundo enlace SPI al PC con Linux para que esté disponible para diversos usos, como el procesamiento personalizado. Este enlace también puede permitir un poco de control independiente del terminal/robot, sujeto a que esté colocado en un modo no operativo, según algunas realizaciones.

Funciones de software

Control de los recursos radio (RRC)

10 Los recursos de radio disponibles se pueden dividir en una matriz de mosaicos, estos también pueden dividirse verticalmente en 3 grupos:

Enlaces de comunicación de control comunes

Canalizaciones finas

Canalizaciones gruesas

15 El enlace de comunicación de control común puede ocupar la primera columna de mosaicos; el enlace de comunicación de control común puede usar un esquema de codificación más resiliente que otros enlaces de comunicación. En la dirección del enlace descendente, el enlace de comunicación de control común se puede usar para difundir información sobre la estación base, mensajes o comandos aplicables a todos los robots/terminales (p. ej., cambios de frecuencia de la estación base o una parada de emergencia) y/o mensajes dirigidos a un único terminal/robot (p. ej., asignación de canalización gruesa). En la dirección de enlace ascendente, los enlaces de comunicación de control comunes se pueden dividir en un número de enlaces de comunicación de enlace ascendente de alta resiliencia.

20 Los mosaicos restantes se pueden usar para conexiones dedicadas a los robots/terminales. El controlador de estación base puede configurar la división de la asignación de ancho de banda entre canalizaciones finas y gruesas, y se puede esperar que permanezca estática durante el funcionamiento normal, según algunas realizaciones.

25 En algunas realizaciones, el efecto de la pérdida de paquetes puede atenuarse mediante una estación base o un terminal; retransmitiendo el último paquete transmitido hasta que sea necesario enviar un nuevo paquete. Dicho paquete puede contener, por ejemplo, instrucciones desde la estación base hasta el terminal.

En otra realización, se puede proporcionar un medio para equilibrar la capacidad del sistema y la resiliencia adicional de los datos. Por ejemplo, se pueden configurar múltiples transmisiones para un paquete de datos.

30 En otro ejemplo, se puede utilizar el modo duplicado de ráfagas de datos de canalización fina (según se describe en otro lugar de esta descripción) en contraposición al modo normal, lo que podría proporcionar una mejor resiliencia de los datos.

35 Cada canalización fina puede comunicar un par de mosaicos (o cuatro mosaicos para un funcionamiento más robusto a la mitad de la capacidad), una vez cada multitrama. Las canalizaciones finas pueden numerarse y cada terminal/robot puede tener asignado un número de canalización fina cuando se introduce por primera vez en el sistema. En una realización, el número de canalización fina (TPN) puede estar constituido por los siguientes campos:

Desplazamiento de multitrama (0 - 4)

Ranura de tiempo (1 - 19)

40 Desplazamiento de mosaico (0 - 19)

45 En una realización, antes de introducirse en el sistema o en una estación base, se puede usar un terminal/robot con una ID establecida de fábrica (la identificación del terminal/robot). La ID del terminal se puede cargar manual o automáticamente en un controlador de estación base y el terminal/robot puede estar disponible para su uso. El identificador de la estación base y la canalización fina correspondiente se pueden configurar a continuación mediante el controlador de estación base (mediante un algoritmo adecuado) y el terminal/robot se puede configurar posteriormente.

50 Un desplazamiento de mosaico puede referirse a un eje que se muestra en la FIG. 9a, según algunas realizaciones. Según se ha descrito previamente, puede haber 40 mosaicos en total y se pueden usar dos mosaicos para cada canalización fina. Los dos mosaicos utilizados pueden ser simétricos con respecto a la línea discontinua horizontal que se muestra en la FIG. 9a, por lo que un número de desplazamiento de mosaico puede referirse a un par de mosaicos colocados simétricamente y, por lo tanto, solo se requieren 20 números de desplazamiento de mosaico.

En alguna realización, el número de desplazamiento de mosaico puede hacer referencia a una secuencia de saltos (descrita en otro lugar en la presente memoria) o un desplazamiento absoluto desde la línea discontinua central.

5 En otra realización, un terminal/robot puede recibir sus datos de configuración que incluyen una ID de estación base y TPN (número de canalización fina). A continuación, puede escuchar la ráfaga de radiodifusión a través de los enlaces de comunicación. Dentro de esta ráfaga puede haber un número de ranuras de tiempo alrededor de CC (la frecuencia central) que se utilizan para sintonizar los osciladores locales. El terminal/robot puede sintonizar estos enlaces de comunicación o ranuras de tiempo. Una vez se ha completado lo anterior, el terminal/robot puede procesar los datos recibidos a través de la ráfaga de radiodifusión. Si los datos recibidos incluyen el ID de estación base correcto, entonces puede comenzar a transmitir y recibir datos en su número de canalización fina o la canalización fina. Si no, el terminal/robot puede moverse a un enlace de comunicación diferente y el procedimiento puede comenzar nuevamente, y continúa hasta que el terminal/robot detecta la ID de estación base correcta en la ráfaga de radiodifusión.

15 En otra realización, el terminal/robot no necesita buscar entre las frecuencias para encontrar la estación base correcta, ya que esto puede ralentizar potencialmente el procedimiento de conexión. Una frecuencia objetivo donde puede residir una estación base puede precargarse en los datos de configuración del terminal/robot. Esto puede acelerar la conexión del terminal/robot a la red, ya que el terminal/robot sabría a qué frecuencia escuchar o comunicarse tras la activación.

En algunas realizaciones, una estación base puede cambiar un número de canalización fina de un terminal/robot:

Cuando un terminal/robot se encamina entre estaciones base;

20 Cuando se activa una instancia de selección dinámica de frecuencia;

25 Cuando la trama se llena mucho (se queda sin capacidad) y un número de terminales/robots se retiran del servicio, puede que se tengan que reasignar los números de canalización fina a uno o más robots/terminales para agrupar sus transmisiones. Esto se puede denominar como "desfragmentación" del espectro. Esto se puede hacer antes de cambiar la relación entre la asignación de ancho de banda entre canalizaciones finas y canalizaciones gruesas.

30 Las canalizaciones gruesas pueden asignarse cuando lo requiera un sistema de gestión de red o un operador a través del controlador de estación base. El controlador de estación base puede configurarse para coordinar las peticiones de ancho de banda y puede rechazar las peticiones si no hay suficientes recursos de canalización gruesa disponibles en la estación base. Las peticiones pueden ser reenviadas a la estación base donde son gestionadas por el RRC. El RRC asigna bloques de mosaicos a la canalización gruesa y actualiza la configuración de MAC y PHY. La capa MAC informa al terminal/robot de la asignación a través del enlace de comunicación de control común.

MAC

35 En algunas realizaciones, existe una diferencia entre el número de conexiones que puede gestionar una estación base en contraposición al módulo de terminal/robot. Para el terminal/robot, esto puede ser uno o dos, pero para la estación base pueden ser cientos. En un aspecto posible, una capa MAC multiplexa todas las fuentes de datos y proporciona datos a la PHY de forma síncrona. En la dirección de recepción, el sistema de comunicación demultiplexa los datos para LLC, RRC y RTIF.

Canalizaciones finas

40 Cada canalización fina tiene la oportunidad de transmitir y recibir un mensaje en cada multitrama. Estos enlaces de comunicación pueden ser principalmente para transferir información de posición y control en tiempo real entre los robots/terminales y la estación base o diversos sistemas de control.

El encabezamiento de la capa MAC se puede mantener al mínimo y puede contener al menos la siguiente información:

Campo	Descripción
OK recibido:	Indica que en la ventana de recepción anterior recibió una trama válida.
Mensaje MAC:	Este mensaje es para la capa MAC y no un mensaje de control en tiempo real.
Petición de canalización gruesa	La dirección del terminal/robot a la estación base indica que el terminal tiene datos TCP/UDP para enviar a la red
Número de secuencia	Contador de 5 bits, incrementado por cada mensaje RTIF recibido desde un terminal o un controlador desde un sistema de control

El número de secuencia se utiliza para descartar mensajes duplicados y permite contar los mensajes que faltan.

La carga útil de canalización fina puede ser de hasta 14 bytes. Los mensajes más cortos que esto son de cero bytes.

Los mensajes MAC solo se envían si no hay mensajes de control en tiempo real nuevos o sin acuse de recibo para enviar.

Mensaje MAC	Descripción
Trama de relleno	Se envía solo a través de la estación base cuando no hay nada más que enviar por la canalización fina

5 En la dirección de recepción, en un aspecto posible, la MAC recibe bloques y los introduce en una interfaz en tiempo real etiquetada con el número de canalización fina para el enlace de comunicación en el que se recibieron. La MAC puede retener un estado limitado para cada conexión, que incluye:

Mensajes no enviados

10 Mensaje que se envió la última trama

Recuento de multitramas desde la última buena recepción

Recuento de multitramas desde la última transmisión confirmada

Canalizaciones gruesas

15 La capa física (PHY, por sus siglas en inglés) puede admitir un pequeño número de conexiones de "canalizaciones gruesas" de alta velocidad en cualquier momento; el número real puede representar un equilibrio con el número total de canalizaciones finas.

La capa MAC puede configurarse para proporcionar a la PHY un bloque para transmitir en cada canalización gruesa activa cada 20 ms. Este bloque puede contener una o más tramas MAC. Si no hay suficientes datos de carga útil para rellenar todo el bloque, entonces puede haber una trama de datos MAC seguida de una trama de relleno MAC.

20 En una realización, la asignación de canalización gruesa puede anunciarse de forma continua en el enlace de comunicación de control. La radio puede transmitir en la canalización gruesa solo si decodifica correctamente el enlace de comunicación de control y su número de canalización fina se identifica en la asignación de canalización gruesa.

Enlace de comunicación de control común

25 La MAC proporciona a la PHY datos para enviar cada trama en el enlace de comunicación de radiodifusión. Los datos se pueden dividir en información de radiodifusión pública, anuncios públicos, información de radiodifusión dirigida, etcétera.

Información de radiodifusión pública

La información de radiodifusión pública se puede enviar en cada trama, los datos de radiodifusión pueden incluir:

30 Identidad de la estación base

Número de trama

Configuración de enlace de comunicación

Asignaciones de canalización gruesa

Anuncios públicos

35 Los anuncios públicos se pueden enviar según sea necesario, como por ejemplo:

Cambio de frecuencia en la trama N

Apagado de la estación base en la trama N

Anuncio de emergencia o radiodifusión que solicita a todos los bots que se detengan

Información de radiodifusión dirigida

40 En cuanto a la información de radiodifusión dirigida, cada paquete de datos puede contener una identidad de terminal; todos los terminales/robots pueden recibirlo, pero solo el terminal/robot al que está dirigido con la identidad de terminal contenida en el paquete puede necesitar procesar el paquete de datos. Esta información de radiodifusión

dirigida puede enviarse como mensajes de enlace descendente de alta integridad (el enlace de comunicación de control tiene una mayor resiliencia que las canalizaciones finas normales).

5 En la dirección del enlace ascendente, el enlace de comunicación se puede dividir en un número de bloques de alta integridad para que los terminales/robots los utilicen en caso de que no puedan comunicarse en su canalización fina normal. En una realización, el módulo de radio solo puede usar este enlace de comunicación si el recuento de multitramas desde la última transmisión confirmada es mayor que un valor establecido, como por ejemplo 5. Después de la primera transmisión, puede aplicar un retroceso aleatorio antes de volver a intentarlo. La estación base puede responder a cualquier mensaje recibido en el enlace de comunicación de control utilizando el mecanismo de radiodifusión dirigido.

10 Interfaz en tiempo real (RTIF)

Puede haber dos variantes del protocolo RTIF.

En el extremo de la estación base, el procedimiento de interfaz en tiempo real (RTIFB) puede recibir paquetes de la capa MAC, añade un encabezamiento RTIFB que contiene el BSID y el número de ranura identificado por la MAC.

15 El RTIFB es una recopilación de mensajes para terminales individuales agrupados en un solo mensaje que se envía a/desde las una o más estaciones base. Una ventaja potencial con este planteamiento es la conservación de los recursos de Ethernet cableados.

20 Algunas de estas tramas pueden combinarse en un paquete UDP que posteriormente es enviado a un sistema de control de robot. La combinación de múltiples mensajes en un solo paquete puede reducir la sobrecarga en la red de paquetes UDP. En la dirección inversa, RTIF procesa los paquetes UDP enviados al puerto RTIF dividiéndolos en tramas RTIFB individuales y reenviándolas a la cola MAC adecuada para su transmisión.

El terminal/robot puede, en algunas realizaciones, estar solo interesado en una única conexión de canalización fina, y los paquetes recibidos desde la MAC pueden enviarse al controlador en tiempo real a través de una conexión SPI. En la dirección inversa, el controlador en tiempo real se puede sondear regularmente a través de SPI, y cualquier mensaje nuevo recibido se puede enviar a la capa MAC para su transmisión.

25 Control de enlace lógico

Ese control proporciona una conexión de enlace de datos fiable a través de los enlaces de comunicación de canalización gruesa.

30 La capa física de canalización gruesa puede tener funciones de transmisión y recepción entrelazadas y una codificación robusta de los enlaces de comunicación físicos que lo hacen adecuado para un protocolo de acceso al enlace por el canal D (LAPD) como un protocolo con un tamaño de ventana pequeño (1 o 2) y un sencillo acuse de recibo.

El software de protocolo para el terminal/robot puede ser más sencillo que las entidades equivalentes en el extremo de la estación base puesto que solo tiene que gestionar uno o dos enlaces de comunicación.

Configuración

35 El controlador de estación base puede ser el repositorio maestro de todas las configuraciones de encaminamiento y radio de los terminales/robots y estaciones base. Cuando se añade una estación base al sistema, se puede añadir manualmente al controlador de estación base según algunas realizaciones. Otras implementaciones son posibles por ejemplo

40 Otras implementaciones son posibles, por ejemplo, en una realización, el sistema puede configurar automáticamente una estación base que se ha introducido recientemente en el sistema, donde los datos de configuración predeterminados pueden derivarse durante la puesta en servicio del sistema cuando es nuevo. En otra realización, las estaciones base en espera pueden estar instaladas y activas, pero pueden no estar configuradas y, por lo tanto, pueden adoptar un rol pasivo en el sistema. El controlador de estación base puede ponerlas en servicio y activarlas en una fecha posterior. Esto puede ser ventajoso para responder a la necesidad de un aumento de capacidad, o para resolver una interrupción en el servicio causada por una avería o cualquier otro fallo. En otra realización, cuando el sistema está configurado para evitar la interferencia en diversos enlaces de comunicación, el controlador de estación base puede organizar la asignación del enlace de comunicación de sus estaciones base en base a la información recopilada de las estaciones base que se han establecido para actuar como sensores dedicados o en respuesta a la información disponible de las estaciones base normales existentes.

50 En algunas realizaciones, cuando el terminal/robot se introduce en el sistema, el controlador de estación base puede asignar una identidad de estación base (BSID), un número/frecuencia de enlace de comunicación y/o un número de canalización fina (TPN). Si hay una única estación base por enlace de comunicación, puede que no sea necesaria una identidad de estación base. Además, un controlador de estación base puede ser sensible de los cambios debidos a la selección dinámica de frecuencia, y los robots/terminales pueden programarse en consecuencia.

Esta información puede almacenarse en el terminal/robot, en cualquier módulo adecuado o en cualquier otro lugar adecuado. El módulo de radio puede recibir estos datos de configuración como parte del procedimiento de arranque. Si no hay ninguna configuración disponible, entonces la radio no está activada, en una posible implementación. El módulo de radio puede buscar una estación base que difunda la identidad correcta y, a continuación, recibir una configuración adicional que describa las estructuras de enlace de comunicación, etc. de los mensajes de radiodifusión. Esta información también se puede proporcionar de diversas maneras, tal como durante la configuración cuando se induce.

5

Planificación de frecuencias

En algunas realizaciones, las estaciones base pueden configurarse para buscar el radar y otras interferencias, y esta información se puede notificar al controlador de estación base. Si se detecta un radar en la frecuencia de funcionamiento de una estación base, entonces la frecuencia se puede mover tan pronto como sea posible. Esto puede ser coordinado por el controlador de estación base con el fin de evitar que múltiples estaciones base seleccionen la misma frecuencia. La estación base puede configurarse para detener la transmisión si no es posible seleccionar una nueva frecuencia dentro de los límites de tiempo establecidos para el DFS.

10

15 Funciones del procesamiento digital de señales (DSP)

Tanto en la estación base como en el terminal/robot, el procesamiento de la capa física se puede ejecutar en cualquier implementación de software/hardware adecuada, como por ejemplo en el software de un procesador de banda base OCT2224W. Por ejemplo, este procesador puede tener 24 núcleos y 6 aceleradores de hardware orientados hacia el procesamiento de comunicaciones.

15

La siguiente tabla muestra las funciones principales del dispositivo OCT2224W en el terminal/robot y la estación base. Cada función se asigna a un número entero de núcleos y aceleradores. La tabla se proporciona solo con fines ilustrativos y no limitantes.

20

Función	Estación base	Terminal/Robot	Comentario
MAC-PHY API	✓	✓	(Ethernet) externa en la estación base, interna (dentro del DSP) en el terminal/robot
Transmisión de módem	✓	✓	
Recepción de módem	✓	✓	
Adquisición		✓	Ajuste de la ventana de recepción para alinearse con una estructura de trama aérea. Incluye extraer el VCXO.
Detección por radar	✓		La detección por radar también puede ser necesaria en el terminal/robot
Pila IP	✓	✓	
Diagnóstico de DSP	✓	✓	

Además, en el terminal/robot, la capa MAC puede configurarse para ejecutarse en el OCT2224W junto con la PHY.

25 8.0 General

Las características de los sistemas, dispositivos y procedimientos descritos en la presente memoria se pueden usar en diversas combinaciones, y también se pueden usar para el sistema y el medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio en diversas combinaciones.

30

Las realizaciones de los sistemas y procedimientos descritos en la presente memoria pueden implementarse en hardware o software, o una combinación de ambos. Estas realizaciones pueden implementarse en programas de ordenador que se ejecutan en ordenadores programables, cada ordenador que incluye al menos un procesador, un sistema de almacenamiento de datos (incluida la memoria volátil o memoria no volátil u otros elementos de almacenamiento de datos o una combinación de los mismos), y al menos una interfaz de comunicación. Por ejemplo, y sin limitación, los diversos ordenadores programables pueden ser un servidor, dispositivo de red, caja de conexión, dispositivo integrado, módulo de expansión de ordenador, ordenador personal, ordenador portátil, asistente de datos personales, teléfono celular, dispositivo de teléfono inteligente, tabletas ultramóviles y dispositivo hipermedia inalámbrico o cualquier otro dispositivo informático que pueda configurarse para llevar a cabo los procedimientos descritos en la presente memoria.

35

El código de programa se aplica a los datos de entrada para realizar las funciones descritas en la presente memoria y para generar información de salida. La información de salida se aplica a uno o más dispositivos de salida de forma conocida. En algunas realizaciones, la interfaz de comunicación puede ser una interfaz de comunicación de red. En realizaciones en las que se combinan elementos, la interfaz de comunicación puede ser una interfaz de comunicación de software, como las que se utilizan para la comunicación entre procedimientos. En aún otras realizaciones, puede haber una combinación de interfaces de comunicación implementadas como hardware, software y combinación de las mismas.

Dichos programas pueden ser implementados en un lenguaje de programación o de secuencia de comandos de alto nivel de procedimientos u orientado a objetos, o una combinación de los mismos, para comunicarse con un sistema informático. Sin embargo, de forma alternativa, los programas se pueden implementar en lenguaje ensamblador o máquina, si se desea. El lenguaje puede ser un lenguaje compilado o interpretado. Cada programa informático de este tipo se puede almacenar en un medio o dispositivo de almacenamiento (p. ej., memoria de solo lectura (ROM), disco magnético, disco óptico) legible por un ordenador programable de uso general o especial, para configurar y manejar el ordenador cuando el medio de almacenamiento o dispositivo es leído por el ordenador para realizar los procedimientos descritos en la presente memoria. Realizaciones del sistema también pueden considerarse implementadas como un medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio, configurado con un programa de ordenador, en el que el medio de almacenamiento configurado de este modo hace que un ordenador funcione de una manera específica y predefinida para realizar las funciones descritas en la presente memoria.

Además, los sistemas y procedimientos de las realizaciones descritas pueden distribuirse en un producto de programa informático que incluye un medio legible por ordenador no transitorio físico que lleva instrucciones utilizables por ordenador para uno o más procesadores. El medio puede proporcionarse de diversas formas, incluido uno o más disquetes, discos compactos, cintas, chips, medios de almacenamiento magnéticos y electrónicos, memoria volátil, memoria no volátil y similares. Los medios legibles por ordenador no transitorios pueden incluir todos los medios legibles por ordenador, con la excepción de ser una señal de propagación transitoria. El término no transitorio no pretende excluir los medios legibles por ordenador, tales como memoria primaria, memoria volátil, RAM, etcétera., en el que los datos almacenados en los mismos solo pueden almacenarse temporalmente. Las instrucciones utilizables por ordenador también pueden estar en diversas formas, incluido el código compilado y no compilado.

En el siguiente análisis, se harán numerosas referencias con respecto a servidores, servicios, interfaces, portales, plataformas u otros sistemas formados a partir de dispositivos informáticos. Se debería apreciar que se considera que el uso de dichos términos representa uno o más dispositivos informáticos que tienen al menos un procesador configurado para ejecutar instrucciones de software almacenadas en un medio tangible y no transitorio legible por ordenador. Por ejemplo, un servidor puede incluir uno o más ordenadores que funcionan como un servidor web, un servidor de base de datos u otro tipo de servidor de forma que cumpla con los roles, responsabilidades o funciones descritos. Se debería apreciar además que los algoritmos, procedimientos, métodos por ordenador u otros tipos de conjuntos de instrucciones divulgados se pueden materializar como un producto de programa informático que comprende un medio legible por ordenador tangible y no transitorio, que almacena las instrucciones que hacen que un procesador ejecute las etapas descritas. Se debe apreciar que los sistemas y procedimientos descritos en la presente memoria pueden transformar las señales electrónicas de diversos objetos de datos en representaciones tridimensionales para su visualización en una pantalla tangible configurada para pantallas tridimensionales. Se debe apreciar que los sistemas y procedimientos descritos en la presente memoria incluyen redes interconectadas de dispositivos de hardware configurados para recibir datos mediante receptores, transmitir datos mediante transmisores y transformar señales de datos electrónicos para diversas mejoras tridimensionales utilizando procesadores especialmente configurados, en el que las mejoras tridimensionales son para la visualización posterior en pantallas tridimensionales adaptadas.

El siguiente análisis proporciona muchas realizaciones de ejemplo de la materia objeto de la invención. Aunque cada realización representa una combinación única de elementos de la invención, se considera que la materia objeto de la invención incluye todas las combinaciones posibles de los elementos descritos. Por lo tanto, si una realización comprende los elementos A, B y C, y una segunda realización comprende los elementos B y D, entonces se considera que la materia objeto de la invención también incluye las otras combinaciones restantes de A, B, C o D, incluso si no se han descrito explícitamente.

Como se emplea en esta memoria, y a menos que el contexto indique lo contrario, el término "acoplado a" está destinado a incluir tanto el acoplamiento directo (en el que dos elementos que están acoplados entre sí entran en contacto entre sí) como el acoplamiento indirecto (en el que al menos un elemento adicional está ubicado entre los dos elementos). Por lo tanto, los términos "acoplado a" y "acoplado con" se usan como sinónimos.

También se puede acceder a la funcionalidad descrita en la presente memoria como un servicio de Internet, por ejemplo, accediendo a las funciones o características descritas desde cualquier dispositivo informático, mediante el dispositivo informático que accede a un ordenador servidor, una granja de servidores o un servicio en la nube configurado para implementar dichas funciones o características.

Las realizaciones descritas anteriormente pueden implementarse de cualquiera de las numerosas maneras. Por ejemplo, las realizaciones pueden implementarse utilizando hardware, software o una combinación de los mismos. Cuando se implementa en software, el código del software puede ejecutarse en cualquier procesador o recopilación de procesadores adecuados, ya sea que se proporcionen en un solo ordenador o se distribuyan entre múltiples ordenadores. Dichos procesadores pueden implementarse como circuitos integrados, con uno o más procesadores en un componente de circuito integrado. Se puede implementar un procesador utilizando circuitería de cualquier formato adecuado.

Además, debe apreciarse que un ordenador se puede realizar en cualquiera de un número de formas, tales como un ordenador montado en un bastidor, un ordenador de mesa, un ordenador portátil o una tableta electrónica. Además, un ordenador puede estar integrado en un dispositivo que no se considera en general como un ordenador pero con capacidades de procesamiento adecuadas, incluido un EGM, una Web TV, un asistente digital personal (PDA), un teléfono inteligente, una tableta o cualquier otro dispositivo portátil o electrónico fijo adecuado.

Además, un ordenador puede tener uno o más dispositivos de entrada y salida. Estos dispositivos pueden utilizarse, entre otras cosas, para presentar una interfaz de usuario. Los ejemplos de dispositivos de salida que se pueden usar para proporcionar una interfaz de usuario incluyen impresoras o pantallas de visualización para la presentación visual de la salida y altavoces u otros dispositivos generadores de sonido para la presentación audible de la salida. Los ejemplos de dispositivos de entrada que se pueden usar para una interfaz de usuario incluyen teclados y dispositivos apuntadores, como ratones, almohadillas táctiles y tabletas digitalizadoras. Para mencionar otro ejemplo, un ordenador puede recibir información de entrada a través del reconocimiento de voz o en otros formatos audibles.

Dichos ordenadores pueden estar interconectados por una o más redes de cualquier forma adecuada, incluso como una red de área local o una red de área amplia, tal como una red corporativa o la Internet. Dichas redes pueden estar basadas en cualquier tecnología adecuada y pueden funcionar según cualquier protocolo adecuado y pueden incluir redes inalámbricas, redes cableadas o redes de fibra óptica.

Los diversos procedimientos o métodos descritos en la presente memoria pueden codificarse como software ejecutable en uno o más procesadores que emplean una cualquiera de una variedad de sistemas operativos o plataformas. Además, dicho software puede escribirse utilizando cualquiera de un número de lenguajes de programación adecuados y/o herramientas de programación o secuencias de comandos, y también puede compilarse como código de lenguaje máquina ejecutable o código intermedio que se ejecuta en un entorno o máquina virtual.

El sistema y el procedimiento se pueden realizar como un medio de almacenamiento legible por ordenador tangible no transitorio (o medios de almacenamiento legibles por ordenador múltiples) (p. ej., una memoria de ordenador, uno o más discos flexibles, discos compactos (CD), discos ópticos, discos de vídeos digitales (DVD), cintas magnéticas, memorias flash, configuraciones de circuitos en matriz de puertas programables por campo u otros dispositivos semiconductores u otros medios de almacenamiento legibles por ordenador tangibles no transitorios) codificados con uno o más programas que, cuando se ejecutan en uno o más ordenadores u otros procesadores, realizan procedimientos que implementan las diversas realizaciones analizadas anteriormente. El medio o los medios legibles por ordenador pueden ser transportables, de manera que el programa o los programas almacenados en ellos se pueden cargar en uno o más ordenadores u otros procesadores diferentes para implementar los diversos aspectos según se ha analizado anteriormente. Tal como se usa en la presente memoria, el término "medio de almacenamiento legible por ordenador no transitorio" abarca solo un medio legible por ordenador que puede considerarse una fabricación (es decir, un artículo de fabricación) o una máquina.

Los términos "programa" o "software" se usan en la presente memoria en un sentido genérico para referirse a cualquier tipo de código informático o conjunto de instrucciones ejecutables por ordenador que pueden emplearse para programar un ordenador u otro procesador para implementar diversos aspectos de la presente invención según se ha analizado anteriormente. Adicionalmente, debe apreciarse que según un aspecto de esta realización, uno o más programas de ordenador que cuando se ejecutan realizan procedimientos como se describe en la presente memoria no tienen que residir en un solo ordenador o procesador, sino que pueden distribuirse de forma modular entre un número de ordenadores o procesadores diferentes para implementar diversos aspectos.

Las instrucciones ejecutables por ordenador pueden ser de muchas formas, como módulos de programas, ejecutados por uno o más ordenadores u otros dispositivos. Generalmente, los módulos de programación incluyen rutinas, programas, objetos, componentes, estructuras de datos, etc., que realizan tareas concretas o implementan tipos de datos abstractos concretos. Típicamente, la funcionalidad de los módulos del programa puede combinarse o distribuirse según se desee en diversas realizaciones.

Además, las estructuras de datos se pueden almacenar en medios legibles por ordenador de cualquier forma adecuada. Para simplificar la ilustración, se puede mostrar que las estructuras de datos tienen campos que están relacionados a través de la ubicación en la estructura de datos. Dichas relaciones también pueden lograrse asignando almacenamiento para los campos con ubicaciones en un medio legible por ordenador que transmita la relación entre los campos. Sin embargo, se puede usar cualquier mecanismo adecuado para establecer una relación

entre la información en los campos de una estructura de datos, incluso mediante el uso de punteros, etiquetas u otros mecanismos que establezcan la relación entre los elementos de datos.

5 Dependiendo de la implementación particular y de diversos factores asociados, tales como los recursos del dispositivo de comunicaciones, los parámetros de la red inalámbrica y otros factores, se pueden usar diferentes arquitecturas de implementación para la presente invención.

También se ha de entender que el servidor informático puede implementarse como uno o más servidores en cualquier arquitectura o configuración de servidor posible, incluido por ejemplo, una arquitectura de servidor distribuido, una granja de servidores o un entorno informático basado en la nube.

10 Siempre que se describa que el sistema recibe una entrada del usuario del dispositivo de comunicaciones, se ha de entender que la entrada se puede recibir a través de la activación de una tecla física en el dispositivo de comunicaciones, mediante la interacción con una pantalla táctil del dispositivo de comunicaciones, a través de un comando de voz recibido en el dispositivo de comunicaciones y procesado por el sistema, a través de un gesto de usuario observado y procesado en el dispositivo de comunicaciones, mediante el movimiento físico del dispositivo de comunicaciones en un patrón de gesto predeterminado que incluye agitar el dispositivo de comunicaciones, a través de la recepción de datos desde otro dispositivo de comunicaciones local o remoto asociado con el usuario, o mediante cualquier otra interacción sensorial con el dispositivo de comunicaciones o de alguna manera controlando el dispositivo de comunicaciones.

15 El presente sistema y procedimiento pueden ponerse en práctica en diversas realizaciones. Un dispositivo informático adecuadamente configurado y las redes de comunicaciones, dispositivos, software y firmware asociados pueden proporcionar una plataforma para habilitar una o más realizaciones según se ha descrito anteriormente. A modo de ejemplo, la FIG. 24 muestra un dispositivo informático genérico 100 que puede incluir una unidad central de procesamiento ("CPU") 102 conectada a una unidad de almacenamiento 104 y a una memoria de acceso aleatorio 106. La CPU 102 puede procesar un sistema operativo 101, un programa de aplicación 103 y datos 123. El sistema operativo 101, el programa de aplicación 103 y los datos 123 pueden almacenarse en la unidad de almacenamiento 104 y cargarse en la memoria 106, según sea necesario. El dispositivo informático 100 puede incluir además una unidad de procesamiento de gráficos (GPU) 122 que está conectada de forma operativa a la CPU 102 y a la memoria 106 para descargar los cálculos intensivos de procesamiento de imágenes de la CPU 102 y ejecutar estos cálculos en paralelo con la CPU 102. Un operador 107 puede interactuar con el dispositivo informático 100 utilizando una pantalla de vídeo 108 conectada mediante una interfaz de vídeo 105, y diversos dispositivos de entrada/salida como un teclado 115, un ratón 112 y una unidad de disco o unidad de estado sólido 114 conectados mediante una interfaz de E/S 109. De manera conocida, el ratón 112 puede configurarse para controlar el movimiento de un cursor en la pantalla de vídeo 108, y para operar diversos controles de interfaz gráfica de usuario (GUI) que aparecen en la pantalla de vídeo 108 con un botón del ratón. La unidad de disco o la unidad de estado sólido 114 se pueden configurar para aceptar medios legibles por ordenador 116. El dispositivo informático 100 puede formar parte de una red a través de una interfaz de red 111, que permite que el dispositivo informático 100 se comunique con otros sistemas de procesamiento de datos adecuadamente configurados (no se muestran). Se pueden usar uno o más tipos diferentes de sensores 135 para recibir entradas de diversas fuentes.

20 El sistema y el procedimiento actuales pueden ponerse en práctica en virtualmente cualquier forma de dispositivo informático, incluido un ordenador de mesa, un ordenador portátil, una tableta electrónica o un dispositivo de mano inalámbrico. El presente sistema y procedimiento también pueden implementarse como un medio legible/utilizable por ordenador que incluye código de programa informático para permitir que uno o más dispositivos informáticos implementen cada una de las diversas etapas del proceso en un procedimiento según la presente invención. En el caso de que más que dispositivos informáticos realicen la operación completa, los dispositivos informáticos están conectados en red para distribuir las diversas etapas de la operación. Se entiende que los términos medio legible por ordenador o medio utilizable por ordenador comprenden uno o más de cualquier tipo de realización física del código de programa. En particular, el medio legible/utilizable por ordenador puede comprender un código de programa realizado en uno o más artículos de fabricación de almacenamiento portátiles (p. ej., un disco óptico, un disco magnético, una cinta, etc.), en uno o más almacenamientos de datos fraccionados de un dispositivo informático, tal como la memoria asociada a un ordenador y/o un sistema de almacenamiento.

25 La aplicación móvil de la presente invención puede implementarse como un servicio web, en el que el dispositivo móvil incluye un enlace para acceder al servicio web en lugar de una aplicación nativa.

La funcionalidad descrita puede implementarse en cualquier plataforma móvil, incluida la plataforma iOS™, ANDROID™, WINDOWS™ o BLACKBERRY™.

30 Los expertos en la técnica apreciarán que otras variaciones de las realizaciones descritas en la presente memoria también pueden ponerse en práctica sin apartarse del alcance. Otras modificaciones son, por lo tanto, posibles.

En aspectos adicionales, la descripción proporciona sistemas, dispositivos, procedimientos y productos de programación informática, incluidos conjuntos de instrucciones legibles por máquina no transitorios, para su uso en la implementación de dichos procedimientos y habilitar la funcionalidad descrita anteriormente.

5 Aunque la descripción se ha descrito e ilustrado en formas ejemplares con un cierto grado de particularidad, se observa que la descripción y las ilustraciones se han realizado solo a modo de ejemplo. Se pueden realizar numerosos cambios en los detalles de construcción y combinación y disposición de las partes y etapas. Por consiguiente, se pretende que dichos cambios se incluyan en la invención, cuyo alcance está definido por las reivindicaciones.

10 Excepto en la medida en que se indique explícitamente o sea intrínseco a los procedimientos descritos, incluidas las etapas opcionales o los componentes de las mismas, no se pretende ni se implica ningún orden, secuencia o combinación requeridos. Tal como entenderán los expertos en las técnicas pertinentes, con respecto a los procedimientos y cualesquiera de los sistemas, dispositivos, etc., descritos en la presente memoria, es posible una amplia gama de variaciones, e incluso ventajosa, en diversas circunstancias, sin apartarse del alcance de la invención, que está limitado únicamente por las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de comunicación que comprende:

una o más estaciones base;

una pluralidad de unidades terminales ubicadas de forma remota;

5 las estaciones base y las unidades terminales ubicadas de forma remota comprenden medios para transmitir y recibir datos a través de enlaces de comunicación;

un administrador de comunicaciones que está configurado para definir y gestionar dichos enlaces de comunicaciones;

caracterizado por que

10 los enlaces de comunicación comprenden uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda bajos configurados para la comunicación entre una o más estaciones base y una o más unidades terminales, y uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda altos configurados para la comunicación entre una o más estaciones base y una o más unidades terminales;

15 a las unidades terminales se les asigna información que se almacena en las unidades terminales, la información que incluye una ranura de tiempo para usar con un enlace de comunicación de ancho de banda bajo;

el administrador de comunicación comprende medios para ajustar la latencia de cualquier enlace de comunicación, de manera que la velocidad de transferencia de datos y la latencia estén garantizadas para, al menos, uno de los enlaces de comunicación; y

20 el sistema de comunicación comprende además medios para aumentar el número de enlaces de comunicación sin afectar a la velocidad de transferencia de datos, la garantía de latencia o la eficiencia espectral de los enlaces de comunicación.

2. Un sistema de comunicaciones según la reivindicación 1, en el que los enlaces de comunicaciones son además ajustables por el administrador de comunicaciones, el administrador de comunicaciones que comprende medios para ajustar adicionalmente uno, más o todos de:

25

a. la velocidad de transferencia de datos de cada uno de los uno o más enlaces de comunicación;

b. las bandas de frecuencia utilizadas por cada uno de los uno o más enlaces de comunicación;

c. el canal dentro de las bandas de frecuencia utilizadas por cada uno de los uno o más enlaces de comunicación;

30 d. la resiliencia de los errores de comunicación por cada uno de los uno o más enlaces de comunicación, la resiliencia de los errores se rige por

i. un esquema de codificación predeterminado; y/o

ii. el uso de un modo de frecuencia duplicado;

e. el número de unidades terminales que se comunican por estación base;

35 f. el tipo y características de cada enlace de comunicación;

g. el procedimiento de itinerancia de las unidades terminales que cambian entre estaciones base;

h. el(los) canal(es) de reserva para conmutar en el caso de un evento de DFS (interferencia de radar);

i. la supervisión y registro del rendimiento de radio;

j. las características de frecuencia y tiempo de los mosaicos;

40 k. qué mosaicos se utilizan para las señales piloto;

l. la cantidad de tiempo antes de que se cambien uno o más de los parámetros anteriores.

3. El sistema de comunicaciones de la reivindicación 1 o 2, en el que el administrador de comunicaciones está provisto además de medios para asignar mosaicos de ranuras de tiempo y frecuencia al enlace de comunicaciones en base a los requisitos del sistema de comunicaciones, al mismo tiempo que se mantiene la latencia deseada.

4. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que la información almacenada en las unidades terminales incluye un número de enlace de comunicación de ancho de banda bajo que identifica uno o más de un desplazamiento de multitrama, la ranura de tiempo y un desplazamiento de mosaico para su uso con el enlace de comunicación de ancho de banda bajo.
- 5 5. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que los uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda bajo están configurados para la comunicación dentro de un intervalo de latencia predeterminado.
6. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que los uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda alto están configurados para la comunicación dentro de un intervalo de latencia variable.
- 10 7. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que el número de los uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda bajo y los uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda alto se pueden ajustar durante un procedimiento de puesta en marcha de las una o más estaciones base.
- 15 8. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que el número de los uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda bajo y el número de los uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda alto se pueden ajustar en tiempo real o casi en tiempo real para responder a los requisitos de comunicación entre la al menos una estación base y la pluralidad de unidades terminales.
9. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que un paquete de datos enviado por una unidad terminal de las una o más unidades terminales a través de los uno o más enlaces de comunicación de ancho de banda bajo se transmite al menos dos veces, como una primera ráfaga de datos y una segunda ráfaga de datos.
- 20 10. El sistema de comunicación de la reivindicación 9, en el que la primera ráfaga de datos y la segunda ráfaga de datos ocupan una o más frecuencias diferentes.
11. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, el sistema está provisto además de medios de control de potencia, la unidad terminal que establece la potencia a la que transmite dependiendo de la intensidad de la señal recibida desde la estación base.
- 25 12. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, el sistema que está provisto además de medios para sincronizar las comunicaciones, dichos medios que comprenden una sincronización en frecuencia de tiempo fijo.
13. El sistema de comunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12, en el que la asignación de los mosaicos de ranuras de tiempo y frecuencia se puede cambiar dinámicamente durante el funcionamiento.
- 30 14. El sistema de comunicaciones de una cualquiera de las reivindicaciones 3 a 12, en el que el administrador de comunicaciones puede asignar mosaicos de ranuras de tiempo y frecuencia y otros datos de configuración a las unidades terminales y estaciones base a través de una conexión fija o inalámbrica fuera de banda.
- 35 15. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que la latencia de los uno o más enlaces de comunicación puede ajustarse ajustando uno de al menos un parámetro asociado con los uno o más enlaces de comunicación, incluidas utilización de frecuencia, características de los mosaicos, técnicas de multiplexación/demultiplexación, utilización de código y temporización.
16. El sistema de comunicación de una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 15, en el que las características de los mosaicos, tales como el número y la ubicación de los pilotos, pueden ser configuradas por el administrador de comunicación.
- 40 17. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que el sistema de comunicación comprende uno o más administradores de comunicación.
18. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que los uno o más enlaces de comunicación se utilizan como enlaces de comunicación de emergencia.
19. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que la retransmisión de datos existentes a las una o más unidades terminales continúa hasta que haya nuevos datos que enviar.
- 45 20. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que los uno o más enlaces de comunicación incluyen al menos un enlace de comunicación sin contención y cero o más enlaces de comunicación con contención.
21. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que la transmisión de datos a las una o más unidades terminales se utiliza para el mantenimiento y la resolución de problemas.
- 50 22. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que se utilizan técnicas de salto de frecuencia dinámicas para optimizar las características de los enlaces de comunicación.

23. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que las técnicas de selección dinámica de frecuencia son utilizadas por las una o más estaciones base y son gestionadas por una o más cadenas de radiofrecuencia dedicadas.
- 5 24. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior, en el que se utilizan técnicas de selección dinámica de frecuencia para la detección y evitación por radar.
25. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior que usa esquemas de acceso múltiple coordinados de banda ancha para el comando y control de equipos de manipulación de materiales.
- 10 26. El sistema de comunicación de la reivindicación 25, en el que el equipo de manipulación de materiales incluye uno o más vehículos guiados autónomos en un almacén, que puede incorporar uno o más de las una o más unidades terminales.
27. El sistema de comunicación de la reivindicación anterior, en el que los pares de frecuencias simétricos alrededor de una frecuencia central se asignan a la misma unidad terminal de modo que cualquier fuga de energía de $+f$ en $-f$ y viceversa se produce en la ubicación de la unidad terminal de manera que se producen menos interferencias no deseadas en comparación con la asignación de $+f$ y $-f$ a diferentes unidades terminales.
- 15 28. El sistema de comunicación de la reivindicación 27, en el que las unidades terminales pueden estar a diferentes distancias de la misma estación base, con el resultado de que la fuga de una señal hacia $-f$ desde una unidad terminal cercana a la estación base puede interferir fuertemente con la señal $-f$ real desde una unidad terminal lejos de la estación base (del mismo modo para fugas hacia f).
- 20 29. El sistema de comunicación de cualquier reivindicación anterior donde la radio se implementa como un periférico a un ordenador.

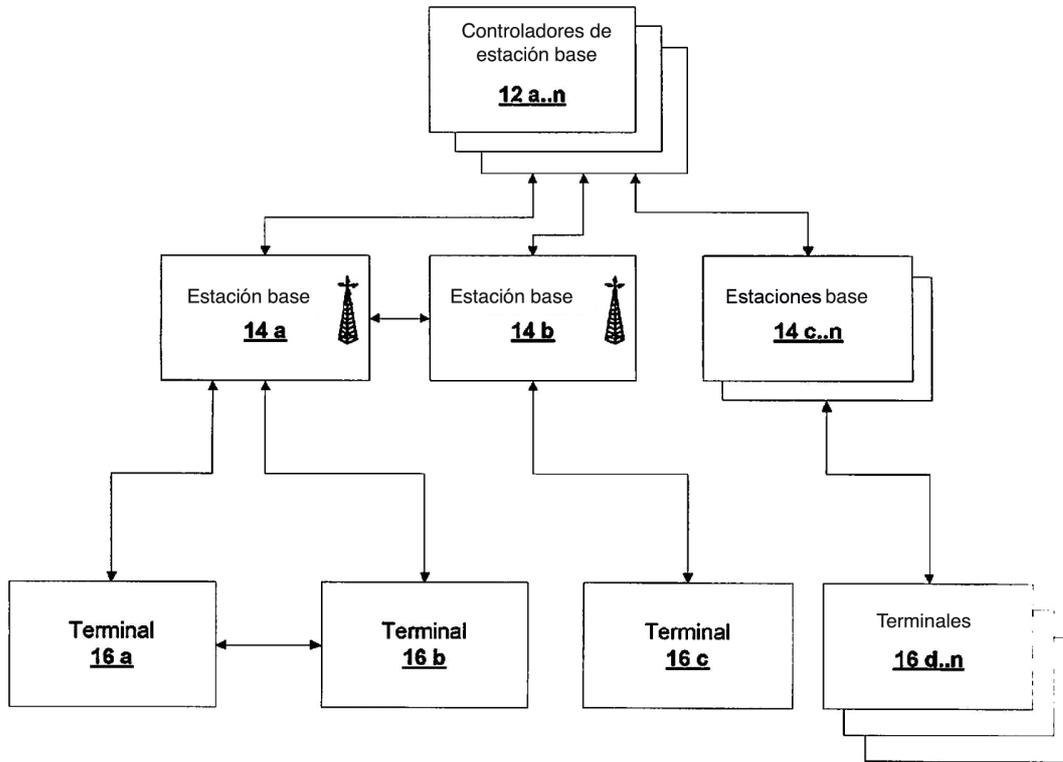


FIG. 1

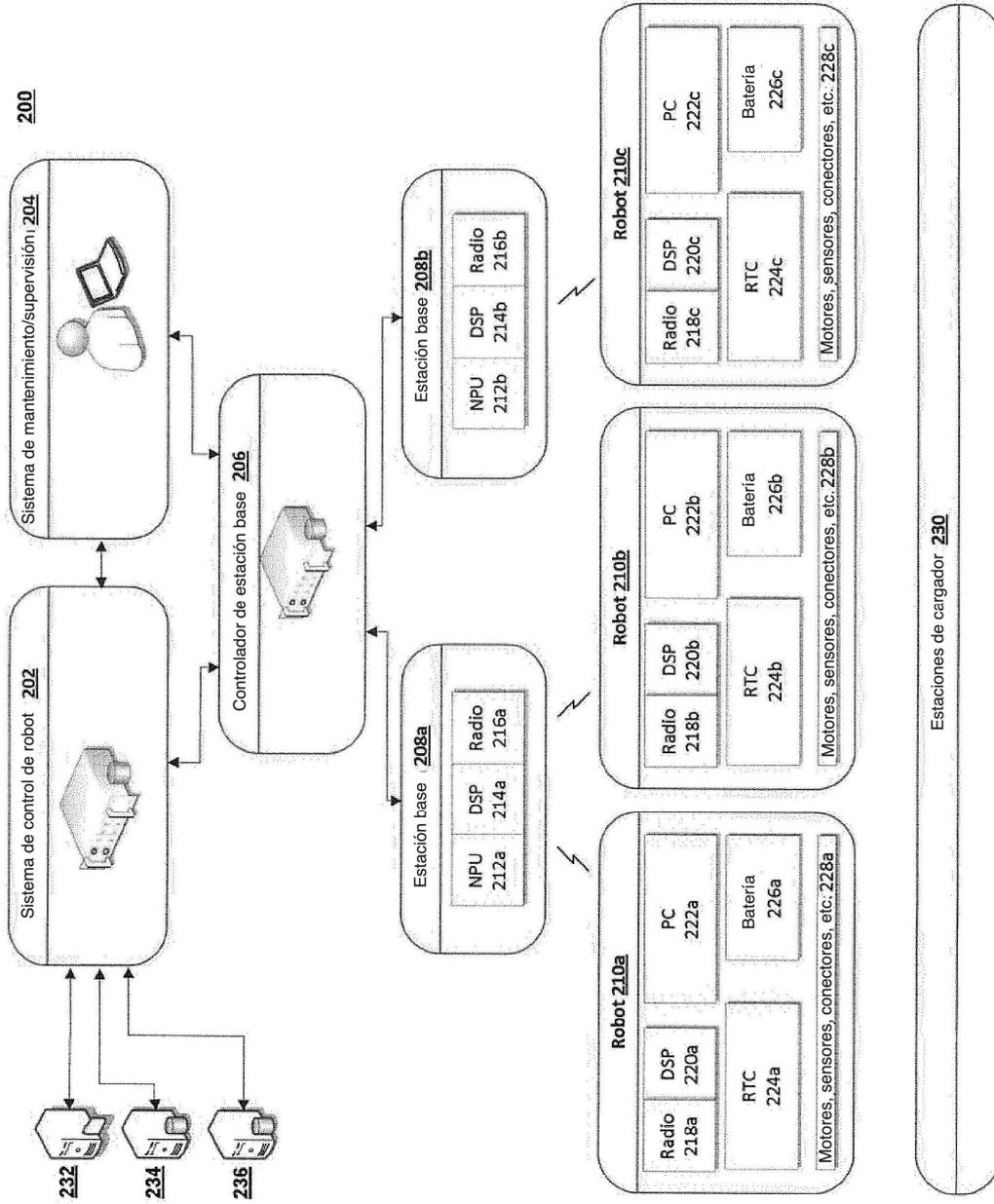


FIG. 2

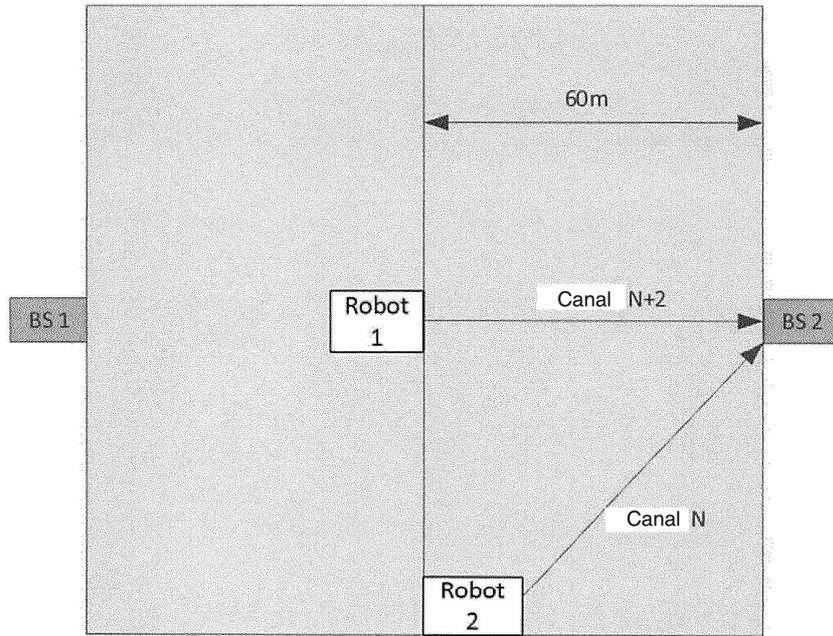


FIG. 3

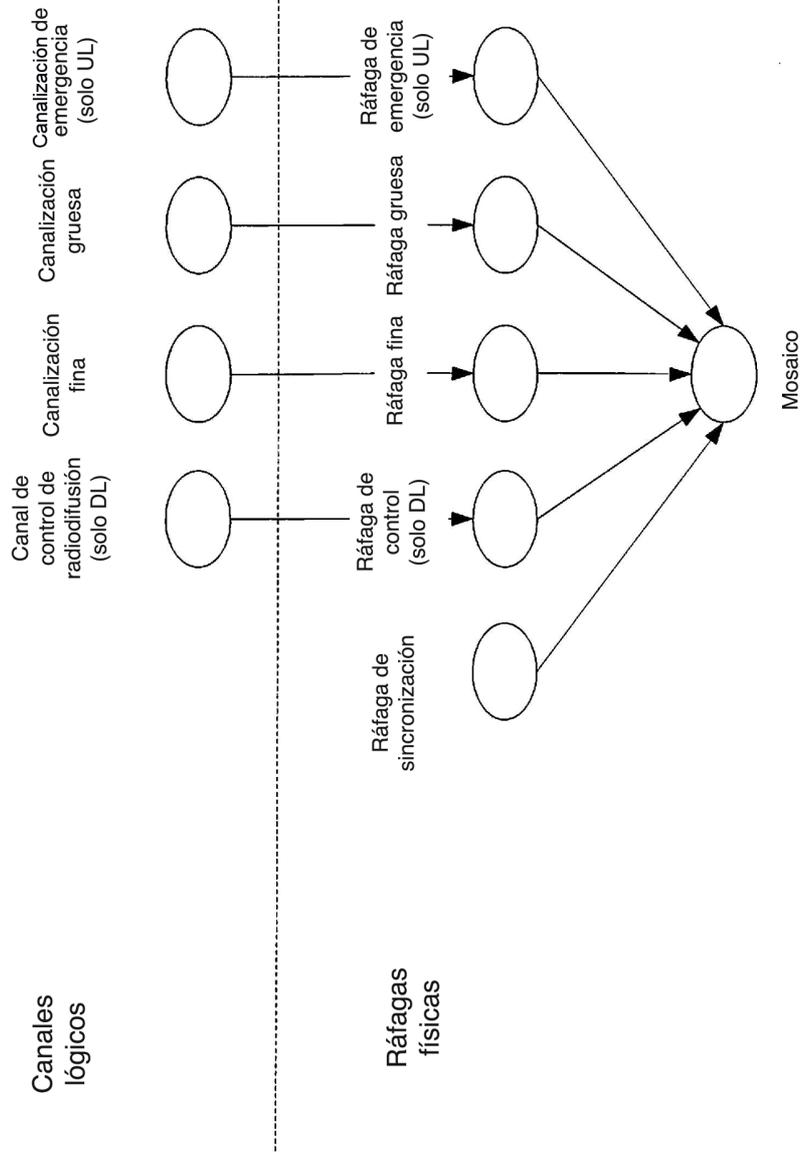


FIG. 4

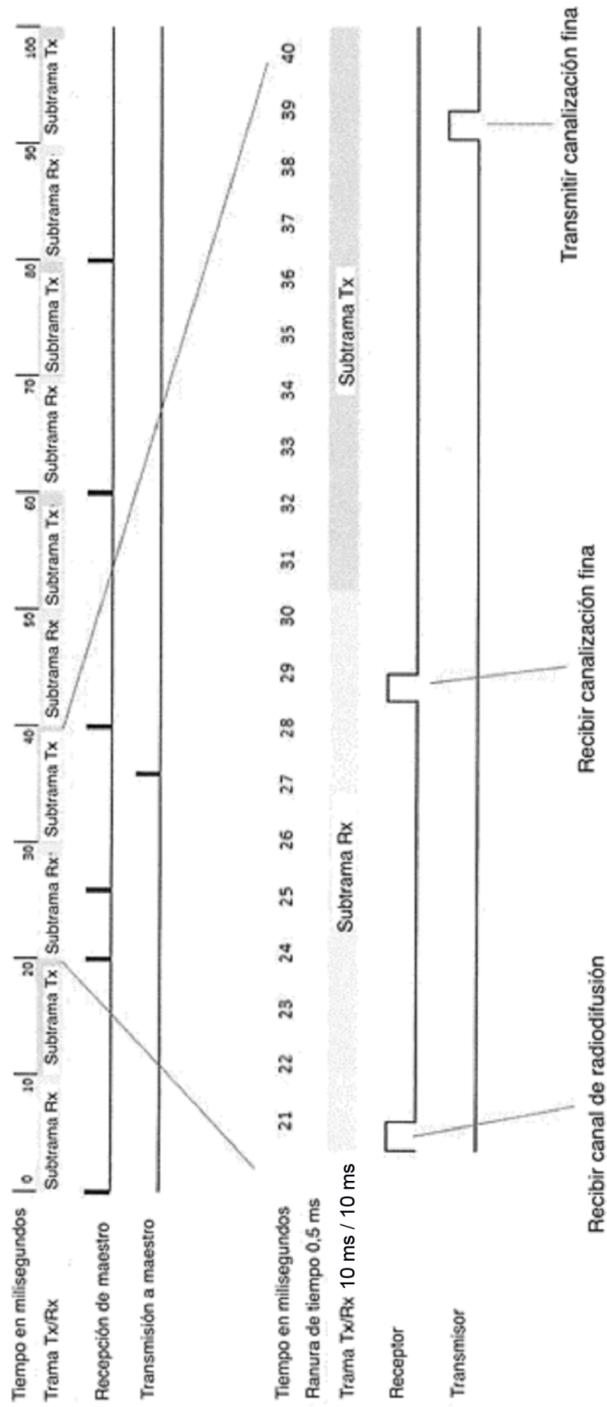


FIG. 5a

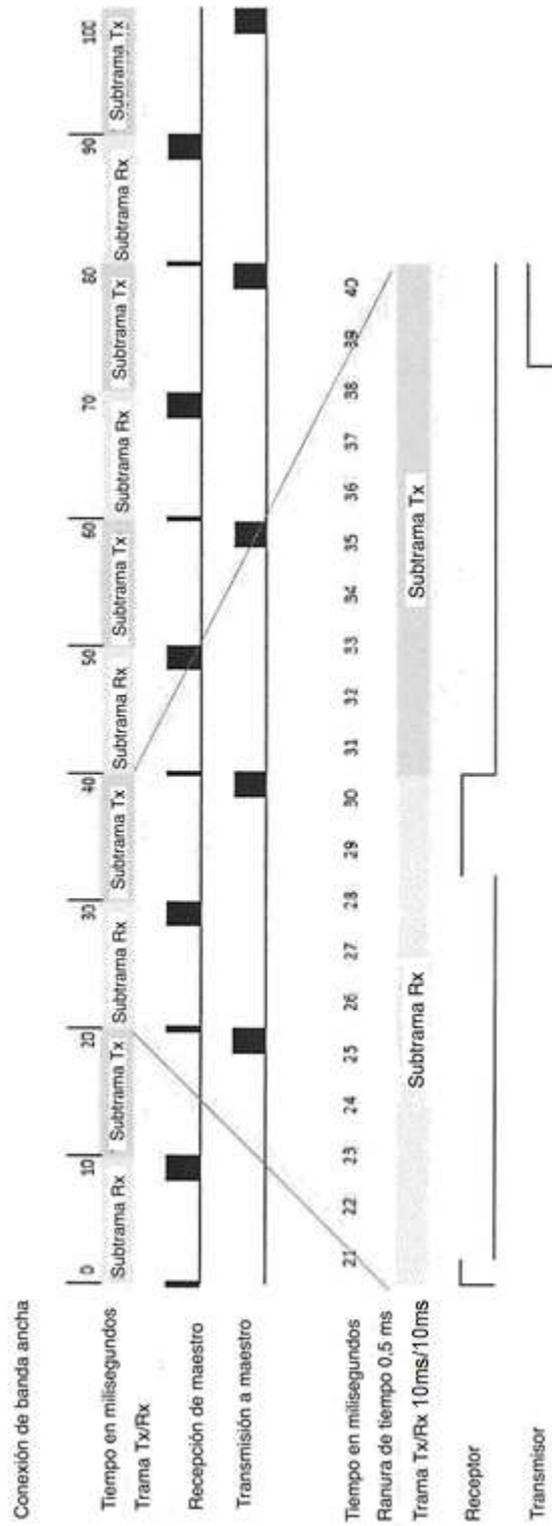


FIG. 5b

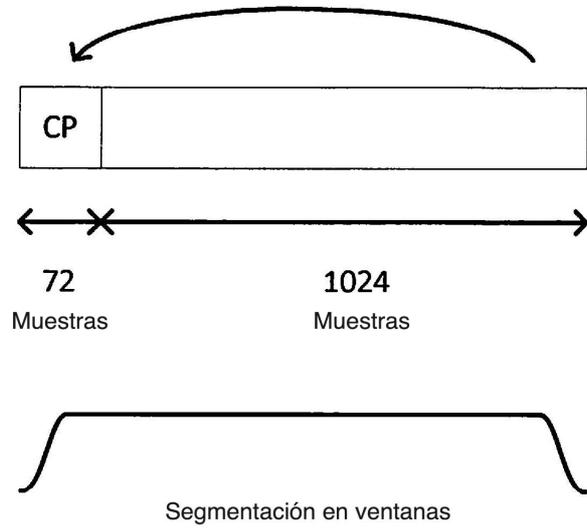


FIG. 6

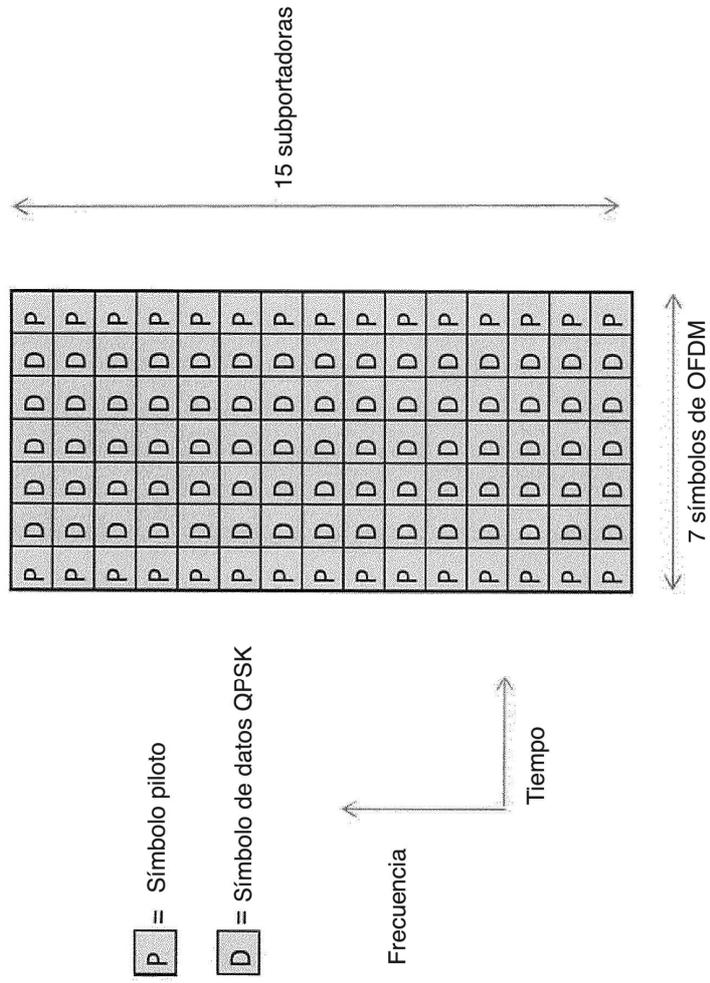


FIG. 7

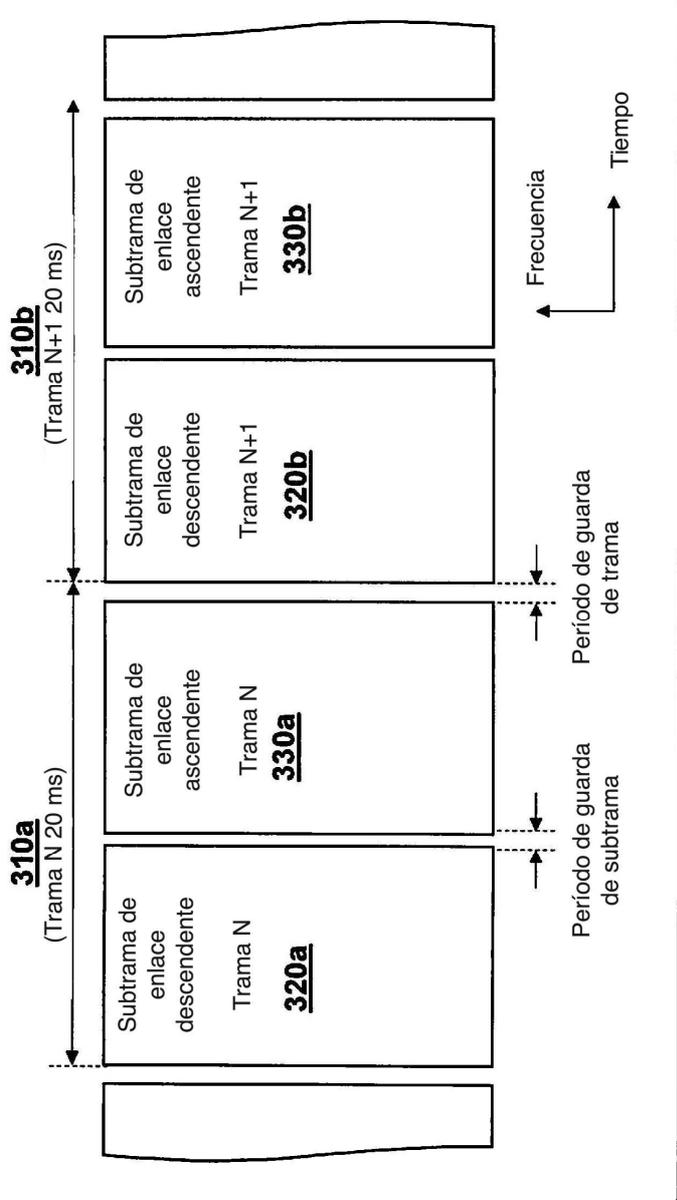


FIG. 8

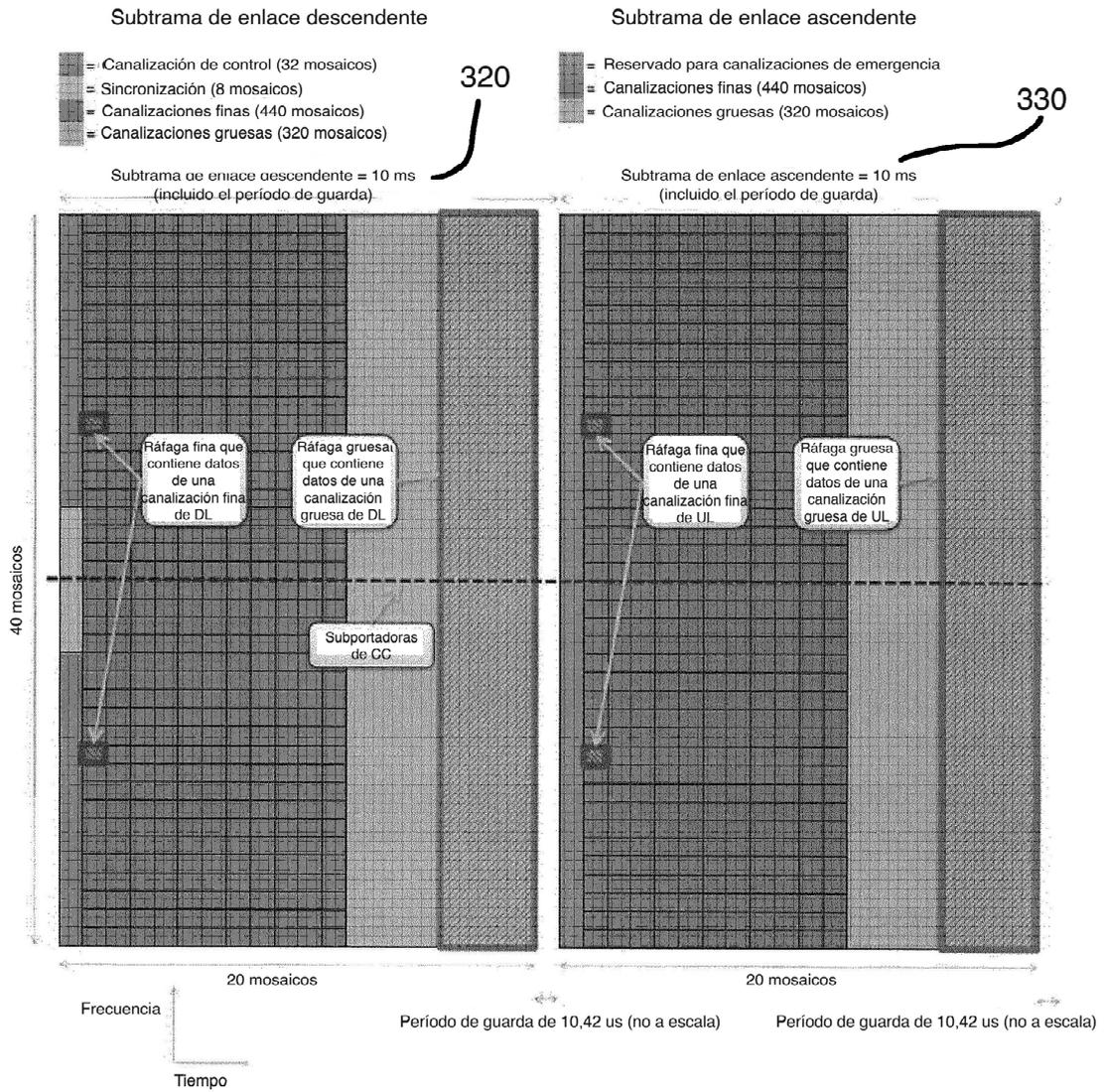


FIG. 9a

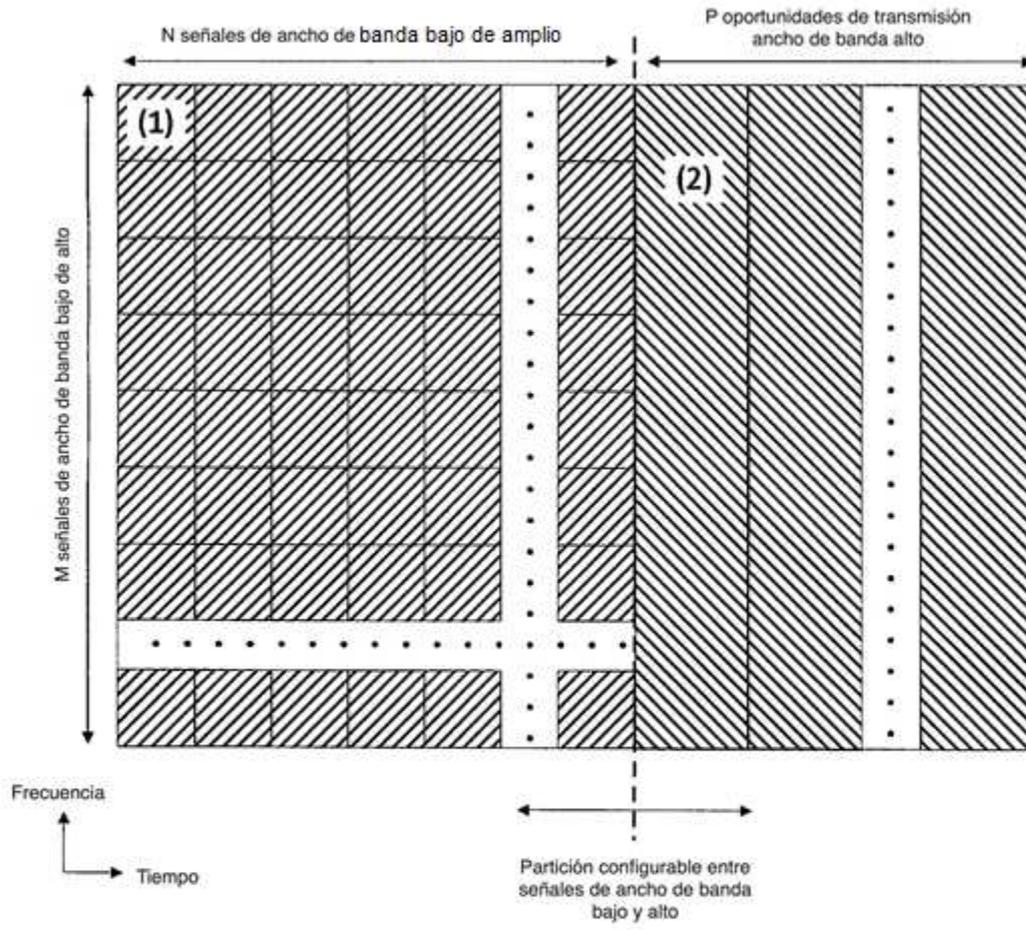


FIG. 9b

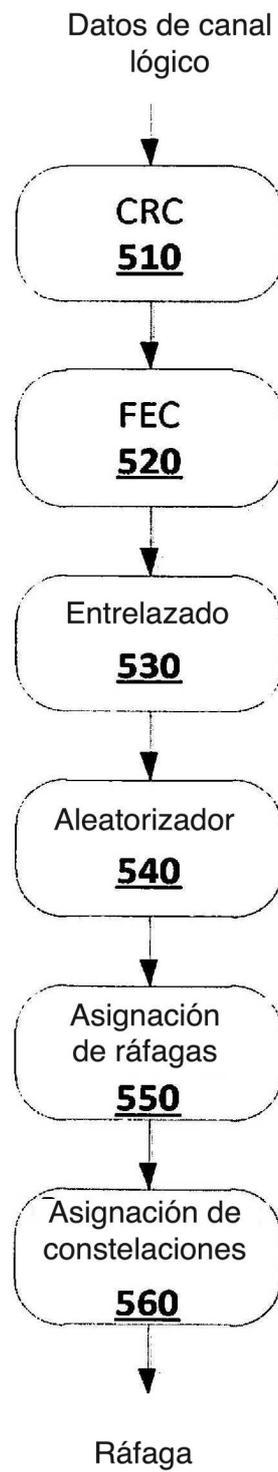


FIG. 10

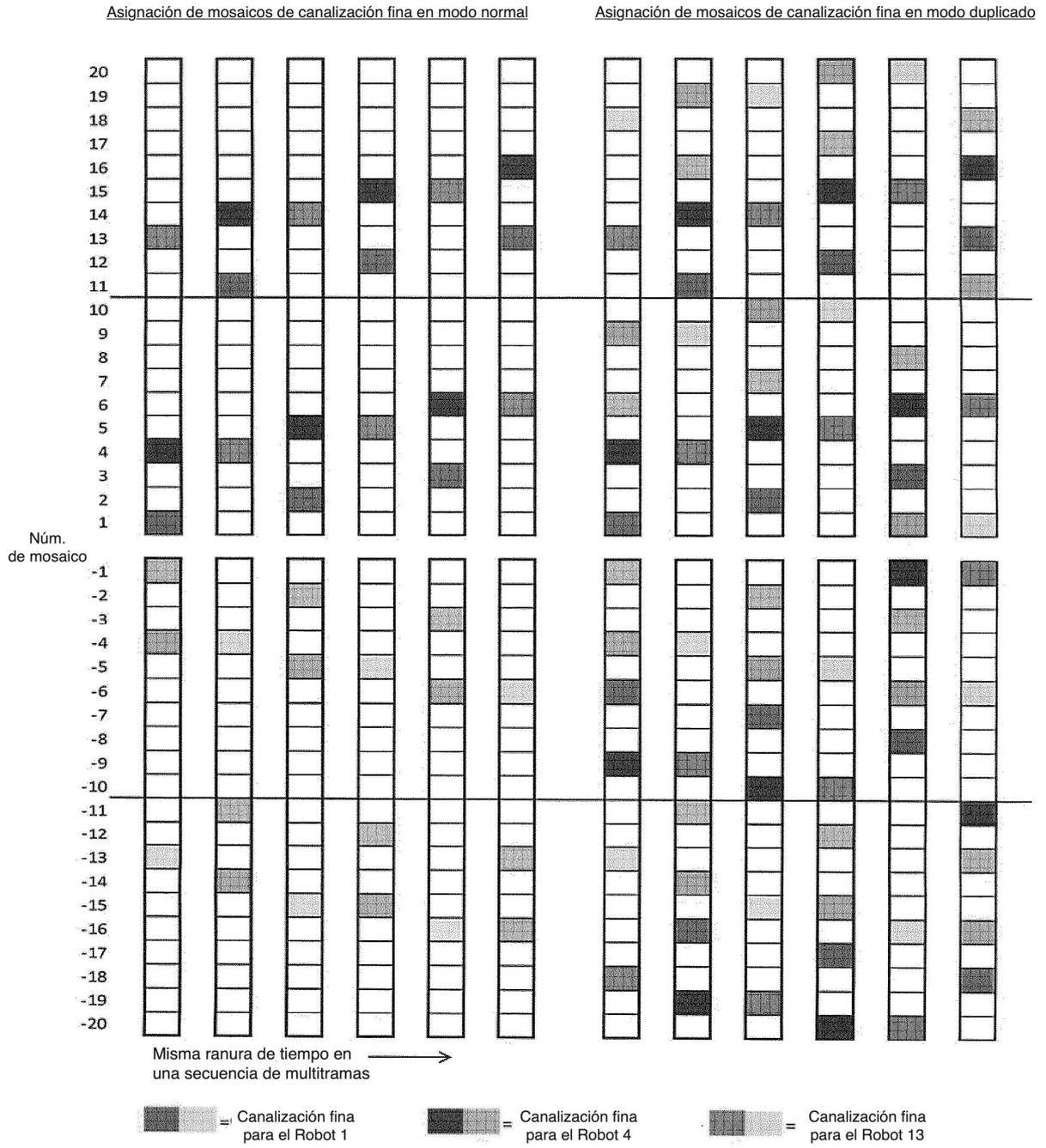


FIG. 11

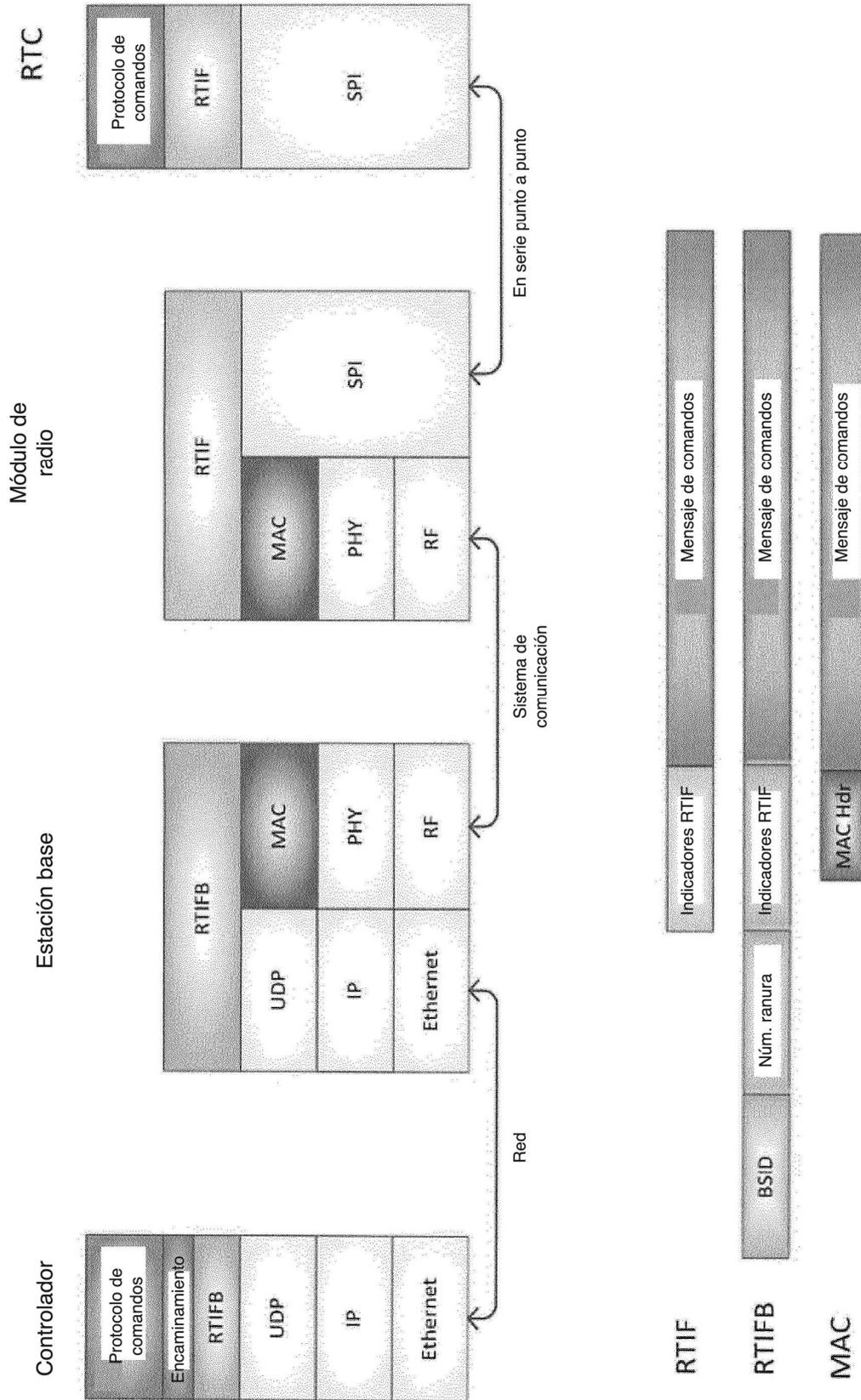


FIG. 12

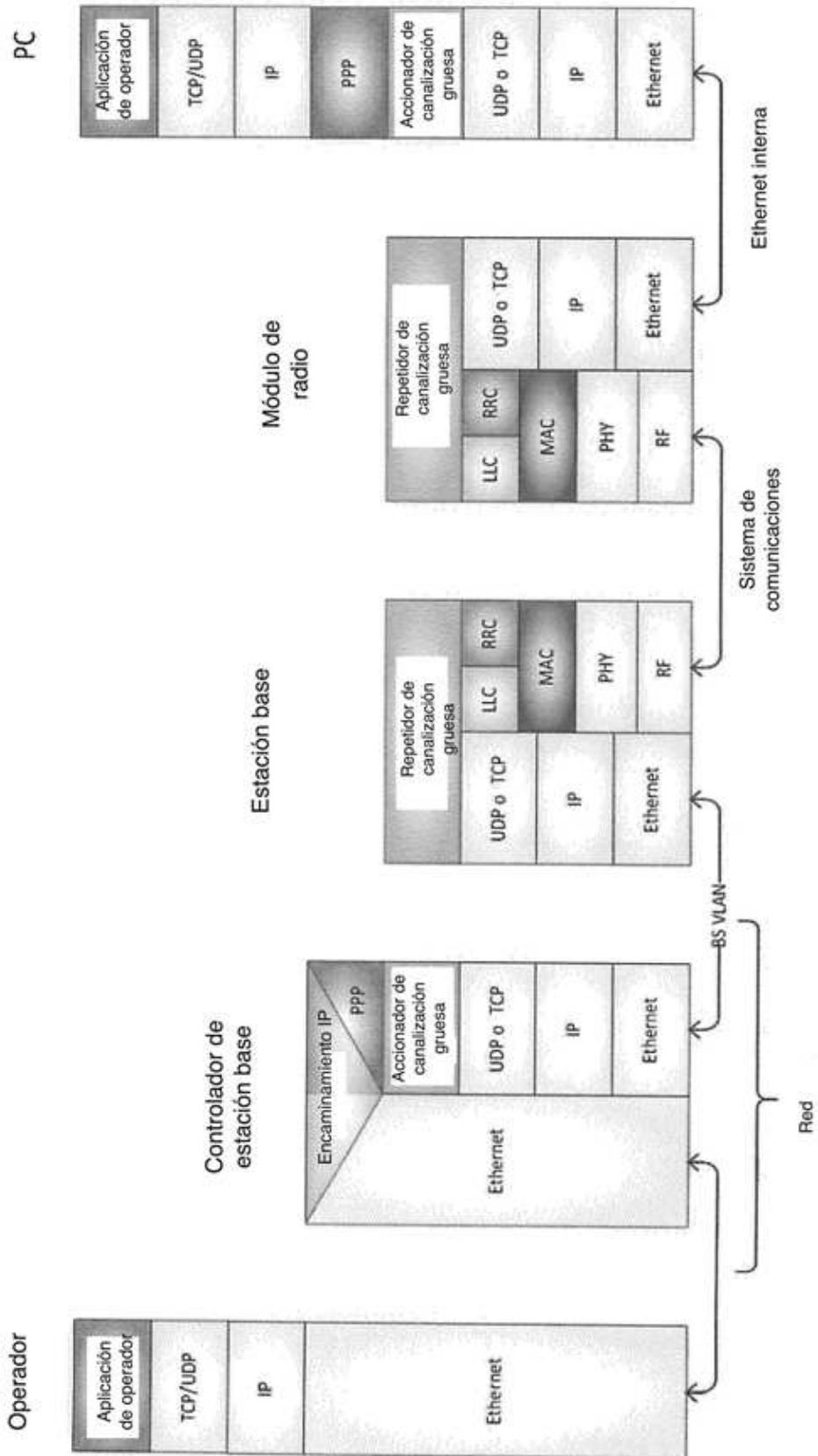


FIG. 13

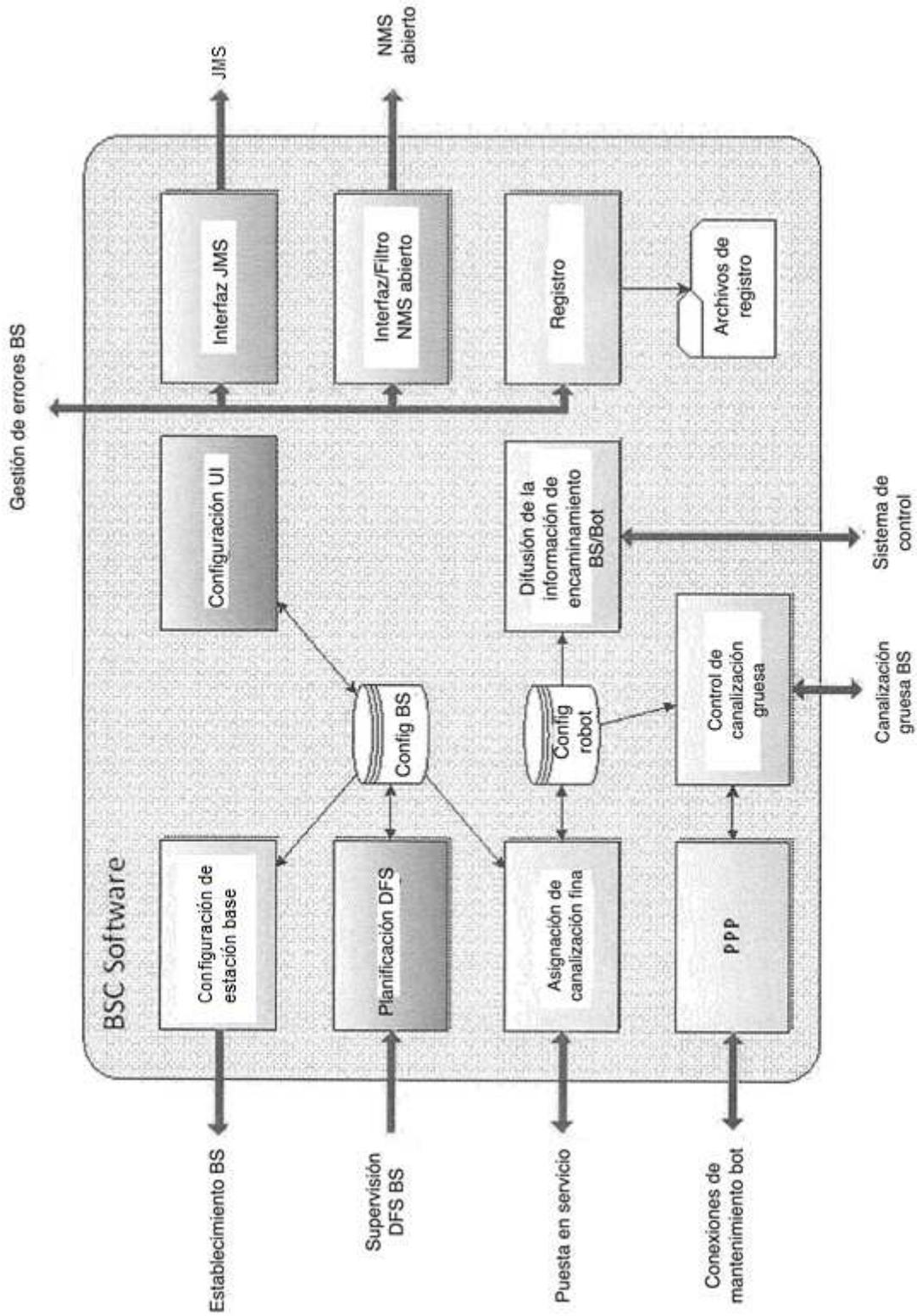


FIG. 14

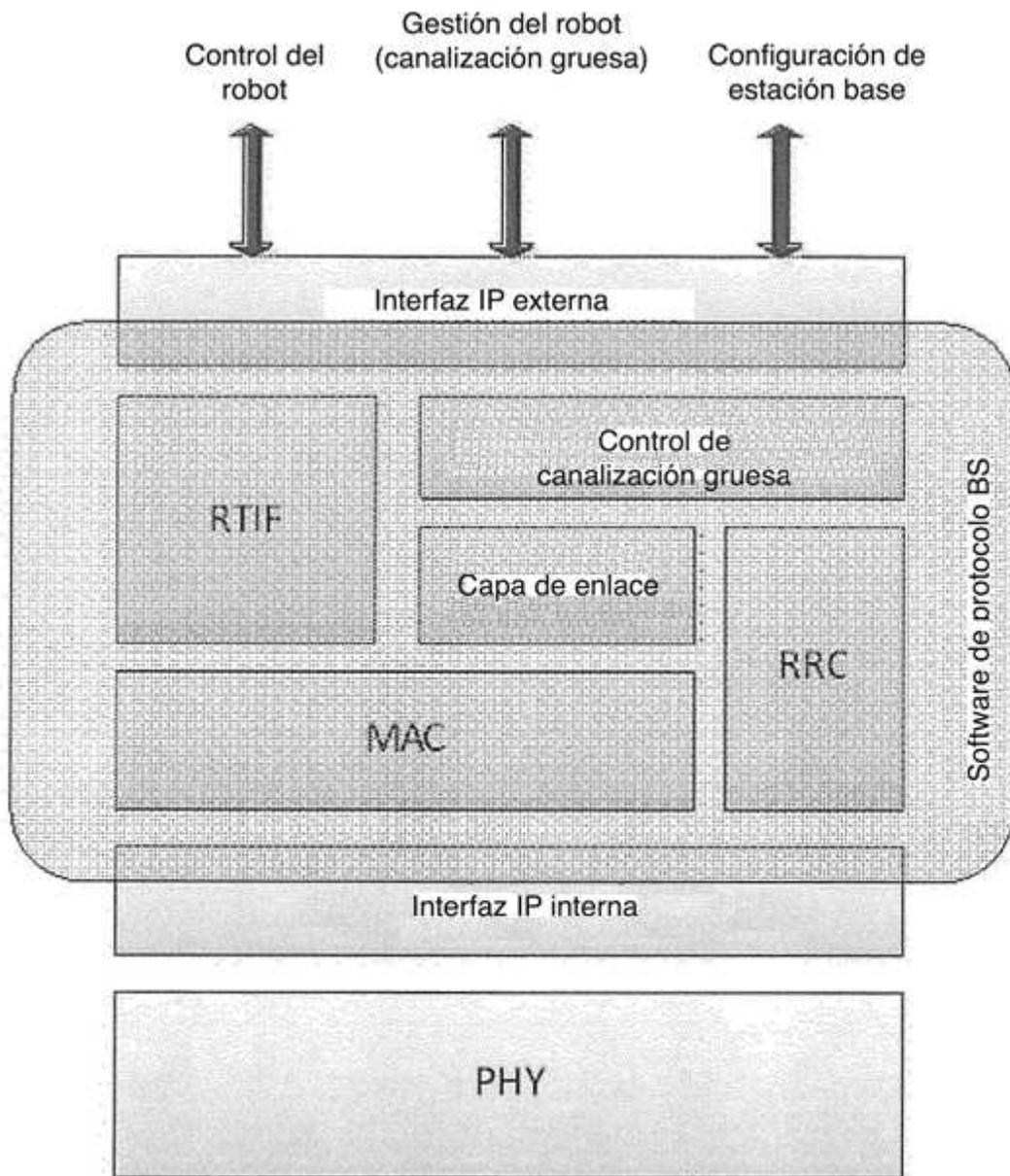


FIG. 15a

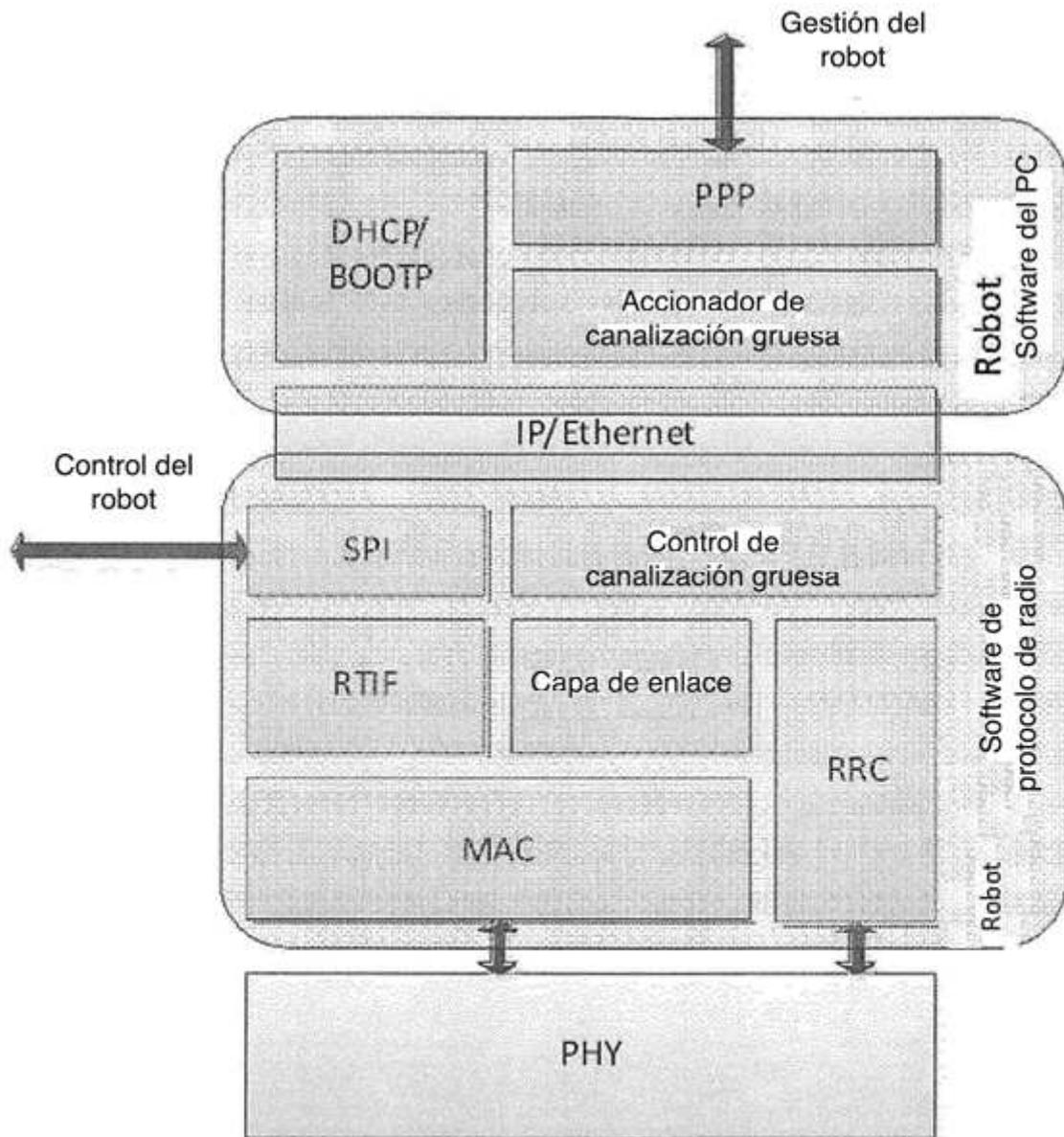


FIG. 15b

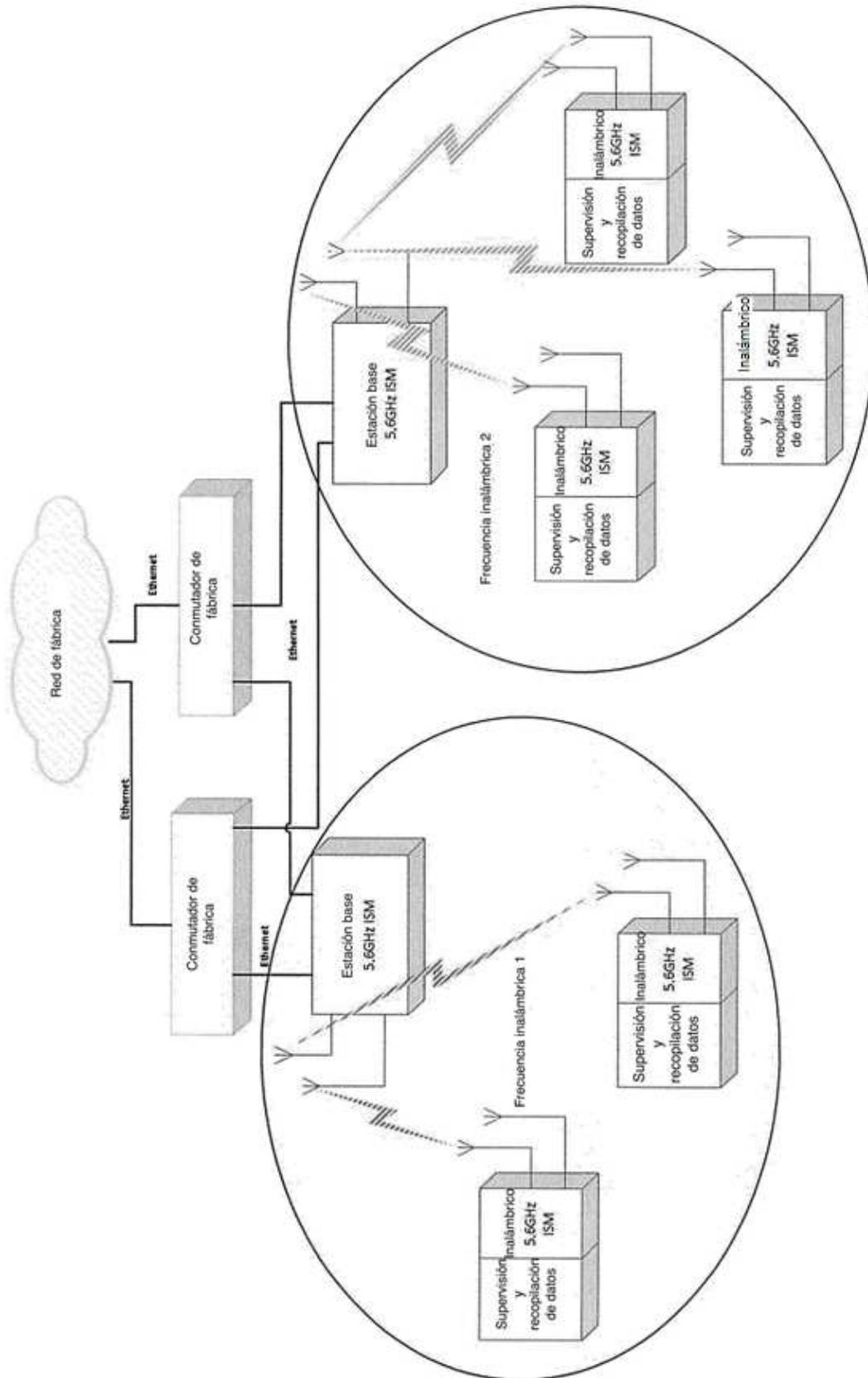


FIG. 16

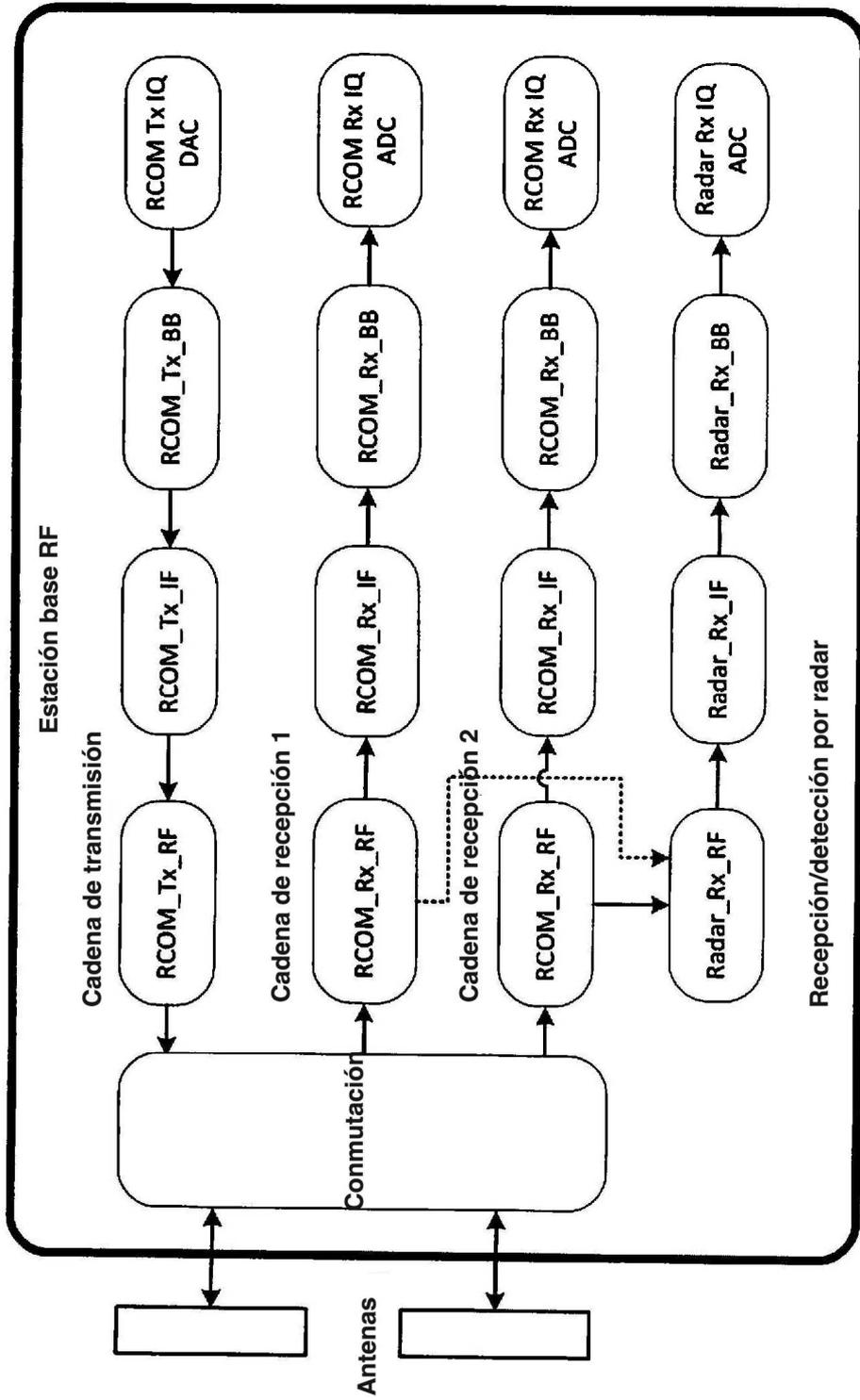


FIG. 17

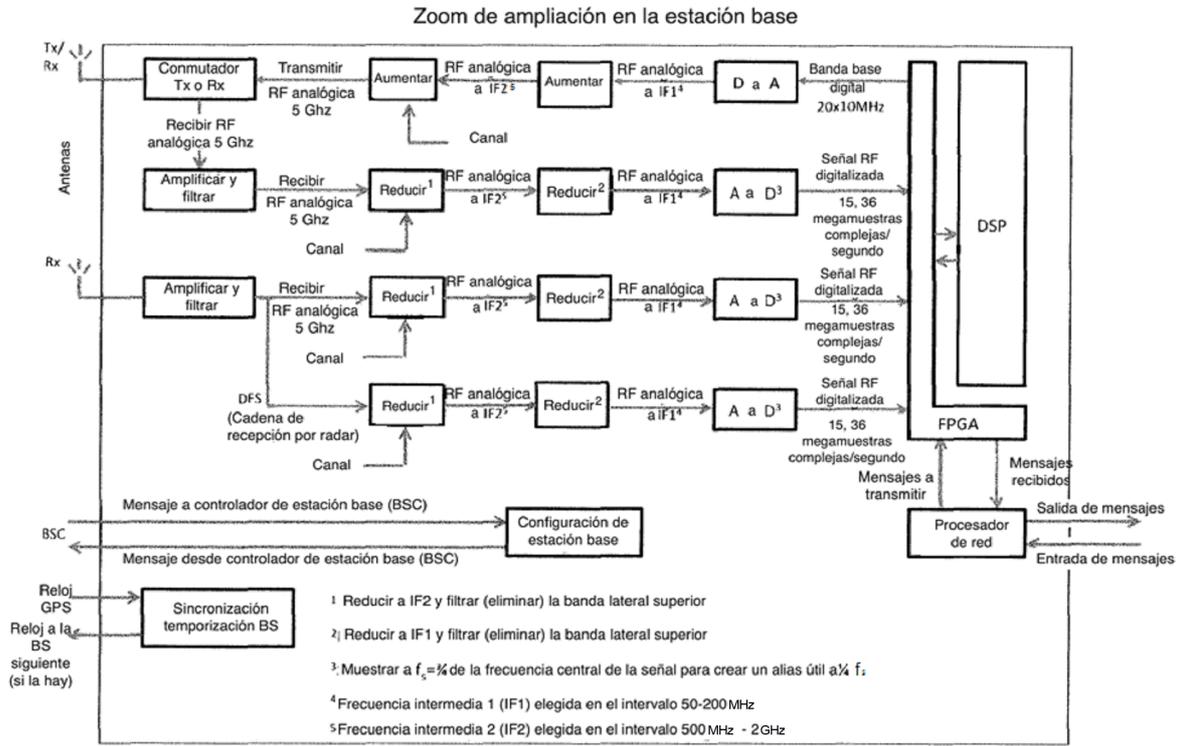


FIG. 17A

GHz

Nivel máximo estimado de la señal de enlace ascendente

Frecuencia	5800,00 MHz	
Potencia Tx	6,50 dBm	El transmisor debe producir al menos esta potencia
Tolerancia de pruebas	0,00 dB	Tolerancia de establecimiento de potencia
Ganancia de antena Tx	0,00 dBi	Suponiendo 0 dBi 10 dBm/MHz y tenemos una caída de -3,5dB para 450 KHz suponiendo que utilizamos control de potencia de enlace ascendente
EIRP	6,50 dBm	Transmitiendo al menos esto pero no más de 6,5
Alcance	1,00 m	Se supone la distancia más cercana
Pérdida de trayecto media	-47,71 dB	Se supone línea del sitio
Desvanecimiento/Ganancia de diversidad/Otras interferencias	0,00 dB	Se supone que no hay desvanecimiento
Ganancia de antena receptora	18,00 dBi	Se supone la ganancia más alta en la línea de calibración
Nivel de señal recibido	-23,21 dBm	En el conector de antena

FIG. 18

Nivel mínimo estimado de la señal de enlace ascendente

Frecuencia	5800,00 MHz	
Potencia Tx	6,50 dBm	El transmisor debe producir al menos esta potencia
Tolerancia de pruebas	-1,50 dB	Tolerancia de establecimiento de potencia
Ganancia de antena Tx	0,00 dBi	Suponiendo 0 dBi
EIRP	5,00 dBm	10 dBm/MHz y tenemos una caída de -3,5dB para 450 KHz suponiendo que utilizamos control de potencia de enlace ascendente Transmitiendo al menos esto pero no más de 6,5
Alcance	135,00 m	Se supone en la esquina de la cuadrícula
Pérdida de trayecto media	-90,31 dB	Se supone línea del sitio
Desvanecimiento/Ganancia de diversidad/Otras interferencias	-10,00 dB	Supone una caída de -10dB después de MRC
Ganancia de antena receptora	9,00 dBi	Supone la ganancia de antena BS mínima
Nivel de señal recibido	-86,31 dBm	
Ruido térmico	-174,00 dBm/Hz	
Ancho de banda	56,53 dBHz	Ancho de banda 450 kHz
Cifra de ruido	8,00 dB	Estimado
Potencia de ruido	-109,47 dBm/Hz	
CNR requerida	8,50 dB	Del cálculo de MathCad
Sensibilidad del receptor	-100,97 dB	Aproximadamente, el receptor debe recibir esto
CNR conseguida	23,16 dB	
Margen	14,66 dB	

FIG. 19

Cadena receptora de estación base

Versión 0.9 / Faser Cárdenas
BORRADOR en desarrollo



Valores de etapa individuales

Tolerancia mín. ganancia etapa	-1.0	-1.5	7.5	7.5	-1.5	-4.0	5.0	9.0	-4.0	4.0	7.0	-2.0	4.0 dB
NOMINAL ganancia etapa	-1.0	-1.0	8.0	8.0	-1.0	-4.0	6.0	10.0	-4.0	5.0	8.0	-4.0	4.0 dB
Tolerancia máx. ganancia etapa	-1.0	-0.8	8.5	8.5	-0.8	-4.0	7.0	11.0	-4.5	6.0	9.0	-3.0	4.0 dB
Ganancia tolerancia mín. CR etapa	1.0	1.5	1.5	2.5	2.5	4.0	11.7	8.0	4.0	11.0	8.0	1.0	8.0 dB
NOMINAL cña de ruido etapa	1.0	1.0	0.5	2.0	2.0	1.0	17.7	6.0	6.0	11.0	6.0	1.0	6.0 dB
Ganancia tolerancia máx. CR etapa	1.0	0.8	0.4	1.6	1.6	0.8	4.0	11.7	6.0	11.0	6.0	3.0	6.0 dB
Ganancia tolerancia mín. OP3 etapa	100.0	100.0	35.0	35.0	100.0	100.0	24.0	25.0	100.0	14.0	24.0	100.0	20.6 dBm
NOMINAL OP3 etapa	100.0	100.0	35.0	35.0	100.0	100.0	25.0	25.0	100.0	15.0	24.0	100.0	20.6 dBm
Ganancia tolerancia máx. OP3 etapa	100.0	100.0	35.0	35.0	100.0	100.0	26.0	25.0	100.0	16.0	24.0	100.0	20.6 dBm
Gain, 1st min. P1dB etapa Apex.	100.0	100.0	27.0	22.0	100.0	100.0	11.0	10.0	100.0	10.0	20.0	100.0	20.6 dBm
NOMINAL P1dB etapa Apex.	100.0	100.0	27.0	22.0	100.0	100.0	11.0	10.0	100.0	10.0	20.0	100.0	20.6 dBm
Gain, 1st máx. P1dB etapa Apex.	100.0	100.0	27.0	22.0	100.0	100.0	11.0	10.0	100.0	10.0	20.0	100.0	20.6 dBm

Valores de etapa acumulados

Tolerancia mín. ganancia acum.	-1.0	-1.5	-2.0	4.5	12.6	10.5	29.5	15.5	24.5	16.5	27.5	22.5	26.5 dB
NOMINAL ganancia acumulada	-1.0	-1.0	-1.5	6.6	11.6	13.6	29.5	19.6	29.6	19.6	32.6	28.6	32.6 dB
Tolerancia máx. ganancia acum.	1.0	0.8	1.2	7.3	15.8	16.0	29.0	22.0	33.0	22.6	37.6	34.6	38.6 dB
Ganancia tolerancia mín. CR acum.	1.0	2.5	3.7	5.9	6.2	6.2	7.4	7.4	7.4	7.4	7.7	7.7	7.7 dB
NOMINAL CR acumulado	1.0	2.0	2.4	4.1	4.3	4.3	5.3	5.2	5.3	5.3	5.4	5.4	5.5 dB
Ganancia tolerancia máx. CR acum.	1.0	1.8	2.1	3.5	3.6	3.6	4.4	4.4	4.4	4.4	4.5	4.5	4.5 dB
Ganancia tolerancia mín. OP3 acum.	100.0	96.2	39.0	34.7	32.7	29.7	23.8	24.3	16.3	13.1	18.6	13.9	15.6 dBm
NOMINAL OP3 acumulado	100.0	86.6	39.0	31.7	31.3	33.3	23.6	21.6	14.6	13.7	19.7	15.7	16.8 dBm
Ganancia tolerancia máx. OP3 acum.	100.0	96.6	39.0	34.8	34.4	33.6	29.7	25.9	24.7	14.2	14.6	20.8	17.8 dBm
Gain tolerancia mín. IP3 acum.	101.0	97.7	42.0	30.2	22.2	22.2	-0.2	8.3	-0.2	-7.4	-0.9	-0.9	-10.5 dBm
NOMINAL IP3 acumulado	101.0	97.5	40.5	25.2	19.6	19.6	-4.9	5.3	-4.5	-10.8	-12.8	-12.8	-15.7 dBm
Gain tolerancia máx. IP3 acum.	101.0	97.4	40.2	27.5	19.6	18.6	-8.3	3.9	-8.3	-13.9	-16.7	-16.7	-20.7 dBm

Niveles de señal y margen

Ganancia tolerancia mín. nivel acum.	-107.0	-108.0	-109.5	-111.0	-103.5	-95.0	-97.5	-92.5	-83.5	-91.5	-87.5	-80.5	-85.5
NOMINAL nivel acum.	-107.0	-108.0	-109.5	-109.5	-101.5	-93.5	-94.5	-82.5	-78.5	-88.5	-83.5	-75.5	-79.5
Ganancia tolerancia máx. nivel acum.	-107.0	-108.0	-109.8	-109.2	-100.7	-92.2	-93.0	-79.0	-86.0	-75.0	-85.5	-70.5	-83.5
Ganancia tolerancia mín. nivel acum.	-23.0	-24.0	-25.5	-27.0	-19.5	-12.0	-13.5	-4.5	0.5	-7.5	-3.5	-1.5	2.5 dBm
NOMINAL nivel acum.	-23.0	-24.0	-25.0	-25.5	-17.5	-9.5	-10.5	1.6	-1.5	5.5	-1.5	6.5	4.5 dBm
Ganancia tolerancia máx. nivel acum.	23.0	24.0	24.8	25.2	16.7	8.2	9.0	6.0	2.0	9.0	1.6	4.6	10.6 dBm
Ganancia tolerancia mín. margen	-23.0	124.0	125.5	54.0	41.5	34.0	113.5	103.5	95	107.5	93.5	10.5	101.5 dB
Margen NOMINAL	-23.0	124.0	125.0	62.5	39.5	31.5	110.5	98.5	14.5	104.5	96	14.5	115.0 dB
Ganancia tolerancia máx. margen	-23.0	124.0	124.8	62.2	30.7	30.2	109.0	95.0	13.0	1.0	101.5	6.5	89.5 dB

Tensión en una carga de 200 Ohm
0.64 mV/rms
0.08 mV/rms
0.15 mV/rms
596.37 mV/rms
1189.91 mV/rms
2374.19 mV/rms

FIG. 20

Versión 0.0 / Fraser Edwards
 BORRADOR en desarrollo

	Señal de salida	BPF	Commutador	Detector de potencia	PA	Accionador PA	LO y rechazo de imágenes	Mezclador	Atenuador Temp Comp	Filtro IF	Amp	Amp
Valores de etapa individuales												
Tolerancia mín. ganancia etapa	dB	-3.0	-1.5	-1.0	9.0	9.0	-3.0	0.0	-6.0	-6.0	14.0	9.0
NOMINAL ganancia etapa	dB	-2.3	-1.0	-0.5	10.0	10.0	-2.3	0.0	-6.0	-6.0	15.0	10.0
Tolerancia máx. ganancia etapa	dB	-2.0	-0.4	-0.4	10.5	10.5	-2.0	0.0	-6.0	-6.0	16.0	11.0
Ganancia tolerancia mín. CR etapa												
NOMINAL cifra de ruido etapa	dB	2.3	1.0	0.5	7.0	3.5	2.3	12.0	6.0	10.0	10.0	8.0
Ganancia tolerancia máx. CR etapa	dB	2.0	0.4	0.4	7.0	3.5	2.0	12.0	6.0	10.0	10.0	8.0
Ganancia tolerancia mín. OIP3 etapa												
NOMINAL OIP3 etapa	dBm	100.0	37.0	100.0	35.0	25.0	100.0	20.0	100.0	100.0	25.0	20.0
Ganancia tolerancia máx. OIP3 etapa	dBm	100.0	37.0	100.0	35.0	25.0	100.0	20.0	100.0	100.0	25.0	20.0
Gan. tol mín. P1dB etapa Aprox.												
NOMINAL P1dB etapa Aprox.	dBm	100.0	27.0	100.0	18.0	15.0	100.0	10.0	100.0	100.0	15.0	10.0
Gan. tol máx. P1dB etapa Aprox.	dBm	100.0	27.0	100.0	18.0	15.0	100.0	10.0	100.0	100.0	15.0	10.0
Valores de etapa acumulados												
Tolerancia mín. ganancia acum.	dB	20.5	23.5	25.0	26.0	17.0	8.0	11.0	11.0	17.0	3.0	9.0
NOMINAL ganancia acumulado	dB	26.9	29.2	30.2	30.7	20.7	10.7	13.0	13.0	19.0	4.0	10.0
Tolerancia máx. ganancia acum.	dB	31.2	33.2	33.6	34.0	23.5	13.0	15.0	15.0	21.0	5.0	11.0
Ganancia tolerancia mín. CR acum.												
NOMINAL CR acumulado	dB	11.3	11.3	11.3	11.3	11.3	11.2	11.2	10.8	10.8	8.7	8.0
Ganancia tolerancia máx. CR acum.	dB	10.7	10.7	10.7	10.7	10.7	10.6	10.6	10.3	10.3	8.6	8.0
Ganancia tolerancia mín. OIP3 acum.												
NOMINAL OIP3 acumulado	dBm	22.1	25.1	26.9	27.9	19.8	12.4	15.4	17.2	23.2	14.0	20.0
Ganancia tolerancia máx. OIP3 acum.	dBm	25.3	27.6	29.1	29.6	21.1	13.3	15.6	17.6	23.6	14.0	20.0
Gan. tolerancia mín. IIP3 acum.												
NOMINAL IIP3 acumulado	dBm	1.6	1.6	1.9	1.9	-2.8	4.4	4.4	6.2	6.2	11.0	11.0
Gan. tolerancia máx. IIP3 acum.	dBm	-1.6	1.6	1.1	-1.1	0.1	2.6	2.6	4.5	4.5	10.0	10.0
Niveles de señal y margen												
Antena, Conector, Señal Nivel												
Ganancia tolerancia mín. nivel acum.	dBm	10.5	10.5	15.0	16.0	7.0	-2.0	1.0	1.0	7.0	-7.0	-10.0
NOMINAL nivel acum.	dBm	16.9	16.9	20.2	20.7	10.7	0.7	3.0	3.0	9.0	6.0	0.0
Ganancia tolerancia máx. nivel acum.	dBm	21.2	21.2	23.6	24.0	13.5	3.0	5.0	5.0	11.0	-5.0	-10.0
Ganancia tolerancia mín. margen												
Margen NOMINAL	dB	89.5	13.5	85.0	2.0	8.0	102.0	9.0	99.0	8.0	107.0	11.0
Ganancia tolerancia máx. margen	dB	93.1	7.8	79.8	-2.7	1.3	99.3	7.0	97.0	6.0	106.0	10.0
	dB	78.8	3.8	76.4	-6.0	1.5	97.0	5.0	95.0	4.0	105.0	9.0

FIG. 21

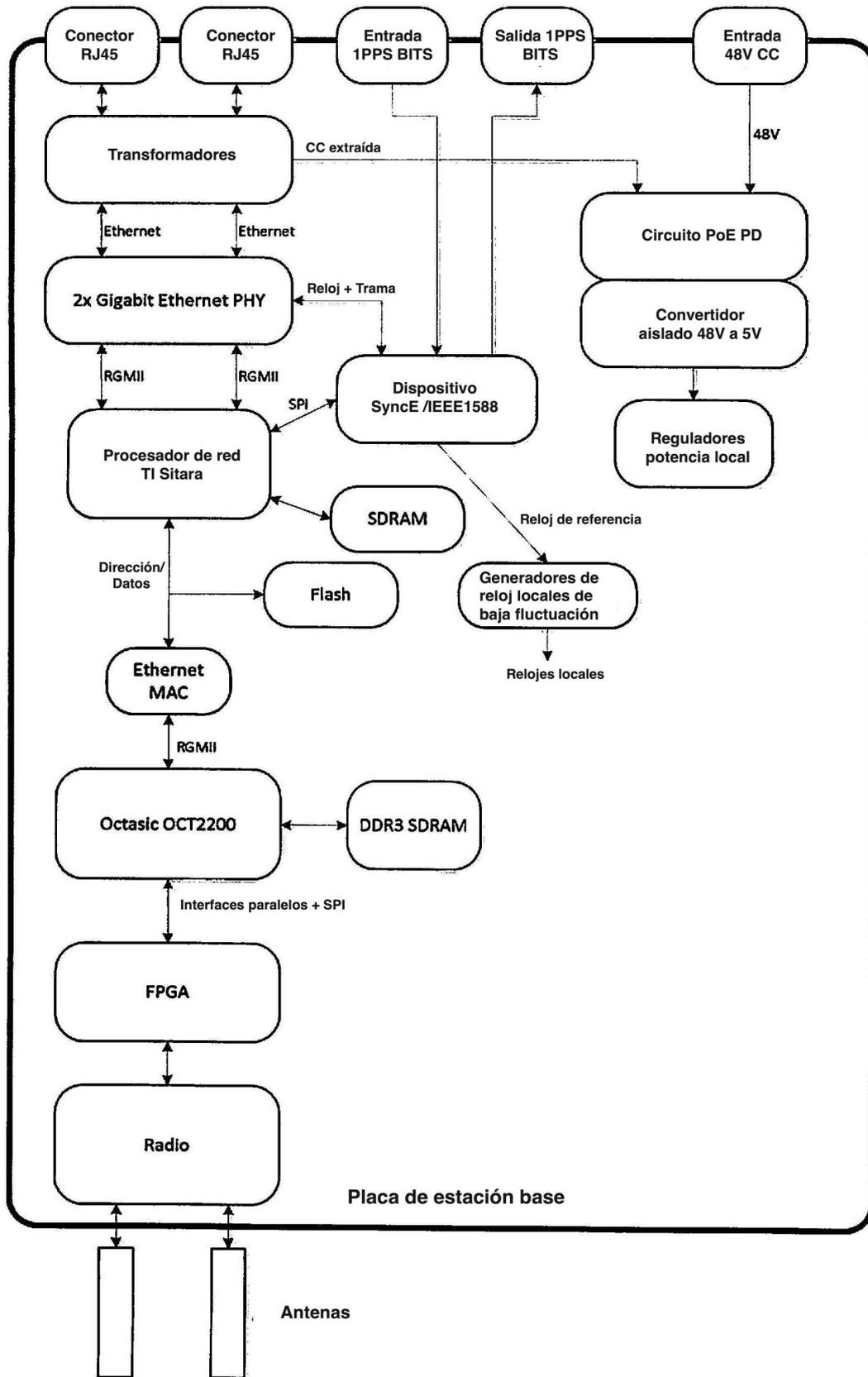


FIG. 22

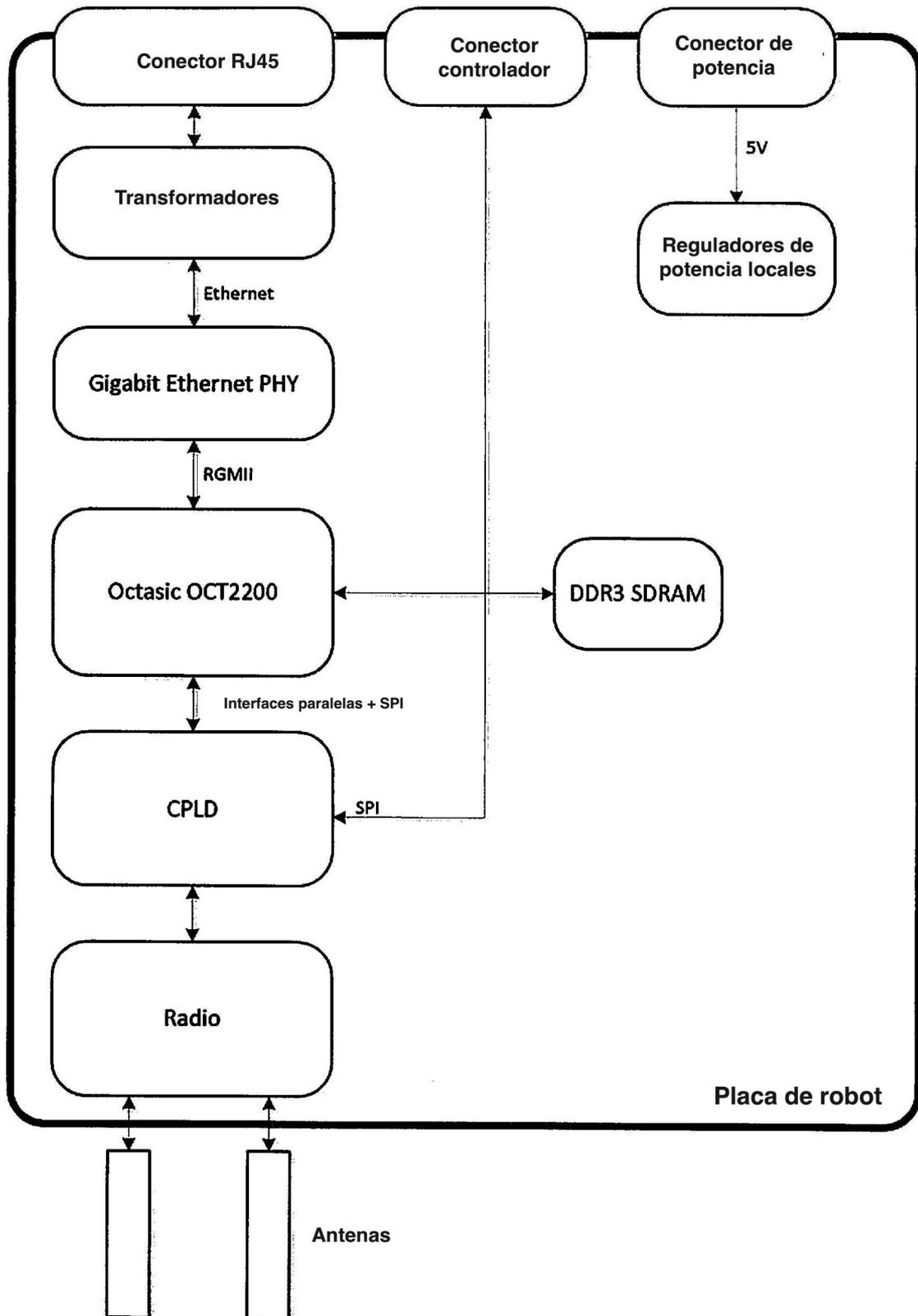


FIG. 23

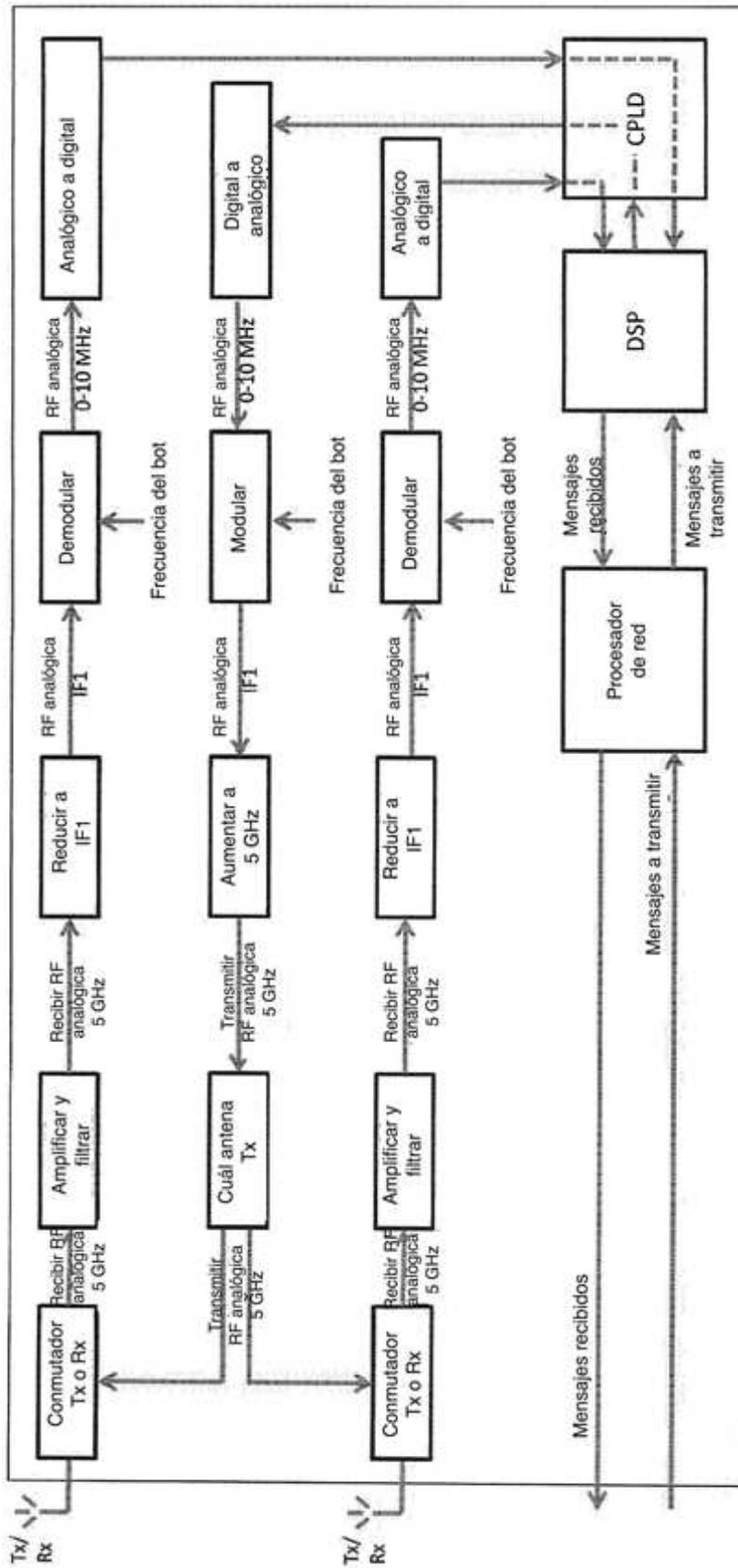


FIG. 23A

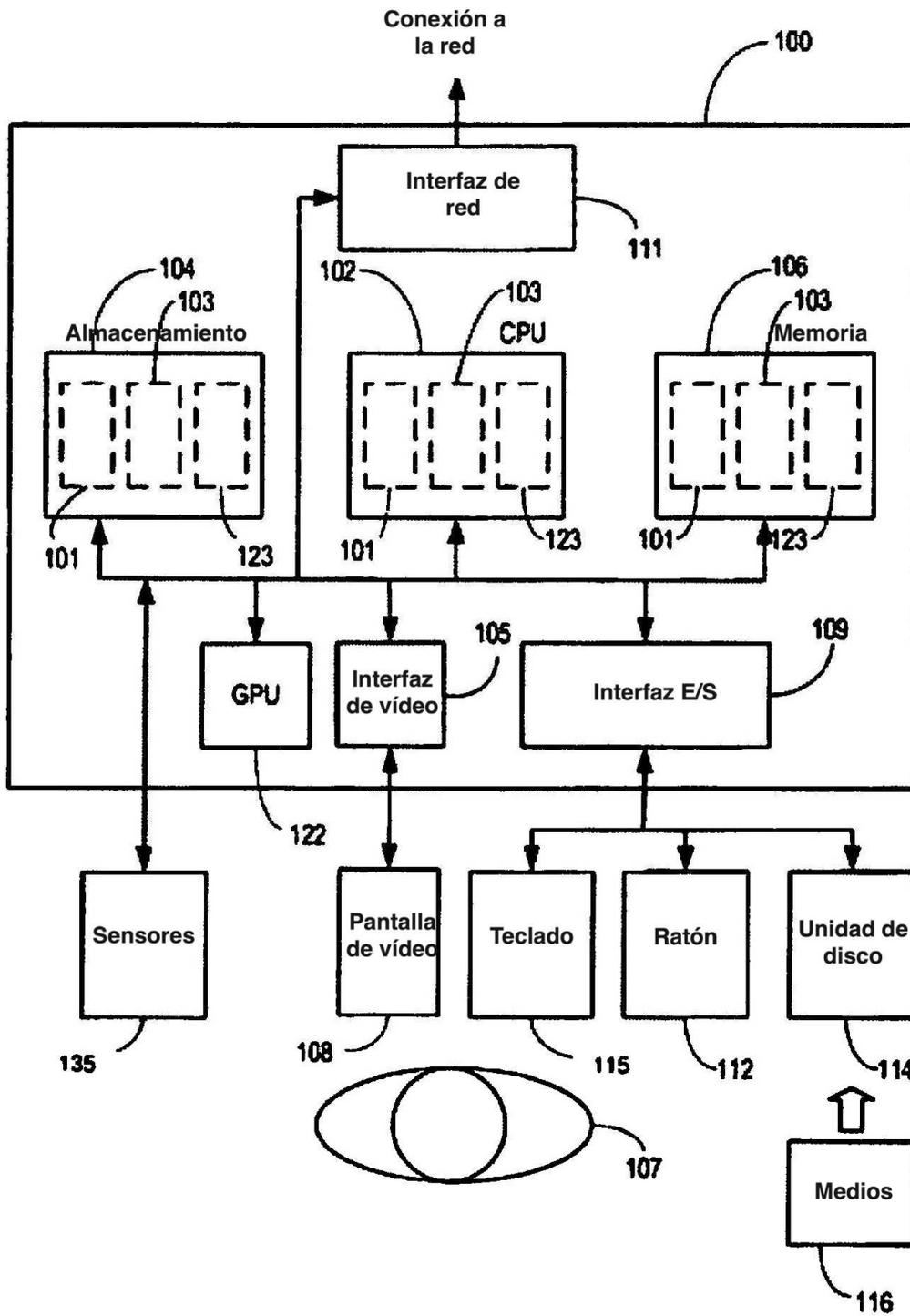


FIG. 24