

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 747 756**

51 Int. Cl.:

H04B 1/3816	(2015.01)
G06F 1/18	(2006.01)
H05K 5/00	(2006.01)
H04B 1/00	(2006.01)
H04W 88/16	(2009.01)
H04B 7/24	(2006.01)
H04W 84/18	(2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.08.2016 PCT/FR2016/052152**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **09.03.2017 WO17037381**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.08.2016 E 16770065 (7)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.07.2019 EP 3345305**

54 Título: **Arquitectura de estación de base modulable para red de sensores inalámbrica**

30 Prioridad:

31.08.2015 FR 1558081

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.03.2020

73 Titular/es:

**KERLINK (100.0%)
1, rue Jacqueline Auriol
35235 Thorigne-Fouillard, FR**

72 Inventor/es:

**CHAPLET, MARTIN;
GILBERT, MICHEL;
NICOLAS, SAMUEL;
DUBOURG, RONAN y
DELIBIE, YANNICK**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 747 756 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

Arquitectura de estación de base modulable para red de sensores inalámbrica

1. Ámbito

5 El ámbito de la invención es el del Internet de las cosas. Se refiere más particularmente a la arquitectura de las pasarelas que permiten la implementación de redes de sensores inalámbricas, en concreto, a gran escala, así como la interconexión de unas redes de este tipo con otras redes, tal como la red Internet, por ejemplo.

2. Técnica anterior

10 El internet de las cosas está en pleno auge. Esta evolución se acompaña del surgimiento de nuevas aplicaciones, que rebasan el simple marco tradicional del hogar o de la empresa, para llegar a integrarse dentro de infraestructuras mucho más extensas. El concepto de "ciudades inteligentes" (o "smart cities" en inglés) se inscribe, en concreto, en este marco. Por medio del despliegue a gran escala de redes de sensores inalámbricas u otros objetos comunicantes, se hace posible, de este modo, proponer unos nuevos servicios a los ciudadanos o a las autoridades a cargo de administrar una ciudad. El abanico de las posibilidades es amplio. De este modo, la iluminación urbana puede optimizarse, adaptándola dinámicamente en función del estado del tráfico de carretera en un momento considerado, por ejemplo. La gestión del estacionamiento puede facilitarse, igualmente, informando en tiempo real a los 15 automovilistas de las ubicaciones de estacionamiento disponibles, gracias a unos sensores integrados en cada una de estas ubicaciones de estacionamiento. Esto contribuye, por ejemplo, a reducir el consumo de combustible de los vehículos y, por lo tanto, la contaminación.

20 El despliegue de estas redes de sensores inalámbricas constituye una oportunidad de desarrollo particularmente interesante para los operadores de telefonía móvil. Estos últimos están, en efecto, posicionados idealmente: por una parte, han desarrollado una experiencia en el ámbito del despliegue de redes inalámbricas a gran escala, por otra parte, ya disponen de una parte de las infraestructuras necesarias para el despliegue de una red de este tipo. Por ejemplo, los lugares de implantación (mástiles, postes, puntos altos, etc.) de las antenas de retransmisión usadas para la telefonía móvil se pueden explotar para acoger, igualmente, las antenas y estaciones de base implementadas para 25 asegurar el funcionamiento de una red de sensores inalámbrica. Estas estaciones de base tienen como papel asegurar la recepción y la emisión de datos que provienen de y con destino a los sensores inalámbricos presentes en su zona de cobertura (acceso de radio), pero también retransmitir estos datos a unos equipos a cargo de procesarlos, por ejemplo, unos servidores accesibles en una red basada en el protocolo IP ("Internet Protocol", "Protocolo de Internet"). Por lo tanto, las estaciones de base también tienen un papel de interfaz entre la red de sensores inalámbrica y otras 30 redes, por ejemplo, una red de área amplia tal como la red Internet y, a este respecto, se las califica, igualmente, como "pasarelas".

35 Varias tecnologías de acceso de radio están disponibles para la implementación de redes de sensores inalámbricas. Se pueden citar a título puramente ilustrativo y no limitativo las tecnologías LoRa™, Sigfox™ o también WM-Bus (del inglés "*Wireless Meter Bus*", "*M-Bus Inalámbrico*"), que se fundan, en concreto, en unos tipos de modulación diferentes. Estas tecnologías pueden operarse en diferentes bandas de frecuencias de radio (por ejemplo, en unas bandas de frecuencias privadas, sometidas a la obtención de una autorización; o también en unas bandas de frecuencias libres tales como las bandas ISM), con una gran variedad de tipos de antenas (sectorizadas, polarizadas, omnidireccionales, etc.). También, existe una multitud de configuraciones posibles y la determinación de la solución 40 técnica a priorizar resulta, generalmente, de la apreciación de numerosos criterios. De este modo, la topografía de la zona de despliegue, la densidad de sensores a abordar, la calidad de servicio buscada, pero, igualmente, la regulación en vigor en el territorio considerado (las bandas de frecuencias libres son diferentes entre los Estados Unidos y Francia, por ejemplo), son otros tantos factores, de entre muchos otros, a tener en cuenta durante el despliegue de una red de sensores inalámbrica.

45 Las pasarelas existentes para la implementación de redes de sensores inalámbricas son poco evolutivas: en la mayor parte están adaptadas para gestionar un solo tipo de tecnología de acceso de radio, en una sola banda de frecuencias de radio. Generalmente, no ofrecen más que una conectividad limitada en términos de configuraciones de antenas posibles, cuando no imponen el uso de una antena suministrada. Por último, lo más a menudo, no gestionan más que un solo tipo de interfaz (ya sea alámbrica, ya sea WiFi, ya sea 3G/4G, por ejemplo) con otra red (tal como la red Internet, por ejemplo). Si estas pasarelas están particularmente adaptadas para el despliegue de redes de sensores 50 inalámbricas de escasa o mediana envergadura - con unos contextos de uso relativamente fijados y dominados - ya no lo están para el despliegue de red de sensores inalámbrica en unas zonas de áreas muy amplias y en constante evolución - por ejemplo, al nivel de una ciudad entera - que exige una reactividad y una adaptabilidad importante. Estas pasarelas existentes, que deben ser remplazadas íntegramente a la menor necesidad de evolución de la red, no permiten, por lo tanto, hacer frente a las diferentes problemáticas que llegan a plantearse con el auge programado 55 de las redes dedicadas al Internet de las cosas: aumento constante e importante del número de sensores a gestionar dentro de un mismo territorio, diversidad de las tecnologías de acceso de radios a tomar a cargo, diversidad de las bandas de frecuencias usadas, diversidad de los tipos de antenas a gestionar, etc.

El documento de los Estados Unidos US2014/0 024 413 desvela un dispositivo de radio modular en tres partes que

pueden intercambiarse en función de las necesidades.

El documento europeo EP 2 216 909 desvela un dispositivo modular de radiocomunicación para la aviación civil. Este documento no muestra cómo optimizar el espacio ocupado por los diferentes módulos.

5 El documento de los Estados Unidos US 6 741 466 desvela un sistema electrónico modular que dispone de un chasis principal que recibe los diferentes módulos.

El documento de los Estados Unidos US 2014/0 350 768 desvela un módulo de control robótico amovible.

El documento internacional WO 2013/138 360 desvela un ordenador modular que comprende unos elementos que llegan a conectarse unos a los otros.

10 El documento internacional WO 02/28 158 desvela un sistema electrónico modular que incluye unos módulos de forma similar, con el fin de optimizar el espacio ocupado.

15 Por lo tanto, existe una necesidad de un nuevo tipo de pasarelas para unas redes de sensores inalámbricas u otros objetos comunicantes, que ofrezca una adaptabilidad suficiente para permitir que los suministradores de soluciones en el Internet de las cosas a gran escala hagan evolucionar de manera simple, rápidamente y a menor coste una red ya desplegada; existe, igualmente, una necesidad de transponer fácilmente una solución de un territorio a otro, a pesar de las diferencias (topográfica, reguladora, etc.) que estos territorios pueden presentar, con el fin de responder más fácilmente a las exigencias y expectativas de estos nuevos territorios.

2. Resumen

La técnica propuesta ofrece una solución que no presenta al menos algunos de estos problemas de la técnica anterior, gracias a una arquitectura de pasarela para red de sensores inalámbrica modulable.

20 Según un primer aspecto, la técnica propuesta está relacionada con un módem de radio digital para la modulación y la demodulación de una señal digital en función de una tecnología de acceso de radio previamente seleccionada, estando dicho módem de radio digital caracterizado porque comprende un chasis de protección y una pluralidad de interfaces de comunicación dispuestas dentro de dicho chasis.

25 De este modo, el módem de radio digital según la técnica propuesta no está integrado dentro de un circuito impreso, por ejemplo: dispone de un chasis que le es propio, dentro del que están dispuestas diferentes interfaces de comunicación. De esta manera, el módem de radio digital se beneficia de una cierta flexibilidad en cuanto a su uso: forma un bloque físico independiente que puede ensamblarse o desensamblarse fácilmente en el marco de la implementación de una pasarela para red de sensores inalámbrica.

30 En un modo de realización particular de la técnica propuesta, dicha pluralidad de interfaces de comunicación comprende al menos una primera interfaz de comunicación con un dispositivo complementario y al menos una segunda interfaz de comunicación con un módulo de interfaz de radio analógico.

De este modo, el módem de radio digital dispone de al menos dos interfaces de comunicación.

35 La primera interfaz de comunicación le permite estar conectado con un dispositivo complementario, que puede ser ya sea un dispositivo del mismo tipo (esto es, otro módem de radio digital según la técnica propuesta), ya sea un dispositivo de otro tipo (por ejemplo, un dispositivo de control, un dispositivo de alimentación eléctrica o también un dispositivo que permite gestionar la conexión a otra red de comunicación). En el primer caso, los módems de radio digitales están conectados entre sí por cooperación de las primeras interfaces de comunicación respectivas de dichos dispositivos. En el segundo caso, el dispositivo complementario al que está conectado el módem de radio digital según la técnica propuesta comprende él mismo al menos una interfaz de comunicación que le permite cooperar con dicha
40 al menos una primera interfaz de comunicación del módem de radio digital. Esta primera interfaz de comunicación toma, por ejemplo, la forma de un conector SPI (del inglés "Serial Peripheral Interface", "Interfaz Periférica Serial"). De esta manera, los dispositivos conectados, de este modo, comparten al menos un bus de datos común.

45 La segunda interfaz de comunicación permite, por su parte, conectar el módem de radio digital con un módulo de interfaz de radio analógico. De esta manera, por ensamblaje de estos dos bloques físicos independientes, es posible formar un dispositivo de interfaz de radio que permite, por la adición de una antena, recibir y emitir unos datos que provienen de o con destino a al menos un sensor remoto. Esta segunda interfaz de comunicación puede tomar la forma, igualmente, de un conector SPI (del inglés "Serial Peripheral Interface", "Interfaz Periférica Serial"), que permite, entonces, la creación de un bus de datos entre estos dos elementos, una vez conectados entre sí.

50 En otro modo de realización particular de la técnica propuesta, el módem de radio digital comprende al menos dos primeras interfaces de comunicación con un dispositivo complementario, formando estas interfaces de comunicación unos extremos de al menos un bus de datos usado por dicho módem de radio digital para transmitir y/o recibir unos datos con destino a y/o que provienen de al menos un dispositivo complementario.

De esta manera, por la presencia de estas al menos dos primeras interfaces de comunicación, se hace posible vincular

entre sí varios módems de radio digitales según la técnica propuesta, pero, igualmente, vincularlos con unos dispositivos complementarios compatibles de otros tipos, de modo que el conjunto de los dispositivos conectados de este modo comparte al menos un bus de datos común.

5 En también un modo de realización particular de la técnica propuesta, el módem de radio digital está caracterizado porque dicha tecnología de acceso de radio previamente seleccionada pertenece al grupo que comprende:

- la tecnología LoRa™;
- la tecnología Sigfox™;
- la tecnología WM-BUS.

10 De este modo, el módem de radio digital según la técnica propuesta está particularmente adaptado en el marco del desarrollo del Internet de las cosas, es decir, para la implementación de redes de comunicación inalámbricas basadas en unos protocolos de comunicación optimizados para minimizar el consumo eléctrico de los sensores y otros objetos comunicantes usados.

15 En otro modo de realización particular de la técnica propuesta, esta tecnología de acceso de radio previamente seleccionada se elige de entre un conjunto de tecnologías de acceso de radio predefinidas dentro de dicho módem de radio digital.

De esta manera, un mismo módem de radio digital puede tomar a cargo diferentes tecnologías de acceso de radio y, por lo tanto, usarse de manera diferente en diferentes contextos mediante una simple etapa de configuración. Esto permite, en concreto, optimizar los costes de fabricación y facilitar la instalación de estos dispositivos.

20 Según un segundo aspecto, la técnica propuesta está relacionada con un módulo de interfaz de radio analógico que comprende un chasis de protección, unos medios de conexión a al menos una antena y al menos una tercera interfaz de comunicación con un módem de radio digital tal como se ha descrito anteriormente, estando dichos medios de conexión a al menos una antena y dicha al menos una tercera interfaz de comunicación dispuestos dentro de dicho chasis.

25 De este modo, el módulo de interfaz de radio analógico no está integrado dentro de un circuito impreso, por ejemplo: dispone de un chasis que le es propio, dentro del que está dispuesta al menos una interfaz de comunicación con un módem de radio digital según la técnica propuesta. De esta manera, el módulo de interfaz de radio analógico según la técnica propuesta forma un bloque físico independiente, lo que procura una flexibilidad evidente en cuanto a su uso: puede desconectarse y volverse a conectar fácilmente a uno o varios módems de radio digitales. Además, comprende unos medios de conexión a al menos una antena que lo hace adecuado para gestionar diferentes configuraciones de antenas.

30 Según también un aspecto, la técnica propuesta está relacionada con un dispositivo de interfaz de radio para la recepción y la transmisión de datos que provienen de y con destino a al menos un sensor inalámbrico, que comprende al menos un módem de radio digital tal como se ha descrito anteriormente y un módulo de interfaz de radio analógico tal como se ha descrito anteriormente. El módulo de interfaz de radio analógico está conectado a dicho al menos un módem de radio digital por medio de una cooperación de sus segunda y tercera interfaces de comunicación.

35 De esta manera, es posible formar un dispositivo de interfaz de radio por ensamblaje de uno o varios módems de radio digitales de mismo tipo (misma tecnología de acceso de radio) con un módulo de interfaz de radio analógico según la técnica propuesta. El hecho de que estos diferentes bloques físicos dispongan cada uno de un chasis propio que comprende unas interfaces de comunicación complementarias permite obtener una solución de gran modularidad. De este modo, es posible adaptarse de manera muy simple a un gran número de situaciones, por simple elección de un tipo de módem de radio digital y de un tipo de módulo de interfaz de radio analógico a ensamblar. La elección del tipo del módem de radio digital permite, de este modo, definir la tecnología de acceso de radio a usar (en función de las funcionalidades ofrecidas por este módem de radio digital, una simple configuración de software puede ser suficiente). La elección del tipo del módulo de interfaz de radio analógico permite, por su parte, definir, por una parte, la banda de frecuencia que debe usarse para la transmisión de radio y, por otra parte, la tipología de configuración de antenas por la que se opta (antena sectorizada, polarizada, omnidireccional, etc.).

40 En un modo de realización particular, un dispositivo de interfaz de radio de este tipo comprende una pluralidad de módems de radio digitales según la técnica propuesta, asociados a una misma tecnología de acceso de radio, estando los módems de radio digitales que forman dicha pluralidad de módems de radio digitales conectados entre sí por medio de sus primeras interfaces de comunicación.

45 De este modo, es posible conectar fácilmente entre sí varios módems de radio digitales de un mismo tipo según la técnica propuesta y asociar el conjunto a un mismo módulo de interfaz de radio analógico. De esta manera, es posible aumentar la capacidad de carga de un dispositivo de interfaz de radio, por simple adición de un módem de radio digital suplementario a la instalación existente: de este modo, la solución de la técnica propuesta permite, por ejemplo, responder de manera muy simple a una evolución del número de sensores inalámbricos a gestionar en un territorio dado, cubierto por una misma antena.

En también otro aspecto, la técnica propuesta está relacionada con una pasarela para la interconexión de al menos una red de sensores inalámbrica con al menos una red de comunicación de área amplia, estando dicha pasarela caracterizada porque comprende:

- al menos un dispositivo de interfaz de radio según la técnica propuesta;
- 5 - al menos un dispositivo complementario de interfaz con dicha al menos una red de comunicación de área amplia, comprendiendo este dispositivo complementario al menos una cuarta interfaz de comunicación, estando dicho dispositivo complementario conectado a dicho al menos un dispositivo de interfaz de radio por medio de una cooperación de dicha cuarta interfaz de comunicación con una primera interfaz de comunicación de un módem de radio digital de dicho dispositivo de interfaz de radio.

10 De esta manera, es posible construir una pasarela que permite la interconexión de al menos una red de sensores inalámbrica con al menos otra red de comunicación de área amplia, por simple ensamblaje de dispositivos de interfaz de radio (obtenidos ellos mismos por simple ensamblaje de módems de radio digitales con unos módulos de interfaz de radio analógicos) con al menos un dispositivo complementario compatible que gestiona el acceso a la red de área amplia. Las interfaces de comunicación presentes a la vez en los dispositivos complementarios y en los módems de radio digitales comprendidos dentro de los dispositivos de interfaz de radio permiten la interconexión de todos estos elementos, por la formación de un bus de datos común, por ejemplo, de tipo SPI. Otros tipos de dispositivos complementarios, dotados, igualmente, de interfaces de comunicación compatibles, pueden acceder, igualmente, a este bus de datos compartido y, de este modo, permitir finalizar el ensamblaje de la pasarela: a título de ejemplo, se puede citar un dispositivo complementario que permite asegurar la alimentación eléctrica del conjunto de la pasarela o también un dispositivo complementario de control que tiene como propósito supervisar el funcionamiento del conjunto de los otros dispositivos complementarios y dispositivos de interfaces de radio comprendidos en la pasarela y controlar los intercambios de datos realizados entre todos estos diferentes elementos.

25 En un modo de realización particular, una pasarela de este tipo comprende una pluralidad de dispositivos de interfaz de radio según la técnica propuesta, estando dichos dispositivos de interfaz de radio de dicha pluralidad de dispositivos de interfaz de radio conectados entre sí por medio de una cooperación de primeras interfaces de comunicación de los módems de radio digitales de dicha pluralidad de dispositivos de interfaz de radio.

30 De este modo, una misma pasarela puede comprender una vinculación de varios dispositivos de interfaz de radio según la técnica propuesta y, de este modo, ser adaptable a un número todavía más grande de situaciones. De esta manera, es posible, por ejemplo, reunir dentro de una misma pasarela unos dispositivos de interfaz de radio basados en unas tecnologías de acceso de radio heterogéneas. Esta flexibilidad de conexión permite, igualmente, ensamblar una pasarela adecuada para gestionar varias bandas de frecuencias diferentes. También permite implementar una sectorización, de manera que, por ejemplo, se asegure una mejor cobertura del territorio. Por supuesto, todos estos ejemplos se dan a título puramente ilustrativo y no limitativo y el Experto en la Materia apreciará las múltiples posibilidades de configuraciones que ofrece una pasarela ensamblada según la técnica propuesta.

35 Los diferentes modos de realización mencionados más arriba son combinables entre sí para la implementación de la invención.

4. Lista de las figuras

Otras características y ventajas de la invención aparecerán más claramente con la lectura de la siguiente descripción de un modo de realización preferente de la invención, dado a título de simple ejemplo ilustrativo y no limitativo y de los dibujos adjuntos de entre los que:

- la figura 1 presenta una vista simplificada de los principales módulos de una pasarela para la implementación de una red de sensores inalámbrica;
- las figuras 2a y 2b presentan diferentes vistas de un módem de radio digital, en un modo de realización particular de la técnica propuesta;
- 45 - las figuras 3a y 3b presentan diferentes vistas de un módulo de interfaz de radio analógico, en un modo de realización particular de la técnica propuesta;
- las figuras 3c y 3d presentan diferentes vistas de un módulo de interfaz de radio analógico, en otro modo de realización particular de la técnica propuesta;
- la figura 4a ilustra un ejemplo de ensamblaje en transcurso de un módulo de interfaz de radio analógico en un módem de radio digital, que permite la obtención de un dispositivo de interfaz de radio, en un modo de realización particular de la técnica propuesta;
- 50 - la figura 4b ilustra un ejemplo de ensamblaje de un módulo de interfaz de radio analógico en un bloque de varios módems de radio digitales interconectados, que permite la obtención de un dispositivo de interfaz de radio, en otro modo de realización particular de la técnica propuesta;
- 55 - las figuras 5a a 5c presentan diferentes ejemplos de pasarelas para la implementación de una red de sensores inalámbrica, obtenidas por ensamblaje de módems de radio digitales, de dispositivos complementarios y de módulos de interfaz de radio analógico según la técnica propuesta, en un modo de realización particular.

5. Descripción detallada

La técnica propuesta está relacionada con una arquitectura original de estación de base para la implementación de redes de sensores u otros objetos comunicantes, inalámbricas. En el conjunto del documento, una estación de base de este tipo se denomina, igualmente, "pasarela" y el término "red de sensores inalámbrica" se usa para designar de manera indiferente una red de sensores inalámbrica o una red de objetos comunicantes - eventualmente más complejos - inalámbrica. La arquitectura propuesta se funda en la separación de las principales funcionalidades clásica de una pasarela en diferentes bloques físicos, que disponen cada uno de su propio chasis dentro del que están dispuestas diferentes interfaces de comunicación, de modo que estos diferentes bloques físicos sean interconectables. Este diseño permite no solamente construir unas pasarelas "a medida" de manera simple y rápidamente, que permiten responder a unos numerosos tipos de necesidad, sino, igualmente, conferir a estas pasarelas una gran modularidad y un gran carácter evolutivo. La arquitectura propuesta permite, en efecto, remplazar muy fácilmente un bloque físico por otro o adicionar un nuevo bloque físico a una pasarela ya constituida. A este respecto, está particularmente adaptada para el despliegue de redes de sensores inalámbricas a gran escala (aunque puede usarse, igualmente, en el marco del despliegue de redes de sensores inalámbricas de menor envergadura).

5.1. Descripción de los elementos constitutivos de una pasarela

Se presenta, en relación con la **figura 1**, una vista esquemática simplificada de los principales módulos implementados dentro de una pasarela para red de sensores inalámbrica. Una pasarela de este tipo (100) comprende:

- un primer módulo de interfaz (110) con la red de sensores inalámbrica;
- al menos un segundo módulo de interfaz (120) con otra red, por ejemplo, una red IP local o una red de área amplia tal como la red Internet;
- un módulo de control (130), destinado a controlar los módulos de interfaz citados anteriormente.

El primer módulo de interfaz (110) con la red de sensores inalámbrica constituye el dispositivo de acceso de radio de la pasarela. Está destinado a asegurar los intercambios de datos entre la pasarela y los sensores inalámbricos, mediante un canal de transmisión de radio. Comprende los siguientes submódulos principales:

- una antena (111), destinada a radiar o a captar las ondas de radio que vehiculan los datos a intercambiar;
- un módulo de interfaz de radio analógico (112), que constituye el sistema frontal analógico de radiofrecuencia, a cargo de efectuar los procesamientos de la señal analógica proporcionada por o suministrada a la antena, en la banda de frecuencia usada para la transmisión de radio (estos procesamientos pueden consistir en filtrado, transposición de frecuencia, amplificación de potencia, etc.); el módulo de interfaz de radio analógico realiza, igualmente, unas conversiones de analógico hacia digital (durante la recepción de datos que provienen de los sensores) y de digital hacia analógico (durante la transmisión de datos con destino a los sensores);
- un módem de radio digital (113) que permite asegurar, en concreto, la modulación y la demodulación de las señales digitales según la tecnología de acceso de radio usada, por ejemplo, por medio de un procesador de señal digital (DSP, del inglés "Digital Signal Processor").

En la mayor parte de las pasarelas para redes de sensores inalámbricas existentes, estos elementos se implementan, generalmente, por unos circuitos electrónicos presentes en una misma tarjeta electrónica o por lo menos integrados dentro de un mismo chasis (con la excepción de la antena que está o bien fijada a dicho chasis o bien conectada a dicho chasis por medio de un conector dedicado dispuesto dentro de este chasis). Esta integración rigurosa hace que estas pasarelas estén adaptadas para responder a unas necesidades muy específicas (uso de una tecnología de acceso de radio dada, en una banda de frecuencias dada), pero que no responden a la necesidad de adaptabilidad y de carácter evolutivo requerida para el despliegue de redes de sensores inalámbricas a gran escala.

5.2. Principio general de la técnica propuesta

La técnica descrita en el presente documento se propone remediar al menos en parte este problema, por una parte, por la separación física, en unos chasis (o carcasas) distintos, unos módulos analógico (es decir, el módulo de interfaz de radio analógico que constituye el sistema frontal analógico) y digital (es decir, el módem de radio digital) de un dispositivo de interfaz de radio; y, por otra parte, por la implementación de medios que permiten conectar de manera simple varios dispositivos de interfaz de radio entre sí, pero, igualmente, a unos dispositivos complementario tales como unos dispositivos de control o unos dispositivos de interfaz con una red de área amplia. El principio general de la técnica propuesta consiste, por lo tanto, en aislar los principales módulos implementados dentro de una pasarela para red de sensores inalámbrica en diferentes bloques físicos independientes que se pueden ensamblar entre sí. Por esta técnica, se permite, de este modo, la implementación de pasarelas para redes de sensores inalámbricas modulables y evolutivas, que se pueden configurar o adaptar fácil y rápidamente para responder a cualquier tipo de situación, por simple remplazo de bloques físicos existentes o adición de nuevos bloques físicos.

5.3. Módem de radio digital

Con este fin, se propone un dispositivo de modulación y de demodulación de una señal digital (llamado, igualmente, módem de radio digital en la continuación del documento), según un primer aspecto de la técnica descrita. Este módem de radio digital está configurado para operar según una tecnología de acceso de radio previamente seleccionada, por ejemplo, la tecnología LoRa™, Sigfox™ o también WM-Bus, que son otras tantas tecnologías particularmente adaptadas para la implementación de redes de sensores inalámbricas. Comprende un chasis, que protege la

electrónica necesaria para su funcionamiento y, de este modo, forma un bloque físico independiente. Una pluralidad de interfaces de comunicación está dispuesta dentro de este chasis, lo que permite conectar o desconectar de manera muy simple el módem de radio digital al resto de un sistema. Por "interfaces de comunicación", se entiende en el presente documento y para toda la continuación del documento unas interfaces de naturaleza física usadas para interconectar físicamente varios dispositivos electrónicos entre sí. Estas interfaces de comunicación pueden, por ejemplo, tomar la forma de conectores de enlace serial (tal como unos conectores SPI, del inglés "Serial Peripheral Interface", "Interfaz Periférica Serial"), que permiten la formación de un bus de datos común compartido entre todos los dispositivos interconectados de este modo.

En un modo de realización particular de la técnica propuesta, el módem de radio digital comprende al menos una primera interfaz de comunicación con un dispositivo complementario y al menos una segunda interfaz de comunicación con un módulo de interfaz de radio analógico.

La primera interfaz de comunicación presente en el módem de radio digital permite conectarlo a un dispositivo complementario, que puede ser o bien un dispositivo del mismo tipo (esto es, otro módem de radio digital según la técnica propuesta) o bien un dispositivo de otro tipo (por ejemplo, un dispositivo de control, un dispositivo de alimentación eléctrica o también un dispositivo que permite gestionar un tipo de interfaz - por ejemplo, Ethernet, Wifi o 3G/4G - con otra red). En el primer caso, los módems de radio digitales están conectados entre sí por cooperación de las primeras interfaces de comunicación respectivamente presentes en cada uno de dichos dispositivos. En el segundo caso, el dispositivo complementario al que está conectado el módem de radio digital es un dispositivo denominado compatible, en el sentido en que comprende él mismo al menos una interfaz de comunicación que le permite cooperar con una primera interfaz de comunicación del módem de radio digital según la técnica propuesta. Estas interfaces de comunicación pueden, por ejemplo, tomar la forma de conectores SPI y, de este modo, participar en la formación de un bus de datos común compartido entre los dispositivos, una vez conectados estos.

La segunda interfaz de comunicación presente en el módem de radio digital permite conectarlo a un módulo de interfaz de radio analógico compatible, tal como se describe ulteriormente en el presente documento. De esta manera, es posible formar un dispositivo de interfaz de radio que permite, por la simple adición de una o varias antenas, recibir y emitir unos datos que provienen de o con destino a al menos un sensor inalámbrico remoto. A título de ejemplo, esta segunda interfaz de comunicación puede tomar la forma, igualmente, de un conector SPI.

En un modo de realización particular de la técnica propuesta, el módem de radio digital comprende al menos dos primeras interfaces de comunicación con un dispositivo complementario, lo que le permite, por lo tanto, comunicarse con al menos dos dispositivos complementarios. Estas interfaces de comunicación están situadas cada una en el extremo de al menos un bus de datos que permite que dicho módem de radio digital intercambie unos datos con unos dispositivos complementarios. De esta manera, un mismo módem de radio digital se puede conectar a varios dispositivos complementarios, que pueden ser otros dispositivos del mismo tipo (es decir, otros módems de radio digitales según la técnica propuesta) o también otros dispositivos compatibles. De este modo, se hace posible vincular varios dispositivos, de modo que comparten todos al menos un bus de datos común (por ejemplo, un bus SPI), lo que permite que todos los dispositivos interconectados de este modo intercambien unos datos entre sí. Preferentemente, los dispositivos complementarios denominados compatibles (que no sean los módems de radio digitales) comprenden, igualmente, al menos dos interfaces de comunicación adecuadas para cooperar con las primeras interfaces de comunicación de un módem de radio digital según la técnica propuesta, de modo que es posible vincular los diferentes dispositivos en cualquier orden.

En otro modo de realización particular de la técnica propuesta, la tecnología de acceso de radio implementada dentro del módem de radio digital se puede seleccionar de manera de software dentro de un grupo de tecnologías de acceso de radio predefinidas (es decir, preparametrizadas), pregrabadas o accesibles) dentro de dicho módem de radio digital. Entonces, el módem de radio digital embarca la suficiente electrónica para permitirle gestionar varios tipos de modulación y demodulación digitales; y es posible configurar, de manera de software, el tipo que debe usarse. De esta manera, un mismo módem de radio digital puede tomar a cargo diferentes tecnologías de acceso de radio y, por lo tanto, emplearse de manera diferente en diferentes contextos. Esto puede permitir, igualmente, optimizar los costes de fabricación de estos dispositivos.

5.4. Módulo de interfaz de radio analógico

Según otro aspecto, la técnica propuesta está relacionada, igualmente, con un módulo de interfaz de radio analógico. Este módulo - que hace la función de sistema frontal analógico para la adaptación a la banda de frecuencias usada para la transmisión de radio - está destinado a usarse como complemento de al menos un módem de radio digital según la técnica propuesta. Comprende un chasis, que integra la electrónica necesaria para su funcionamiento y, de este modo, forma un bloque físico independiente. Comprende, igualmente, dispuestos dentro de este chasis, unos medios de conexión a al menos una antena, así como al menos una tercera interfaz de comunicación con un módem de radio digital tal como se ha descrito anteriormente.

El papel de este módulo de interfaz de radio analógico es gestionar la adaptación a la banda de frecuencias usada para la transmisión de radio y suministrar la conectividad necesaria para la toma a cargo de diferentes tipologías de antenas (omnidireccional, polarizada, sectorizada). También, según diferentes modos de realización particulares de

5 un módulo de interfaz de radio analógico según la técnica propuesta, la banda de frecuencias tomada a cargo por este módulo, el número de terceras interfaces de comunicación y el tipo de medios de conexión a al menos una antena disponibles pueden variar. De este modo, la técnica propuesta permite disponer de una amplia gama de módulos de interfaz de radio analógico, presentados en forma de otros tantos bloques físicos independientes, que pueden cooperar con uno o varios módems de radio digitales, con el fin de poder cubrir cualquier tipo de situación, tanto en términos de bandas de frecuencias como de tipología de antenas a usar.

5.5. Dispositivo de interfaz de radio

10 Según también otro aspecto, la técnica propuesta está relacionada, igualmente, con un dispositivo de interfaz de radio para la recepción y la transmisión de datos que provienen de y con destino a al menos un sensor inalámbrico. Un dispositivo de interfaz de radio de este tipo comprende:

- al menos un módem de radio digital según la técnica propuesta;
- un módulo de interfaz de radio analógico según la técnica propuesta.

El módulo de interfaz de radio analógico está conectado a dicho al menos un módem de radio digital por medio de una cooperación de dichas segunda y tercera interfaces de comunicación.

15 De este modo, es posible formar un dispositivo de interfaz de radio por ensamblaje de al menos un módem de radio digital con un módulo de interfaz de radio analógico según la técnica propuesta. El hecho de que estos elementos dispongan cada uno de un chasis propio que comprende unas interfaces de comunicación complementarias permite obtener una solución de gran modularidad. De este modo, es posible adaptarse de manera simple a un gran número de situaciones, por simple elección de bloques físico a ensamblar, esto es, la elección de un módem de radio digital y la elección de un módulo de interfaz de radio analógico a ensamblar. La elección del módem de radio digital permite, de este modo, definir la tecnología de acceso de radio a usar (en función de las funcionalidades ofrecida por este módem de radio digital, una simple configuración de software puede ser suficiente). La elección del módulo de interfaz de radio analógico permite, por su parte, definir, por una parte, la banda de frecuencia que debe usarse para la transmisión de radio y, por otra parte, el tipo de configuración de antenas por el que se opta (antena sectorizada, polarizada, omnidireccional, etc.).

20 En un modo de realización particular de la técnica propuesta, el dispositivo de interfaz de radio comprende una pluralidad de módems de radio digitales según la técnica descrita. Estos módems de radio digitales son todos, entonces, del mismo tipo (misma tecnología de acceso de radio) y están conectados entre sí por medio de sus primeras interfaces de comunicación. De este modo, es sencillo ensamblar o hacer evolucionar un dispositivo de interfaz de radio, de modo que siempre esté dimensionado para responder a una evolución del número de sensores inalámbricos a gestionar en un territorio dado, cubierto por una misma antena. La técnica propuesta permite, en efecto, conectar fácilmente entre sí varios módems de radio digitales y asociar el conjunto a un mismo módulo de interfaz de radio analógico. De esta manera, es posible aumentar la capacidad de carga de un dispositivo de interfaz de radio, por simple adición de un módem de radio digital suplementario a una instalación existente.

35 5.6. Pasarela para redes de sensores inalámbricas

La técnica propuesta está relacionada, igualmente, con una pasarela para redes de sensores inalámbricas. Esta pasarela permite, en concreto, la interconexión de al menos una red de sensores inalámbrica con al menos otra red de comunicación de área amplia y comprende a estos efectos al menos un dispositivo de interfaz de radio tal como se ha descrito anteriormente, para el intercambio de datos con dichos sensores inalámbricos y al menos un dispositivo complementario de interfaz con una red de comunicación de área amplia. El dispositivo complementario es un dispositivo compatible tal como ya se ha establecido en el presente documento y, por lo tanto, comprende al menos una interfaz de comunicación que le permite conectarse a una primera interfaz de comunicación disponible de un módem de radio digital comprendido en el dispositivo de interfaz de radio. Otros tipos de dispositivos complementarios, dotados, igualmente, de interfaces de comunicación compatibles, se pueden integrar, igualmente, en la pasarela: a título de ejemplo, se puede citar un dispositivo complementario que permite asegurar la alimentación eléctrica del conjunto de la pasarela o también un dispositivo complementario de control adecuado para supervisar el funcionamiento del conjunto de los otros dispositivos complementarios y dispositivos de interfaces de radio comprendidos en pasarela y para controlar los intercambios de datos realizados entre todos estos diferentes elementos.

50 En un modo de realización particular, una misma pasarela según la técnica propuesta puede comprender una pluralidad de dispositivos de interfaz de radio, conectados entre sí por medio de una cooperación de primeras interfaces de comunicación disponibles dentro de módems de radio digitales comprendidos dentro de cada dispositivo de interfaz de radio. De esta manera, es posible, por ejemplo, vincular dentro de una misma pasarela unos dispositivos de interfaz de radio basados en unas tecnologías de acceso de radio heterogéneas. Esta flexibilidad de conexión permite, igualmente, ensamblar una pasarela adecuada para gestionar varias bandas de frecuencias diferentes. También permite implementar una sectorización, de manera que, por ejemplo, se asegure una mejor cobertura del territorio. Por supuesto, todos estos ejemplos se dan a título puramente ilustrativo y no limitativo y el Experto en la Materia apreciará las múltiples posibilidades de configuraciones que ofrece una pasarela ensamblada según la técnica

propuesta.

5.7. Descripción de un modo de realización particular de la técnica propuesta

5 Se presenta, en relación con el conjunto de las figuras 2 a 5, un ejemplo de implementación de la técnica propuesta, que permite lograr el objetivo de una pasarela modulable y evolutiva en condiciones de responder a los desafíos planteados por el despliegue a gran escala de redes de sensores inalámbricas.

5.7.1 Módem de radio digital

10 Se presenta, en relación con las **figuras 2a y 2b**, un módem de radio digital (200) mostrado en diferentes vistas, según un modo de realización particular de la técnica propuesta. En este ejemplo, dado a título puramente ilustrativo y no limitativo, este módem de radio digital (200) presenta un chasis de protección (201) de forma globalmente paralelepípedica que comprende:

- en una de sus caras, denominada cara superior (202), dos conectores SPI macho (203, 203');
- en la cara opuesta a dicha cara superior, denominada cara inferior (204), dos conectores SPI hembra (205, 205'), adecuado para cooperar con los dos conectores SPI macho (203, 203') de otro módem de radio digital según el modo de realización descrito, cuando estos dispositivos están conectados.

15 Los conectores SPI macho (203, 203') y hembra (205, 205') forman unos extremos respectivos de al menos un bus de datos SPI (del inglés "*Serial Peripheral Interface*", "Interfaz Periférica Serial"), interno al chasis, usado por el módem de radio digital para transmitir y recibir unos datos con destino a y que provienen de otros dispositivos complementarios (que pueden ser, en concreto, otros módems de radio digitales según el modo de realización particular expuesto de manera presente).

20 Por otra parte, el chasis comprende, igualmente, en una de sus caras laterales, denominada cara trasera (206), al menos otro conector SPI (207) y al menos un conector coaxial (208). Estos conectores están destinados a cooperar con unos conectores complementarios presentes en un módulo de interfaz de radio analógico tal como se describe a continuación.

5.7.2 Módulo de interfaz de radio analógico

25 En este momento, se presentan, en relación con las figuras 3a a 3d, dos ejemplos de módulos de interfaces de radio analógico adecuados para cooperar con uno o varios módems de radio digitales según el modo de realización particular expuesto.

30 Las **figuras 3a y 3b** ilustran diferentes vistas de un primer ejemplo de módulo de interfaz de radio analógico (300) adecuado para cooperar con un módem de radio digital, según un modo de realización particular de la técnica propuesta. En este ejemplo, dado a título puramente ilustrativo y no limitativo, este módulo (300) presenta un chasis de protección (301) de forma globalmente paralelepípedica y comprende:

- en una de estas caras, denominada cara trasera (302), al menos un conector coaxial (303) destinado a la conexión de al menos una antena.
- en la cara opuesta a dicha cara trasera, denominada cara delantera (304), al menos un conector SPI (305) y al menos un conector coaxial (306), siendo estos conectores (305, 306) adecuado para cooperar respectivamente con los conectores respectivos complementarios presentes en la cara trasera de un módem de radio digital tal como se ha descrito anteriormente.

40 Este módulo de interfaz de radio analógico (300) está dimensionado y conformado de modo que una vez conectado a un módem de radio digital según el modo de realización particular ilustrado en el presente documento, el conjunto formado por estos dos elementos constituye un bloque fijo de forma globalmente paralelepípedica. Con este fin, la cara delantera (304) del módulo de interfaz de radio analógico es de dimensión sustancialmente equivalente a la de la cara trasera del módem de radio digital.

45 Se presenta, en relación con las **figuras 3c y 3d**, otro ejemplo de módulo de interfaz de radio analógico adecuado para usarse en el marco del modo de realización particular de la técnica propuesta descrito en el presente documento.

50 En este modo de realización particular, el módulo de interfaz de radio analógico (300') es adecuado para cooperar ya no con un único módem de radio digital, sino con una pluralidad de módems de radio digitales (cuatro, en el ejemplo ilustrado). El chasis de protección (301') de este módulo es de forma globalmente paralelepípedica y su cara delantera (304') es de dimensión sustancialmente equivalente a la de cuatro caras traseras de módems de radio digitales dispuestos uno al lado del otro. Este módulo está dimensionado y conformado de modo que una vez conectado a un bloque de cuatro módems de radio digitales, el conjunto formado por todos estos elementos constituye un bloque fijo de forma globalmente paralelepípedica. El módulo de interfaz de radio analógico comprende en su cara trasera al menos un conector coaxial destinado a la conexión de al menos una antena y en su cara delantera al menos un conector destinado a cooperar con al menos un conector respectivo complementario presente en la cara trasera de al menos uno de los módems de radio digitales al que está conectado este módulo.

Estos ejemplos se dan a título puramente ilustrativo y no limitativo y otros tipos de módulos de interfaz de radio analógico, conformados y dimensionados para conectarse a un número diferente de módems de radio digitales, se pueden implementar, igualmente, en el marco de la técnica propuesta (por ejemplo, un módulo de interfaz de radio analógico que coopera con dos módems de radio digitales interconectados o un módulo de interfaz de radio analógico que coopera con cuatro módems de radio digitales interconectados). Con unos fines de simplificación, se define por "módulo de interfaz de radio analógico de dimensión N" un módulo de interfaz de radio analógico especialmente diseñado para conectarse simultáneamente a un número N de módems de radio digitales interconectados. En un modo de realización particular de la técnica propuesta, el chasis de un módulo de interfaz de radio analógico de dimensión N está dimensionado y conformado de modo que su cara delantera presenta una dimensión sustancialmente equivalente a la de N caras traseras de módems de radio digitales dispuestos uno al lado del otro. Esto permite conservar unas formas de dispositivos de interfaz de radio globalmente paralelepípedicas, incluso cuando se conecta un mismo módulo de interfaz de radio analógico a varios módems de radio digitales.

5.7.3 Dispositivo de interfaz de radio

Las **figuras 4a y 4b** ilustran dos ejemplos ensamblajes de un módulo de interfaz de radio analógico con al menos un módem de radio digital según la técnica propuesta, con el fin de formar un dispositivo de interfaz de radio para la recepción y la transmisión de datos que provienen de y con destino a al menos un sensor inalámbrico. La figura 4a describe, de este modo, la conexión de un módulo de interfaz de radio analógico de dimensión uno a un único módem de radio digital. La figura 4b describe, por su parte, la conexión de un módulo de interfaz de radio analógico de dimensión tres a un bloque que comprende tres módems de radio digitales interconectados por medio de los conectores SPI macho y hembra presentes en sus caras superiores e inferiores. En el caso de una conexión de un mismo módulo de interfaz de radio analógico a varios módems de radio digitales interconectados, como se ilustra en la figura 4b, estos diferentes módems de radio digitales son todos del mismo tipo, es decir, que están asociados a una misma tecnología de acceso de radio. Los conectores coaxiales restantes disponibles en la cara trasera del módulo de interfaz de radio analógico se usan para la conexión de al menos una antena. Los conectores SPI (402, 402') que quedan disponibles a cada lado del dispositivo de interfaz de radio constituido de este modo se usan para conectar este dispositivo de interfaz de radio a otros dispositivos de interfaz de radio o a otros dispositivos complementarios compatibles (tal como unos dispositivos de control o unos dispositivos de interfaz a otras redes, por ejemplo, a Internet).

Un dispositivo de interfaz de radio constituido de este modo puede tomar a cargo, por lo tanto, una tecnología de acceso de radio dada en una banda de frecuencias dada. Igualmente, es posible calificarlo por una dimensión, correspondiente al número de módems de radio digitales que comprende (por analogía con lo que se ha definido en relación con el módulo de interfaz de radio analógico). De este modo, en el marco de este documento, un dispositivo de interfaz de radio LoRa™ de 868 MHz de dimensión 3 es un dispositivo de interfaz de radio formado por ensamblaje de tres módems de radio digitales que se fundan en la tecnología de acceso de radio LoRa™, asociados a un mismo módulo de interfaz de radio analógico que opera en la banda de frecuencias de 868 MHz. La dimensión es un indicador de la carga (en términos de número de sensores inalámbricos) que un dispositivo de interfaz de radio es adecuado para gestionar.

5.7.4 Ejemplos de configuraciones de pasarelas

Se presenta, en relación con las **figuras 5a a 5c**, diferentes configuraciones de pasarelas, dadas a título puramente ilustrativas y no limitativas, que se pueden implementar de manera muy simple gracias a la técnica propuesta.

Estas configuraciones hacen aparecer otros dispositivos complementarios, además de los módems de radio digitales y de los módulos de interfaz de radio analógico que les están asociados. Puede tratarse de dispositivos complementarios obligatorios u opcionales para la constitución de una arquitectura de pasarela. De este modo, en un modo de realización particular presentado, por ejemplo, en relación con la figura 5a, una pasarela (500) según la técnica propuesta comprende un dispositivo complementario de control (501), destinado a asegurar, por una parte, la alimentación eléctrica del conjunto de la pasarela (estando este dispositivo conectado, por ejemplo, a una toma eléctrica convencional o alimentado también directamente por cable Ethernet según la tecnología PoE, del inglés "Power over Ethernet", "Alimentación a través de Ethernet") y a controlar, por otra parte, el conjunto de los otros dispositivos complementarios y dispositivos de interfaz de radio. Unos dispositivos complementarios de interfaz (502), que permiten diferentes tipos de interconexión (en Ethernet, en WiFi, en 3G/4G, etc.) con otras redes locales o de área amplia, se pueden implementar, igualmente. En el modo de realización particular expuesto en el presente documento, cada uno de estos dispositivos complementarios comprende un chasis de protección de dimensiones sustancialmente equivalentes a las de un módem de radio digital según la técnica propuesta. Al igual que los de los módems de radio digitales, estos chasis comprenden respectivamente en sus caras superiores e inferiores, al menos un conector SPI macho y al menos un conector SPI hembra adecuados para cooperar con los conectores SPI de otro dispositivo, cuando estos dispositivos están ensamblados. Estos conectores SPI macho y hembra forman unos extremos respectivos de al menos un bus de datos interno al chasis. También, la cooperación de los diferentes conectores SPI, cuando están ensamblados varios dispositivos unos a los otros, permite que el conjunto de los dispositivos vinculados de este modo se comuniquen entre sí por medio del bus de comunicación común, entonces, establecido.

La figura 5a presenta un ejemplo de pasarela que comprende cuatro dispositivos de interfaz de radio (503a, 503b,

503c, 503d) para la recepción y la transmisión de datos que provienen de y con destino a sensores inalámbricos, comprendiendo cada uno de estos dispositivos de interfaz de radio un único módem de radio digital asociado cada uno a un único módulo de interfaz de radio analógico. El dispositivo de interfaz de radio (503d) está formado, por ejemplo, por el ensamblaje del módem de radio digital (505) con el módulo de interfaz de radio analógico (504). Una configuración de este tipo puede comprender, por ejemplo, tres dispositivos de interfaz de radio que toman a cargo la tecnología de acceso de radio LoRa en la banda de frecuencias de 868 MHz, estando cada uno asociado a una antena sectorizada (trisección); y un dispositivo de interfaz de radio que toma a cargo la tecnología de acceso de radio WM-Bus en la banda de frecuencias de 169 MHz, asociado a una antena omnidireccional. De esta manera, la pasarela constituida de este modo es adecuada para tomar a cargo dos tipos de tecnologías de acceso de radio, una (LoRa™) para comunicarse con unos objetos conectados y la otra (WM-Bus) con unos contadores de electricidad o gas, con el fin de realizar lectura remota, por ejemplo. Si la tecnología LoRa™ debe operarse en otra banda de frecuencias, por ejemplo, en caso de transposición de una solución existente en un territorio con la regulación diferente en términos de radiocomunicación, la pasarela se puede adaptar muy fácilmente a esta nueva situación, de manera simple reemplazando los tres módulos de interfaz de radio analógico configurados para la banda de 868 MHz por otros tres configurados para la banda de frecuencias deseada, por ejemplo, la banda de 915 MHz. Si, en otro ejemplo, la tecnología LoRa™ debe operarse en la banda de frecuencias de 433 MHz y se desea por cualquier razón usar una sola antena omnidireccional en lugar de tres antenas sectorizadas, los tres módulos de interfaz de radio analógico configurados para la banda de 868 MHz pueden reemplazarse de manera muy simple por un único módulo de interfaz de radio analógico de dimensión tres, configurado para la banda de 433 MHz. Esta configuración de pasarela se ilustra, entonces, por la figura 5b, que presenta un ejemplo de pasarela que comprende dos dispositivos de interfaz de radio para la recepción y la transmisión de datos que provienen de y con destino a sensores inalámbricos: un primer dispositivo de interfaz de radio que comprende tres módems de radio digitales asociados al mismo módulo de interfaz de radio analógico y un segundo dispositivo de interfaz de radio, comprendiendo este dispositivo de interfaz de radio un único módem de radio digital asociado a un único módulo de interfaz de radio analógico.

La figura 5c presenta, por último, un ejemplo de pasarela que comprende un solo dispositivo de interfaz de radio para la recepción y la transmisión de datos que provienen de y con destino a sensores inalámbricos, comprendiendo este dispositivo de interfaz de radio el mismo cuatro módems de radio digitales asociados al mismo módulo de interfaz de radio analógico. Este dispositivo de interfaz de radio está asociado, por ejemplo, a una antena omnidireccional. En este caso, la pasarela no gestiona más que una sola tecnología de acceso de radio, pero la multiplicación de los módems de radio digitales hace que sea adecuada para gestionar un gran número de sensores.

Es conveniente anotar que, si las pasarelas presentadas en las figuras 5a a 5c comprenden todas cuatro módems de radio digitales (repartidos en un número variable de dispositivos de interfaz de radio), en este caso, no se trata más que de ejemplos dados a título puramente ilustrativo y no limitativo: una pasarela según la técnica propuesta comprende uno o varios módems de radio digitales y uno o varios módulos de interfaz de radio analógico, estando un módem de radio digital siempre acoplado a un solo módulo de interfaz de radio analógico, pero pudiendo un mismo módulo de interfaz de radio analógico estar asociado a varios módem de radio digital.

A la vista de estos ejemplos, el Experto en la Materia apreciará sencillamente las potencialidades ofrecidas por la técnica propuesta, tanto en términos de modularidad como de carácter evolutivo. La posibilidad de ensamblar muy fácilmente unos módems de radio digitales con un módulo de interfaz de radio analógico para formar un dispositivo de interfaz de radio, añadida a la posibilidad de ensamblar varios dispositivos de interfaz de radio constituidos de este modo dentro de una misma pasarela, ofrecen, en efecto, una solución elegante para las diferentes problemáticas que se pueden plantear en relación con el despliegue o el mantenimiento de redes de sensores inalámbricos a gran escala. Esta arquitectura de pasarela modulable permite tener en cuenta la diversidad de las tecnologías de acceso de radio existentes y por venir, la diversidad de las frecuencias usadas para la transmisión de radio, las diferentes tipologías de antenas y la adaptación al número de sensores a abordar.

A título de ejemplos, los algunos casos de uso siguientes muestran unas respuestas que la técnica propuesta puede aportar a diferentes situaciones susceptibles de encontrarse durante el despliegue de redes de sensores a gran escala:

- Necesidad de soportar simultáneamente varias redes de sensores inalámbricos basadas en unos protocolos diferentes (por ejemplo, una red LoRa™ y una red WM-Bus): con la técnica propuesta, el soporte de multitecnologías de acceso de radio se realiza fácilmente por simple ensamblaje de al menos un dispositivo de interfaz de radio adaptado para cada tecnología de acceso de radio a tomar a cargo (por ejemplo, ensamblaje dentro de la pasarela de un dispositivo de interfaz de radio que comprende uno o varios módems de radio digitales LoRa™ y de un dispositivo de interfaz de radio que comprende uno o varios módems de radio digitales WM-Bus).
- Necesidad de gestionar varias bandas de frecuencias para la transmisión de radio, para una misma tecnología de acceso de radio (por ejemplo, soportar la tecnología LoRa™ simultáneamente en las bandas de 433 MHz y 868 MHz): con la técnica propuesta, el soporte de multibandas se realiza de manera simple ensamblando al menos un dispositivo de interfaz de radio adaptado para cada banda de frecuencias a gestionar (por ejemplo, ensamblaje dentro de la pasarela de un dispositivo de interfaz de radio LoRa™ que comprende un módulo de interfaz de radio analógico de 433 MHz y de un dispositivo de interfaz de radio LoRa™ que comprende un módulo de interfaz de radio analógico de 868 MHz).
- Necesidad de pasar de una antena omnidireccional a una configuración de tres antenas trisección (y de manera inversa): con la técnica propuesta, la sectorización se puede implementar de manera simple, ensamblando un

- dispositivo de interfaz de radio de mismo tipo (misma tecnología de acceso de radio, misma banda de frecuencias) por sector a cubrir, estando cada uno de estos dispositivos de interfaz de radio conectado a su propia antena sectorizada (por ejemplo, ensamblaje de tres dispositivos de interfaz de radio Sigfox de 915 MHz de dimensión uno). A la inversa, el paso de una configuración de tipo trisectorización a una configuración de monoantena (antena omnidireccional) se puede efectuar, igualmente, de manera muy simple, por ejemplo, reemplazando los módulos de interfaz de radio analógico de dimensión uno asociados al dispositivo de interfaz de radio de cada sector por un solo módulo de interfaz de radio analógico de dimensión tres al que se conectará la antena omnidireccional (se pasa, entonces, por ejemplo, de una configuración de tres dispositivos de interfaz de radio Sigfox de 915 MHz de dimensión uno a una configuración de un dispositivo de interfaz de radio Sigfox de 915 MHz de dimensión tres).
- 5 - Necesidad de modificar la carga (en términos de número de sensores) que puede soportar un dispositivo de interfaz de radio: con la técnica propuesta, la adaptación de la capacidad se puede implementar de manera simple reemplazando el dispositivo de interfaz de radio diana por un dispositivo de interfaz de radio de mismo tipo (misma tecnología de acceso de radio, misma banda de frecuencias), pero de dimensión inferior (si se desea gestionar menos sensores) o superior (si se desea gestionar más sensores).
 - 10 - Necesidad de gestionar un nuevo tipo de conexión a otra red de área amplia (por ejemplo, gestionar una conexión WiFi): con la técnica propuesta, la evolución de las posibilidades de conectividad de una pasarela se realiza de manera simple, por simple adición o reemplazo de un dispositivo complementario compatible.

Estos ejemplos se dan a título puramente ilustrativos y no limitativos y aparecerá claramente para el Experto en la Materia que la técnica propuesta está lista para responder a un número importante de situaciones, comprendidas unas situaciones complejas para las que es necesario adaptar simultáneamente unos numerosos parámetros (modificación de la tecnología de acceso de radio, concomitante a una modificación de la banda de frecuencias y de la tipología de antenas a usar y a una modificación del número de sensores a gestionar, por ejemplo).

5.7.5. Otras características y ventajas

En el presente documento, se presentan otras características notables, en relación con la arquitectura de pasarela presentada según el modo de realización particular ilustrado por las figuras 2 a 5.

Puede ser interesante anotar, por ejemplo, que no es necesario ningún cable externo para conectar los diferentes bloques físicos constitutivos de la pasarela (módems de radio digitales, módulos de interfaz de radio analógico asociados, dispositivos complementarios): los chasis de estos diferentes dispositivos están, en efecto, conformados y dimensionados con el fin de que puedan ensamblarse por encaje de los diferentes conectores complementarios respectivos presente en sus diferentes caras y que el ensamblaje final presente una forma compacta y globalmente paralelepípedica, que simplifica su instalación y su integración en cualquier tipo de entorno.

Los diferentes chasis implementados comprenden, igualmente, en algunos modos de realización particulares, unas características destinadas a asegurar una fijación eficaz de los bloques constitutivos de una pasarela según la técnica propuesta, con el fin, en concreto, para evitar cualquier desconexión inoportuna de estos diferentes bloques.

De este modo, los módems de radio digitales y los módulos de interfaz de radio analógico disponen de medios de fijación complementarios. Por ejemplo, el chasis de un módem de radio digital puede comprender uno o varios agujeros aterrajados, adecuados para acoger unos tornillos de mariposa complementarios que atraviesan el chasis de un módulo de interfaz de radio analógico asociado.

Los módems de radio digitales disponen, igualmente, de medios que permiten contribuir a asegurar su fijación entre sí o con unos dispositivos complementarios. Estos medios pueden tomar la forma, por ejemplo, de una protuberancia del chasis de estos dispositivos, en la que está practicado un agujero, de modo que todos los agujeros adaptados de este modo estén frente por frente una vez encajados los diferentes dispositivos constitutivos de la pasarela. Estos agujeros pueden permitir, entonces, el paso de diversos medios de fijación (varilla roscada y emperrado, abrazadera, etc.).

Los chasis de los módems de radio digitales y de los dispositivos complementarios comprenden unos medios que permiten fijar una pasarela para redes de sensores inalámbricas ensamblada según la técnica propuesta en un armario o en un hueco de protección convencional.

En un modo de realización de la técnica propuesta, el chasis de los diferentes bloques físicos que constituyen la pasarela y, en concreto, el chasis de los módulos de interfaz de radio analógico, está diseñado, por otra parte, de tal modo que haga la función de jaula de Faraday, con el fin de proteger estos módulos de las perturbaciones electromagnéticas a las que podrían estar sometidos. En otro modo de realización, una placa que hace la función de escudo de protección y que desempeña este papel de jaula de Faraday se puede fijar como cobertura de los módulos de interfaz de radio analógicos.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Módem de radio digital (200) para la modulación y la demodulación de una señal digital en función de una tecnología de acceso de radio previamente seleccionada, dicho módem de radio digital comprende un chasis de protección (201) de forma globalmente paralelepípedica y una pluralidad de interfaces de comunicación dispuestas dentro de dicho chasis de protección (201), estando dicho módem de radio digital **caracterizado porque** la pluralidad de interfaces de comunicación comprende:
- al menos dos primeras interfaces de comunicación con un dispositivo complementario, comprendiendo una de las primeras interfaz de comunicación:
- 10 - en una de las caras del chasis de protección (201), denominada cara superior (202), dos conectores SPI macho (203, 203');
comprendiendo otra de las primeras interfaces de comunicación:
- 15 - en una cara del chasis de protección (201) opuesta a dicha cara superior (202), denominada cara inferior (204), dos conectores SPI hembra (205, 205'), adecuados para cooperar con los dos conectores SPI macho (203, 203') de otro módem de radio digital, de manera que cuando se conectan varios módems de radio digitales, los conectores SPI macho (203, 203') y hembra (205, 205') forman unos extremos respectivos de al menos un bus de datos SPI, interno al chasis de protección (201), usado por el módem de radio digital para transmitir y recibir unos datos con destino a y que provienen del o de los módems de radio digitales al que está conectado;
- 20 al menos una segunda interfaz de comunicación con un módulo de interfaz de radio analógico, comprendiendo la segunda interfaz de comunicación:
en una de las caras laterales del chasis de protección (201), denominada cara trasera (206), al menos otro conector SPI (207) y al menos un conector coaxial (208) destinados a cooperar con unos conectores complementarios presentes en un módulo de interfaz de radio analógico.
- 25 2. Módem de radio digital según la reivindicación 1, **caracterizado porque** dicha tecnología de acceso de radio previamente seleccionada se elige, de entre un conjunto de tecnologías de acceso de radio predefinidas dentro de dicho módem de radio digital.
3. Módem de radio digital según una de las reivindicaciones anteriores, que dispone de medios de fijación complementarios de medios de fijación de dicho módulo de interfaz de radio analógico.
- 30 4. Módem de radio digital según la reivindicación anterior, en el que el chasis de protección (201) del módem de radio digital comprende uno o varios agujeros aterrajados, adecuados para acoger unos tornillos de mariposa complementarios que atraviesan el chasis de protección (201) de dicho módulo de interfaz de radio analógico asociado.
5. Módem de radio digital según una de las reivindicaciones anteriores, disponiendo el módem de radio digital de medios que permiten contribuir a asegurar su fijación con otros módems de radio digitales o con unos dispositivos complementarios.
- 35 6. Módem de radio digital según la reivindicación anterior, en el que los medios que permiten contribuir a asegurar la fijación del módem de radio digital con otros módems de radio digitales o con unos dispositivos complementarios incluyen una protuberancia del chasis de protección (201) del módem de radio digital, en la que está practicado un agujero, de modo que el agujero dispuesto de este modo esté frente por frente de agujeros practicados en dichos otros módems de radio digitales o en dichos dispositivos complementarios, una vez encajados los diferentes dispositivos.
- 40 7. Módulo de interfaz de radio analógico (300) que comprende un chasis de protección (301) de forma globalmente paralelepípedica, unos medios de conexión a al menos una antena, estando dicho módulo de interfaz de radio analógico **caracterizado porque** comprende al menos una tercera interfaz de comunicación con un módem de radio digital según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, estando dichos medios de conexión a al menos una antena y dicha al menos una tercera interfaz de comunicación dispuestos dentro de dicho chasis de protección (301),
45 comprendiendo los medios de conexión a al menos una antena:
- en una de las caras del chasis de protección (301), denominada cara trasera (302), al menos un conector coaxial (303) destinado a la conexión de al menos una antena,
comprendiendo la tercera interfaz de comunicación con un módem de radio digital:
- 50 - en una cara del chasis de protección (301) opuesta a dicha cara trasera, denominada cara delantera (304), al menos un conector SPI (305) y al menos un conector coaxial (306), siendo estos conectores (305, 306) adecuados para cooperar respectivamente con unos conectores respectivos complementarios presentes en una cara trasera de un módem de radio digital según una de las reivindicaciones 1 a 6,
estando el chasis de protección (301) del módulo de interfaz de radio analógico dimensionado y conformado de modo

- que su cara delantera presenta una dimensión sustancialmente equivalente a la de N caras traseras de módems de radio digitales destinados a estar dispuestos uno al lado del otro, siendo N un entero superior o igual a 1.
- 5 8. Módulo de interfaz de radio analógico (300) según la reivindicación 7, configurado para conectarse a un módem de radio digital según una de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la cara delantera (304) del chasis de protección (301) del módulo de interfaz de radio analógico presenta una dimensión sustancialmente equivalente a la de la cara trasera de dicho módem de radio digital.
- 10 9. Módulo de interfaz de radio analógico (300) según la reivindicación 7, configurado para conectarse simultáneamente a un número N de módems de radio digitales según una de las reivindicaciones 1 a 6, estando los módems de radio digitales destinados a estar dispuestos uno al lado del otro e interconectados, en el que la cara delantera (304) del chasis de protección (301) del módulo de interfaz de radio analógico presenta una dimensión sustancialmente equivalente a la de N caras traseras de dichos módems de radio digitales.
- 15 10. Módulo de interfaz de radio analógico (300) según una de las reivindicaciones 7 a 9, en el que el chasis de protección (301) del módulo de interfaz de radio analógico, está diseñado de tal modo que haga la función de jaula de Faraday.
- 20 11. Dispositivo de interfaz de radio para la recepción y la transmisión de datos que provienen de y con destino a al menos un sensor inalámbrico, estando dicho dispositivo **caracterizado porque** comprende:
- al menos un módem de radio digital según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6;
 - un módulo de interfaz de radio analógico según una de las reivindicaciones 7 a 10, conectado a dicho al menos un módem de radio digital por medio de una cooperación de dichas segunda y tercera interfaces de comunicación.
- 25 12. Dispositivo de interfaz de radio según la reivindicación 11 **caracterizado porque** comprende una pluralidad de módems de radio digitales según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, asociados a una misma tecnología de acceso de radio, estando dichos módems de radio digitales de dicha pluralidad de módems de radio digitales conectados entre sí por medio de dichas primeras interfaces de comunicación.
- 30 13. Pasarela (500) para la interconexión de al menos una red de sensores inalámbrica con al menos una red de comunicación de área amplia, estando dicha pasarela **caracterizado porque** comprende:
- al menos un dispositivo de interfaz de radio según una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, para el intercambio de datos con dichos sensores inalámbricos;
 - al menos un dispositivo complementario de interfaz (502) con dicha al menos una red de comunicación de área amplia, comprendiendo dicho dispositivo complementario de interfaz (502) al menos una cuarta interfaz de comunicación, estando dicho dispositivo complementario de interfaz (502) conectado a dicho al menos un dispositivo de interfaz de radio por medio de una cooperación de dicha cuarta interfaz de comunicación con una primera interfaz de comunicación de un módem de radio digital de dicho dispositivo de interfaz de radio, comprendiendo el dispositivo complementario de interfaz (502) un chasis de protección de dimensiones sustancialmente equivalentes a las de un chasis de protección (201) de un módem de radio digital,
- 35 comprendiendo la cuarta interfaz de comunicación, en una cara superior e inferior del chasis de protección del dispositivo complementario de interfaz (502), al menos un conector SPI macho y al menos un conector SPI hembra adecuados para cooperar con los conectores SPI de un módem de radio digital o de otro dispositivo complementario de interfaz (502), formando los conectores SPI macho y hembra unos extremos respectivos de al menos un bus de datos interno al chasis.
- 40 14. Pasarela según la reivindicación 13 **caracterizado porque** comprende una pluralidad de dispositivos de interfaz de radio según una cualquiera de las reivindicaciones 11 y 12, estando dichos dispositivos de interfaz de radio de dicha pluralidad de dispositivos de interfaz de radio conectados entre sí por medio de una cooperación de primeras interfaces de comunicación de los módems de radio digitales de dicha pluralidad de dispositivos de interfaz de radio.
- 45 15. Pasarela según una de las reivindicaciones 13 y 14, en la que los chasis de protección de los módems de radio digitales y de los dispositivos complementarios comprenden unos medios que permiten fijar la pasarela para redes de sensores inalámbricas en un armario o en un hueco de protección.

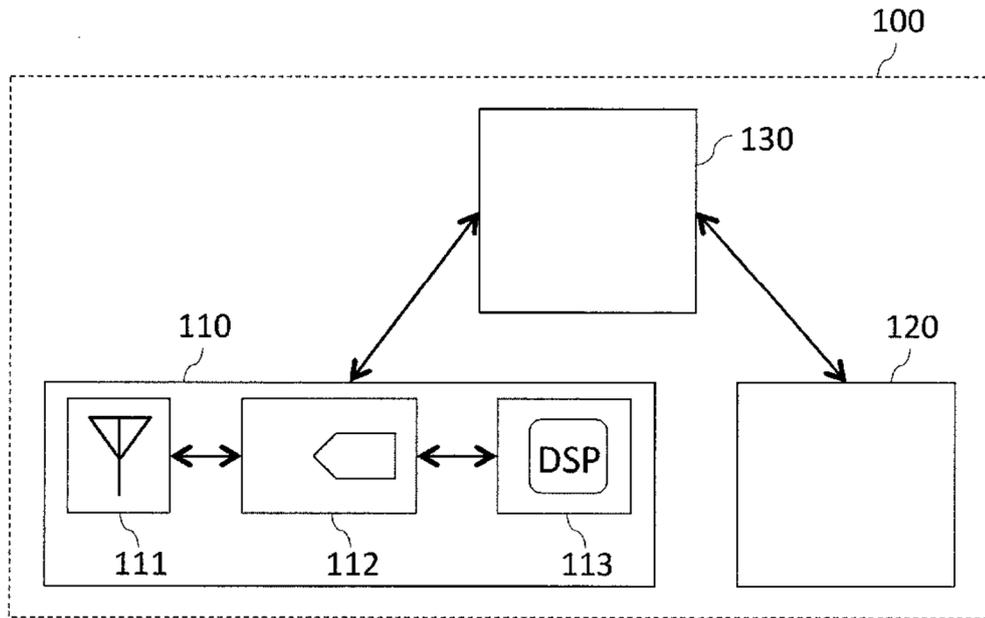


Fig. 1

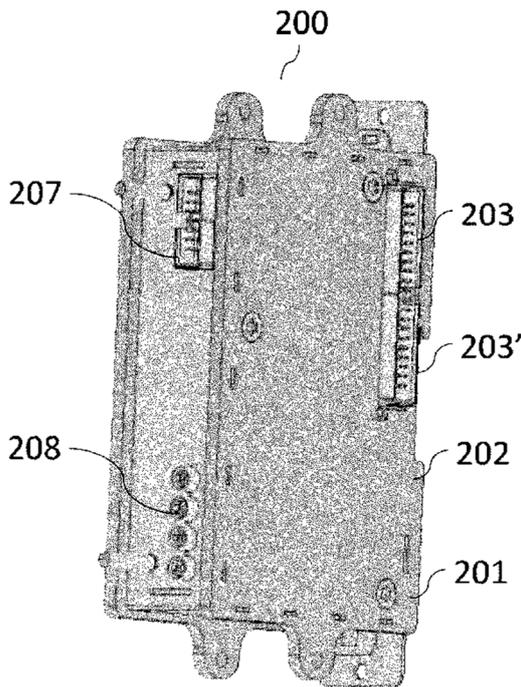


Fig. 2a

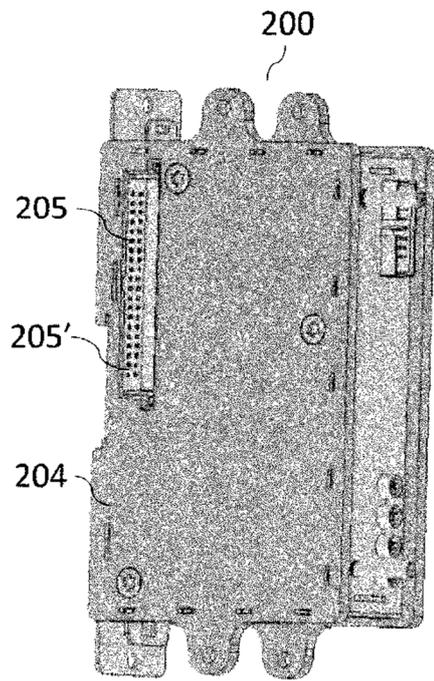


Fig. 2b

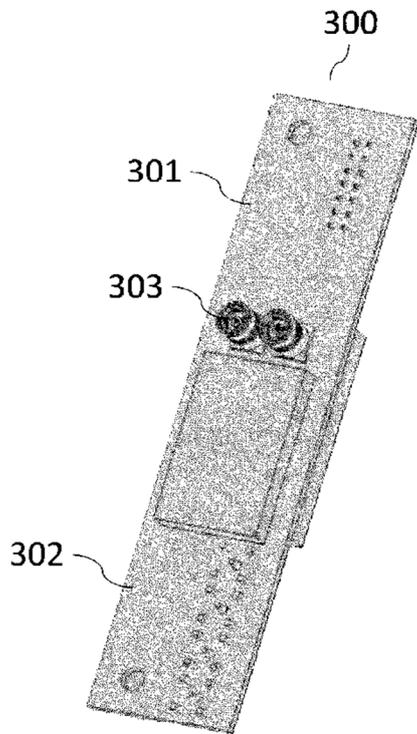


Fig. 3a

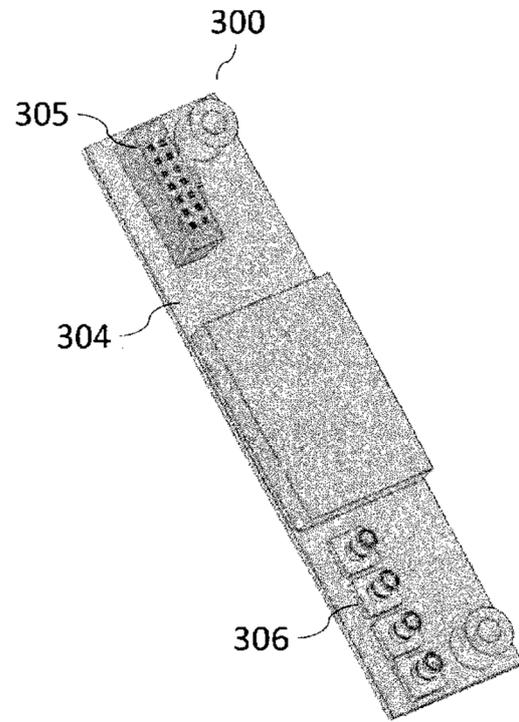


Fig. 3b

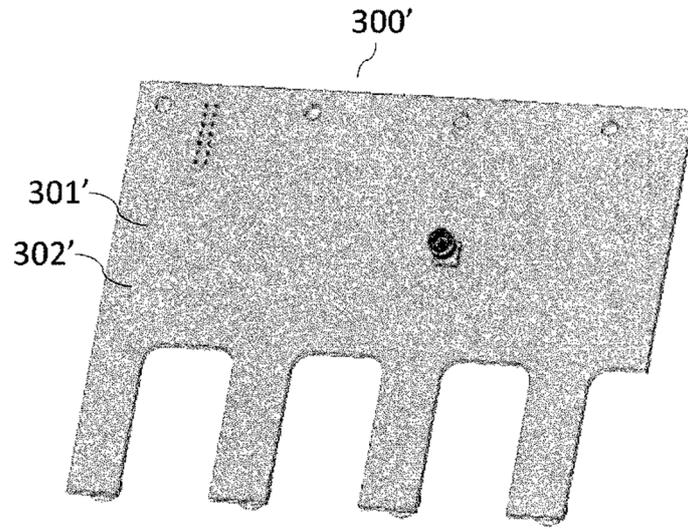


Fig. 3c

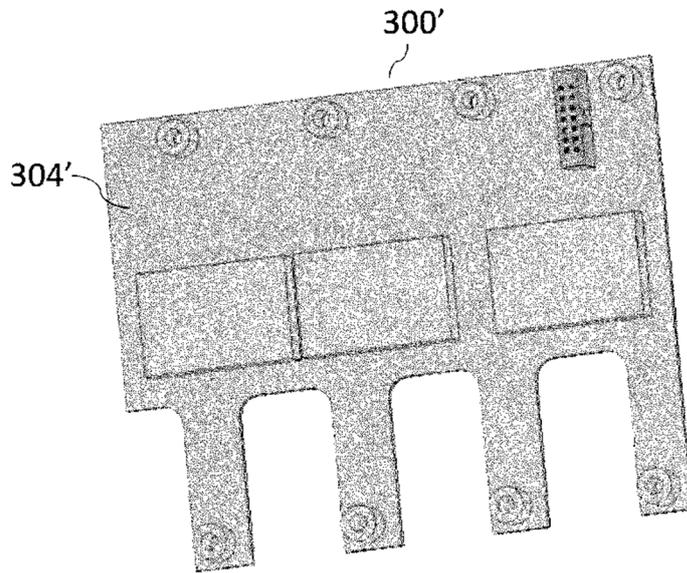


Fig. 3d

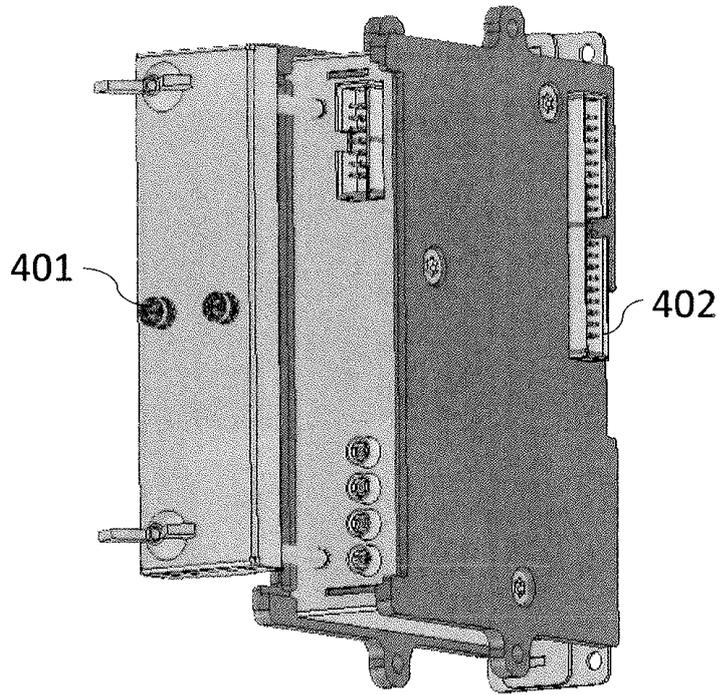


Fig. 4a

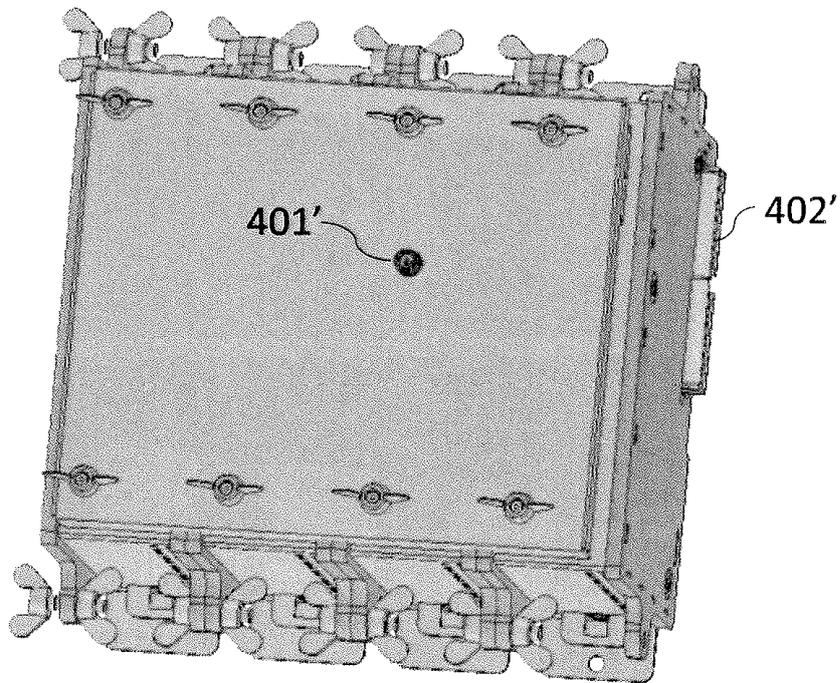


Fig. 4b

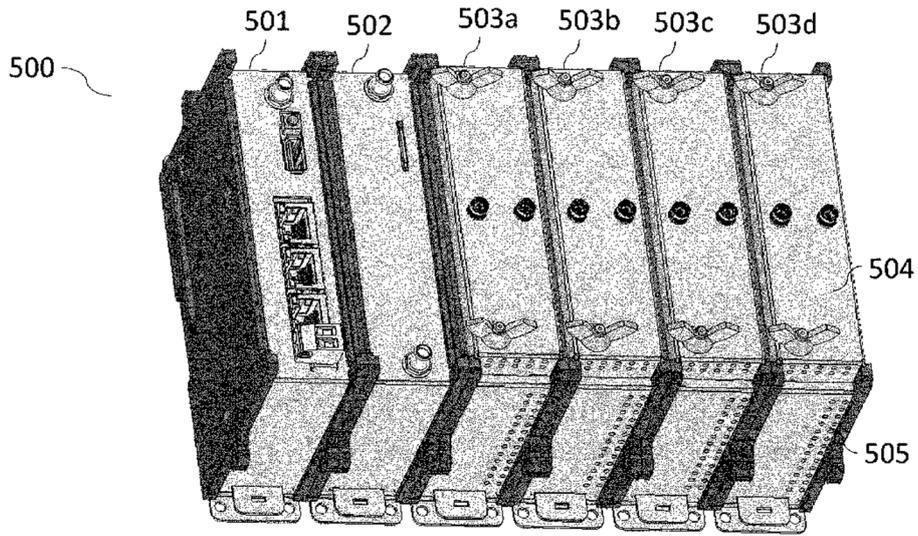


Fig. 5a

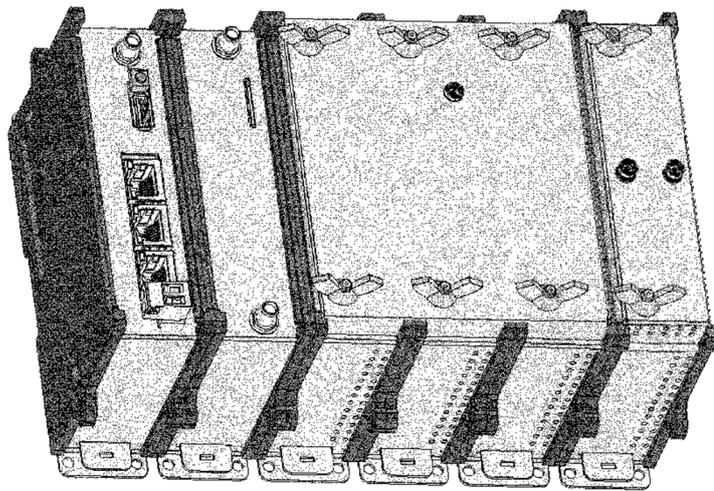


Fig. 5b

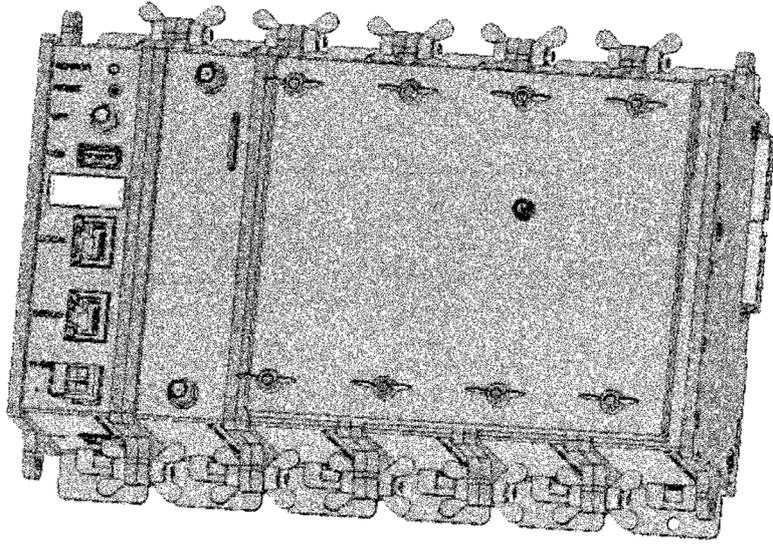


Fig. 5c