

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 897**

51 Int. Cl.:

**G06K 19/07** (2006.01)

**G06K 7/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.09.2015 E 15183311 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.08.2018 EP 2993626**

54 Título: **Etiqueta de sensor RFID pasivo**

30 Prioridad:

**03.09.2014 FI 20145765**

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

**13.02.2019**

73 Titular/es:

**METSO OYJ (100.0%)  
Töölönlahdenkatu 2  
00100 Helsinki, FI**

72 Inventor/es:

**NIKUNEN, JOONA y  
VIIKARI, VILLE**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 699 897 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

Etiqueta de sensor RFID pasivo

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a sensores inalámbricos pasivos, particularmente sensores de identificación por radiofrecuencia (RFID) pasivos, sistemas de sensores RFID y lectores RFID para etiquetas de sensor RFID pasivos.

**Antecedentes de la invención**

10 El sensor es un dispositivo que transforma una cantidad medida en un formato legible, típicamente en una señal eléctrica. Hoy en día, existen sensores disponibles comercialmente para virtualmente cualquier propósito de medición. Según la conectividad, los sensores se pueden dividir en sensores inalámbricos y cableados. Los sensores cableados se conectan mediante arneses de cableado o conjuntos de cables a un dispositivo lector. Los sensores inalámbricos se pueden leer sin una conexión física al sensor, y a menudo se realizan equipando el sensor con un transceptor de radio. La señal de radio transmitida es interpretada por un receptor que convierte la señal inalámbrica en una salida deseada. El funcionamiento inalámbrico puede ser beneficioso en muchas aplicaciones, en donde la conexión cableada es difícil, por ejemplo, debido a las duras condiciones de operación (como la temperatura y la presión), las piezas giratorias o el coste y la complejidad del cableado. Sin embargo, los sensores inalámbricos también tienen algunos inconvenientes, tales como una vida útil limitada debido a la batería, la distancia de lectura limitada debido a atenuación e interferencia, los problemas de seguridad debidos a la propagación incontrolable de la señal y la velocidad de comunicación potencialmente baja. Según la fuente de alimentación y el principio de comunicación, los sensores inalámbricos se pueden dividir en tres categorías: sensores activos, sensores semipasivos y sensores pasivos.

15 Los sensores inalámbricos activos generalmente tienen un transceptor de radio y una batería incorporada que se utiliza para alimentar el transceptor. Los sensores inalámbricos activos, que tienen sus propias fuentes de energía, pueden usar transmisores potentes y receptores sensibles. Sin embargo, la batería incorporada limita la vida útil y también aumenta el tamaño y el peso. Debido a un circuito más complejo, el precio de un sensor activo puede ser mucho más alto que el de un sensor pasivo.

20 Los sensores inalámbricos semipasivos no contienen un transceptor de radio, pero están equipados con una batería. La batería se utiliza para alimentar un circuito integrado (IC) y permite que los sensores funcionen independientemente del dispositivo lector o que mantengan la memoria en el sensor. Los sensores semipasivos asistidos por batería utilizan una técnica modulada de retrodispersión para la comunicación. Esto significa que los sensores semipasivos no requieren ninguna energía de la batería incorporada para la transmisión, sino que el sensor simplemente refleja parte de la energía emitida por el dispositivo lector.

25 A diferencia de los sensores activos y semipasivos, los sensores pasivos no requieren una batería incorporada. Por lo tanto, pueden ser menos complejos, más pequeños, más baratos y su vida útil no está limitada por la fuente de alimentación. La distancia de lectura típica de los sensores inalámbricos pasivos es de entre 10 cm y 3 m. Los sensores inalámbricos pasivos se pueden dividir en cuatro categorías principales: etiquetas de identificación por radiofrecuencia (RFID), sensores del circuito de resonancia eléctrica, onda acústica de superficie (SAW), sensores de armónicos y sensores de intermodulación.

30 RFID es una tecnología de identificación que utiliza ondas de radio para comunicarse entre etiquetas y un lector y se utiliza para identificar elementos. Existen algunas ventajas de la identificación de RFID sobre el código de barras óptico ya que no se requiere visibilidad entre el dispositivo lector y la etiqueta, y el lector RFID también puede leer cientos de etiquetas a la vez. Las etiquetas RFID pasivas utilizan el principio de comunicación de retrodispersión modulada que se ilustra en la figura 1. Cuando una etiqueta 10 se comunica con un lector RFID 11, éste modula la señal recibida 12 y refleja una parte de la misma 13 de vuelta al lector. Una etiqueta pasiva típica consiste en una antena conectada a un microchip específico de la aplicación. Cuando es interrogado de forma inalámbrica por un transceptor o lector RFID, la antena de etiqueta RFID recibe señales de energía y RF del lector RFID y las proporciona al chip. El chip procesa las señales y envía los datos solicitados al lector RFID. La señal retrodispersada se modula de acuerdo con los datos transmitidos. La frecuencia de operación más alta y la distancia de lectura de RFID están limitadas por la potencia rectificadora para el circuito integrado (IC) y son de unos pocos GHz y 5-10 m, respectivamente.

35 La RFID se utiliza principalmente para la identificación. Las etiquetas RFID están equipadas con una memoria regrabable, que permite las funciones de reutilización de las etiquetas RFID, pero no son útiles para medir cantidades externas. La RFID también ha demostrado ser adecuada para la detección al equipar una etiqueta RFID con un sensor externo y lógica digital con el fin de leer el sensor externo. La ventaja de este enfoque es que usaría un elemento sensor genérico y, por lo tanto, sería adecuado para una amplia gama de aplicaciones. Sin embargo, en este enfoque, se han de incluir un convertidor A/D y un circuito digital adicionales en la etiqueta para permitir la lectura del sensor. El aumento del consumo de energía debido a la electrónica adicional reduce significativamente el rango de lectura (por ejemplo, de 5 a 0,3 m con un convertidor A/D de 8 bits). Un elemento sensor adicional aumenta aún más el consumo de energía. Las consideraciones de implementación del convertidor A/D y los circuitos digitales

adicionales se tratan en [1]: Capítulo 9 “Etiquetas RFID inteligentes”, en el libro “Desarrollo e implementación de tecnología RFID”, ISBN 978-3-902613-54-7, febrero de 2009, I-Tech, Viena, Austria. [http://www.intechopen.com/books/development\\_and\\_implementation\\_of\\_rfid\\_technology](http://www.intechopen.com/books/development_and_implementation_of_rfid_technology).

5 El documento US2013/0099897 revela un lector RFID, un chip RFID y una antena acoplada eléctricamente al chip RFID y configurada para recibir señales y transmitir señales al lector RFID. El chip RFID está provisto de una interfaz eléctrica para un material de detección. El chip RFID está configurado para modular una señal recibida de un lector y para excitar el material de detección con la señal modulada. El material de detección tiene una propiedad eléctrica variable, de tal manera que la señal modulada retrodispersada cambiará de acuerdo con la condición del material de detección. Independientemente de la naturaleza del material de detección, éste interactúa con la señal modulada  
10 procedente del chip RFID y devuelve la señal al chip RFID. La señal devuelta se hace pasar del chip RFID a la antena a través del modulador de retrodispersión y luego se transmite al lector RFID. Alternativamente, la señal procesada por el material de detección se usa para modular la impedancia de entrada del chip RFID, retrodispersándose por la antena una señal procedente del chip RFID al lector RFID para determinar la condición del material de detección.

15 El documento US 2011/0301903 propone calibrar el sensor de un transpondedor, por ejemplo, un sensor en una etiqueta RFID, durante su uso en lugar de en un paso de calibración adicional en el fabricante, ahorrando así el coste relacionado. Las condiciones iniciales de muchos productos, que deben ser vigilados por un sensor, están bien definidas y son conocidas por el fabricante de los productos. Los ejemplos de tales condiciones iniciales incluyen las siguientes: la temperatura en el almacén refrigerado, donde se almacenan los productos entre la producción y el  
20 envío; el valor de pH de un líquido tal como la leche y el vino; la composición de los gases en un recipiente que ha sido envasado en condiciones ambientales controladas. Estas condiciones bien definidas se pueden usar como referencia para la calibración del sensor. Por consiguiente, en la invención, el sensor se calibra contra una referencia que en si es característica del entorno del uso operacional del sensor.

25 Chen y otros, en Acoplamiento de sensores pasivos a etiquetas UHF RFID, Simposio de radio e inalámbrico (RWS), 2012 IEEE, 15-18 de enero de 2012, Santa Clara, 255-258, explora la posibilidad de acoplar datos de sensor pasivo a etiquetas UHF RFID existentes sin diseñar una nueva etiqueta ASIC. El sistema UHF RFID existente puede utilizarse para transmitir datos adicionales mediante la superposición de un bucle de acoplamiento en la antena de la etiqueta y la modulación de una retrodispersión vectorial. La impedancia del sensor pasivo que lleva los datos del sensor influye en el valor de la amplitud y la fase de la retrodispersión. Para la transmisión de los datos del sensor  
30 pasivo, la carga del módulo de acoplamiento del sensor pasivo se conmuta entre estas tres cargas para proporcionar la conexión a una de las dos impedancias de referencia o al sensor pasivo. Con dos impedancias de referencia, se determina la impedancia del sensor pasivo.

35 Guerin y otros, en Un sensor de temperatura y gas integrado en una etiqueta UHF RFID de 915 MHz, Tecnología y sistemas de información inalámbrica (IC-WITS), Conferencia Internacional IEEE 2010, Honolulu, 28 de agosto de 2010, 28 de agosto-3 de septiembre de 2010, revela un sensor inalámbrico pasivo que utiliza el principio de retrodispersión modulada. La señal de modulación es generada por un oscilador controlado en tensión cuya tensión de control y, por lo tanto, la frecuencia de salida está concebida para cambiar en función del valor de sensor. El documento US 2007182549 A1 revela elementos de detección incorporados en etiquetas RFID. Los valores del sensor son enviados de vuelta al interrogador codificados en un ancho de pulso de un pulso inicial de un código  
40 digital.

El documento, en tramitación con la presente, PCT/FI2013/051214 revela un diseño de sensor inalámbrico pasivo que permite una distancia de lectura radicalmente mayor de sensores inalámbricos pasivos. La señal de modulación es generada por un oscilador que incluye un elemento de detección como parte de un circuito oscilante, de tal manera que la frecuencia de modulación depende de un valor detectado del elemento de detección. Por lo tanto, el  
45 valor de sensor se traduce en una frecuencia de señal analógica modulada que se puede generar sin una conversión de AD que consuma energía y con un número mínimo de componentes adicionales. Como resultado, la distancia de lectura se puede aumentar hasta varios metros, hasta una escala de una habitación.

Debido a las cortas distancias de lectura, no ha habido necesidad de gestionar varias etiquetas de sensor inalámbrico pasivo dentro del alcance de un lector. Todos los sensores inalámbricos pasivos disponibles en la  
50 actualidad son sensores de un solo propósito que se pueden usar con un lector dedicado.

La tecnología UHF RFID (tal como la a) ha abordado la mayoría de los problemas relacionados con la lectura de múltiples etiquetas inalámbricas. Sin embargo, como no ha habido necesidad de pensar en sensores remotos, todas las soluciones RFID han superado los problemas de conversión de valores de sensores, compensaciones de temperatura o una calibración, por ejemplo.

55 Por lo tanto, existe la necesidad de proporcionar métodos, rutinas y disposiciones para gestionar y leer múltiples sensores inalámbricos pasivos que tengan diferentes características de sensor.

#### Breve descripción de la invención

Un aspecto de la presente invención es una mejora de la precisión y el rango de lectura de una etiqueta de sensor RFID pasivo.

La invención se refiere a un chip transpondedor integrado de identificación por radiofrecuencia pasivo (RFID) de acuerdo con las reivindicaciones independientes adjuntas 1 y 2.

5 Las realizaciones preferidas de la invención se revelan en las reivindicaciones dependientes.

Un aspecto de la invención es un chip transpondedor de identificación por radiofrecuencia pasivo (RFID) integrado que comprende

un rectificador que genera una potencia eléctrica para el chip a partir de una señal de radiofrecuencia (RF) recibida,

un modulador de retrodispersión para la comunicación con un principio de retrodispersión,

10 un oscilador de etiqueta para generar una frecuencia de modulación de retrodispersión,

una carga de referencia, preferiblemente un resonador de referencia,

medios de selección para conectar selectivamente la carga de referencia o al menos un par de un resonador interno o externo y un elemento de detección externo para cargar el oscilador de la etiqueta, detectando cada elemento de detección externo una variable predeterminada, y en los que

15 el oscilador de etiqueta es capaz de generar una cualquiera de las frecuencias nominales de modulación de retrodispersión definidas para un sistema RFID respectivo, cuando se conecta la carga de referencia para cargar el oscilador de etiqueta, y

el oscilador de etiqueta está concebido para generar un valor predeterminado de una de las frecuencias nominales de modulación de retrodispersión, cuando el al menos un par del resonador interno o externo y el elemento de sensor externo están conectados para cargar el oscilador de etiqueta.

20

Otro aspecto de la invención es un chip transpondedor de identificación por radiofrecuencia pasivo (RFID) integrado que comprende

un rectificador que genera una potencia eléctrica para el chip a partir de una señal de radiofrecuencia (RF) recibida,

un modulador de retrodispersión para la comunicación con un principio de retrodispersión,

25 un oscilador de etiqueta dispuesto para generar una predeterminada de unas frecuencias nominales de modulación de retrodispersión definidas para un sistema RFID respectivo, cuando al menos un elemento de detección externo o al menos un par de un resonador interno o externo y un elemento sensor externo están conectados para cargar el oscilador de etiqueta,

30 un oscilador de referencia capaz de generar una cualquiera de las frecuencias nominales de modulación de retrodispersión definidas para un sistema RFID respectivo,

medios de selección para seleccionar el oscilador de referencia o el oscilador de etiqueta para proporcionar la frecuencia de modulación de retrodispersión al modulador de retrodispersión.

35 En una realización, la frecuencia de modulación de retrodispersión del oscilador de etiqueta está concebida para variar dependiendo de un valor detectado de la variable predeterminada dentro de una tolerancia de frecuencia permitida de dicha una predeterminada de las frecuencias nominales de modulación de retrodispersión.

En una realización, el chip transpondedor comprende terminales de contacto a los que se pueden conectar al menos un elemento de detección externo y/o al menos un par de un elemento de detección externo y un resonador externo.

En una realización, el chip transpondedor comprende terminales de contacto a los que se pueden conectar al menos un par de elementos de detección externos y un resonador LC externo.

40 En una realización, el oscilador de etiqueta en combinación con un par de un resonador externo y un elemento de detección externo es un oscilador LC.

En una realización, el chip transpondedor comprende un resonador interno y terminales de contacto a los que se puede conectar un elemento de detección externo para formar un par del resonador interno y el elemento de detección externo.

45 En una realización, el chip transpondedor comprende un resonador interno y terminales de contacto a los que se puede conectar un elemento de detección capacitivo externo para formar un par del resonador interno y el elemento de detección externo.

En una realización, el oscilador de etiqueta en combinación con un par de un resonador interno y un elemento sensor externo es un oscilador RC.

En una realización, el oscilador de etiqueta en combinación con la carga de referencia es un oscilador RC.

5 En una realización, la frecuencia de modulación de retrodispersión del oscilador de etiqueta en combinación con la carga de referencia está configurada para tener una correlación predeterminada de temperatura-frecuencia.

En una realización, la carga de referencia es un resonador o un sensor de temperatura o una combinación de los mismos.

En una realización, la frecuencia de modulación de retrodispersión del oscilador de referencia está configurada para tener una correlación de temperatura-frecuencia predeterminada.

10 En una realización, el chip transpondedor comprende un almacenamiento de energía adicional, preferiblemente como un condensador con gran capacitancia, para recolectar y almacenar una mayor cantidad de energía de la señal de RF recibida durante un periodo de tiempo más largo.

En una realización, el chip transpondedor comprende una antena interna y/o terminales de contacto a los que se puede conectar una antena externa.

15 En una realización, las frecuencias nominales de modulación de retrodispersión incluyen una o más de 640 kHz, 320kHz, 256kHz y 40kHz.

Un aspecto de la invención es una etiqueta de sensor RFID pasivo, que comprende un elemento portador, un chip transpondedor unido al elemento portador y al menos un elemento de detección externo y/o al menos un resonador externo unido al elemento portador y conectado eléctricamente a los terminales de contacto del chip transpondedor.

20 En una realización, una etiqueta de sensor RFID pasivo comprende además una antena externa unida al elemento portador y conectada eléctricamente al chip transpondedor.

En una realización, el al menos un resonador externo comprende uno o más de un resonador LC, resonador MEMS (sistemas microelectromecánicos), resonador SAW (onda acústica de superficie), resonador BAW (onda acústica masiva).

25 En una realización, el al menos un elemento de detección externo comprende uno o más de un sensor de descarga eléctrica, un sensor de esfuerzo, un sensor de desgaste, un sensor de humedad, un sensor de pH, un sensor de presión, un sensor de humedad, un sensor de presión, un sensor de gas, un sensor de calidad, un sensor de posición, un sensor de vibración.

#### **Breve descripción de los dibujos**

30 A continuación, la invención se describirá con mayor detalle por medio de realizaciones preferidas con referencia a los dibujos, en los que

La figura 1 ilustra el principio de comunicación de retrodispersión en un sistema RFID;

La figura 2A es un diagrama de bloques funcional que ilustra un ejemplo de una arquitectura de etiqueta RFID;

La figura 2B ilustra un diseño de ejemplo de una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo;

35 La figura 2C ilustra otro diseño de ejemplo de una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo;

La figura 2D ilustra aún otro diseño de ejemplo de una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo;

La figura 2E ilustra otro diseño de ejemplo de una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo;

La figura 2F ilustra un ejemplo de una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo que tiene un chip RFID y un resonador/sensor externo unidos sobre un sustrato portador;

40 La figura 3A es un gráfico espectral que ilustra el principio de comunicación para un sensor RFID;

Las figuras 3B y 3C son gráficos que ilustran ejemplos curva de correlación de frecuencia de modulación - valor de sensor para un sensor de presión y un sensor de gas, respectivamente;

La figura 3D ilustra información de configuración de sensor a modo de ejemplo que puede proporcionarse o almacenarse para un sensor RFID;

45 La figura 4 es un diagrama de bloques funcional que ilustra un ejemplo de una arquitectura de lector RFID;

La figura 5 ilustra un ejemplo de almacenamiento de una tabla de correlación de valor-frecuencia-sensor en varias ubicaciones diferentes;

La figura 6 es un diagrama de sistema que ilustra un ejemplo de un sistema con etiquetas multisensor;

5 La figura 7 es un diagrama de señalización que ilustra ejemplos de un procedimiento para hacer un inventario, consultar datos de correlación de valor-frecuencia-sensor de una etiqueta y leer un valor detectado; y

Las figuras 8A y 8B son diagramas de señalización que ilustran ejemplos de un procedimiento para leer un sensor activo y cambiar un sensor activo en la etiqueta.

### Descripción detallada de la invención

10 Con referencia a la figura 1, un sistema RFID típicamente comprende dos componentes básicos: un transpondedor o etiqueta RFID 10, que se ubica en el objeto que se ha de identificar o en un punto de medición; un interrogador o lector RFID 11, que realiza la interrogación de las etiquetas RFID. En un sistema RFID pasivo, el lector RFID 11 proporciona a la etiqueta 10 la potencia esencial para que pueda realizar la modulación de la señal de interrogación del lector. En el caso de las etiquetas de sensor RFID, además de proporcionar sólo una fuente de energía y un medio para que las etiquetas RFID 10 funcionen y transmitan datos, un lector RFID 11 puede realizar la transmisión de datos, que se implementa, en la mayoría de los casos, como una modulación de la señal portadora, hacia las etiquetas 10.

15 La figura 2A muestra un diagrama de bloques funcional que ilustra otro ejemplo de arquitectura de etiquetas de identidad por radiofrecuencia (RFID). En el ejemplo ilustrado, la etiqueta RFID 10 puede comprender una antena 21 que directamente adaptada a la impedancia del extremo frontal de la etiqueta (no se muestra el circuito de adaptación) para comunicarse con un lector RFID 11; un extremo frontal de RF analógico que puede contener típicamente circuitos de rectificador 22 para convertir la potencia de RF en una corriente continua (CC), un generador de reloj u oscilador 23, un modulador de retrodispersión 24 y un demodulador 25. El generador de reloj 23 también puede proporcionar un reloj o relojes de onda cuadrada a la etiqueta. En las etiquetas RFID convencionales, donde no hay un oscilador presente en la etiqueta, el generador de reloj 23 puede generar el reloj a partir de la frecuencia de RF recibida, por ejemplo, mediante circuitos divisores. También puede haber una parte lógica o un módulo de control digital 26 que puede configurarse para proporcionar las funciones deseadas, tales como manejar órdenes de interrogación, ejecutar el protocolo anticolidión, realizar la verificación de integridad de datos, ejecutar operaciones de memoria de lectura-escritura, y realizar el control de salida y flujo de datos. La implementación lógica generalmente sigue un estándar definido y un cierto protocolo asociado. Además, puede proporcionarse un almacenamiento de memoria 27. Dependiendo de los requisitos del usuario, es posible que se necesite un almacenamiento de memoria no volátil si se implementa la capacidad de lectura/escritura.

20 Como se mencionó anteriormente, las etiquetas RFID pasivas utilizan el principio de retrodispersión modulada para la comunicación. Cuando una etiqueta se ilumina con una señal de RF CW transmitida desde el lector, la etiqueta modula la señal recibida y refleja una parte de ella al lector. El sensor RFID se activa utilizando una señal de onda portadora (CW) de radiofrecuencia (RF) transmitida desde el lector 11. En primer lugar, la señal de RF se convierte en tensión de CC mediante un rectificador 22. La tensión rectificada conecta un oscilador 23, que produce una señal sinusoidal de baja frecuencia fOSC en su salida. Finalmente, la señal de oscilación fOSC se alimenta al modulador de retrodispersión 24 para realizar el principio de retrodispersión. El modulador 24 modula las señales, y las que regresan a la antena 21 dependen de la adaptación entre la antena y el rectificador 22/modulador 24. Como consecuencia, hay bandas laterales o subportadoras fCW-fOSC y fCW + fOSC en la señal retrodispersada del sensor, como se ilustra en la figura 3A, fCW y fOSC representan la frecuencia portadora y la frecuencia de oscilación, respectivamente. Las bandas laterales o subportadoras están desplazadas de la portadora fCW en la frecuencia de oscilación fOSC. La frecuencia de oscilación fOSC también puede denominarse como frecuencia de modulación de retrodispersión o una frecuencia de subportadora.

25 La generación de frecuencia de reloj 23 puede realizarse con un oscilador cuya frecuencia depende de un valor detectado. Esto permite las características sofisticadas de RFID y la posibilidad de medir cantidades externas sin conversión de AD. En realizaciones de ejemplo, un elemento de detección (por ejemplo, como se ilustra en un elemento de detección 32 en la figura 2A) está configurado para ser una parte elemental de un circuito oscilante de un oscilador de etiqueta de tal manera que la salida de frecuencia de modulación del oscilador depende de un valor detectado, es decir, un rango de valores de la cantidad detectada se asigna a un rango de frecuencia de oscilación. Esto permite la posibilidad de medir cantidades externas sin prácticamente ningún componente extra que consuma energía y la posibilidad de medir cantidades externas sin reducir la distancia de lectura. El concepto es compatible con las etiquetas RFID existentes. Los ejemplos de osciladores aplicables pueden incluir un oscilador RC, un oscilador en anillo, un oscilador LC, un oscilador RLC o cualquier otro oscilador basado en resonantes, tal como un oscilador basado en resonadores MEMS (sistemas microelectromecánicos), SAW (onda acústica de superficie) y BAW (onda acústica masiva). La ventaja de un oscilador RC es que puede integrarse mientras que puede tener un mayor consumo de energía y, por lo tanto, la distancia de lectura puede reducirse en comparación con un oscilador LC o un oscilador RLC, por ejemplo.

Debería apreciarse que la intención no es restringir la invención a ningún tipo particular de etiquetas de sensor RFID, ni a cualquier forma particular de cambiar la frecuencia de modulación de una señal retrodispersada por una etiqueta de sensor. Sin embargo, las realizaciones de la invención son particularmente ventajosas en aplicaciones en las que un oscilador de frecuencia de modulación de una etiqueta se carga directamente con un elemento de detección que sintoniza la frecuencia de oscilación, es decir, el elemento de detección es operativamente parte del oscilador.

La figura 2B ilustra un diseño de ejemplo de una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo de acuerdo con el primer aspecto de la invención. El sensor inalámbrico puede formarse en un único sustrato semiconductor (por ejemplo, un sustrato de silicio) o chip 36. El precio de fabricación del dispositivo es proporcional al tamaño del dispositivo en el sustrato 36, por lo que es deseable minimizar el tamaño. En el ejemplo, el tamaño es de aproximadamente 1 mm x 2,5 mm. La etiqueta de sensor inalámbrica puede incluir circuitos y funciones RFID normales (como el rectificador/modulador/demodulador 24/25, la lógica 26 y la memoria 27), así como un generador u oscilador 23 de reloj cargado por sensor, como los descritos en otras realizaciones de ejemplo. También puede haber una fuente de alimentación 35 (como un rectificador 22) para generar la(las) tensión(es) de operación apropiadas para el circuito a partir de la potencia de RF recibida. También puede haber un almacenamiento de energía adicional 35A (tal como un condensador con gran capacitancia) para recolectar y almacenar una mayor cantidad de energía de la potencia de RF recibida durante un período de tiempo más largo. El mayor almacenamiento de energía 35A puede ser necesario para los elementos sensores con alto consumo de energía, por ejemplo, un sensor de gas.

Un elemento sensor 32 puede estar integrado con el oscilador 23 o puede ser un elemento separado conectado para funcionar como parte del oscilador. En el diseño de ejemplo ilustrado en la figura 2B, un elemento sensor 32 puede fabricarse en una matriz separada 38 que es diferente de una matriz 37 sobre la que se hacen los otros componentes de la etiqueta de sensor inalámbrica 10. La técnica de fabricación de un elemento sensor 32 puede variar de un tipo de elemento sensor a otro. El elemento sensor 32 puede diseñarse y fabricarse sin restricciones debido a las técnicas de fabricación y los requisitos de los otros componentes de la etiqueta de sensor inalámbrica, que pueden ser sustancialmente iguales para todos los tipos de elementos sensores.

Opcionalmente, también puede haber una parte de resonador 31 del oscilador 23, si se necesita un elemento de resonador separado, como se ilustra con una línea discontinua. El resonador 31 puede sintonizarse y diseñarse para funcionar con el elemento sensor específico 32 en cuestión. Tener una matriz separada para cada par de un resonador 31 y un elemento sensor 32 puede permitir una funcionalidad y precisión óptimas de detección, así como un tamaño óptimo del elemento de resonador y de sensor. Los sensores inalámbricos pasivos para diferentes cantidades de medición pueden proporcionarse fácilmente haciendo diferentes pares sintonizados diferentes de resonadores 31 y elementos sensores 32. Asimismo, se pueden hacer otros componentes o estructuras específicas del elemento sensor en la matriz 38 con el elemento sensor 32, tal como el mayor almacenamiento de energía 35A (que se puede omitir de la matriz 37 de componentes básicos para ahorrar en tamaño y precio de las etiquetas de sensor que no requieren energía extra).

Las especificaciones RFID generalmente requieren que una etiqueta RFID sea compatible con todo el rango de frecuencia de modulación del sistema RFID, por ejemplo, la norma ISO 18000-6C define un rango de frecuencia de modulación de 40 -640 kHz. En otras palabras, una etiqueta RFID debe responder a una señal del lector en cualquier frecuencia de modulación dentro del rango de frecuencia definido. Sin embargo, es un desafío para un oscilador 23 soportar un rango de frecuencia tan amplio, así como proporcionar una transmisión de datos de detección precisa al cambiar la frecuencia de oscilación de una señal retrodispersada por un elemento de detección. El oscilador 23 con un resonador 31 y un elemento sensor de carga 32 puede optimizarse para operar dentro de un rango de frecuencia estrecho en una frecuencia resonante específica o rango de frecuencia de oscilación, tal como  $256 \text{ kHz} \pm 10\% = 226\text{-}281\text{kHz}$ . Por lo tanto, existen requisitos contradictorios para el oscilador 23 de la etiqueta 10.

Según un aspecto de la invención, una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo también puede incluir un oscilador de referencia, tal como un oscilador de referencia 23-ref, o una carga de referencia, tal como un resonador 31-ref o un sensor de referencia 32-ref que se puede hacer preferiblemente en la matriz 37. El oscilador 23 se puede conectar selectivamente a la carga de referencia 31-ref/32-ref y el resonador o resonadores 31, o el sensor o sensores 32, de uno en uno. La carga de referencia 31-ref/32-ref puede implementarse y configurarse de tal manera que la combinación del oscilador 23 y la carga de referencia 31-ref/32-ref proporcione una operación de etiqueta RFID que cumpla con los requisitos de la n operación en un rango amplio de frecuencias de oscilación requerido por las especificaciones RFID relevantes. La combinación del oscilador 23 y la carga de referencia 31-ref/32-ref puede implementarse como un oscilador RC o un oscilador en anillo, por ejemplo, que puede integrarse fácilmente en un chip integrado. La carga de referencia 31-ref/32-ref puede comprender tanto un resonador de referencia 21-ref como un sensor asociado, tal como un sensor de temperatura. La combinación del oscilador 23 y la carga de referencia 31-ref/32-ref puede usarse durante una comunicación inicial con un lector 11 cuando el lector 11 hace un inventario de etiquetas de sensor inalámbrico pasivo dentro del rango de lectura y recopila información específica de etiquetas de sensor, o durante el procedimiento de calibración, por ejemplo. La combinación del oscilador 23 y la carga de referencia 31-ref/32-ref se puede optimizar para este propósito y permite que la etiqueta reaccione adecuadamente a las órdenes del lector a cualquier frecuencia de oscilación de la portadora fosc utilizada por el lector. El resonador o resonadores 31 y el sensor o sensores 32 reales pueden configurarse u optimizarse para la detección y, por lo tanto, pueden ser menos adecuados para la comunicación inicial o la toma de contacto con el lector 11. Lo mismo se aplica a un resonador 31 específico de sensor. Por lo tanto, puede ser ventajoso usar el sensor o sensores reales 32

o el resonador o resonadores 31 con el oscilador 23 para transferir solamente los valores detectados; por ejemplo, después de la comunicación inicial cuando la etiqueta de sensor inalámbrico pasivo 10 está lista y/o mandada para enviar los valores reales del sensor.

5 En una realización, se puede proporcionar un oscilador de referencia 23-ref además del oscilador 23. El oscilador de referencia 23-ref puede configurarse para operar en vez del oscilador 23 para cumplir con las especificaciones RFID de una manera similar a la explicada para la combinación del oscilador 23 y la carga de referencia 31-ref/32-ref anterior. Sin embargo, el uso de un oscilador 23 conectable de forma selectiva a la carga de referencia 31-ref/32-ref y al(los) resonador(es) real(es) 31 o al(los) sensor(es) 32 puede dar como resultado en un menor tamaño y coste de fabricación del chip RFID.

10 Como se mencionó anteriormente, las etiquetas de sensor RFID convencionales transfieren los datos de medición del sensor como valores digitales modulados en una subportadora de frecuencia de oscilación fija (dentro de una tolerancia), por ejemplo, con modulación de cambio de fase binaria (BPSK) o modulación de cambio de amplitud (ASK). Por lo tanto, una posible deriva de la frecuencia de oscilación debido a la temperatura no afecta a los valores del sensor transmitidos. Solo un elemento de detección mismo, tal como un sensor de presión, puede requerir  
15 calibración durante la fabricación o el uso, por ejemplo, como se propone en US 2011/0301903.

En realizaciones de la invención, la frecuencia del oscilador fosc se genera con un oscilador cuya frecuencia varía dependiendo de un valor detectado, tal como una presión. Un cambio en el valor detectado, tal como un valor de presión, causa un cambio en la frecuencia de oscilación fosc. Si la frecuencia de oscilación se desplaza o varía también debido a la dependencia de la temperatura del oscilador 23, habrá un error en la frecuencia de oscilación  
20 recibida y, por lo tanto, en el valor detectado por el lector. Por lo tanto, desde el punto de vista de la precisión, puede ser crucial distinguir entre la variación de frecuencia de oscilación causada por cambios en la cantidad detectada real y entre la variación de frecuencia de oscilación causada por la dependencia de la temperatura de un oscilador. Se ilustra en la figura 3B y se describirá a continuación un ejemplo de una dependencia de la temperatura de la frecuencia de modulación fosc.

25 Por lo tanto, de acuerdo con un aspecto adicional de la invención, el oscilador de referencia 23-ref o la carga de referencia 31-ref/32-ref pueden usarse para la compensación de temperatura, como alternativa o además de otros usos. Por ejemplo, la dependencia de la temperatura de la frecuencia de oscilación fosc del oscilador 23 utilizada con la carga de referencia 31-ref/32-ref puede ser predefinida o conocida y, por lo tanto, se puede determinar la temperatura de la etiqueta de sensor inalámbrico pasivo a partir de la frecuencia de oscilación fosc del oscilador 23,  
30 porque la frecuencia de oscilación fosc solo se ve afectada por una temperatura. El lector 11 puede entonces utilizar la información de temperatura obtenida para la compensación de temperatura y/o la calibración de la etiqueta y, en particular, la frecuencia de oscilación fosc del oscilador 23 cuando se usa con el resonador real 31, el sensor real 32 o un par del resonador 31 y el elemento sensor 32. De lo contrario, puede que no sea posible cancelar con precisión el efecto de la temperatura en el valor de una cantidad detectada.

35 De acuerdo con un aspecto de la invención, puede haber opcionalmente unos medios 39 para conectar selectivamente, de uno en uno, la carga de referencia 31-ref/32-ref, el sensor 32 o el par del resonador 31 y el elemento sensor 32 con el fin de cargar el oscilador 23 de tal manera que la salida de frecuencia de modulación del oscilador 23 dependa de un valor detectado de la variable predeterminada del elemento sensor 32. De manera similar, los medios 39 pueden estar dispuestos para conmutar entre el uso del oscilador 23 y el oscilador de referencia 23-ref. Un modo de oscilador con el oscilador de referencia 23-ref o la carga de referencia 31-ref/32-ref f  
40 conectados puede ser una configuración predeterminada del selector de sensor 39 en el inicio. A continuación, se dan ejemplos de los medios de selección 39 y su control.

La figura 2C ilustra otro diseño de ejemplo de una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo de acuerdo con un aspecto de la invención. En esta realización de ejemplo, una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo 10 puede estar provista de uno o más elementos sensores 32-1, 32-2, 32-3 y/o uno o más pares de un resonador sintonizado 31-1, 31-2, 31-3 y un elemento sensor 32-1, 32-2, 32-3, respectivamente. Además, el resonador se puede combinar con un componente discreto, tales como una bobina y un condensador. Esto puede ser necesario, si se necesitan grandes valores de inductancia. Cada elemento sensor o cada par de un resonador sintonizado y un elemento sensor se pueden hacer en una matriz dedicada separada 28, que ofrece las ventajas descritas anteriormente. Además, es fácil hacer etiquetas de sensor inalámbrico pasivo con diferentes números y diferentes combinaciones de cantidades detectadas, de acuerdo con las demandas de una aplicación en cuestión. Alternativamente o además de un elemento sensor incorporado o de un par de un resonador y un elemento sensor, se puede conectar un elemento sensor externo (no mostrado) a través de los terminales de conexión 40. Tal elemento sensor externo puede ser, por ejemplo, un sensor de posición de una válvula. También puede haber un resonador 31-ext sintonizado para el elemento sensor externo. Los componentes en la matriz 37 pueden ser similares a los ilustrados con referencia a la figura 2B, excepto que puede haber medios para conectar los elementos sensores y/o los pares de un resonador y un elemento sensor de forma selectiva, de uno en uno, con el fin de cargar el oscilador 23 de tal manera que la salida de frecuencia de modulación del oscilador 23 dependa de un valor detectado de la variable predeterminada del elemento sensor 32. En otras palabras, se puede seleccionar un elemento sensor o un par de un resonador y un elemento sensor para cargar al mismo tiempo el oscilador y, por lo tanto, afectar a la frecuencia de oscilación. De esta manera, el sensor puede equiparse con múltiples elementos de sensor que pueden leerse individualmente. Por  
55  
60



ejemplo, la etiqueta de sensor inalámbrica puede comprender un selector de elemento sensor 39, tal como un circuito de conmutación o un multiplexor analógico dispuesto para conectar selectivamente uno y desconectar los elementos restantes de los elementos de sensor y/o los pares de elementos resonador-sensor hacia y desde el oscilador 23. La habilitación, la conmutación o la conexión selectiva pueden llevarse a cabo de acuerdo con una secuencia predeterminada. Alternativamente, un dispositivo lector puede enviar a la etiqueta de sensor inalámbrica una orden que indica qué elemento sensor 32-1, 32-2, 32-N está activado o encendido. Por ejemplo, la lógica 26 puede recibir una orden de selección u activación del lector y controlar en consecuencia el selector 39.

El tamaño del chip RFID, formado en un sustrato semiconductor (por ejemplo, sustrato de silicio) o chip 36, y, por lo tanto, el coste de fabricación se reducen aún más en otro diseño de ejemplo de un sensor inalámbrico pasivo ilustrado en la figura 2D. Los mismos símbolos de referencia en la figura 2D y en las figuras 2A, 2B y 2C pueden referirse a funciones y estructuras similares. El circuito principal ilustrado en la figura 2D difiere de los circuitos ilustrados en las figuras 2A y 2B por que no se pueden implementar sensores internos (excepto posiblemente un sensor de temperatura o resonador para fines de compensación de temperatura) en un chip de etiqueta RFID integrado 36. El chip de etiqueta RFID integrado 36 comprende terminales de conexión 41A, 41B, 42A y 42B a los que se pueden conectar uno o más sensores externos 32 o pares de resonadores externos 31-1 y sensores 32-1. El chip RFID integrado 36 es preferiblemente un chip universal que puede comprender solo funciones y estructuras comunes a todas las aplicaciones de detección para implementar aspectos de la invención. Tales funciones y estructuras incluyen al menos el generador u oscilador de reloj 23 cuya salida de frecuencia depende de un valor detectado, es decir, se asigna un rango de valores de una cantidad detectada a un rango de oscilaciones de frecuencia de la etiqueta; una carga de referencia, tal como un resonador de referencia 31-ref; medios para conmutar una carga de referencia 31-ref, resonadores, sensores 32 o pares del resonador y el elemento sensor selectivamente, de uno en uno, con el fin de cargar el oscilador; y la memoria 27 que almacena información de correlación de frecuencia.

El chip de etiqueta RFID integrado 36 también puede comprender uno o más resonadores internos 31. Por ejemplo, se pueden conectar unos sensores capacitivos comunes para usar un resonador de chip interno 31. Por otro lado, los resonadores externos 31-1 pueden implementarse más fácilmente con componentes de mayor tamaño, tal como un resonador LC con un condensador grande y/o una bobina externa. Un resonador LC permite un sensor más preciso y un rango de lectura más largo. Los resonadores y sensores externos se pueden emparejar entre ellos.

La figura 2E ilustra aún otro diseño de ejemplo de una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo de acuerdo con un aspecto de la invención. Los mismos símbolos de referencia en la figura 2E y en las figuras 2A, 2B, 2C y 2D pueden referirse a funciones y estructuras similares. En esta realización de ejemplo, una etiqueta de sensor inalámbrico pasivo 10 puede estar provista de múltiples osciladores. El oscilador de referencia 23-ref puede proporcionarse como se discutió con respecto a diversas realizaciones de la invención. Un núcleo 23' de oscilador comprende una configuración de oscilador adecuada para operar con un par externo de pares de resonadores externos 31-1 y sensores 32-1 conectados a los terminales de conexión 41A y 41B. Básicamente, el núcleo 23' de oscilador es el oscilador 23 incorporado en el bloque 23 de generadores de reloj discutido con referencia a las figuras 2A, 2B, 2C y 2D de este documento, o similar al oscilador 23. Un oscilador 23-1 comprende una configuración de oscilador adecuada para operar con un sensor externo 32 conectado a unos terminales de conexión 42A y 42B. Básicamente, el oscilador 23-1 es el resonador 31 en combinación con el oscilador 23 incorporado al bloque 23 de generadores de reloj discutido con referencia a las figuras 2A, 2B, 2C y 2D del presente documento, o similar a la combinación del oscilador 23 y el resonador 31.

La figura 2F ilustra una etiqueta RFID pasiva de ejemplo que puede comprender un chip RFID 36 según aspectos de la invención, y una antena externa 21, así como un resonador externo 31-1 y/o un sensor externo 32-1 dispuesto en un sustrato portador común 45. La antena 21 y el resonador/sensor externo 31/32 se pueden hacer en el sustrato mediante la impresión de cableado conductor, o un dispositivo MEMS, por ejemplo. El chip RFID 36 se puede conectar a la antena 21 y al resonador/sensor 31/32 por medio de los respectivos terminales o conectores 41 o 42.

Según un aspecto de la invención, un sensor inalámbrico pasivo según el primer aspecto de la invención comprende información sobre la funcionalidad del sensor disponible en la etiqueta de sensor inalámbrica específica. Tal información puede incluir, por ejemplo, los elementos sensores disponibles (o un perfil de nodo sensor) en la etiqueta de sensor, los cálculos o los procedimientos necesarios para obtener los valores reales del sensor de los elementos sensores, el tiempo necesario para consultar a cada uno de los elementos sensores, un rango de valores del elemento sensor, información sobre el escalado de los valores del elemento sensor, unidades de los valores del elemento sensor, información de calibración, información de compensación de temperatura, etc. El perfil del nodo sensor puede definirse para indicar los tipos de elementos sensores en la etiqueta de sensor inalámbrica, y la etiqueta de sensor inalámbrica puede almacenar un identificador de perfil de nodo sensor en la memoria 26. Por lo tanto, puede reducirse la cantidad de información de sensor retrodispersada, y el lector puede utilizar el perfil de nodo sensor para obtener información más específica.

Un aspecto de la invención es un lector para un sensor inalámbrico pasivo de acuerdo con el otro aspecto de la invención. Generalmente, un lector RFID es un transmisor y receptor de radio especializado. Al igual que todos estos dispositivos, el lector debe generar señales en una frecuencia portadora fCW (por ejemplo, alrededor de 800-950 MHz para dispositivos UHF típicos) y modular esta señal portadora para transmitir información a las etiquetas. Para

etiquetas pasivas, el lector puede excitar las etiquetas con energía, recibir los resultados y manejar con frecuencia los algoritmos anticolidión de nivel bajo que permiten al lector leer más de una etiqueta a la vez. En los sistemas RFID simples, la señal de RF del lector es una señal de onda continua (CW) o una señal de encendido y apagado pulsada; en sistemas más sofisticados, la señal de RF del lector puede contener órdenes a la etiqueta, instrucciones para leer o escribir en la memoria de la etiqueta. El lector 11 puede recibir y amplificar selectivamente las respuestas de las etiquetas, y convertir la señal de la frecuencia portadora a las frecuencias mucho más bajas características de la información contenida en la señal recibida.

En la figura 4 se ilustra un diagrama de bloques general de un lector RFID de ejemplo. Un lector RFID 11 puede comprender dos secciones principales: un extremo frontal de radiofrecuencia (RF) 40 y una sección de control digital 41. El extremo frontal de radiofrecuencia (RF) 40 se utiliza para la transmisión y recepción de señales de RF. El extremo frontal de RF 40 puede comprender dos rutas de señal separadas que se corresponden con los dos flujos de datos direccionales desde y hacia el(los) sensor(es) 10 de RFID. Un modulador 401 puede modular una señal de oscilador local (la señal portadora de RF, la señal fCW) con datos de TX (tal como órdenes) procedentes de la sección de control digital 41, la señal modulada es amplificada por el amplificador de potencia 402, y la señal amplificada, es decir, la potencia de RF (potencia radiada isotrópica efectiva, EIRP) y la orden del lector posible se transmite vía la antena ANT al sensor 10 que se encuentra dentro de la zona de lectura o la zona de interrogación. El receptor recibe las señales analógicas retrodispersadas desde el sensor 10 a través de la antena ANT. Un acoplador o circulador direccional 403 separa la señal transmitida amplificada al sensor 10 y la señal débil retrodispersada recibida  $f_{cw} \pm f_{osc}$  del sensor 10. La señal recibida retrodispersada es débil y se pueden proporcionar amplificadores de bajo ruido para aumentar la amplitud de la señal recibida antes y después de demodular la señal en un demodulador 404. El demodulador 404 puede enviar los datos RX de la señal recibida demodulada a la sección de control digital 41. Se pueden usar diferentes técnicas de demodulación cuando se demodulan los datos recibidos del transpondedor o la etiqueta 10. Ejemplos de técnicas de modulación y demodulación utilizadas en los sistemas RFID incluyen la codificación de cambio de fase binaria (BPSK) y la codificación de cambio de amplitud (ASK). La intensidad de radiación de la antena del lector ANT determina el rango y la zona de interrogación. Dependiendo de las aplicaciones del sistema RFID, el lector RFID puede diseñarse de diferentes maneras en las que pueden variar la frecuencia de resonancia de la antena, la ganancia, la directividad y el patrón de radiación.

La sección de control 41 del lector RFID 11 puede realizar un procesamiento de señal digital y procedimientos sobre los datos recibidos (Rx) de la etiqueta RFID. Además, la sección de control 41 puede permitir al lector comunicarse con las etiquetas RFID de forma inalámbrica mediante la modulación, los procedimientos anticolidión y la decodificación de los datos recibidos de las etiquetas RFID 10. Estos datos generalmente se utilizan para consultar a las etiquetas (leer) o para reprogramar la etiqueta (escribir). La sección de control 41 (por ejemplo, un microprocesador) puede incluir generalmente un bloque 410 de procesamiento de señal digital (DSP), un bloque de memoria 412, un bloque de codificador 414, un bloque de decodificador 413 y un bloque de interfaz de comunicación 415. La sección de control 41 puede recibir la señal demodulada recibida del extremo frontal de RF 40, y convertirla en una señal digital equivalente. El decodificador 413 puede entonces decodificar la señal recibida a los datos de Rx y el DSP 411 puede realizar el procesamiento de datos para los datos de Rx. El bloque de memoria 412 puede almacenar diversos datos, tal como los datos Rx interrogados, los parámetros de configuración del lector, los parámetros específicos del sensor, etc. El codificador 413 de la sección de control 41 puede codificar datos de Tx y enviar los datos codificados al extremo frontal de RF 40 para modular la señal portadora, cuando la sección de control 41 quiere enviar un mensaje u orden a una etiqueta en particular o hacia todas las etiquetas 10 en la zona de interrogación. Además, la sección de control 41 puede controlar la potencia de transmisión de RF del extremo frontal de RF 40, por ejemplo, controlando la ganancia del amplificador de potencia 402. Todas las comunicaciones digitales RFID estándar pueden recibirse de los sensores o etiquetas inalámbricos RFID 10 en la frecuencia portadora  $f_{cw}$  (utilizando una técnica de modulación apropiada) y procesarse con el demodulador 404 y el decodificador 413. Toda la funcionalidad RFID común se puede implementar con un lector RFID comercial, tal como el módulo lector UHF RFID integrado de Mercury6e (M6e) de ThingMagic.

Como se discutió anteriormente, en un sensor inalámbrico pasivo de acuerdo con el primer aspecto de la invención, la frecuencia de oscilación  $f_{osc}$  del sensor inalámbrico puede hacerse dependiente o sensible de la cantidad medida. En otras palabras, la  $f_{osc}$  es proporcional a la cantidad detectada en cada momento específico. Como también se discutió anteriormente, la señal retrodispersada recibida es modulada por la  $f_{osc}$ , es decir, la señal retrodispersada recibida tiene una frecuencia  $f_{cw} \pm f_{osc}$ . Las bandas laterales están desplazadas de la portadora  $f_{cw}$  por la frecuencia de oscilación  $f_{osc}$ , como se ilustra en la figura 3A.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el lector 11 puede estar dispuesto para detectar el valor de la cantidad detectada basándose en la frecuencia de oscilación instantánea  $f_{OSC}$ . Por lo tanto, no se necesita una orden de acceso o lectura de la memoria de la etiqueta para leer un valor real del sensor. Por ejemplo, se puede proporcionar una entidad de adquisición de frecuencia  $f_{osc}$  405 para derivar la  $f_{osc}$ , o un parámetro que la represente, de la señal retrodispersada recibida. Esta información se puede proporcionar adicionalmente a la sección de control 41 como se ilustra mediante una señal 416. La entidad 405 puede derivar opcionalmente y proporcionar información adicional con respecto a la señal retrodispersada recibida, tal como un nivel de señal recibido, una relación señal/ruido (SNR) de la señal recibida, etc. La entidad  $f_{osc}$  puede comprender, por ejemplo, un mezclador descendente en el que la señal recibida  $f_{cw} \pm f_{osc}$  se mezcla con la portadora  $f_{cw}$ , de modo que se obtiene una señal de frecuencia de

oscilación fosc. La frecuencia  $f_{despl}$  se puede medir de una manera adecuada, por ejemplo, con un método de conteo de frecuencia. La fosc también puede detectarse directamente desde la señal recibida, por ejemplo, determinando el cambio de frecuencia entre  $f_{cw}$  y  $f_{cw} \pm f_{osc}$ , siendo proporcional el cambio de frecuencia a la frecuencia de oscilación entre fosc. El nivel de señal recibido se puede determinar con cualquier detector de nivel de señal adecuado. La información de nivel de señal ya está disponible en muchos lectores RFID comerciales.

En realizaciones de ejemplo, el lector también puede estar provisto de un elemento sensor de temperatura 417 para ser usado en la compensación de temperatura de los valores recibidos del sensor, como se describirá más adelante en los ejemplos.

La interfaz de comunicación permite al lector 11 comunicarse con sistemas de nivel superior, tal como un ordenador host o una aplicación de software 43, utilizando las conexiones y los protocolos apropiados, como OPC (OLE (vinculación e integración de objetos) para control de procesos). Por ejemplo, el lector puede estar físicamente conectado a un ordenador host mediante una conexión en serie, tal como la conexión serie RS-228 o USB. Como otro ejemplo, el lector puede estar conectado al ordenador host 43 o un servidor local a través de una red cableada o inalámbrica, por lo que el lector se comporta como un dispositivo de red estándar y no requiere un conocimiento particular de la configuración del hardware y del sistema. Los lectores RFID pueden soportar múltiples protocolos de red como Ethernet, TCP/IP, UDP/IP, HTTP, LAN, WLAN y otros. El servidor 43 o el servidor generalmente puede cumplir dos funciones principales. En primer lugar, recibe datos de los lectores y realiza el procesamiento de datos, tales como el filtrado y la depuración. En segundo lugar, sirve como monitor de dispositivo, asegurándose de que el lector esté funcionando correctamente, de forma segura y con instrucciones actualizadas. Un lector RFID puede comprender además una fuente de alimentación 44. La fuente de alimentación 44 puede ser un adaptador de CA/CC apropiado conectado a una red de alimentación, o una fuente de alimentación de batería, por ejemplo.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el lector 11 está concebido para convertir la frecuencia de modulación del sensor de una respuesta de una etiqueta de sensor en un valor de medición. Se debe tener en cuenta que la información de la fosc recibida o el parámetro que la representa generalmente no es suficiente como tal, sino que la sección de control 11 puede requerir información adicional sobre el sensor RFID en cuestión. Normalmente, el lector debe conocer la correlación entre la frecuencia de modulación y los valores del sensor. La sección de control 41 puede usar la información de frecuencia de modulación-correlación del valor de sensor para derivar el valor real de la cantidad detectada. El lector también puede requerir información sobre, por ejemplo, las operaciones de calibración necesarias, los cálculos necesarios, los elementos sensores disponibles en la etiqueta de sensor, el tiempo necesario para consultar a cada uno de los elementos sensores, etc. La información para convertir la respuesta de modulación de frecuencia del sensor en un valor de medida puede incluir, por ejemplo, un rango de sensor, información sobre escalado, unidades de medida, información de calibración, información de compensación de temperatura, etc. Como se usa en este documento, toda la información de este tipo en cualquier combinación se conoce como información de correlación de valores de frecuencia-sensor.

Debe apreciarse que el lector adaptativo de acuerdo con las realizaciones de la invención puede implementarse con un lector RFID que tenga suficiente capacidad de cómputo, como se ilustra en las realizaciones de ejemplo del presente documento, o puede implementarse con un lector RFID conectado a un dispositivo de computación remoto o local (tal como un PC) que realiza al menos parte del cálculo requerido. La RFID puede ofrecer al dispositivo de computación interfaces de funciones especiales a las que puede llamar el dispositivo de cómputo. Por ejemplo, el lector puede ser un dispositivo "tonto" que proporciona funciones de transceptor RFID y envía información de frecuencia de modulación a otro dispositivo de cómputo que realiza una conversión a un valor detectado. Todas las órdenes a una etiqueta y el procesamiento de las respuestas de la etiqueta pueden ser procesadas por el otro dispositivo de cómputo.

En las figuras 3B y 3C se ilustran ejemplos de correlación de frecuencia de modulación-valor de sensor. En el ejemplo ilustrado en la figura 3B, la curva de correlación +20°C presenta unos valores de presión (mbar) de un sensor de presión en función de una frecuencia de modulación fosc a temperatura de +20°C (temperatura de funcionamiento de la etiqueta), cuando la frecuencia de modulación nominal fosc es de 256 kHz. Se ilustran curvas de correlación similares para temperaturas de -40°C, -20°C, +40°C y +65°C, para demostrar una posible dependencia de la temperatura de la frecuencia. En el ejemplo ilustrado, los valores de presión detectados se asignan al rango de frecuencia +2...+ 25 kHz por encima del valor nominal fosc de 256 kHz, es decir, al rango 258-281 kHz. También se define que el nivel operativo principal (presión) detectado es de entre 990 mbar y 1010 mbar. En el ejemplo ilustrado en la figura 3C, las curvas de correlación presentan valores de presión (mbar) de un sensor de gas en función de una frecuencia de modulación fosc, cuando la frecuencia de modulación nominal fosc es de 640 kHz. En el ejemplo ilustrado, los valores de presión detectados se asignan al rango de frecuencia +22...+ 64 kHz por encima del a fosc nominal de 640 kHz, es decir, al rango 663-704 kHz. También se define que el nivel operativo principal (presión) detectado es de aproximadamente 300 mbar. Se ilustra en la figura 3D, la información de configuración del sensor de ejemplo o la información de correlación de frecuencia-valor de sensor que puede proporcionarse o almacenarse para una etiqueta de sensor RFID que tiene dos sensores 1 y 2. El sensor 1 puede ser similar al que tiene datos de correlación ilustrados en la figura 3B, y el sensor 2 puede ser similar al que tiene datos de correlación ilustrados en la figura 3C. Debe apreciarse que los parámetros y datos del sensor, así como las estructuras de datos mostradas son solo ejemplos no limitativos.

Utilizando un sensor inalámbrico pasivo de acuerdo con aspectos de la invención y opcionalmente un lector de acuerdo con aspectos de la invención, la distancia de lectura de los sensores inalámbricos pasivos se puede aumentar hasta varios metros, a una escala de una habitación. La mayor distancia de lectura hace posible leer múltiples sensores inalámbricos pasivos (ubicados dentro del rango de lectura incrementado) con un solo lector. Los múltiples sensores inalámbricos pueden tener diferentes tipos de elementos de detección, diferentes ciclos de lectura, diferentes formatos/rangos de valores de sensores, diferentes configuraciones de compensación de temperatura, diferentes configuraciones de calibración, u otros parámetros, características o configuraciones específicas del sensor. También puede haber varios elementos sensores con diferentes configuraciones y parámetros en un solo sensor inalámbrico pasivo. Si bien la tecnología UHF RFID (tal como estándar de anticollisión Clase-1 Gen-2), por ejemplo, ha abordado la mayoría de los problemas relacionados con la lectura de múltiples etiquetas inalámbricas, existe la necesidad de proporcionar métodos, rutinas y disposiciones para la gestión y lectura de múltiples sensores inalámbricos pasivos que tienen diferentes características de sensor.

Un aspecto de la invención es un método y disposición para gestionar y consultar múltiples sensores inalámbricos pasivos que tienen diferentes características de sensor.

De acuerdo con un aspecto de la invención, la información de correlación de frecuencia-valor de sensor puede almacenarse en una memoria no volátil de una etiqueta 10 de sensor RFID. Por ejemplo, la información de correlación de frecuencia-valor de sensor puede almacenarse en una ubicación de memoria asignada para datos propietarios de fabricación en una memoria de la etiqueta de la etiqueta de sensor RFID, como en el "Bloque de registro del fabricante" definido en la ISO 18000-6C.

De acuerdo con un aspecto de la invención, la información de correlación de frecuencia-valor de sensor puede almacenarse en una ubicación diferente a una etiqueta de sensor RFID además de, o en lugar de, almacenar la información de la etiqueta de sensor RFID. La figura 5 ilustra un ejemplo de almacenamiento de una tabla de correlación de frecuencia-valor de sensor en varias ubicaciones diferentes. Por ejemplo, la información de correlación de frecuencia-valor de sensor se puede almacenar en un lector 11, un host 43, en un servidor local que puede estar en uso de muchos lectores, y/o en un servidor remoto, en una nube o en Internet, que puede estar en uso de una pluralidad de lectores a nivel global. En una realización, la información de correlación almacenada en una ubicación distinta de una etiqueta de sensor RFID puede asociarse con un identificador único de una etiqueta RFID, como el EPC, de modo que se pueda distinguir cada etiqueta individual del sensor RFID. En una realización, la información de correlación almacenada en una ubicación distinta a una etiqueta de sensor RFID puede estar asociada con un tipo de sensor.

De acuerdo con un aspecto de la invención, la información de correlación de frecuencia-valor de sensor puede almacenarse en el lector durante la instalación y configuración del lector. La información de correlación de frecuencia-valor de sensor puede no ser utilizable para una etiqueta de sensor RFID antes de que se identifique la etiqueta o el tipo de sensor(es), por ejemplo que se lea una EPC de etiqueta. El lector puede no tener ninguna información o información precisa sobre la correlación de frecuencia-valor de sensor de una etiqueta de sensor RFID específica antes de identificar la etiqueta o el tipo de sensor.

De acuerdo con un aspecto de la invención, una copia de la información de correlación de frecuencia-valor de sensor puede almacenarse en el lector al leer la información de correlación de una etiqueta de sensor RFID. La información de correlación de frecuencia-valor de sensor se puede leer desde una memoria de una etiqueta de sensor RFID después de que se identifique la etiqueta, por ejemplo que se les un EPC de etiqueta. El lector puede no tener ninguna información o información precisa sobre la correlación de frecuencia-valor de sensor de una etiqueta de sensor RFID específica antes de leer la información de correlación de la etiqueta.

De acuerdo con un aspecto de la invención, el lector 11 puede recuperar una copia de la información de correlación de frecuencia-valor de sensor desde una ubicación diferente a una etiqueta de sensor RFID, por ejemplo, desde un servidor, nube o Internet. El lector puede recuperar una copia de la información de correlación de frecuencia-valor de sensor de una etiqueta de sensor RFID específica basada en un identificador único de la etiqueta, tal como la EPC de etiqueta. En una realización, el lector puede recuperar una copia de la información de correlación de frecuencia-valor de sensor en función del conocimiento de los tipos de elementos sensores en las etiquetas RFID en el rango de lectura. La información de correlación de frecuencia-valor de sensor puede no ser utilizable o recuperable para una etiqueta de sensor RFID específica antes de que se identifique la etiqueta o el tipo de sensor(es), por ejemplo, se lee una EPC de etiqueta. El lector puede no tener ninguna información o información precisa sobre la correlación de frecuencia-valor de sensor de una etiqueta de sensor RFID específica antes de identificar la etiqueta o el tipo de sensor.

De acuerdo con un aspecto de la invención, la información de correlación de frecuencia-valor de sensor almacenada permanentemente en las etiquetas del sensor RFID se puede recopilar (copiar) de las etiquetas a los lectores, hosts 43, o servidores, de modo que cuando se vuelve a inventariar una etiqueta de sensor RFID específica puede que no sea necesario volver a leer la información de correlación de la etiqueta. La información de correlación puede leerse de la etiqueta y almacenarse en el sistema solo una vez, cuando la etiqueta se inventaría local o globalmente por primera vez en un sistema. Después de eso, el lector que encuentra una etiqueta específica en un reinventario puede recuperar la información de correlación de otra ubicación en el sistema. Por lo tanto, la señalización y los

datos transferidos a través de una interfaz de radio se reducen, lo que resulta en una operación más rápida y en ahorros de energía. Además, la administración y gestión de las etiquetas en el sistema será automatizada.

Un aspecto de la invención es un método y disposición para controlar y consultar múltiples sensores inalámbricos pasivos que tienen diferentes características de sensor. En un nivel general, un método de toma de contacto de lector SRFID está diseñado para proporcionar un fácil toma de contacto de un lector SRFID 11 según aspectos de la invención y un sensor inalámbrico pasivo 10 según aspectos de la invención. Cada sensor SRFID inalámbrico pasivo 10 puede tener múltiples elementos sensores 32, por ejemplo, como se ilustró anteriormente. Básicamente, los nodos pasivos del sensor SRFID 10 son simplemente etiquetas RFID con elementos sensores adjuntos. Se convierten en dispositivos "inteligentes" una vez que se adjunta algo de inteligencia a la toma de contacto. En lugar de solo consultar a los sensores RFID pasivos y leer valores "tontos" del sensor, se puede tener mucha información almacenada en los dispositivos. Esta información puede proporcionar los métodos para obtener el valor de medición real. Además, se pueden usar diferentes maneras para compensar problemas de temperatura de las mediciones.

En la figura 6 se ilustra una configuración de ejemplo del lector 11 y tres sensores inalámbricos pasivos 10-1, 10-2 y 10-3. Cada sensor inalámbrico pasivo 10-1, 10-2 y 10-3 puede tener uno o varios elementos sensores 32. En la configuración de ejemplo, el primer sensor inalámbrico pasivo 10-1 comprende un elemento sensor de presión P y un elemento sensor de temperatura T; el segundo sensor inalámbrico pasivo 10-2 comprende un elemento sensor de humedad H y un elemento sensor de temperatura T; y el tercer sensor inalámbrico pasivo 10-3 comprende solo un elemento sensor sencillo, un sensor de calidad Q. Por lo general, el sensor de temperatura T se puede usar para compensar la dependencia de la temperatura del(os) otro(s) elemento(s) sensor (es) o del(los) resonador(es) en el sensor inalámbrico respectivo 10, cuya dependencia de la temperatura podría de otra manera falsificar la medición.

Toda la comunicación entre la etiqueta 10 y el lector 11 (también llamado interrogador) tiene lugar completamente a través de un enlace inalámbrico que a veces se denomina interfaz aérea. A través de una secuencia de órdenes enviadas y recibidas entre ambos dispositivos (llamada ronda de inventario), un lector RFID 11 puede identificar el código de identificación de una etiqueta RFID, tal como el código de producto electrónico (EPC). Para etiquetas pasivas, la idea básica es que el lector inicie una ronda de inventario con una orden de consulta. La orden de consulta esencialmente "despierta" la etiqueta, que responde con la información apropiada. De acuerdo con la norma ISO 18000-6C (protocolo EPCglobal Generation 2), las etiquetas RFID están diseñadas para responder a órdenes predefinidas con respuestas predefinidas a la manera de una toma de contacto, como se ilustra en la figura 6. El protocolo RFID Q (estándar de anticollisión Clase-1 Gen-2) se define para un control de contención de etiquetas, por ejemplo, para controlar cuándo y con qué frecuencia, una etiqueta responde a un lector 11.

Tan pronto como la etiqueta 10 ingresa al campo RF del lector 11, cambia al estado Preparado y acepta las órdenes de Selección. Las órdenes de Selección se envían a todas las etiquetas para informar a cada una de ellas que van a ser parte del proceso de Inventario que viene a continuación. Se pueden usar las órdenes de Selección múltiple para definir con precisión qué etiquetas deben responder. Todos los intercambios entre el lector 11 y las etiquetas 10 comienzan con uno o más órdenes de Selección. Las etiquetas no responden a la orden de Selección. Ahora, el grupo Inventario de órdenes se puede usar para iniciar el proceso de singulación, donde se identifica y procesa cada etiqueta individual. Cada ronda de inventario comienza con una orden de Consulta que se está emitiendo - esta orden pasa un valor Q (0 a 15) del cual cada etiqueta 10 genera un número de contador de intervalo en el rango (0, 2Q-1). La mayoría de los lectores ajustan dinámicamente el valor Q en función del número de etiquetas en el campo, lo que aumenta la tasa de lectura potencial. Si una etiqueta genera un valor cero de contador de intervalo, se le permite responder enviando un número aleatorio RN16 de 16 bits y, al mismo tiempo, pasar al estado de Respuesta. Las otras etiquetas cambian de estado a Arbitraje y esperan. Si la respuesta RN16 de la etiqueta 10 se recibe con éxito, el lector responde enviando una orden ACK, junto con el mismo número aleatorio de 16 bits. Esta respuesta permite ahora que la etiqueta 10 devuelva su ID de etiqueta, el Código de producto electrónico (EPC), una verificación de errores de 16 bits CRC16, junto con algunos datos de PC de bits de control de protocolo, y cambie el estado a Reconocido. Los bits de PC proporcionan la longitud del EPC almacenado en la etiqueta, así como cierta información relacionada con el sistema de numeración y, opcionalmente, el tipo de objeto al que se adjunta la etiqueta (el identificador de la familia de la aplicación (AFI)).

Si es necesario realizar más acciones en una etiqueta 10, y la etiqueta 10 ha devuelto su número de EPC y se encuentra en el estado Reconocido, el lector 11 envía una orden de Acceso para cambiar la etiqueta 10 al estado Abierto (o Seguro) que permite operaciones tales como Leer, Escribir, Bloquear y MATAR. La operación de Lectura se utiliza para leer bloques de datos individuales o múltiples de la memoria de la etiqueta 10. La operación de escritura se utiliza para escribir bloques de datos simples o múltiples en la memoria de la etiqueta 10.

Según un aspecto de la invención, si la información de correlación de frecuencia se almacena en la etiqueta 10, y la información de correlación de frecuencia no se ha recopilado ya de la etiqueta 10 y/o no se ha almacenado ya en el lector 10, o en otra ubicación en la red (véase la figura 6), el lector 11 puede consultar la información de correlación con la orden de Acceso (en el punto A en la figura 7). Este acceso adicional también se puede hacer para verificar qué sensor de una etiqueta multisensor está utilizando actualmente la etiqueta.

De acuerdo con un aspecto de la invención, si la información de correlación de frecuencia no se almacena en la etiqueta 10, sino en el lector o en otra ubicación en la red, o la información de correlación de frecuencia ya se ha

recopilado de la etiqueta 10 y ya está almacenada en el lector 10 o en otra ubicación en la red (véase la figura 6), una vez que haya recibido la respuesta (PC, EPC, CRC16) (en el punto B en la figura 7), el lector 11 puede usar el EPC para obtener la información de correlación correcta para la etiqueta 10. Por lo tanto, no se requiere para este propósito ninguna orden de Acceso o lectura de la memoria de etiquetas.

5 La norma ISO 18000-6C define que una etiqueta RFID debe admitir un rango de frecuencia de modulación de 40-640 kHz. Esta frecuencia tiene una tolerancia de  $\pm 2,5\%$  durante la retrodispersión. La variación permitida de  $\pm 2,5\%$  de la frecuencia de modulación fosc puede ser un rango de frecuencia demasiado pequeño para los valores de sensor de transferencia: el rango del valor de sensor debe asignarse a las frecuencias de modulación dentro del rango permitido de tolerancia de frecuencia, por ejemplo, las lecturas del sensor están moduladas a  $250 \text{ kHz} \pm 2,5\% = 241,75\text{--}256,25 \text{ kHz}$ . Es posible que el lector 11 no pueda detectar la frecuencia y, por lo tanto, correctamente el valor de sensor con una resolución suficiente. Por ejemplo, la correlación de frecuencia-valor de sensor de modulación ilustrada en la figura 3B no estaría en este rango permitido de tolerancia de frecuencia.

15 Sin embargo, la tolerancia de frecuencia base permitida antes de la retrodispersión es mucho mayor. Dependiendo de la frecuencia de enlace seleccionada, es decir, la frecuencia de modulación nominal seleccionada, la tolerancia puede ser:  $\pm 15\%$  en 640 kHz,  $\pm 10\%$  en 320kHz,  $\pm 10\%$  en 256kHz,  $\pm 4\%$  en 40kHz. En otras palabras, se permite que una etiqueta 10 responda al RN16 con la frecuencia de modulación de la tolerancia más alta, el lector 11 está bloqueado en esta frecuencia de modulación y se permite la frecuencia de modulación de las etiquetas variando solo un  $\pm 2,5\%$  de la frecuencia de modulación bloqueada durante la sesión restante.

20 Según un aspecto de la invención, solo se puede obtener un valor para la frecuencia de modulación y, por lo tanto, el valor actual del sensor de la etiqueta durante una sesión con la etiqueta de sensor 11. Se libera la sesión con la etiqueta antes de leer un nuevo valor para el mismo elemento de detección u otro elemento de detección, de modo que la frecuencia de modulación pueda cambiar para corresponder al nuevo valor detectado.

25 Por ejemplo, la frecuencia de modulación y, por lo tanto, el valor actual del sensor de la etiqueta se pueden leer ya en la fase de bloqueo del lector RFID, ejemplo de la respuesta RN16 (en el punto C en la figura 7), o después del bloqueo de frecuencia de la respuesta recibida (PC, EPC, CRC16) (en el punto B en la figura 7). La frecuencia de modulación y, por lo tanto, el valor actual del sensor de la etiqueta también se pueden realizar posteriormente durante la misma sesión, por ejemplo, en el punto de acceso A en la figura 7, pero no cambian (no deberían) la frecuencia de modulación y el valor detectado. El rango de valores del sensor se asigna a las frecuencias de modulación dentro del rango permitido de tolerancia de frecuencia, por ejemplo, las lecturas del sensor están moduladas a  $250 \text{ kHz} \pm 10\% = 225\text{--}275\text{kHz}$ . También la correlación de valores de frecuencia de modulación- sensor ilustrada en la figura 3B caerá dentro de este rango permitido de tolerancia de frecuencia.

30 Una etiqueta 10 puede ser una etiqueta de sensor múltiple que comprende dos o más sensores. Varios sensores en una etiqueta 10 pueden requerir operaciones adicionales. Cuando el lector 11 consulta una etiqueta multisensor 10, es posible que no sepa cuál de los múltiples sensores está modulando la señal retrodispersada de la etiqueta. Se puede hacer un acceso adicional (punto A en la figura 7) para verificar qué sensor de una etiqueta multisensor está utilizando actualmente la etiqueta. En una realización, puede ser un defecto que un tipo específico de sensor, tal como el sensor de compensación de temperatura o un sensor de referencia, sea siempre el primero en responder. De acuerdo con un aspecto de la invención, el lector 11 puede enviar una orden para activar sensores específicos en una etiqueta multisensor 10. En realizaciones, el lector 11 puede usar la orden de Consulta para activar sensores específicos en una etiqueta multisensor 10. Por ejemplo, el estándar ISO 18000-6C proporciona bits adicionales en una orden de consulta para activar etiquetas con sensores. Estos bits se pueden usar en nuestro caso para activar un sensor específico dentro de la etiqueta 10. Solo hay 2 bits disponibles, así que podemos usar este enfoque para activar un máximo de 3 sensores diferentes dentro de una etiqueta 10. Este tipo de enfoque requiere un conocimiento previo sobre qué sensor se activará por qué bits, por ejemplo, se asigna un patrón predeterminado de 2 bits a cada sensor. Esta información puede almacenarse en un lector o en algún otro elemento de la red para todas las etiquetas de sensor disponibles. En una realización, un patrón de bits predeterminado puede reservarse para un tipo específico de sensor predeterminado, tal como el sensor de compensación de temperatura o un sensor de referencia. Como otro ejemplo, el estándar ISO 18000-6C proporciona una orden de Manipulación de Sensor que puede llevar cualquier orden del usuario, por ejemplo, para la activación de etiquetas con sensores.

50 Dado que la transmisión del valor detectado se basa en la frecuencia de modulación de etiqueta a interrogador, no se puede cambiar la frecuencia de modulación durante una sesión normal debido a la variación máxima permitida para la modulación del  $\pm 2,5\%$ . Como consecuencia, cambiar un sensor de la etiqueta 10 y leer varios sensores de la etiqueta durante la misma sesión probablemente causaría una variación mayor de la frecuencia de modulación que la permitida.

55 De acuerdo con un aspecto de la invención, un sensor de una etiqueta multisensor 10 se cambia durante el ciclo de lectura anterior y luego se libera la etiqueta (se termina la sesión) durante un momento para volver a encontrarla con una nueva frecuencia de modulación fosc dependiente del nuevo sensor. En otras palabras, se puede preseleccionar un nuevo sensor para la próxima ronda de inventario o consulta durante una ronda de inventario actual o realizar una consulta con un sensor actualmente activo, como se ilustra en el ejemplo mostrado en las figuras 8A y 8B.

60

5 El procedimiento real para cambiar el sensor u oscilador no es importante. Una orden de activación o interrogación del lector 11 puede acceder directamente a una ubicación o registro de memoria que controla una selección y activación de un elemento sensor deseado, por ejemplo, un registro de control del selector de sensor 39 que se muestra en las figuras 2B y 2C (con una orden de Escritura, por ejemplo). Como otro ejemplo, una orden del lector puede ordenar a la lógica RFID 26 que realice las operaciones de activación necesarias. Por ejemplo, puede usarse la orden HandleSensor para dar órdenes a la etiqueta 10. La etiqueta 10 puede configurarse para operar de tal manera que la próxima vez que ocurra un nuevo inventario, el nuevo sensor sea parte del oscilador. Por ejemplo, el cambio del oscilador puede ser inmediato, lo que probablemente causa un cambio de más de un  $\pm 2,5\%$  en la frecuencia de modulación y, por lo tanto, permite al lector abandonar la sesión. Como otro ejemplo, el cambio del sensor se pospone para que ocurra después de que el sensor cambie a un estado Preparado o arbitrado.

10 Un aspecto de la invención es la compensación de temperatura de las mediciones del sensor para cancelar el efecto de la temperatura en el valor de la cantidad detectada. En el ejemplo de la figura 7, las etiquetas de sensor 10-1 y 10-2 están provistas de un sensor de temperatura T para propósitos de compensación de temperatura. La capacidad de detección de temperatura puede dotarse de un resonador de referencia, tal como el resonador de referencia 31-ref ilustrado en las figuras 2C y 2D, y/o con su sensor de temperatura asociado.

15 Según un aspecto de la invención, en el caso de una etiqueta de sensor que tiene una capacidad de detección de temperatura integrada, la etiqueta también puede dotarse de una compensación de temperatura interna que compensa la dependencia de la temperatura del oscilador.

20 De acuerdo con un aspecto de la invención, en el caso de una etiqueta de sensor que tiene una capacidad de detección de temperatura integrada (además del elemento sensor real, por ejemplo, sensor de presión), se puede consultar primero al valor de la temperatura, ya que se utiliza en la conversión del valor de sensor real en el lector 11.

25 De acuerdo con un aspecto de la invención, el lector 11 puede comprender un elemento sensor de temperatura para fines de compensación de temperatura, tal como el sensor de temperatura 417 mostrado en la figura 4. La detección de temperatura en el lector 11 en lugar de implementar la detección de temperatura en la etiqueta de sensor dará como resultado un ahorro en el tamaño y coste de la etiqueta de sensor. También hace que la compensación de temperatura esté disponible para todos los tipos de etiquetas de sensor. Si la etiqueta de sensor tiene una capacidad de detección de temperatura integrada, el lector 11 puede ignorar sus propias mediciones de temperatura, o los valores de temperatura pueden compararse con los valores de temperatura interrogados desde la etiqueta de sensor, por ejemplo, para verificar la validez de los valores de temperatura interrogados.

30 Un aspecto de la invención es una calibración de la etiqueta 10 de sensor por el lector 11. El lector 11 puede consultar varias veces los valores de medición de un elemento sensor 32 en la etiqueta 10 de sensor mientras se conoce el valor correcto real, por ejemplo, a partir de una medición de referencia. La cantidad medida real puede cambiarse durante la calibración con el fin de que los valores de medición se almacenen para varias mediciones diferentes. Pueden determinarse la correlación o el error entre los valores interrogados y los valores reales conocidos y los parámetros de calibración pueden definirse para corregir los valores interrogados. Los parámetros de calibración se pueden almacenar dentro del lector 11 y/o enviarse a algún host 43 o servidor. La calibración de la etiqueta 11 de sensor puede requerir siempre la ayuda del lector 11.

35 De acuerdo con un aspecto de la invención, la información de calibración también se almacena en la etiqueta de sensor. Esto permite un roaming de la etiqueta de sensor desde el rango de un lector 11 hasta el rango de otro lector. El nuevo lector 11 puede consultar la información de calibración durante la toma de contacto, y es posible que el nuevo lector no necesite repetir el procedimiento de calibración ya realizado por el lector anterior.

40 De acuerdo con un aspecto de la invención, una etiqueta 10 de sensor puede proporcionar un valor preprocesado como valor de sensor. Por ejemplo, una etiqueta 10 de sensor puede proporcionar como valor de sensor una indicación de si se cumple un criterio específico en la cantidad medida. Por ejemplo, una etiqueta de sensor que tiene un elemento sensor de fuga de gas puede dar solo una indicación de encendido/apagado de un gas circundante supervisado. Este tipo de señal de encendido/apagado puede alcanzar una distancia más larga que una señal con valores de medición precisos. El lector 11 puede consultar o establecer el criterio de activación o el valor límite durante la toma de contacto.

45 Será obvio para una persona experta en la técnica que el concepto inventivo puede implementarse de varias maneras alternativas obvias. La invención y sus realizaciones no están limitadas a los ejemplos descritos anteriormente, sino que pueden variar dentro del alcance de las reivindicaciones.

**REIVINDICACIONES**

1. Un chip transpondedor de identificación por radiofrecuencia (RFID) integrado pasivo que comprende un rectificador (22) que genera una potencia eléctrica para el chip a partir de una señal de radiofrecuencia (RF) recibida,
- 5 un modulador de retrodispersión (24, 401) para la comunicación con un principio de retrodispersión, un oscilador (23) de etiqueta para generar una frecuencia de modulación de retrodispersión, caracterizado por una carga de referencia (31-ref, 32-ref), preferiblemente un resonador de referencia, unos medios de selección (39) para conectar selectivamente la carga de referencia, o al menos un par de un resonador interno o externo (31, 31-1, 31-2, 31-3) y un elemento de detección externo (32, 32-1, 32-2, 32-3), para cargar el oscilador (23) de etiqueta, detectando cada elemento de detección externo (32, 32-1, 32-2, 32-3) una variable predeterminada, y en donde el oscilador (23) de etiqueta es capaz de generar una cualquiera de las frecuencias de modulación nominales de retrodispersión definidas para un sistema RFID respectivo, cuando la carga de referencia (31-ref, 32-ref) está conectada para cargar el oscilador (23) de etiqueta, y
- 10 el oscilador (23) de etiqueta está concebido para generar una predeterminada de las frecuencias nominales de modulación de retrodispersión, cuando el al menos un par del resonador interno o externo (31-1, 31-2, 31-3) y el elemento de detección externo (32, 32-1, 32-2, 32-3) está conectado para cargar el oscilador (23) de etiqueta.
2. Un chip transpondedor de identificación por radiofrecuencia (RFID) integrado pasivo que comprende un rectificador (22) que genera una potencia eléctrica para el chip a partir de una señal de radiofrecuencia (RF) recibida,
- 20 un modulador de retrodispersión (24, 401) para la comunicación con un principio de retrodispersión, un oscilador (23) de etiqueta para generar una frecuencia de modulación de retrodispersión, caracterizado por que el oscilador (23) de etiqueta está concebido para generar una frecuencia predeterminada de unas frecuencias nominales de modulación de retrodispersión definidas para un sistema RFID respectivo, cuando al menos un elemento de detección externo (32, 32-1, 32-2, 32-3) o al menos un par de un resonador interno o externo (31, 31-1, 31-2, 31-3) y un elemento de detección externo (32, 32-1, 32-2, 32-3) está conectado para cargar el oscilador (23) de etiqueta,
- 25 un oscilador de referencia (23-ref) capaz de generar una cualquiera de las frecuencias nominales de modulación de retrodispersión definidas para un sistema RFID respectivo,
- 30 unos medios de selección (39) para seleccionar el oscilador de referencia (23-ref) o el oscilador (23) de etiqueta con el fin de proporcionar la frecuencia de modulación de retrodispersión al modulador de retrodispersión.
3. Un chip transpondedor según la reivindicación 1 o 2, en el que la frecuencia de modulación de retrodispersión del oscilador (23) de etiqueta está concebida para variar dependiendo de un valor detectado de la variable predeterminada dentro de una tolerancia de frecuencia permitida de dicha frecuencia predeterminada de las frecuencias nominales de modulación de retrodispersión.
- 35 4. Un chip transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1-3, que comprende unos terminales de contacto (40, 41A, 41B, 42A, 42B) a los que pueden conectarse al menos un elemento de detección externo (32, 32-1, 32-2, 32-3) y/o al menos un par de un elemento de detección externo (32, 32-1, 32-2, 32-3) y un resonador externo (31-1, 31-2, 31-3).
- 40 5. Un chip transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1-4, que comprende terminales de contacto a los que se puede conectar al menos un par de un elemento de detección externo (32-1, 32-2, 32-3) y un resonador LC externo.
- 45 6. Un chip transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el oscilador (23) de etiqueta, en combinación con un par de un resonador externo (31-1, 31-2, 31-3) y un elemento de detección externo (32-1, 32-2, 32-3), es un oscilador LC.
7. Un chip transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1-6, que comprende un resonador interno (31) y unos terminales de contacto (40, 42A, 42B) a los que se puede conectar un elemento de detección externo (32) para formar un par del resonador interno y el elemento de detección externo.



8. Un chip transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1-7, que comprende un resonador interno (31, 31-ext) y unos terminales de contacto (40, 42A, 42B) a los que se puede conectar un elemento de detección capacitivo externo (32) para formar un par del resonador interno y el elemento de detección externo.
- 5 9. Un chip transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1-8, en el que el oscilador (23) de etiqueta en combinación con un par de un resonador interno (31, 31-ext) y un elemento de detección externo (32) es un oscilador RC.
10. Un chip transpondedor según una cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que el oscilador (23) de etiqueta en combinación con la carga de referencia (31-ref, 32-ref) es un oscilador RC.
- 10 11. Un chip transpondedor según la reivindicación 1, en el que la frecuencia de modulación de retrodispersión del oscilador (23) de etiqueta en combinación con la carga de referencia (31-ref, 32-ref) está configurada para tener una correlación predeterminada de temperatura-frecuencia.
12. Un chip transpondedor según la reivindicación 1 u 11, en el que la carga de referencia (31-ref, 32-ref) es un resonador o un sensor de temperatura, o una combinación de los mismos.
- 15 13. Un chip transpondedor según la reivindicación 2, en el que la frecuencia de modulación de retrodispersión del oscilador de referencia (23-ref) está configurada para tener una correlación predeterminada de temperatura-frecuencia.
14. Un chip transpondedor según cualquiera de las reivindicaciones 1-13, que comprende un almacenamiento de energía adicional (35A), preferiblemente como un condensador con gran capacitancia, para recolectar y almacenar una mayor cantidad de energía de la señal de RF recibida durante un período de tiempo más largo.
- 20 15. Un chip transpondedor según cualquiera de las reivindicaciones 1-14, que comprende una antena interna (21, ANT) y/o terminales de contacto a los que se puede conectar una antena externa (ANT).
16. Un chip transpondedor según cualquiera de las reivindicaciones 1-15, en el que las frecuencias de modulación de retrodispersión nominales incluyen una o más de 640 kHz, 320kHz, 256kHz y 40kHz.
- 25 17. Una etiqueta de sensor RFID pasivo, que comprende un elemento portador, un chip transpondedor (36), según una cualquiera de las reivindicaciones 1-16, unido al elemento portador (45), y al menos un elemento de detección externo (32-1, 32-2, 32-3) y/o al menos un resonador externo (31-1, 31-2, 31-3) unido al elemento portador (45) y conectado eléctricamente a los terminales de contacto del chip transpondedor (36).
18. Una etiqueta de sensor RFID pasivo según la reivindicación 17, que comprende además una antena externa (21) unida al elemento portador (45) y conectada eléctricamente al chip transpondedor (36).
- 30 19. Una etiqueta de sensor RFID pasivo según la reivindicación 17 o 18, en la que al menos un resonador externo (31-1, 31-2, 31-3) comprende uno o más de un resonador LC, un resonador MEMS (sistemas microelectromecánicos), un resonador SAW (onda acústica de superficie), un resonador BAW (onda acústica masiva).
- 35 20. Una etiqueta de sensor RFID pasivo según la reivindicación 17, 18 o 19, en la que el al menos un elemento de detección externo (32-1, 32-2, 32-3) comprende uno o más de un sensor de descarga eléctrica, un sensor de esfuerzo, un sensor de desgaste, un sensor de humedad, un sensor de pH, un sensor de presión, un sensor de humedad, un sensor de gas, un sensor de calidad, un sensor de posición, un sensor de vibración.



Fig. 1

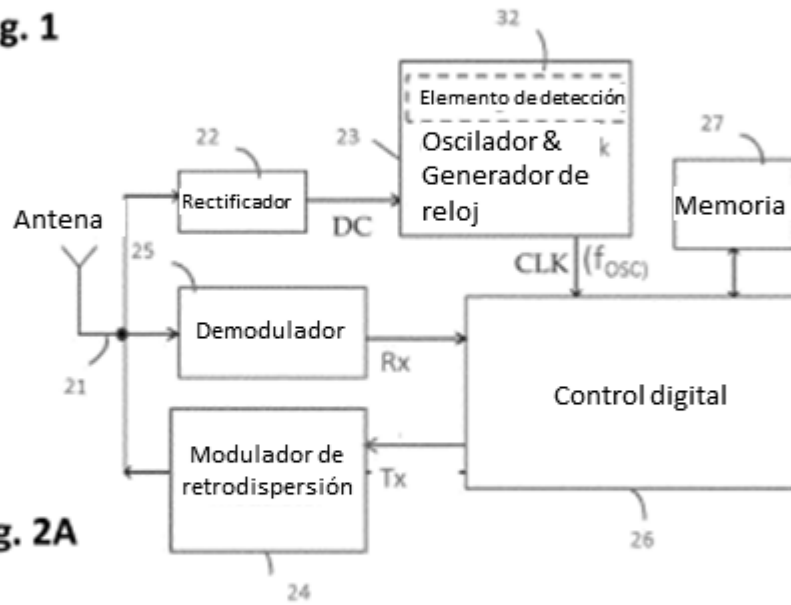


Fig. 2A

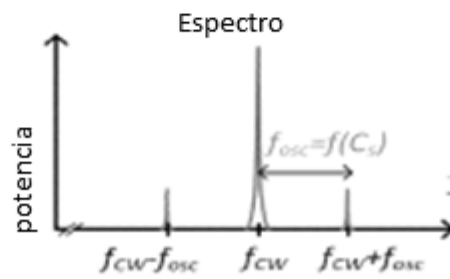


Fig. 3A

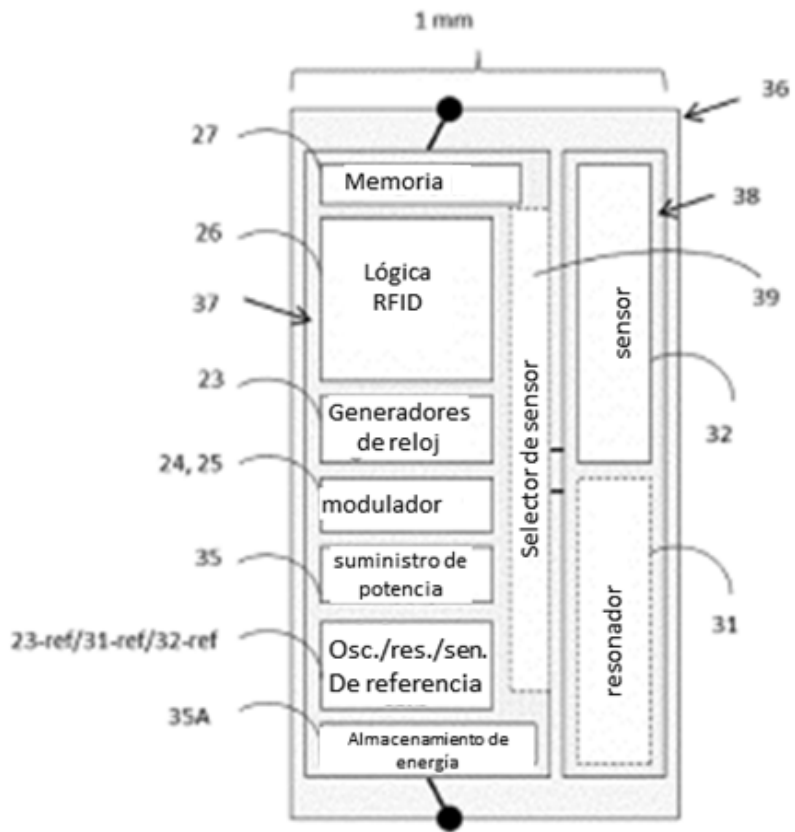


Fig. 2B

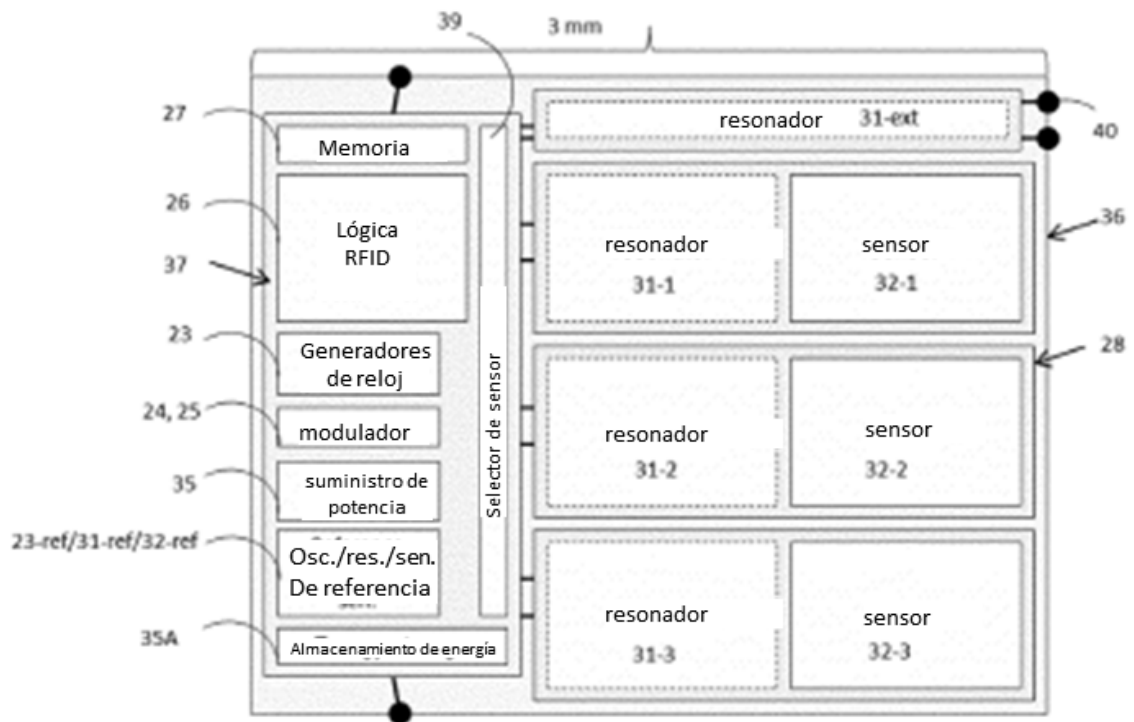


Fig. 2C

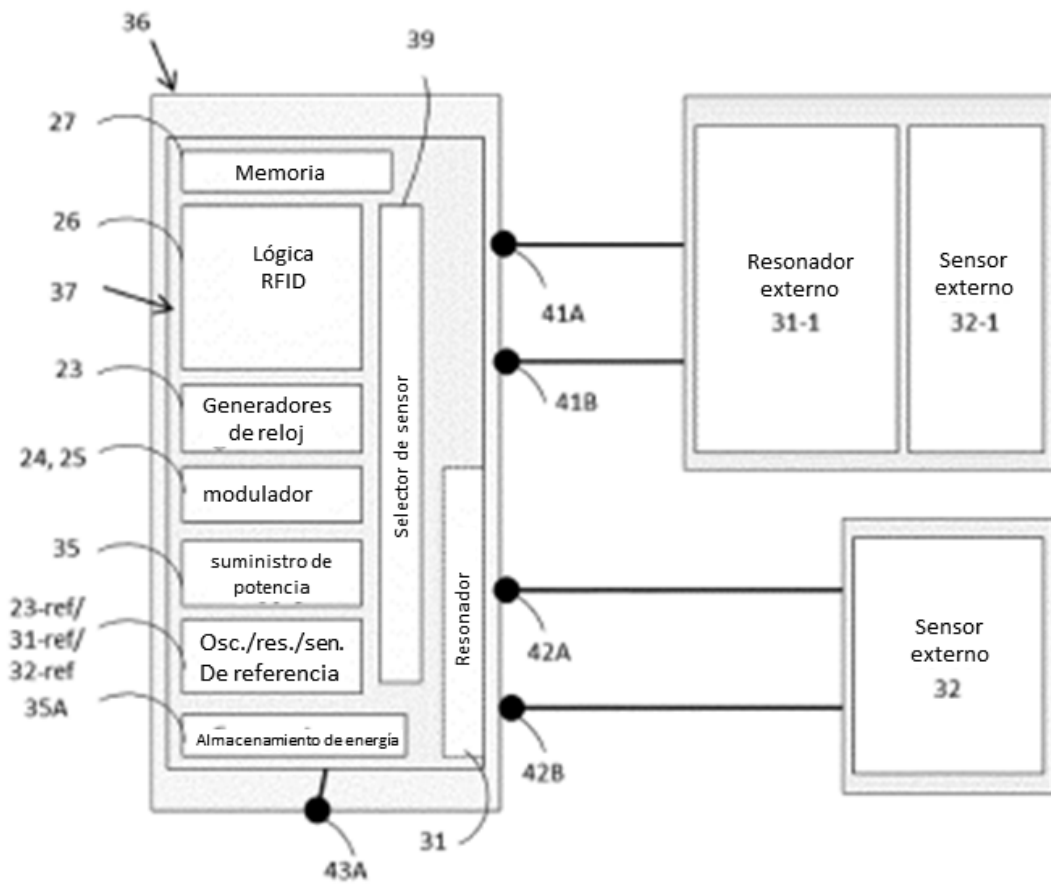


Fig. 2D

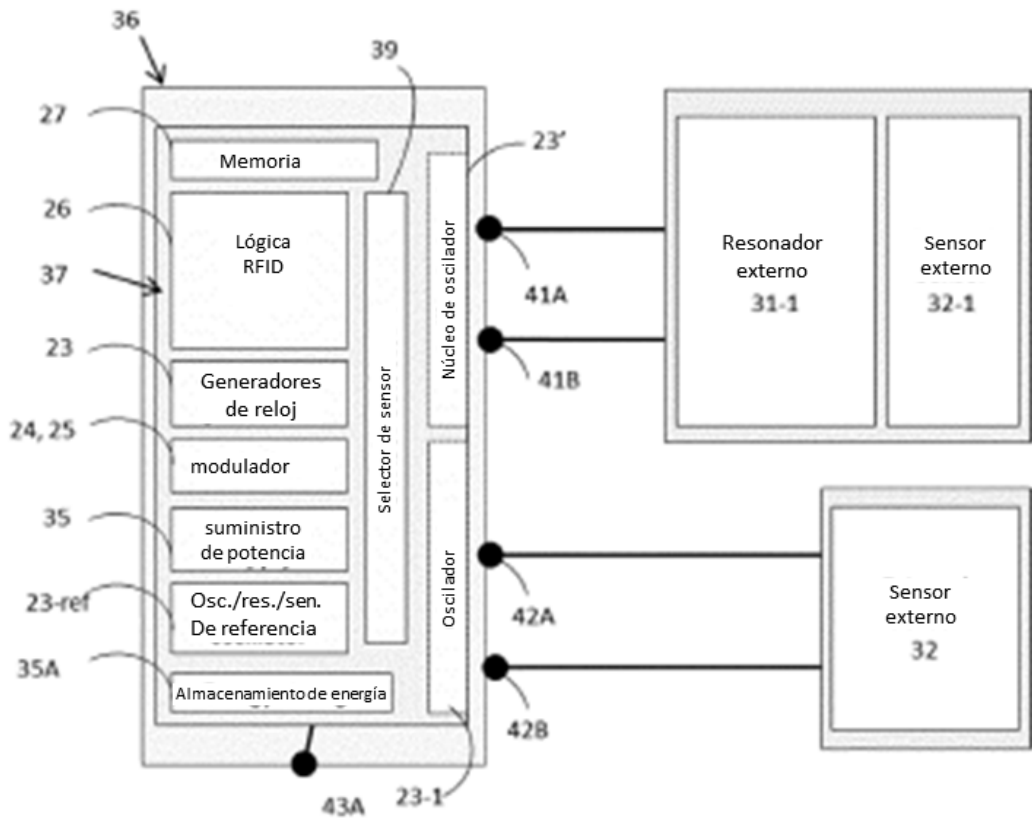
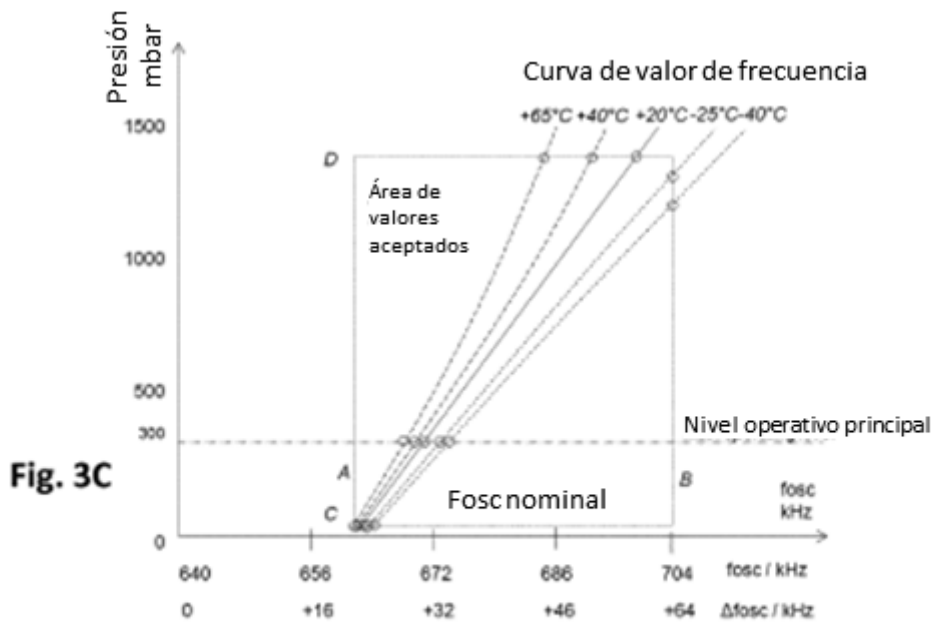
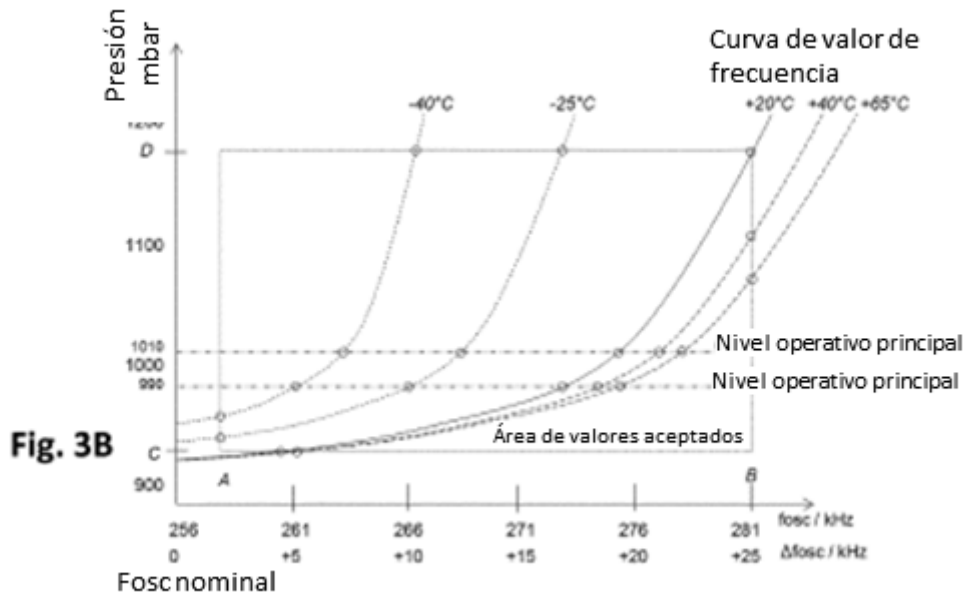


Fig. 2E



EPC de etiqueta 48.2.0012345.654321.000056789012

Sensor	1	ID	33569
Sensor	1	clase	presión
Sensor	1	tipo	aire
Sensor	1	cantidad	mbar
Sensor	1	frecuencia	256 kHz
Sensor	1	rango de frecuencia [A,B]	2-25 kHz
Sensor	1	valor - rango [C,D]	940-1180
Sensor	1	Nivel operativo principal	990
Sensor	1	Nivel operativo principal	1010
Sensor	1	tabla frec-valor -40C	A:960-5-6,5-10:D
Sensor	1	tabla frec-valor -25C	A:950-9,5-12-16,5:D
Sensor	1	tabla frec-valor +20C	4:C-16,5-19-B:D
Sensor	1	tabla frec-valor +40C	5:C-18-21-B:1105
Sensor	1	tabla frec-valor +65C	5:C-19-22-B:1080
Sensor	1	velocidad de sensor	1
Sensor	1	Fecha de calibración	41897
Sensor	1	Válido hasta	15.9.2019

Sensor	2	ID	56623
Sensor	2	clase	gas
Sensor	2	tipo	monóxido de carbono
Sensor	2	cantidad	ppm
Sensor	2	frecuencia	640 kHz
Sensor	2	rango de frecuencia [A,B]	22-64 kHz
Sensor	2	valor - rango [C,D]	30-1400
Sensor	2	Nivel operativo principal	300
Sensor	2	tabla frec-valor -40C	A:C-35-B:1200
Sensor	2	tabla frec-valor -25C	23:C-33-B:1350
Sensor	2	tabla frec-valor +20C	24:C-30-59:D
Sensor	2	tabla frec-valor +40C	25:C-28-52:D
Sensor	2	tabla frec-valor +65C	26:C-26-44:D
Sensor	2	velocidad de sensor	5
Sensor	2	Fecha de calibración	41897
Sensor	2	Válido hasta	15.12.2014

Fig. 3D



