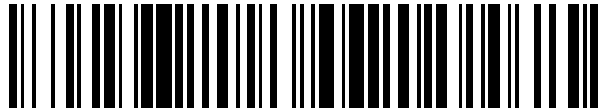


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 672 812**

51 Int. Cl.:

G01K 3/04 (2006.01)
G01K 1/02 (2006.01)
G04F 10/00 (2006.01)
G06Q 30/06 (2012.01)
G06K 19/07 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2005 E 16194977 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.01.2018 EP 3179222**

54 Título: **Sistema de sensor transpondedor para monitorización de la vida útil**

30 Prioridad:

27.04.2004 US 566019 P
22.04.2005 US 112718

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.06.2018

73 Titular/es:

INFRATAB, INC. (100.0%)
4347 Raytheon Road
Oxnard CA 93033, US

72 Inventor/es:

A POPE, GARY;
MYERS, THERESE;
KAYE, STANTON y
BURCHELL, JONATHAN

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 672 812 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

Sistema de sensor-transpondedor para monitorización de la vida útil

5 **PRIORIDAD**

Esta solicitud reivindica el beneficio de prioridad de la solicitud de patente provisional de Estados Unidos número 60/566.019, presentada el 27 de abril de 2004, titulada "RFID Integrity Indicator Tag for Perishable Goods" (etiqueta indicadora de integridad RFID para productos perecederos), de los inventores Therese E. Myers, Stanton Kaye y Gary L. Pope. Esta solicitud reivindica asimismo el beneficio de prioridad de la solicitud de patente de Estados Unidos presentada el 22 de abril de 2005, titulada "Shelf-Life Monitoring Sensor-Transponder System" (sistema de sensor-transpondedor de monitorización de la vida útil), de los inventores Gary Pope, Therese Myers, Stanton Kaye y Jonathan Burchell.

15 **ANTECEDENTES**

Sector técnico de la invención

La invención se refiere a etiquetas inteligentes de RF y a sensores, software y procesos particularmente para monitorizar y analizar la vida útil de un producto perecedero.

Descripción de la técnica relacionada

Los productos perecederos, tales como productos alimenticios refrigerados y mínimamente procesados, vacunas, productos farmacéuticos, sangre, película, productos químicos, adhesivos, pintura, municiones, baterías, refrescos, cosméticos, cerveza y otros muchos productos tienen un vida útil particular. La calidad del producto se ve afectada por diversos factores que pueden ser de naturaleza física, química o biológica, y que actúan en conjunto de maneras a menudo complejas e interconectadas. Sin embargo, la temperatura es normalmente el factor predominante que determina la longevidad de la calidad. Se desea monitorizar y analizar con precisión esta "vida útil" o carácter perecedero.

Actualmente, el sello de fecha, ya sea la "fecha de caducidad", la "fecha límite de venta" o "cerrada" (número especial en el producto que solo comprende el fabricante del producto), es la norma general o "mejor estimación", del productor del producto de la calidad de un producto, en términos de sabor, textura, aroma, aspecto y similares. Si un producto se utiliza o se come después de esta fecha, su calidad puede ser menor de lo que el fabricante del producto desea que usted, su cliente, experimente.

Las fechas de los productos están basadas en la mejor valoración del fabricante del producto de la temperatura que va a experimentar el producto perecedero, desde el instante en que deja la planta hasta que el usuario lo compra. Debido a que la temperatura a menudo es diferente de la prevista, la fecha aisladamente no siempre es una representación precisa de la vida útil. Si un producto se transporta y se almacena correctamente, puede durar mucho más tiempo que la fecha. Por el contrario, si la temperatura es mayor que la prevista, el producto se deteriora más rápido en relación con la temperatura. Habitualmente, sencillamente se asigna a un producto una "fecha límite", como si solo el tiempo jugase un papel en el deterioro de un producto, o como si la velocidad del deterioro del producto fuese independiente de la temperatura. Sin embargo, es bien sabido que muchos productos se degradan de manera mucho más lenta cuando se refrigeran que cuando se almacenan a temperatura ambiente. Una vez que se aplica una "fecha límite" de manera convencional a un producto, no puede cambiarse para reflejar qué le ha ocurrido al producto.

En una cadena de suministro de productos, la utilización de transpondedores de RF (también denominados RFID o identificación de radiofrecuencia) ha aumentado como consecuencia del establecimiento de una estandarización de la frecuencia de RF y del formato de datos mediante ISO y EPCglobal para el seguimiento y la localización de productos. Adicionalmente, la utilización generalizada de Bluetooth y Zigbee (otras interfaces de comunicación basadas en RF) ha tenido como resultado opciones adicionales y asequibles de entrada y salida de RF para la monitorización activa de productos. Al mismo tiempo, los avances en la detección digital han hecho posibles sensores de bajo coste para monitorizar determinadas condiciones de los productos, en especial la temperatura, la humedad, la vibración y la vida útil (integración del tiempo y de la temperatura).

El documento DE20106542 se refiere a un elemento o etiqueta de identificación para identificar objetos tales como artículos, equipaje, embalajes desechables o reutilizables, y similares. El elemento tiene un chip semiconductor alimentado mediante una pila y conectado a una estructura de pistas conductoras que funciona como una antena. El chip semiconductor puede tener un sensor integrado o puede estar conectado a un sensor independiente mediante pistas conductoras.

El documento US2004/008112 describe un sistema para monitorizar una condición ambiental y determinar la condición ambiental promedio utilizando una etiqueta de RFID y un lector, estando la etiqueta configurada para

tener, por lo menos, un módulo con características conocidas que dependen del estado ambiental y para ser receptiva a una consulta del lector para evaluar el estado de las características conocidas, con el fin de determinar el estado ambiental promedio.

5 El documento WO01/69516 describe un sistema de embalaje activo que comprende: un embalaje; una primera etiqueta de identificación acoplada al embalaje que almacena datos de identificación exclusivos del embalaje; y, un interrogador situado fuera del embalaje, en el que la primera etiqueta de identificación, en respuesta a una consulta del interrogador, comunica los datos de identificación y la primera etiqueta de identificación está adaptada para iniciar una consulta a una segunda etiqueta de identificación.

10 El documento US6563417 describe un procedimiento y un aparato para la identificación y monitorización, y la obtención de datos relativos a, productos que se desplazan a lo largo de una trayectoria de distribución, que incluye, por lo menos, una etiqueta de RFID que se puede colocar en un producto, o soporte del producto, y una serie de interrogadores separados a lo largo de la trayectoria de distribución, en el que cada interrogador de la serie de interrogadores colabora en la comunicación de RF con la etiqueta de RFID cuando la etiqueta de RFID está en proximidad con cada interrogador a lo largo de la trayectoria de distribución. Cada interrogador interroga la etiqueta de RFID durante la comunicación de RF con el fin de obtener datos únicos, exclusivos de la etiqueta de RFID. La etiqueta de RFID y cada interrogador incluyen un transceptor y una memoria.

15 El documento W000/58752 describe un dispositivo de etiqueta de identificación de radiofrecuencia que tiene una entrada de sensor que modifica el flujo de bits de las palabras de datos de la etiqueta mediante un interrogador/detector de etiquetas. La entrada de sensor puede consistir en uno o varios contactos de conmutador, digital y/o analógica. La entrada de sensor puede ser tensión, corriente, presión, temperatura, resistencia, aceleración, humedad, gas y similares. La alimentación del interrogador/lector de etiquetas de radiofrecuencia se puede utilizar para alimentar los circuitos del dispositivo de etiqueta de radiofrecuencia, lo que a su vez puede proporcionar alimentación a cualquier sensor conectado al mismo.

20 El documento EP1319928 propone un dispositivo electrónico para acompañar un artículo perecedero durante un período con el fin de monitorizar la exposición del artículo a un parámetro ambiental, tal como la temperatura. El dispositivo incluye una interfaz de datos para recibir datos que representan la exposición del artículo al parámetro ambiental durante un período inmediatamente anterior. También incluye un sensor para medir el parámetro ambiental. Además, el dispositivo incluye un procesador para utilizar una relación específica del artículo (tal como una ecuación de Arrhenius para ese artículo) para calcular una característica del artículo al final del período utilizando los datos recibidos y la salida del sensor. El dispositivo incluye además una memoria para registrar la salida del sensor. Para ahorrar la utilización de la memoria, los datos se almacenan a una velocidad mayor durante períodos en los que los datos son más significativos (por ejemplo, indican una temperatura elevada). Está dispuesto un conmutador para indicar que los datos no deben tenerse en cuenta en el cálculo, durante un breve intervalo en el que, por ejemplo, el dispositivo puede estar siendo manipulado.

40 CARACTERÍSTICAS DE LA INVENCION

La combinación de detección digital y RF para la entrada y salida de datos de detección posibilita una nueva clase de sensores, incluyendo sensores que monitorizan y comunican la integridad de un producto (por ejemplo, cómo se ha mantenido la calidad del producto con el tiempo). Se desea tener un sistema que utilice la tecnología de RF para la comunicación de la vida útil en función de la temperatura con precisión y otra monitorización de sensores en función del tiempo, para productos perecederos.

La presente invención da a conocer un sistema y un procedimiento indicador de la integridad de un producto según las reivindicaciones adjuntas.

50 BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La figura 1 es un gráfico de Arrhenius a modo de ejemplo de la velocidad del deterioro en función del inverso de la temperatura.

La figura 2 ilustra esquemáticamente un sensor de RFID pasivo convencional.

La figura 3 ilustra esquemáticamente un sensor de RF activo que incluye una batería.

60 La figura 4 ilustra esquemáticamente un sensor que incluye una batería, un sensor y un conmutador de visualización.

La figura 5 ilustra esquemáticamente un sensor de RF semi-pasivo que tiene una conexión directa sensor-antena.

65 La figura 6 ilustra esquemáticamente un sensor de RF semi-pasivo que tiene una interfaz en serie entre el sensor y los componentes de RFID.

La figura 7 ilustra esquemáticamente un sensor integrado activo y un módulo de RFID.

Las figuras 8A y 8B ilustran esquemáticamente los componentes de los sensores de RFID.

La figura 9 es un diagrama de bloques que ilustra los componentes de programación de un sensor de RF.

La figura 10 es un diagrama de bloques adicional que ilustra los componentes de programación y una configuración modular de la memoria de un sensor de RF.

La figura 11 es un diagrama de bloques adicional que ilustra los componentes de programación, una configuración modular de la memoria de un sensor de RF acoplado con uno o más sensores adicionales.

La figura 12 es un diagrama de bloques adicional que ilustra componentes de RFID y de sensor independientes que por lo menos están acoplados entre sí mediante señales.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES PREFERENTES

A continuación se describen realizaciones preferentes y alternativas relativas a etiquetas inteligentes de RF y sensores, software y procesos particularmente para monitorizar y analizar la vida útil de un producto perecedero. Los sensores descritos actúan como fechas de "vida" que indican a los consumidores si un producto está fresco y alertan a los directores de las cadenas de suministro con avisos para actuar antes de que los productos perecederos se vuelvan "invendibles". Cuando estos sensores se utilizan en sistemas de cadenas de suministro de RFID, el software preferentemente añade logística de "Mínima vida útil restante" y gestión de inventario al seguimiento y la localización RFID de productos.

DEPENDENCIA TÉRMICA DE LA VIDA ÚTIL

En 1889, un químico sueco, Svante August Arrhenius, caracterizó la dependencia de reacciones químicas, biológicas o mecánicas con la temperatura como una ecuación. Todos los productores de productos perecederos realizan sus propios cálculos y tienen sus propios criterios para la vida útil de un producto. De acuerdo con un ejemplo, en un aparato de sensor de RFID se utilizan curvas de deterioro que tienen la cinética de Arrhenius como punto de partida. Haciendo referencia a la figura 1, se ilustra un gráfico del logaritmo natural de la velocidad del deterioro frente al inverso de la temperatura. Tal como se muestra, la velocidad del deterioro disminuye exponencialmente en proporción con el aumento del inverso de la temperatura. A continuación se muestra la propia ecuación: Velocidad del deterioro (1/tiempo) = $A + Be^{-C/Temperatura}$

Se pueden utilizar otras expresiones de curvas continuas de velocidad del deterioro en función de la temperatura que preferentemente son no lineales. El sensor se configura preferentemente para medir periódicamente una o más temperaturas medias o estimadas durante un período de tiempo desde una medición anterior. A partir de estas una o más temperaturas, se determina el deterioro, por ejemplo, a partir de una tabla de datos basada en el gráfico mostrado en la figura 1. La velocidad del deterioro se aplica al tiempo para cuya aplicación se determinó, y junto con mediciones anteriores, se realiza una determinación de si el producto permanece fresco.

El sensor monitoriza la temperatura, la integra en el tiempo consultando a la vez una tabla de datos que contiene los parámetros de vida útil para el producto etiquetado, que puede haber sido proporcionada o conocida anteriormente por un productor de productos perecederos. Estos parámetros de vida útil son cálculos de vida útil basados en las ecuaciones de Arrhenius con mejoras adicionales, en función de las cautelas de calidad del productor de productos perecederos. El resultado es un indicador personalizado, específico del producto y en tiempo real de la vida útil restante y el historial de vida útil.

Según un ejemplo, la monitorización en función de la temperatura de la vida útil puede utilizar relojes dobles, tal como se describe en el documento de EE.UU. 5.442.669, "Perishable Good Integrity Indicator" ("Indicador de buena integridad de productos perecederos"), del 15 de agosto de 1995, asignado a Infratab, Inc., que describe un procedimiento de utilización de osciladores y una tabla de datos para determinar la vida útil de un producto. Se utiliza un reloj dependiente de la temperatura y un reloj independiente de la temperatura para determinar el tiempo absoluto y la temperatura media o estimada en períodos temporales durante la vida útil de un producto.

La utilización de tablas de datos en una realización preferente permite cálculos de la vida útil que son lineales, exponenciales o que no siguen en absoluto las ecuaciones de Arrhenius, por ejemplo para productos tales como adhesivos biomédicos e industriales, cuyas velocidades de deterioro son diferentes en intervalos de temperatura de congelación, cuya vida útil se ve afectada por el historial de temperaturas anteriores o cuyas velocidades de deterioro de vida útil son diferentes en diferentes intervalos de humedad. Adicionalmente, las tablas de datos permiten el ajuste fino por el usuario de los intervalos de temperatura seleccionados.

CONFIGURACIONES DE TRANSPONDEDOR-SENSOR

En la figura 2 se ilustra un sensor de RFID convencional que incluye un chip de RFID -2- y una antena -4-. El sensor ilustrado en la figura 2 se energiza electromagnéticamente mediante un lector de RFID que apunta al sensor.

La figura 3 ilustra esquemáticamente un sensor de RF activo que incluye una batería según un ejemplo. Un chip -6- que tiene componentes de RFID y de sensor se energiza mediante una batería -8- que reside en el sensor. En cada uno de los ejemplos descritos haciendo referencia a las figuras 1 a 12, el sensor está dispuesto preferentemente en una etiqueta sustancialmente plana acoplada a los productos afectados o perecederos que monitoriza la integridad, usabilidad y seguridad de un producto o un entorno, junto con un transpondedor de RF u otro sistema de identificación de radiofrecuencia (RFID) utilizado para seguir y rastrear productos o monitorizar un entorno, o junto con una interfaz de comunicación de RF tal como Bluetooth o Zigbee. En el caso de productos perecederos, los sensores pueden incluir temperatura, vida útil (la integración de tiempo y temperatura), humedad, vibración, golpes y otros sensores que determinan cómo se ha mantenido la calidad de un producto perecedero. En el caso de productos no perecederos, los sensores pueden incluir los sensores mencionados anteriormente y sensores específicos del producto que monitorizan el desgaste de un producto en particular.

La figura 4 ilustra esquemáticamente un sensor, según una segunda realización, que incluye una batería, un sensor y un conmutador de visualización. El sensor de vida útil -10- se alimenta mediante una batería -8-. Está dispuesto un conmutador/dispositivo de visualización -12- que está acoplado al sensor -10-. El conmutador/dispositivo de visualización -12- incluye un indicador LED u otro visual, sonoro o sensorial de otro tipo, de la frescura del producto que se está monitorizando .

Haciendo referencia a continuación a las figuras 5 a 7, un sensor discreto está acoplado a un transpondedor de RF -14- en cada uno de estos ejemplos, y preferentemente presenta las dos características siguientes. En primer lugar, el transpondedor -14- tiene la capacidad de conectar un sensor externo -16- mediante corriente continua a la antena del transpondedor -18- o mediante una interfaz -20- de uno o dos cables directamente al transpondedor de RF -14-. En segundo lugar, se asignan, por lo menos, 32 bits de memoria de lectura/escritura de usuario exclusivamente al sensor. Esta memoria designada del transpondedor de RF es utilizada por el chip del sensor -16- para comunicar el estado del sensor y alertas, y para enviar/recibir comandos de sensor a/desde un lector de RF.

En el caso de una etiqueta de RF de varios chips, la arquitectura de circuitos de la etiqueta admite un chip transpondedor de RFID con soporte para una conexión de corriente continua con la antena de RF (figura 5) o bien para una interfaz en serie de uno o dos cables con un circuito integrado del sensor (figuras 6 y 7), y, por lo menos, 32 bits de memoria de de lectura/escritura de usuario. Uno o más circuitos integrados del sensor proporcionan detección, gestión de alimentación de detección, gestión de la memoria de datos de detección y detección/interfaz de RF al transpondedor de RFID. El sistema incluye preferentemente una batería para alimentar el(los) sensor(es) y opcionalmente mejorar la señal de comunicación cuando se envían datos de sensor a un lector de RF, aunque el sistema puede estar configurado de manera pasiva. La batería también se puede utilizar para soportar el inicio de la comunicación de RF mediante el sensor.

El sistema incluye una interfaz de comunicación que preferentemente tiene las siguientes características. En primer lugar, está configurada para proporcionar notificación al sensor de que se están enviando datos o comandos mediante un lector de RF u otro dispositivo de RF que incluye otro sensor. La notificación se puede proporcionar desde el transpondedor de RF o desde circuitos en el sensor que están vigilando los datos de RF en busca de comandos de sensor. En segundo lugar, la interfaz está configurada preferentemente con la capacidad de que el sensor, como parte de su operación de detección, ponga los datos de estado del sensor y de alertas en la memoria del transpondedor de RF designada. En tercer lugar, la interfaz tiene preferentemente la capacidad de que el sensor y el lector de RF u otro dispositivo de RF envíen/reciban comandos y datos utilizando la memoria del transpondedor de RF designada. En cuarto lugar, la interfaz tiene la capacidad de que el sensor ignore la memoria del transpondedor de RF y establezca una ruta directa desde el lector de RF hasta el sensor para dirigirse a la configuración inicial del sensor y para descargar el historial del sensor.

MEMORIA

El chip de transpondedor de RF actual está configurado preferentemente para tratar grandes cantidades de memoria (8 Kbytes). Por motivos de rendimiento del sistema de RF, el chip de RF puede estar lleno realmente con tan solo de 8 a 256 bytes de memoria física. Los comandos del lector de RF al chip del sensor pueden ser las direcciones de memoria sin rellenar, o pseudo-memoria, del transpondedor de RF. Esta sintaxis de comandos no permite realizar modificaciones en el lector de RF para el soporte del sensor. Alternativamente, los comandos del lector de RF al sensor pueden ser comandos especiales que implican software del lector de RF que se modifica para interpretar los comandos.

El transpondedor de RF puede estar configurado para ignorar comandos ilegales. Puede emitir o no un mensaje de error cuando observa comandos ilegales. Esto permite que los comandos de sensor enviados por el lector sean ubicados en el área de memoria designada para el sensor.

Se prefiere que el sensor-transpondedor de RFID utilizado como una etiqueta para seguir y localizar artículos sea asequible. Como resultado, el sensor del transpondedor puede estar alimentado mediante un lector de RF remoto o una batería asequible y contener la menor memoria posible, por ejemplo, 64-2048 bits, incluso aunque el chip de RFID pueda ser capaz de gestionar hasta 8kbits de memoria.

Un diseño de monitorización de vida útil puede incluir un sistema de dos chips (figuras 5 y 6), o alternativamente puede incluir un único chip que presenta dos funciones dentro del chip (figura 7). Se puede utilizar un chip o módulo de vida útil para tratar una memoria de RFID como un conducto de entrada/salida para un lector de RF. La memoria utilizada para aplicaciones de RFID se trata de manera independiente de la memoria de vida útil. La memoria de vida útil es accesible a través de uno o más bloques de 32 bits de la memoria de RF. En una implementación con dos chips, un chip de vida útil puede comunicarse con un chip de RFID a través de una interfaz en serie sobre un bus de 1 cable.

Con el fin de hacer que la memoria de vida útil sea más accesible y utilizable por un lector de RF, las direcciones de memoria de vida útil pueden nombrarse basándose en direcciones no utilizadas en la memoria de RFID (es decir, direcciones de memoria por encima de 2048 bits hasta 8000 bits). Cuando un lector de RF envía una dirección que excede la memoria física en el chip, el chip de RFID encamina la dirección a la memoria de vida útil. Los datos en esta dirección de memoria en el chip de vida útil se envían sobre el bus de 1 cable al bloque de memoria de 32 bits en el chip de RFID y, a continuación, se transmiten mediante radiofrecuencia al lector de RF.

Aunque en la presente memoria se describe principalmente la monitorización de vida útil, el chip de vida útil puede estar diseñado para soportar múltiples sensores, tales como de humedad o vibración. Estos datos de sensor se asignan a estas pseudo-direcciones de RF, a las que se accede a través del chip de vida útil hasta la memoria de RF y al lector.

GESTIÓN DE ALIMENTACIÓN

El sensor -16- preferentemente realiza sus operaciones de detección a intervalos especificados por el usuario. Tal como se ilustra en las figuras 3 a 7, el sensor es accionado con batería. Para conservar la energía de la batería, el sensor -16- está inactivo entre intervalos de detección. En el intervalo de sensor predeterminado, el sensor se activa, obtiene los datos de sensor y analiza los datos de sensor para determinar estados de excepción. Por ejemplo, preferentemente calcula el porcentaje de vida del producto utilizada durante el intervalo de tiempo. El sensor -16- puede determinar que se ha superado un umbral. Entonces el sensor copia los resultados de sus cálculos/alertas de excepción a la memoria del transpondedor de RF y vuelve al estado inactivo. Estos datos se envían mediante el transpondedor de RF al lector de RF u otro dispositivo de RF de acuerdo con sus operaciones de RF regulares.

Si el lector de RF u otro dispositivo de RF solicita más información del sensor, lo hace enviando comandos al transpondedor de RF para el sensor. De manera ventajosa, cómo se notifica al sensor que el lector de RF tiene o quiere datos de sensor depende de la interfaz física entre el sensor y el transpondedor de RF. Si la interfaz física es mediante corriente continua desde la antena, el sensor vigila las señales de RF al transpondedor de RF, determina cuándo se ha establecido un enlace de comunicación entre el transpondedor de RF acoplado y el lector de RF, determina cuándo se han escrito los datos en la memoria del transpondedor de RF designada y opcionalmente determina si se ha enviado un comando de sensor especial mediante el lector de RF. Si la interfaz física es una interfaz en serie de uno o dos cables, el transpondedor de RF notifica al sensor que el lector de RF tiene o quiere datos.

Cuando se ha notificado al sensor -16- una solicitud de datos, éste se activa y lee/escribe los datos solicitados en la memoria del transpondedor de RF. A continuación, vuelve al estado inactivo

Existen situaciones en que la cantidad de datos enviados o recibidos es grande, por ejemplo, cuando el lector de RF carga datos de configuración de sensor y reglas de recopilación de historial en el sensor -16- y cuando el sensor -16- tiene datos de registro e historial a descargar. En estas situaciones, la interfaz del sensor permite que el sensor ignore la memoria del transpondedor de RF para enviar o recibir bloques de datos. El resultado es el establecimiento de una conexión directa entre el sensor -16- y el lector de RF.

El sistema se configura preferentemente para detectar, a continuación, resumir los datos en la memoria del sensor (% de vida útil restante, umbrales de temperatura superior/inferior superados, período temporal superado), a continuación, buscar excepciones comparando el resumen con estados configurados previamente por el usuario, y, finalmente, alertar al usuario de que todo es correcto o no. Este resumen y las alertas utilizan muy poca memoria e, inmediatamente después de la detección, se pone en la memoria de RF como "alertas rápidas". Una vez que las alertas rápidas están en la memoria de RFID, se leen igual que cualquier otro dato de RF, incluso si el sensor está inactivo o en otro estado de baja energía. El sensor también mantiene un historial para su uso posterior en reclamaciones de seguros, que se puede descargar por orden del usuario.

Las realizaciones descritas en la presente memoria en general se refieren a medios para permitir que un sensor discreto o múltiples sensores discretos se añadan, se acoplen o se monten en un componente de transpondedor de RF con el fin de comunicar datos de sensor hacia, y desde dispositivos y redes informáticas de RF remotos. Se dispone una interfaz de comunicación del sensor para un transpondedor de RF con el fin de comunicar alertas e historial del sensor a un lector de RF. Se dispone una arquitectura de sensor para la gestión de datos de sensor. Se dispone asimismo un procedimiento para montar físicamente el(los) sensor(es) en una etiqueta de RF o RFID. Es posible una transición directa desde componentes discretos a un circuito integrado de sensor-RF combinado, permitiendo probar etiquetas de sensor-RF que utilizan componentes discretos hasta que el volumen demande una solución integrada.

CONFIGURACIONES ADICIONALES DE TRANSPONDEDOR-SENSOR

La figura 8A-8B ilustra esquemáticamente una etiqueta de frescura según un ejemplo. La etiqueta incluye un chip de RFID -14- acoplado a una antena -4- para comunicarse con un lector de RFID. Se incluye una batería -8- para energizar la etiqueta, que permite que la etiqueta funcione en los tiempos en que el lector no está comunicando con ésta. La batería -8- permite monitorizar y actualizar la frescura en instantes seleccionados, de tal manera que el estado de frescura puede actualizarse en la memoria y en el dispositivo de visualización independientemente de la interacción con el lector. El chip del sensor -16- incluye un componente de sensor -22- y lógica -24-. El sensor -16- mide periódicamente el tiempo y la temperatura, y determina la frescura basándose en el historial pasado y en cálculos basados en tablas o fórmulas de velocidades de deterioro. El estado de frescura se actualiza y almacena en una posición de memoria que es accesible por un lector de RFID que se comunica con el chip de RFID -14- independientemente del sensor -16-.

Los ejemplos descritos se configuran de manera ventajosa con el fin de que los sistemas de transpondedor de RF-sensor sean utilizados y requeridos ampliamente, como etiquetas de cajas y palés. Los costes de la unidad de transpondedor se minimizan de una o más de las siguientes maneras. En primer lugar, se proporciona una memoria mínima en el componente de transpondedor con el fin de optimizar la distancia de lectura del transpondedor. En segundo lugar, se proporciona una gestión eficiente de la energía mediante lógica de control de la batería, que incluye la capacidad de monitorización periódica del sensor entre períodos de inactividad y el acceso a los datos de frescura directamente mediante el lector de RFID. En tercer lugar, el sistema es de propósito general con el fin de maximizar el volumen de unidades de RF y de este modo minimizar el coste por unidad. Por ejemplo, un tamaño de memoria de los transpondedores EPC RFID UHF utilizados en la cadena de suministro varía desde 64 o 96 bits para la clase 0! y 288 bits para la clase 1 Gen2. En ejemplos alternativos, se pueden utilizar transpondedores de RF pasivos, en los que la energía para el transpondedor se proporciona mediante un lector de RF remoto, siendo el objetivo del lector de RF mantener en un mínimo la energía requerida por el transpondedor de RF. En el caso de transpondedores de RF activos (alimentados por batería), el tamaño de memoria del transpondedor puede ser mayor, ya que la batería se puede utilizar para mejorar la señal desde la etiqueta de RF hasta el lector.

En cambio, los sensores están impuestos por las necesidades de un producto o una clase de productos en particular en cuanto a qué sensores y qué datos de sensor se van a recopilar, y qué curvas de deterioro obedecen los productos en particular. Estos pueden ser consumidores de memoria (con el fin de almacenar datos de sensor durante la vida del producto) o bien requerir capacidad de cálculo para resumir y condensar los datos de detección. Los sensores también utilizan gestión optimizada de la energía en torno al intervalo de detección (no RF). Adicionalmente, para sensores a utilizar para gestión de cadenas de suministro y logística, los datos de detección se evalúan y resumen en la etiqueta, pudiendo comunicarse rápidamente las condiciones de excepción y alerta a los lectores de RF. El historial se mantiene en la etiqueta como copia de seguridad para reclamaciones de seguros o para su uso en el análisis de qué fue mal. Adicionalmente, el sensor se puede configurar preferentemente antes de comenzar la detección con reglas de detección y registro de historial, y otra información demasiado voluminosa para formar parte de la logística de inventario de RF en tiempo real.

PROGRAMACIÓN Y DATOS

Las figuras 9 a 12 ilustran configuraciones de chip y contenido de memoria en diagramas de bloques de un sistema de transpondedor de RFID-sensor según las realizaciones preferentes. La figura 9 ilustra un sensor -28- que tiene un componente de sensor con sistema de oscilador doble o reloj doble -30- que mide la temperatura y el tiempo, preferentemente de acuerdo con la solicitud de patente de EE.UU. número 5.442.669 y según un ejemplo. El bloque de memoria -32- ilustrado en la figura 9 incluye varios componentes de programación para controlar diversas funciones del sensor. La programación de control digital, control de lectura/escritura y control de acceso permite la conversión de datos analógicos y el acceso a los datos, así como la actualización y la descarga de datos. Los controles de memoria e interfaz externa e interna permiten la comunicación de datos a través de un chip de transpondedor de RFID. Estos permiten asimismo transferir los datos a otra etiqueta, tal como en un sistema de etiquetas madre-hija, que se puede utilizar cuando múltiples lotes de producto se dividen a lo largo de la cadena de suministro. Esta característica es ventajosa cuando se desea seguir monitorizando el estado de frescura de productos perecederos utilizando el historial pasado y el estado actual cuando los productos se separan de un palé u otros lotes grandes de la cadena de suministro. La programación incluye también controles de la batería y del

dispositivo de visualización. El componente de vida útil incluye las tablas o fórmulas de cálculo para determinar los datos de frescura actuales basándose en datos de mediciones recibidos periódicamente del sensor -30-.

5 Por consiguiente, en la presente memoria se da a conocer y se describe una arquitectura de sensor habilitada para RF que incluye uno o más sensores discretos y un transpondedor de RF, estando implementadas estas diferentes funciones como módulos en un sistema de circuito de RF/sensor integrado que utiliza la misma estructura de comandos y direccionamiento de memoria.

10 Una ventaja del sistema es su circuito integrado diseñado de manera personalizada I-FRESH. El I-FRESH-IC (circuito integrado I-FRESH) está diseñado para ser eficiente en procesador, eficiente en energía y eficiente en memoria, al mismo tiempo que preciso, personalizable y auditable. Se puede utilizar el mismo I-FRESH-IC para monitorizar la vida útil de un producto con una vida de 14 días o una vida de 3 años.

15 El I-FRESH-IC se ha diseñado principalmente para la monitorización de la vida útil, aunque se puede utilizar sencillamente como un monitor de temperatura. La base del diseño son sus relojes dobles, uno de los cuales es un reloj libre y el otro es un reloj con compensación de temperatura. Proporcionan una coherencia entre tiempo y temperatura que es la base de la precisión del cálculo de la vida útil (integración tiempo-temperatura) del chip durante la vida del producto. Los relojes funcionan a una velocidad muy baja, lo que da lugar a eficiencia energética.

20 El I-FRESH-IC puede ser una máquina de estados o bien un microprocesador. Su realización principal es la utilización de tablas para calcular la vida útil, aunque alternativamente se puede utilizar una expresión y se pueden realizar cálculos. Preferentemente, el chip del sensor o I-FRESH-IC utiliza los datos de vida útil proporcionados por los productores de productos perecederos para calcular la "fecha de caducidad" o fecha de vencimiento de sus productos. Estos datos, expresados en % de vida útil utilizada en cada temperatura esperada, puede tener en cuenta el efecto del embalaje del producto. El usuario también puede incluir umbrales de temperatura superior o inferior que no se pueden rebasar, por ejemplo, ciertos productos no se pueden congelar o evaporar, y estados en los que se debe alertar al usuario. Estos datos se pueden introducir en la fábrica, en el distribuidor, o en el productor del producto perecedero. Una vez cargados en el chip, estos datos, así como los cálculos de vida útil y el historial, se pueden configurar de tal manera que se pueden modificar o no, y se pueden proteger frente a lectura/escritura si se desea.

30 Cuando se inicia, el sensor del chip muestrea la temperatura a intervalos establecidos por el usuario 24/7 hasta el fin de la vida útil del producto. Para comida, este intervalo de muestreo se establece preferentemente a 12 minutos para la mayoría de los artículos. Pero son posibles y configurables otras velocidades de muestreo en función de la vida del producto y la precisión deseada.

35 Además, el productor del producto perecedero, así como otros usuarios de la etiqueta en la cadena de suministro (por ejemplo, transportista, centro de distribución o minorista), pueden establecer condiciones de alerta. Ejemplos de alertas: "enviar al 90 % de vida útil restante"; "vender al 50 % de vida útil restante"; "producto en congelación". Además, el historial y los estados de excepción se almacenan preferentemente en el chip y son accesibles mediante un lector de RF para imprimirse o guardarse en una base de datos.

40 Dependiendo de la vida de la batería, la etiqueta puede reutilizarse. Las opciones de baterías proporcionan una vida de etiqueta de hasta 10 años, aunque preferentemente se realiza un aviso de servicio en doce reutilizaciones o dieciocho meses para mantener una calibración y vida de la batería adecuadas.

45 La funcionalidad de RFID de la etiqueta puede ser RFID pasiva, es decir, la comunicación se inicia y se habilita mediante interrogación de un lector de RFID activo del sistema de transpondedor-sensor. Las etiquetas admitirán comunicaciones EPC UHF, ISO UHF, ISO HF, ISO LF y/u otras de RF como válidas para comunicar datos de sensor. El productor del producto perecedero preferentemente especifica el estándar de RFID (EPC, ISO), la frecuencia (UHF, HF, LF) y la memoria a usar para el uso de RFID para su número de identificación único (EPC) y otros usos (256, 512, 2048 bits).

50 Una ventaja que se ilustra en la figura 11 se denomina "herencia" y se describe con más detalle a continuación. Esta característica permite transferir la vida útil restante desde un recipiente grande de productos perecederos a una etiqueta configurada para las mismas características de lote/vida útil. Los ejemplos incluyen vino (barril, caja, botella); productos farmacéuticos (recipiente grande, recipiente pequeño, vial). La herencia también permite transferir los datos de vida útil desde una etiqueta de UHF de un palé o caja a una etiqueta de HF de un elemento. La característica de herencia también se puede utilizar para productos con una vida muy larga, en los que se puede utilizar una etiqueta nueva para sustituir una etiqueta antigua que puede estar al final de su vida útil. Aunque preferentemente las etiquetas antiguas simplemente transfieren sus datos a las etiquetas nuevas, una etiqueta antigua puede alternativamente renovarse con nueva programación, una nueva batería e incluso un chip de repuesto.

65 El I-FRESH-IC admite un dispositivo de visualización opcional -12- con botón de usuario. El dispositivo de visualización es preferentemente un dispositivo de visualización -12- imprimible, es flexible y puede configurarse

para aplicaciones de etiquetado en botellas o elementos con formas extrañas. El dispositivo de visualización puede representar "fresco/no fresco", "fresco/utilizar ahora/desechar), o puede ser similar a un indicador de gasolina que varía de "lleno" a "vacío". Pueden aplicar otras opciones habituales, incluyendo LED rojos/verdes.

- 5 El tamaño de la etiqueta, el sustrato en el que se montan el I-FRESH-IC y la antena -4-, la vida de la batería y el dispositivo de visualización opcional son preferentemente componentes configurables de la etiqueta. El tamaño físico de la etiqueta está determinado principalmente por la antena -4- y la batería -8-, que a su vez se pueden seleccionar basándose en distancias de acceso y tiempos de vida deseados. La antena -4- utiliza UHF EPC y puede tener un tamaño de 10 cm por 10 cm. En cambio, las antenas de HF son más pequeñas y pueden encajar en una etiqueta de 2,5 cm x 5 cm o en la parte superior del tapón de una botella. La batería -8- puede incluir una vida de 14 días, 190 días, 500 días, 3 años o 10 años. Estas opciones incluyen una batería imprimible (fina y flexible) o una pila de botón. La elección de la batería depende del tamaño y naturaleza del producto a etiquetar y de la vida útil del producto percedero.
- 10
- 15 El sistema de sensor-transpondedor preferentemente se configura de acuerdo con lectores de PDA basados en Windows CE y lectores que se pueden colocar en estantes/escritorios para la lectura a corta distancia. Adicionalmente, las etiquetas preferentes son compatibles con lectores de portal de los estándares industriales ISO y EPC.
- 20 Preferentemente se utiliza software edgware en tiempo real para los lectores y las redes. El software del lector permite que los lectores introduzcan, obtengan, impriman y comuniquen datos, alertas e historial de vida útil. Este software de red monitoriza los lectores de vida útil en la red, recopila estadísticas, comprueba que los lectores funcionan, proporciona actualizaciones, y gestiona las tablas de datos de vida útil. Sus servidores de bases de datos web permiten a los que carecen de sistemas de software de cadena de suministro acceder a los datos de vida útil.
- 25 También ofrecen juegos de herramientas de desarrollador y software de ajuste fino de la vida útil, permite a los usuarios gestionar el envío, la fabricación, el inventario y las ventas mediante la "mínima vida útil restante".

El software personalizado se utiliza preferentemente para interactuar con sistemas propietarios de software de cadena de suministro. Se pueden utilizar interfaces con sistemas de software de cadena de suministro líderes tales como Savi y SAP, así como interfaces especiales.

30

La figura 10 ilustra un lector de RFID -40- que se comunica con un sistema de sensor-transpondedor -42- de acuerdo con una realización preferente. El sistema de sensor-transpondedor -42- incluye un componente de transpondedor de RFID -44- que incluye un componente de memoria de vida útil -46- que preferentemente es de 32 bits. El componente de memoria -46- es accesible mediante el lector -40- independientemente del estado del sensor, es decir, si está inactivo o midiendo o procesando datos de frescura actuales. El componente de transpondedor -44- incluye un componente de interfaz -48- para comunicarse con una interfaz correspondiente -49- de la memoria -50- del sensor principal. El dispositivo de visualización -52- se ilustra estando controlado por el sensor -50-, y se ilustra la batería -54- para alimentar el sensor -50-.

35

40

REGISTROS DE VIDA ÚTIL Y DE CUSTODIA

Durante los últimos veinte años, los fabricantes, distribuidores y minoristas de productos percederos han utilizado registradores de datos para recopilar datos de temperatura para documentación HACCP y análisis de equipos de refrigeración, recipientes de transporte y aire acondicionado de almacenes, y avisos de refrigeración de cuándo y durante cuánto tiempo se han superado los umbrales de temperatura. En cada intervalo de detección, el registrador registra la hora de la detección y la temperatura, lo que resulta en un tamaño de la memoria del registrador que habitualmente varía desde 16 K a 64 Kbytes. Cuando se utilizan registradores para medir las condiciones ambientales en las que se almacenan los elementos en lugar de utilizarse para monitorizar elementos etiquetados, la gran acumulación de datos históricos no es un problema. Sin embargo, cuando los registradores de temperatura que utilizan RF como su interfaz de comunicación se utilizan como etiquetas en artículos, cajas o palés percederos, la cantidad de datos a enviar desde la etiqueta al lector de RF y las bases de datos del sistema es masiva. La cantidad de datos enviados desde una etiqueta a un lector afecta al número de etiquetas que se pueden leer mediante un lector de RFID cuando las etiquetas pasan a través de una puerta de almacén, y a la cantidad de almacenamiento de disco implicado para guardar los datos de la etiqueta.

45

50

55

Adicionalmente, con el fin de que el mismo registro aloje diversos productos percederos, todos con diferentes vidas (por ejemplo, pescado a 14 días, medicamentos a un año o más, "comidas precocinadas" a tres años o más, y municiones a más de cinco años), la memoria del registrador tiene que ser lo suficientemente grande como para que los datos de detección no se desechen cuando se alcanza el límite de memoria del registrador.

60

Según una realización preferente, y haciendo referencia a una tabla de vida útil a modo de ejemplo ilustrada en la Tabla I, la integración de la temperatura y el tiempo en un % de vida útil utilizado por intervalo de detección da lugar a un número que representa la vida útil restante. Cuando el elemento etiquetado pasa a través de una puerta de almacén con control de RF, este valor de vida útil restante y cualquier alerta establecida por el usuario comunica rápidamente el estado del elemento.

65

TABLA 1

Cambio de custodia	Localización #	Vida útil restante	Tiempo transcurrido (min)	Temperatura mínima	Temperatura máxima
Almacenes en fábrica	111111	100%	12	9,9	9,6
Camión	222222	99%	36	9,2	18,7
		99%	48	5,2	18,5
Camión	222222	98%	156	4,5	5,0
Plataforma del DC (centro de distribución) en fábrica	333333	98%	160	4,7	5,2
		96%	168	4,7	33,0
Almacenes del DC en fábrica	333444	96%	168	3,3	29,9
		95%	468	1,1	29,8
		94%	780	1,2	1,4
		93%	1080	1,1	1,2
Transporte	444444	93%	1090	1,0	1,3
		92%	1320	1,2	1,4
		91%	1500	1,1	1,3
Alerta 2: estar en DC del minorista		90%	1680	1,4	1,2
		89%	1860	3,3	4,8
Transporte	444444	89%	1860	5,0	5,2
Plataforma de DC del minorista	555555	89%	1862	5,1	5,3
		88%	1956	5,0	5,3
		87%	2136	5,1	5,3
		86%	2316	5,2	5,3
Almacenes de DC del minorista	555566	80%	1864	4,9	5,2
Alerta 3: vender		75%			

5 Preferentemente se mantienen datos de historial. Esto incluye un histograma de temperaturas detectadas y un registro de vida útil. El registro de vida útil preferentemente registra el tiempo transcurrido, la temperatura máxima y la temperatura mínima para cada % de cambio de la vida útil. Este % de cambio (por ejemplo, 1 %, 0,5 %, 5,0 %) puede especificarse por el usuario. Por ejemplo, si el registro se establece para registrar cada 1 % de cambio de la vida útil, la tabla de registro tiene 100 entradas (que van desde el 100 % hasta el 1 %), independientemente de la vida real del producto etiquetado. Cuando se produce una temperatura indebida, la mayoría de las entradas en los registros son en el instante de la temperatura indebida, por ejemplo, lo que ocurre porque la temperatura indebida produce un mayor descenso en la vida útil restante. En un ejemplo alternativo, se puede mantener un registro de la temperatura cinética media en lugar de, o además del registro de vida útil.

10 El sensor también registra violaciones de los umbrales de temperatura inferior y superior y datos de alertas. El resultado son informes basados en excepciones que se aplican no solo a la detección de temperatura sino a cualesquiera datos de sensor que afecten a la vida útil de un producto, tengan condiciones de alerta configurables o tengan ajustes de umbrales de productos percederos o no percederos.

15 Adicionalmente, el sensor preferentemente actualiza su registro en cada cambio de custodia (desde el inventario hasta la recepción; desde el fabricante hasta el transporte al centro de distribución del minorista, hasta el transporte al minorista). La notificación para el cambio de custodia se envía desde un lector de RF a la memoria del transpondedor de RF y, a continuación, al sensor. Los datos de custodia enviados desde el lector incluyen, como mínimo, la hora del cambio de custodia y la localización o el número de identificación del lector.

20 El % de vida útil utilizado, las violaciones de los umbrales de temperatura, las alertas y los cambios en los datos de custodia requieren aproximadamente 512 bytes de memoria de registro. Cuando estos datos se visualizan en conjunto en una tabla/gráfica, el usuario obtiene una imagen rápida de lo que le ha ocurrido al elemento, caja o palé. Esto contrasta con un registrador de RF con sus 16 K a 64 Kbytes de datos de temperatura, que tienen que ser descargados a un lector de RF y, a continuación, enviarse a un ordenador para su análisis.

30 HERENCIA

La figura 11 ilustra un lector de RFID -40- que se comunica con un sistema de sensor-transpondedor -62- adicional según una realización adicional. Existen muchas situaciones adicionales en las que los productos se envían en

recipientes grandes y se vuelven a embalar a lo largo de la cadena de distribución. La calidad de un producto perecedero se ve afectada por el historial de temperatura del producto y su curva de carácter perecedero. En la actualidad, cuando lotes de productos farmacéuticos se dividen en lotes más pequeños, a menudo la "fecha de caducidad" se pierde.

5 El sensor-transpondedor -62- incluye los componentes -44-, -48-, -49-, -50-, -52- y -54-, descritos anteriormente con respecto a la realización de la figura 10. El sistema -62- incluye la característica adicional de que sensores inteligentes adicionales -64- y -66- están en "cadena margarita" conjuntamente con el sistema -62-. Los datos de estado de frescura de la memoria -50- no son solo para la memoria -44- accesible por el lector de RFID, sino también para los sensores adicionales -64- y -66- mediante las interfaces -68-, -70-, -72- y -74-.

10 Los datos de estado de frescura, los datos de vida útil incluyendo los datos de vida útil emitidos y otras programaciones se incluyen en y/o se transfieren a los sensores adicionales -64- y -66-. Los sensores adicionales -64-, -66- pueden estar desacoplados del sensor principal -62-. Los sensores adicionales -64-, -66- pueden a continuación acoplarse a productos independientes de un lote en el que estaba el sensor principal -62- y al que puede seguir estando acoplado. Los sensores adicionales -64-, -66- pueden configurarse solo para retener los datos de estado de frescura obtenidos del sensor principal -62-, y pueden configurarse de manera más completa para seguir detectando la frescura de los productos independientes a los que ahora están acoplados. Los sensores adicionales pueden tener solo un dispositivo de visualización para proporcionar el estado de frescura, y pueden configurarse adicionalmente de tal manera que los datos de frescura sean accesibles mediante un lector de RFID. Los sensores adicionales -64-, -66- también se pueden volver a acoplar al mismo o a otro módulo de sensor principal -62-. En esta realización, los sensores adicionales -64-, -66- pueden utilizar preferentemente las capacidades de transpondedor de RFID, batería, dispositivo de visualización y memoria del sensor principal -62-, y sencillamente llevar y transferir los datos de estado de frescura después de volver a acoplarse.

15 Esta característica de herencia permite transferir los datos de vida útil a otra etiqueta de vida útil o a sensores adicionales -64-, -66-. La nueva etiqueta o los sensores adicionales -64-, -66- se configuran con las mismas tablas de vida útil o tablas de datos de productos perecederos que la memoria -50- del sensor principal. No solo la vida útil restante, sino también un registro de auditoría que identifica el número EPC de la etiqueta madre -62-, se transfieren cada uno preferentemente a la(s) etiqueta(s) hija(s) -64-, -66-. Las aplicaciones particulares incluyen vino y productos farmacéuticos.

20 La figura 12 ilustra otra realización de un sistema de sensor-transpondedor. En esta realización, un componente de sensor -80- y un componente de memoria -82- son módulos independientes que se conectan y/o comunican a través de interfaces -84-, -86-. El componente de sensor incluye la memoria -50-, el dispositivo de visualización -52- y la batería -54-, mientras que el componente de memoria -82- incluye la memoria -44- y componentes para comunicar con el lector de RFID -40- [FALTABA SALTO].

25 Otra realización del sistema de sensor-transpondedor es para comunicar a una etiqueta impresa datos de vida útil que representan el % de vida útil restante, la hora de la última lectura de vida útil, una nueva fecha de caducidad calculada basándose en la última vida útil y/o el tiempo estimado restante antes del uso.

EJEMPLOS ALTERNATIVOS

30 La salida de RF de los sensores digitales es una alternativa a las interfaces en serie implementadas más comúnmente para los sensores. Una banda de radiofrecuencia o de infrarrojos se puede sustituir como una interfaz de comunicación por un bus de un cable para comunicar la temperatura y la vida útil (véase, por ejemplo, la patente de EE.UU. número 6.122.704).

35 Una etiqueta inalámbrica puede acoplarse a un producto que se comunica con un lector tal como el descrito en la patente de EE.UU. número 6.285.282.

40 Se puede incluir un módulo de temporización que permite que un usuario, después de interrogar a una etiqueta RFID, determine la duración temporal precisa desde la carga anterior de la etiqueta RFID y cómo se puede utilizar un sensor ambiental junto con el módulo de temporización (véase, por ejemplo, la patente de EE.UU. número 6.294.997).

45 Se pueden seleccionar cualesquiera de varios modos de comunicación de datos de sensor inalámbrico y la comunicación con un lector remoto. Se pueden utilizar varios modos para que el sensor interactúe con un transpondedor de RF sin sensores con el fin de comunicar datos de sensor al transpondedor de RF y, finalmente, a un lector. El transpondedor de RF comunica a continuación los datos de sensor a un lector de RF. Por ejemplo, la patente europea EP837412 describe la asignación de memoria de funciones especiales como la lectura de datos de sensor.

50 Adicionalmente, se puede utilizar un sistema de visualización y una arquitectura de memoria y un procedimiento para visualizar imágenes en ventanas en una pantalla de vídeo con el fin de mostrar el estado de frescura (véanse,

por ejemplo, las patentes de EE.UU. número 4.823.108 y 5.847.705). Se describen características adicionales en las patentes de EE.UU. número 5.237.669, 5.367.658, 6.003.115, 6.012.057, 6.023.712, 6.476.682, 6.326.892, 5.809.518, 6.160.458, 6.476.716, 4.868.525, 5.963.105, 5.563.928, 5.572.169, 5.802.015, 5.835.553, 4.057.029, 4.277.974, 3.967.579, 6.863.377, 6.860.422, 6.857.566, 6.671.358, 6.116.505, 5.193.056, 6.217.213, 6.112.275, 6.593.845, 6.294.997, 6.720.866, 6.285.282, 6.326.892, 6.275.779, 4.857.893, 6.376.284, 6.351.406, 5.528.222, 5.564.926, 5.963.134, 5.850.187, 6.100.804, 6.025.780, 5.745.036, 5.519.381, 5.430.441, 4.546.241, 4.580.041, 4.388.524, 4.384.288, 5.214.409, 5.640.687, 6.094.138, 6.147.605, 6.006.247, 5.491.482, 5.649.295, 5.963.134, 6.232.870 y 4.746.823, en la solicitud de patente publicada de EE.UU. número 2002/0085453, y/o en las especificaciones de interfaces de sensor 1451-4, y/o en los antecedentes, las características de la invención y la breve descripción de los dibujos.

Un dispositivo de visualización independiente puede difundir una señal de RF continuamente en un perímetro de, por ejemplo, tres metros, para energizar un dispositivo receptivo de un embalaje que señaliza su estado de carácter percedero. La señal puede ser una marca en un dispositivo del tipo de indicador de gasolina o un LED, OLED o PLED de Sí/No. Un único punto puede representar el embalaje sondeado. El dispositivo de visualización independiente puede estar acoplado a un mostrador, una pared, un estante, una nevera, un palé, etc. Esto permite una reducción sustancial de energía y costes para monitorizar la vida útil del embalaje. El dispositivo de visualización puede funcionar junto con otros medios para sondear selectivamente un embalaje individual. El embalaje se puede activar o desactivar individualmente para evitar conflictos con otras respuestas sondeadas. El dispositivo de visualización puede buscar otros signos para identificar el embalaje individual, hacer una lista de los mismos, y añadir el estado de carácter percedero a la lista.

La vida útil es una integración durante varios períodos temporales de una curva de velocidad del deterioro que varía como una función de la temperatura y/u otros estados ambientales, tales como la humedad, la vibración, la exposición directa a contaminantes o la oxidación, etc. Preferentemente se utilizan, por lo menos, dos relojes, uno para medir el tiempo y otro para medir la temperatura. Se pueden utilizar tablas que tienen esto en cuenta, proporcionando así una precisión de la vida útil que se puede ajustar a productos particulares. Por lo tanto, la precisión de la vida útil se proporciona durante la vida del producto percedero dentro de ventajosamente el 1 % en intervalos críticos. Esta precisión depende de la coherencia de los relojes. Las tablas se pueden calibrar y cargar con tan solo datos de tictac de reloj (que representan la temperatura), para proporcionar un monitor de temperatura.

La vida restante en la batería se puede determinar basándose en el número de muestras de vida útil. Por ejemplo, un registro de RF puede leer y mostrar resultados. Esto puede ser ventajoso para determinar el estado de la batería. Al final de la vida útil, una etiqueta puede permanecer inactiva, de tal manera que en lo que respecta a la vida de la batería, las etiquetas pueden reutilizarse con la vida de la batería restante que se ahorró debido a que la etiqueta permaneció inactiva al expirar la vida útil. La vida útil restante se puede representar como un porcentaje de la vida útil. Esto se puede mantener en el chip con mucha precisión, no obstante puede ser un porcentaje menor cuando se envía a un lector con fines de alerta. La etiqueta puede ser de manera efectiva un comunicador de excepciones, y como tal puede proporcionar alertas y localización de excepciones.

La etiqueta puede ser una etiqueta de artículo para alimentos y productos farmacéuticos, entre otros elementos percederos. En la etiqueta se pueden proporcionar datos de referencia que habilitan un registro de auditoría. Una vez que se inicia la etiqueta, preferentemente el usuario no cambia ningún dato (vida útil, alerta de fecha de caducidad, historial y vida útil restante), aunque alternativamente, una etiqueta puede ser configurable a conveniencia bajo ciertas circunstancias. Un motivo para no permitir la modificación de los datos es que la herencia de datos (especialmente para una vez transcurridas las fechas de uso) puede proporcionar capacidad de registro de auditoría. La realización preferente incluye un sensor inteligente con interfaz de RFID. La memoria para los datos y el historial de vida útil es preferentemente independiente de la memoria de RFID. La interacción es preferentemente mediante un bus del sensor al chip de RFID. Esto permite la interacción con implementaciones de RFID de múltiples suministradores y múltiples frecuencias de RF.

Se puede utilizar una arquitectura "accionada por comandos" o una "asignación de memoria". Se pueden definir los tamaños de datos de diferentes campos. Un tamaño de muestreo puede ser 14 bits. Se puede producir un muestreo cada 12 minutos o más, y el tiempo de vida puede ser de cinco años o más. Los lectores de RFID pueden disponer del software que reconoce las etiquetas de RFID. Una solución de software entre aplicaciones ("middleware" o "betweenware") en tiempo real puede interpretar los datos y puede ser capaz de imprimir los datos.

Se puede utilizar una tabla en la que preferentemente menos de 2k bits de memoria utilizan una estructura de protocolos de comunicaciones ventajosa.

Se puede utilizar EPC/UHF Clase 1V2 de 256 bits de memoria e ISO HF Código-I. Se puede utilizar el chip Philips ISO Código-U HSL, ISO Código-U EPC 1.19, EPC Clase 1 Gen2 o ISO Código-I. El software se puede implementar en un chip y con el lector de RFID. Se puede utilizar un bloque de memoria de 32 bits de los cuales 8 bits representan un comando y 24 bits datos. Puede no existir ningún comando de LECTURA/ESCRITURA en el chip, de tal modo que el lector puede escribir en el chip para indicarle qué quiere a continuación. Se pueden utilizar direcciones de memoria por encima de 8k que el chip no esté utilizando, por ejemplo, el número de direcciones

5 puede ser de 128. En este caso, el lector puede sencillamente leer bloques de memoria que son números de direcciones asignadas a los datos en la etiqueta. A menudo una dirección incluirá solo 8 bits. Para cualquiera de estas dos opciones, el esquema de memoria para el diseño puede ser de 32 bits en la etiqueta o menos. Después de cada detección de temperatura se puede actualizar un área de alertas rápidas. Puede incluir un nombre de comando en el caso de la opción de comandos de 8 bits/datos de 24 bits. Los datos se puede introducir en el chip en el montaje de la etiqueta o bien en el productor del producto perecedero.

A continuación se proporcionan tamaños de datos a modo de ejemplo

10 Datos de tictac de reloj = 384 bits (16 bits; 24 entradas de tabla)
 Delta (datos de vida útil) = 384 bits (16 bits, 24 entradas de tabla)
 Identificador único = se asume principalmente en oblea; número de serie (64 bits); podría estar en oblea.
 Un número de EPC (opcional) para su uso por el productor del producto perecedero para herencia o en etiquetas independientes para identificar productos perecederos = 96 bits
 15 Datos de configuración del dispositivo = aproximadamente 128 bits
 Datos de histograma = 320 bits
 Registros de vida útil y custodia = 512 bytes

20 Mantener el recuento de tictacs del reloj para la detección ha mejorado la aplicabilidad para productos que están congelados. La capacidad de establecer la duración del intervalo de detección es ventajosa en este sentido. Un recuento de tictacs del reloj puede ser 370; y se puede utilizar un tictac del reloj de aproximadamente 500 para mejorar la precisión en una amplia gama de productos, y un tictac del reloj de 2500 mejora aún más la precisión.

25 Aunque los dibujos a modo de ejemplo y las realizaciones específicas de la presente invención se describen e ilustran anteriormente y a continuación en la presente memoria, se debe comprender que el alcance de la presente invención no se limita a las realizaciones particulares dadas a conocer. Así pues, las realizaciones deben considerarse ilustrativas en lugar de restrictivas, y se debe comprender que se pueden realizar variaciones en esas realizaciones por expertos en la materia sin salirse del alcance de la presente invención, tal como se da a conocer en las reivindicaciones. Además, en procedimientos que se pueden realizar según las realizaciones preferentes de la
 30 presente memoria, las operaciones se han descrito en secuencias tipográficas seleccionadas. Sin embargo, las secuencias se han seleccionado y ordenado así por conveniencia tipográfica y no pretenden implicar un orden particular para llevar a cabo las operaciones, salvo que se dé a conocer expresamente un orden particular necesario o los expertos en la materia lo consideren necesario.

REIVINDICACIONES

1. Sistema indicador de la integridad de un producto, que comprende
 - 5 (a) un módulo de transpondedor de radiofrecuencia (44) que incluye un circuito integrado de RFID que tiene una primera memoria (46), incluyendo además el módulo transpondedor de radiofrecuencia una antena;
 - (b) uno o más sensores configurados para monitorizar el tiempo y/o la temperatura y/u otros datos de sensor relativos al estado de un producto,
 - (c) teniendo dicho sistema una segunda memoria (50) configurada para almacenar datos de sensor;
 - 10 (d) una interfaz de comunicaciones bidireccional (48-49) configurada para acoplar dicha segunda memoria (50) a la primera memoria (46) del circuito integrado de RFID; en el que el uno o más sensores funcionan para comunicarse con el circuito integrado de RFID por medio de la interfaz de comunicaciones (48-49); y
 - (e) un módulo de control de estado que comprende un lector de RF (40) que funciona para comunicarse con el módulo de transpondedor de radiofrecuencia (44) para controlar los datos enviados a o recibidos de la
 - 15 primera memoria (46) del circuito integrado de RFID bajo control de software.
2. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el lector de RF del módulo de control de estado funciona para comunicarse con el módulo de transpondedor de radiofrecuencia para controlar los datos enviados a o recibidos de la primera memoria del circuito integrado de RFID.
- 20 3. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el lector de RFID comprende un PDA que incluye un sistema operativo móvil para ejecutar el módulo de control de estado.
4. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el módulo de control de estado es un PDA para ejecutar el módulo de control de estado.
- 25 5. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el módulo de control de estado funciona para permitir que los lectores introduzcan, obtengan, impriman y comuniquen datos de vida útil y/o alertas y/o historial.
- 30 6. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el módulo de control de estado funciona para monitorizar lectores en una red o para verificar que los lectores están funcionando.
7. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el módulo de control de estado funciona para gestionar la vida útil.
- 35 8. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el módulo de control de estado funciona para comunicarse con una base de datos web para almacenar los datos de vida útil.
9. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el módulo de control de estado incluye herramientas de software de desarrollador y/o software de ajuste fino de la vida útil.
- 40 10. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 9, en el que el módulo de control de estado está personalizado para permitir la interacción con sistemas de software de cadena de suministro del cliente.
- 45 11. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el módulo de control de estado funciona para enviar notificación de un cambio en la custodia mediante un lector de RF al módulo del circuito integrado del transpondedor de RF y, a continuación, al sensor.
- 50 12. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 11, en el que los datos enviados desde el lector de RF incluyen la hora del cambio de custodia o la localización del número de identificación del lector.
13. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el sensor funciona para actualizar su registro en cada cambio de custodia.
- 55 14. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que los cálculos del sensor están basados en excepciones.
- 60 15. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, que comprende además uno o más sensores adicionales conectados conjuntamente en cadena margarita.
16. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 15, en el que el uno o más sensores adicionales se pueden desacoplar del uno o más sensores del sistema indicador de la integridad de un producto.
- 65

17. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 16, en el que los sensores adicionales se pueden volver a acoplar al uno o más sensores del sistema indicador de la integridad de un producto o a un sensor diferente.
- 5 18. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que una vez que se activan el uno o más sensores, ningún dato almacenado en el sistema se puede cambiar por un usuario.
19. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que dichos uno o más sensores proporcionan detección, gestión de la potencia de detección, gestión de la memoria de datos de detección o detección/interfaz de RF con el transpondedor de RFID.
- 10 20. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 19, en el que la memoria de datos de detección incluye componentes de programación para controlar diversas funciones del sensor, incluyendo programación de control digital, control de lectura/escritura y control de acceso, y funciona para transmitir datos mediante un circuito integrado de RFID.
- 15 21. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 20, en el que la memoria de datos de detección incluye controles de interfaz externa e interna que funcionan para transmitir datos mediante un circuito integrado de RFID.
- 20 22. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 21, en el que los controles de interfaz externa e interna de memoria funcionan para transferir datos a otra etiqueta.
23. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 19, en el que la memoria de datos de detección incluye controles de batería y/o de visualización.
- 25 24. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 19, en el que la memoria de datos de detección incluye un componente de vida útil.
- 30 25. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 24, en el que el componente de vida útil incluye tablas y/o fórmulas de cálculo para determinar los datos de frescura actual basándose en datos de mediciones recibidos periódicamente del sensor.
- 35 26. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 19, en el que el sistema indicador de la integridad de un producto es una máquina de estados.
27. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 19, en el que el sistema indicador de la integridad de un producto es un microprocesador.
- 40 28. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que el circuito integrado de RFID es un circuito EPC/UHF Clase 1 Gen2.
29. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, en el que se utiliza un número de EPC para identificar un producto perecedero.
- 45 30. Sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, que comprende, por lo menos, una tabla para almacenar datos de temperatura calibrados.
- 50 31. Procedimiento de funcionamiento de un sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 1, comprendiendo dicho procedimiento las etapas de:
- a) definir un conjunto de intervalos de detección para dichos uno o más sensores y activar el uno o más sensores, en el que una vez que se activan el uno o más sensores, ningún dato almacenado en el sistema se puede cambiar por un usuario;
- 55 b) en cada intervalo de detección, activar el uno o más sensores desde un estado inactivo, realizar una operación de detección utilizando el uno o más sensores para obtener datos de sensor, analizar los datos de sensor para generar datos de estado, escribir los datos de estado en la primera memoria y devolver el uno o más sensores a un estado inactivo;
- 60 c) en respuesta a un comando enviado al uno o más sensores que indica que los datos de configuración de sensor se van a escribir en la segunda memoria, activar el uno o más sensores desde el estado inactivo y escribir los datos de configuración de sensor en la segunda memoria y devolver el uno o más sensores al estado inactivo; y
- d) transferir datos de sensor desde dicha segunda memoria a dicha primera memoria en los intervalos de detección o en respuesta a un comando enviado al uno o más sensores que indica que los datos de sensor se van a leer de la segunda memoria.
- 65

32. Procedimiento, según la reivindicación 31, en el que los datos de estado comprenden el porcentaje de vida útil restante, en el que un valor inicial del porcentaje de vida útil restante cuando se activan el uno o más sensores es 100 %.
- 5 33. Procedimiento, según la reivindicación 31, en el que el módulo de control de estado según la reivindicación 1 comprende un lector de RFID para enviar y recibir datos a y desde uno o más indicadores de integridad de producto.
34. Procedimiento, según la reivindicación 31, en el que el sensor del módulo de control de estado transmite datos desde el indicador de integridad de producto a bases de datos remotas y/o sistemas de software de cadena de suministro.
- 10 35. Procedimiento de funcionamiento de un sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 31, que comprende la etapa adicional de transmitir datos de sensor desde un indicador de integridad de producto a un segundo indicador de integridad de producto.
- 15 36. Procedimiento de funcionamiento de un sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 31, que comprende las etapas, para configurar el sensor para que monitorice la vida útil, de:
- 20 a) incluir en los datos de configuración de sensor configurados previamente una tabla de datos de vida útil para calcular la vida útil utilizada y/o la vida útil restante en cada intervalo de detección; parámetros de alerta de vida útil para activar una alerta de vida útil; y un registro del historial de vida útil para registrar cada cambio del 1 % de la vida útil; y
- 25 b) bajo el control del sensor en cada intervalo de detección, activar el sensor, acceder a la tabla de datos de vida útil, calcular la vida útil utilizada y la vida útil restante para el intervalo de muestreo, añadir la vida útil al mensaje de alerta, y registrar los datos en el registro del historial de vida útil.
37. Procedimiento de funcionamiento de un sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 36, en el que la tabla de datos se configura con datos para calcular el desgaste de un elemento etiquetado.
- 30 38. Procedimiento de funcionamiento de un sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 31, que comprende las etapas, para calcular la vida útil, de:
- 35 a) utilizando una tabla de datos de vida útil o algoritmos en el módulo de control de estado o bien en la red, calcular la vida útil utilizada y/o la vida útil restante.
39. Procedimiento de funcionamiento de un sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 31, que comprende las etapas, para configurar el sensor para que siga los cambios en la custodia, de:
- 40 a) configurar el módulo de control de estado con datos que documentan la propiedad de la custodia;
- b) mediante un lector de RF, bajo el control del módulo de control de estado, transmitir datos de custodia a la primera memoria del módulo del transpondedor de radiofrecuencia para el primer sensor; y
- 45 c) bajo el control del sensor añadir un cambio de los datos de custodia a un registro del sensor del primer sensor.
40. Procedimiento de funcionamiento de un sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 31, que comprende las etapas de:
- 50 a) monitorizar el entorno de uno o más productos perecederos utilizando el sistema indicador de la integridad de un producto según la reivindicación 1,
- b) detectar el uno o más indicadores de integridad de producto en el alcance del módulo de control de estado, utilizando un lector de RF acoplado de manera comunicativa al módulo de control de estado,
- 55 c) recibir datos de sensor del indicador de integridad de producto mediante el módulo de control de estado,
- d) compartir los datos de sensor con bases de datos remotas y sistemas de software de cadena de suministro.
41. Procedimiento de funcionamiento de un sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 31, que comprende las etapas de:
- 60 a) introducir datos de configuración de sensor configurados previamente por el usuario en el módulo de control de estado;
- b) mediante el lector de RF, enviar comandos o direcciones de configuración del sensor desde el módulo de control de estado a la primera memoria del transpondedor de radio y/o a la segunda memoria del sensor;
- 65 c) bajo el control del usuario, comenzar la detección a intervalos establecidos por el usuario;
- d) bajo el control del sensor en cada intervalo de detección, activar el sensor, comparar los datos de sensor con los estados configurados previamente por el usuario, generar un mensaje de alerta, enviar el mensaje de

alerta a la primera memoria del transpondedor de radiofrecuencia y, si funciona, registrar los datos de sensor en la segunda memoria del sensor o en la primera memoria del transpondedor de radiofrecuencia;

5 e) bajo el control del usuario, enviar comandos o direcciones de memoria desde el módulo de control de estado a la primera memoria del transpondedor de radiofrecuencia para recuperar los datos del historial o las alertas del sensor; y

f) mediante el módulo de control de estado y el lector de RF, recuperar los datos de sensor de la primera memoria del módulo del transpondedor de radiofrecuencia.

10 42. Procedimiento de funcionamiento de un sistema indicador de la integridad de un producto, según la reivindicación 31, que comprende las etapas, para configurar el sensor para que monitorice la temperatura:

a) incluir en los datos de configuración de sensor configurados previamente parámetros de umbral de temperatura para activar una alerta de umbral de temperatura, un histograma de temperatura y un registro de temperatura; y

15 b) bajo el control del sensor en cada intervalo de detección, activar el sensor, añadir la temperatura detectada a los datos del histograma, determinar si se ha activado una alerta de temperatura y registrar la temperatura detectada en el registro de temperatura; y

c) actualizar el mensaje de alerta con datos de temperatura.

20

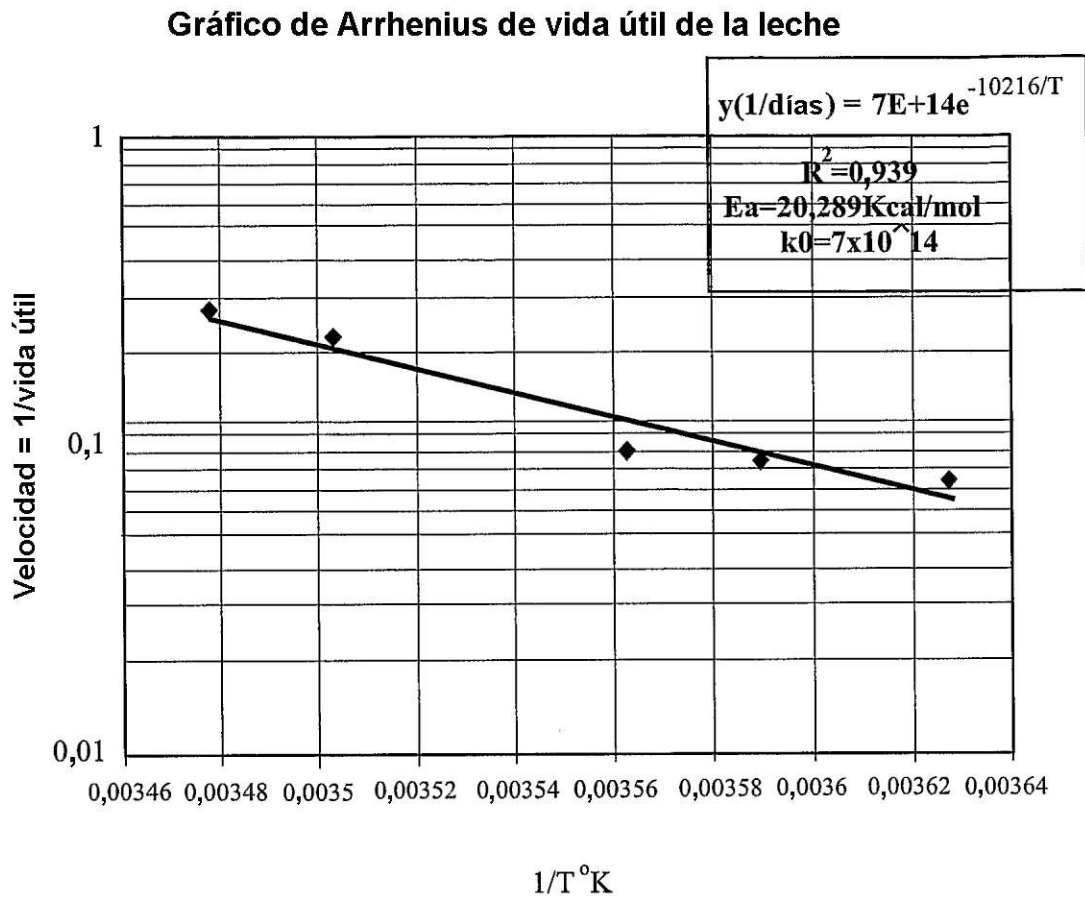


Figura 1

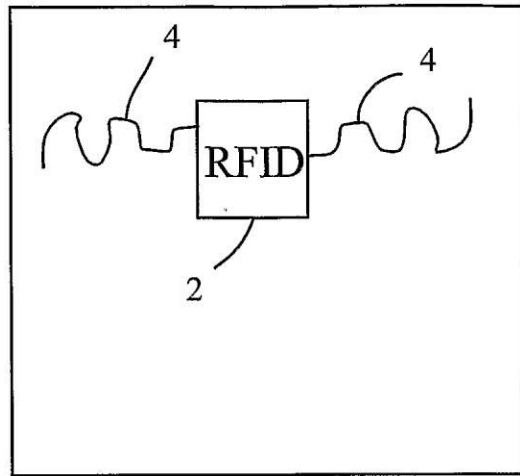


Figura 2

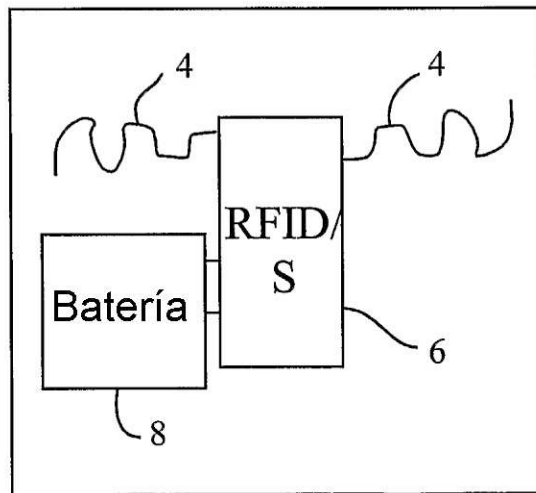


Figura 3

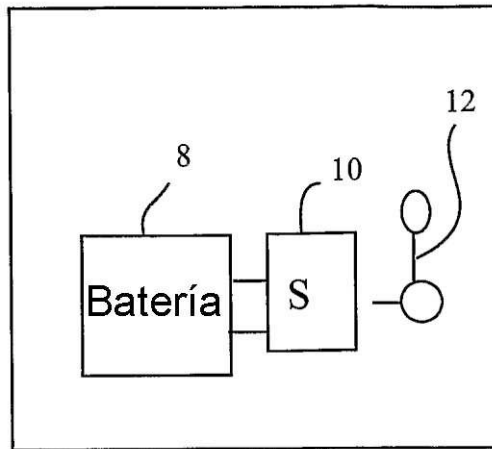


Figura 4

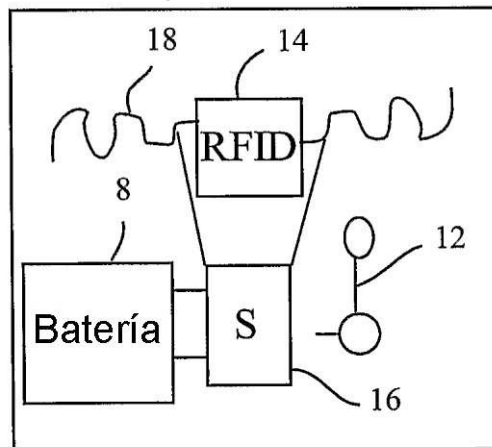


Figura 5

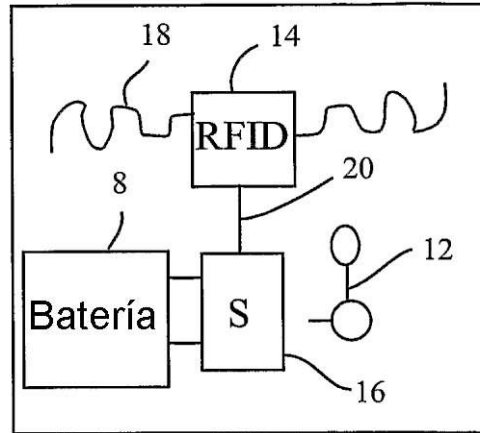


Figura 6

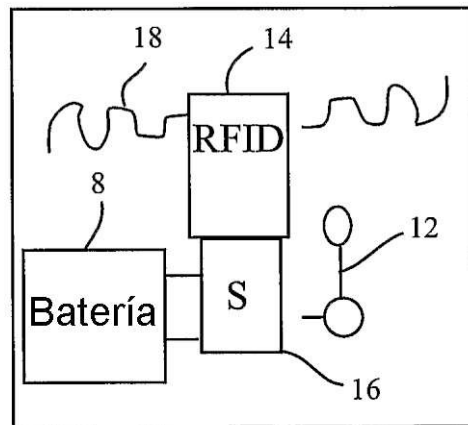


Figura 7

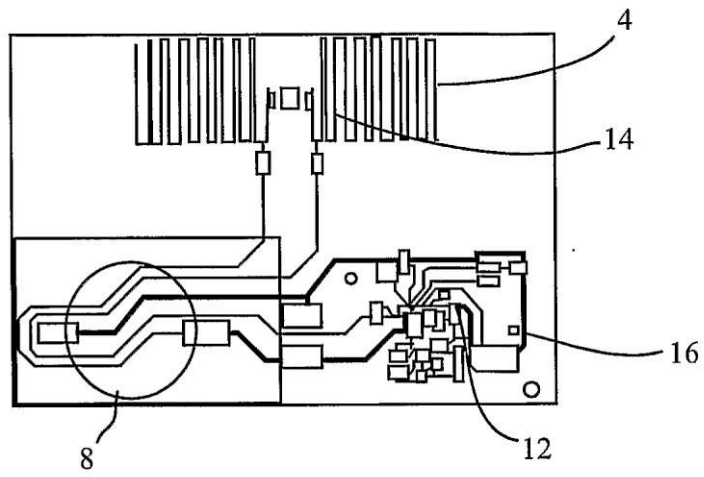


Figura 8A

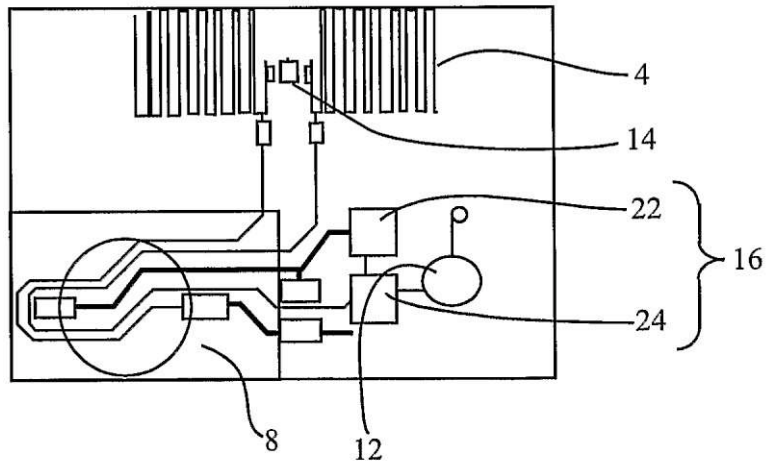


Figura 8B

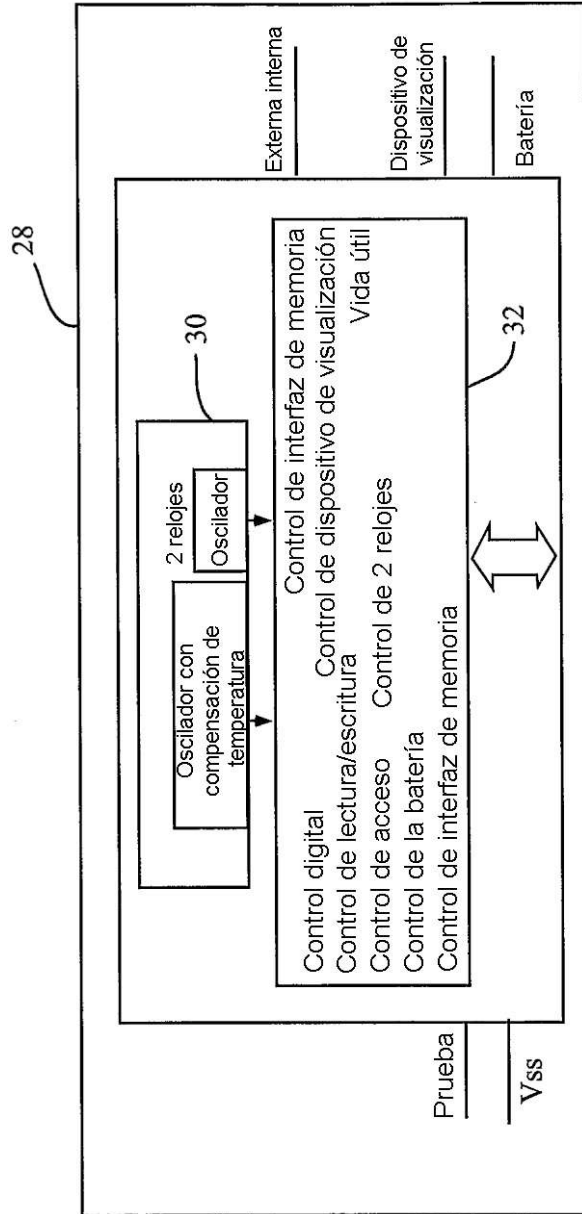


Figura 9

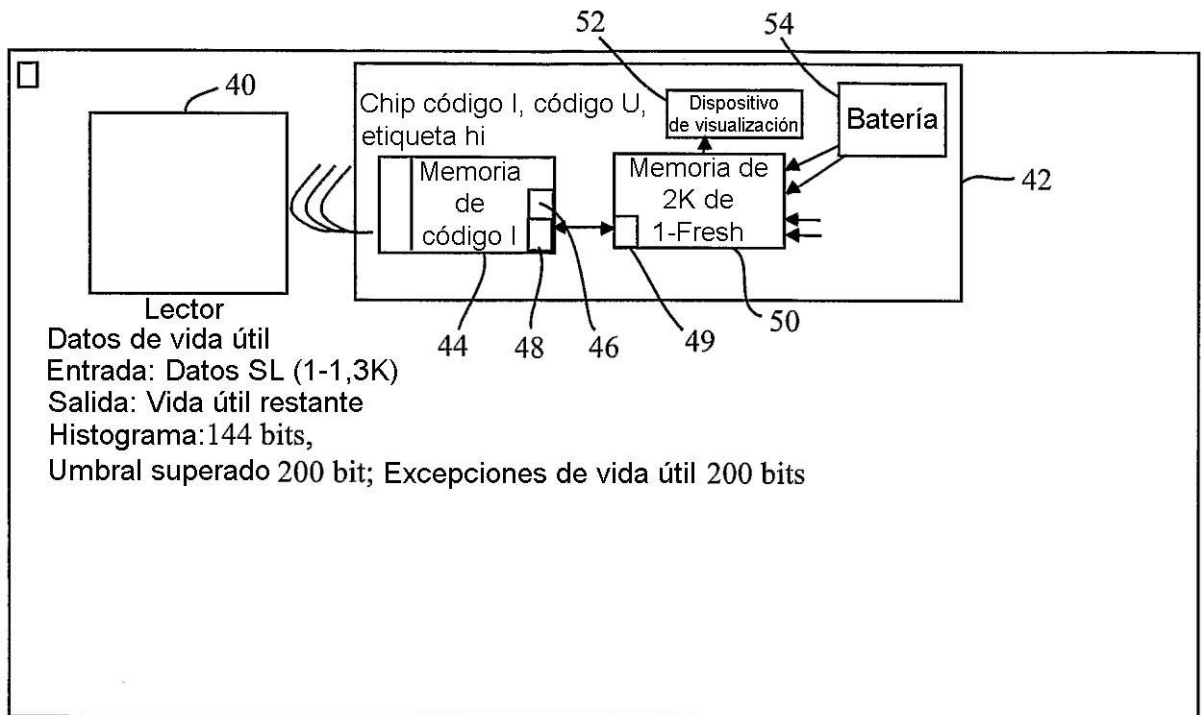


Figura 10

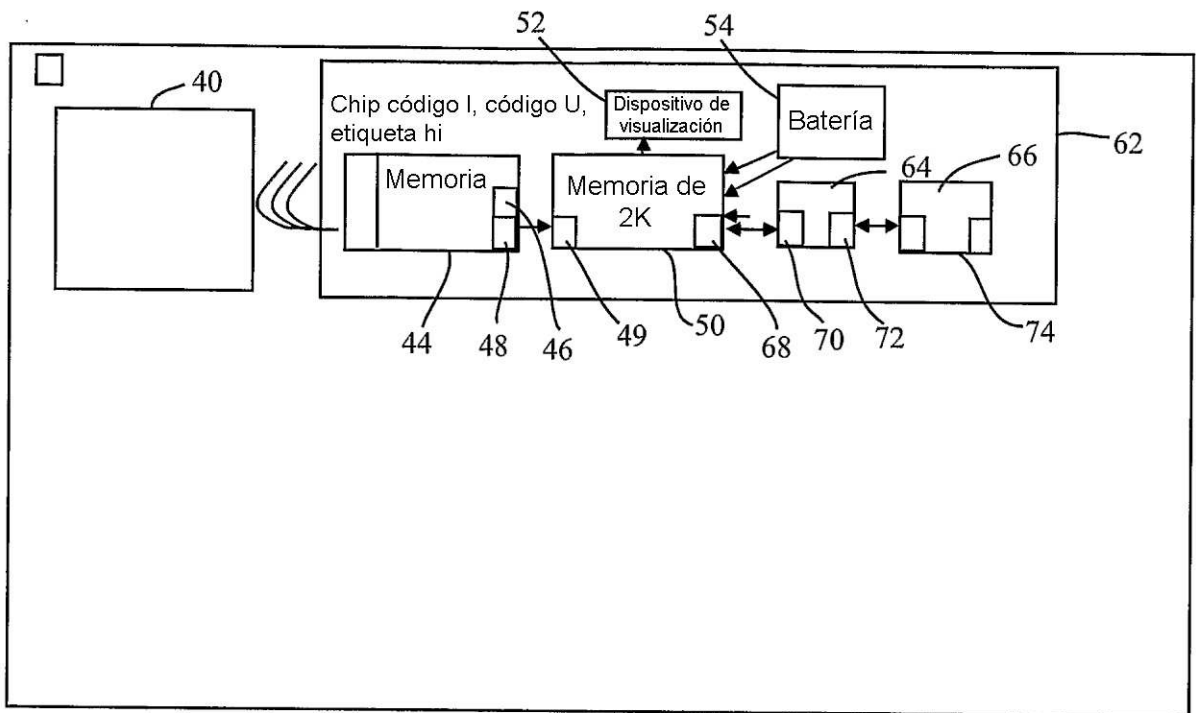


Figura 11

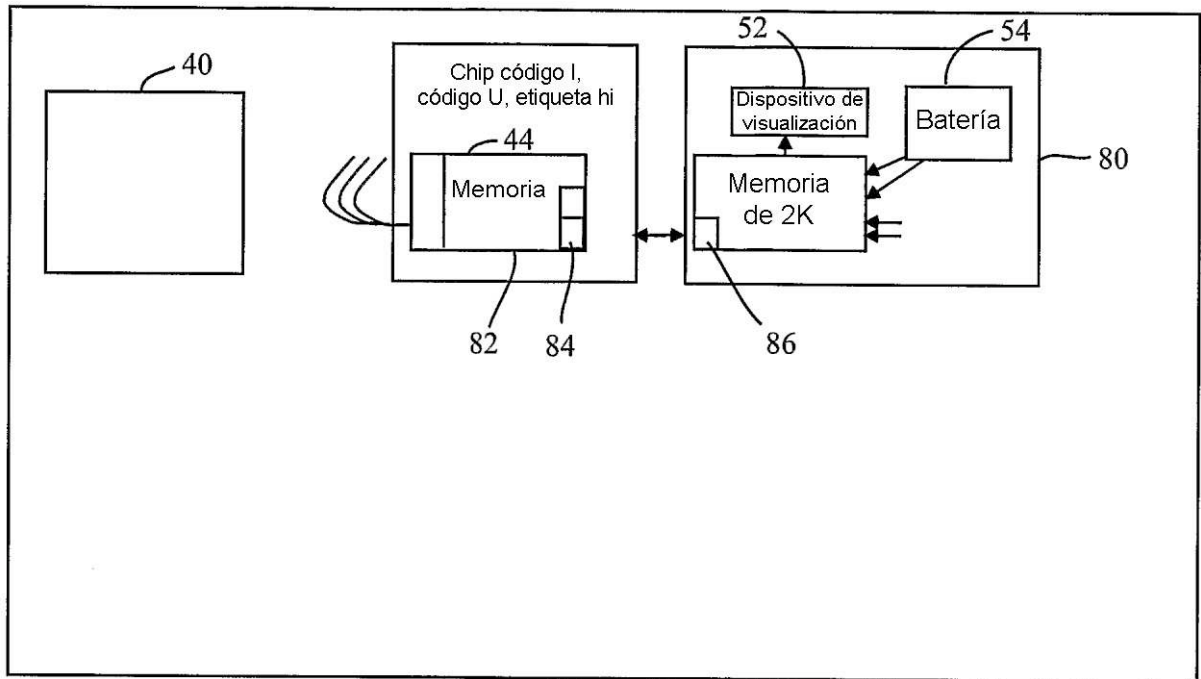


Figura 12