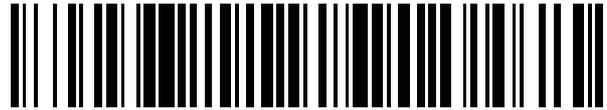


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 423 081**

51 Int. Cl.:

**G01K 1/02** (2006.01)

**G01K 3/04** (2006.01)

**G06K 19/07** (2006.01)

**G06Q 30/06** (2012.01)

**G04F 10/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2005 E 05756390 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 1741074**

54 Título: **Sistema sensor-transpondedor para monitorizar la vida útil en almacenamiento**

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:

**17.09.2013**

73 Titular/es:

**INFRATAB, INC. (100.0%)  
4347 RAYTHEON ROAD  
OXNARD CA 93033, US**

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 423 081 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 sensor-transpondedor para monitorizar la vida útil en almacenamiento

5 Campo de la invención

La invención se refiere a etiquetas inteligentes y sensores de RF, programa informático y procesos en particular para monitorizar y analizar la vida útil en almacenamiento de un producto perecedero.

10 Descripción de la técnica relacionada

Los productos perecederos, tales como productos alimenticios refrigerados y mínimamente procesados, vacunas, productos farmacéuticos, sangre, películas, productos químicos, adhesivos, pintura, municiones, baterías, refrescos, cerveza, cosméticos y muchos otros productos, tienen cada uno una vida útil en almacenamiento única. La calidad del producto se ve afectada por varios factores que pueden ser de naturaleza física, química o biológica, y que actúan juntos a menudo de formas complejas e interconectadas. Sin embargo, normalmente la temperatura es el factor predominante que determina la longevidad de la calidad. Se desea monitorizar y analizar de forma precisa esta "vida útil en almacenamiento" o carácter perecedero.

20 Actualmente, el sello de fecha, ya sea "límite de uso", "límite de venta" o "cerrado" (número especial en el producto que sólo entiende el fabricante del producto), es la regla general del productor del producto o la "mejor estimación" de la calidad de un producto en términos de gusto, textura, aroma, apariencia y otros. Cuando un producto se usa o se come después de esta fecha, su calidad puede ser menor de lo que el fabricante del producto desea para que su cliente experimente.

25 Las fechas de producto se basan en la mejor evaluación por parte del fabricante del producto de la temperatura que se experimenta por el producto perecedero, desde el momento en que sale de la fábrica hasta que es adquirido por el usuario. Debido a que la temperatura a menudo es diferente de lo que se predice, la fecha sola no siempre es una representación precisa de la vida útil en almacenamiento. Si un producto se transporta y se almacena apropiadamente, puede durar mucho más tiempo que la fecha. Por el contrario, si la temperatura es mayor de lo que se predice, el producto se deteriora más rápidamente con relación a la temperatura. Típicamente, una "fecha límite" sencillamente se atribuye a un producto, como si sólo el tiempo desempeñara un papel en el deterioro de un producto, o como si la tasa de deterioro del producto fuera independiente de la temperatura. Sin embargo, es bien conocido que muchos productos se deterioran mucho más lentamente cuando están refrigerados, que cuando están almacenados a temperatura ambiente. Una vez se aplica una "fecha límite" de forma convencional a un producto, no se puede cambiar para reflejar lo que le haya pasado al producto. En una cadena de suministro de producto, el uso de transpondedores de RF (también conocidos como RFID o identificación por radiofrecuencia) ha crecido en uso como resultado del establecimiento de frecuencia RF y la estandarización de los formatos de datos por ISO y EPCglobal para el seguimiento y la localización de los productos. Adicionalmente, el amplio uso de Bluetooth y Zigbee (otras interfaces de comunicación basadas en RF) han dado como resultado opciones adicionales de entrada y salida de RF económicas para la monitorización activa de los productos. Al mismo tiempo, los avances en la detección digital han hecho posible la obtención de sensores de bajo coste para monitorizar determinadas condiciones de productos, en especial la temperatura, humedad, vibración y vida útil en almacenamiento (integración de tiempo y temperatura).

45 El documento US 2003/099157 describe un sistema y método para ajustar de forma dinámica las fechas de caducidad presentadas en los productos para el consumidor que usan una pantalla LCD para visualizar una fecha de caducidad y mensajes, sensores para monitorizar condiciones ambientales, un reloj para la cuenta atrás de la fecha de caducidad, y un controlador para determinar mensajes y ajustes para la fecha de caducidad visualizada en base a las condiciones ambientales monitorizadas.

50 El documento EP 1319928 se refiere a un dispositivo electrónico para acompañar una mercancía perecedera durante un periodo para monitorizar la exposición de la mercancía a un parámetro ambiental, tal como la temperatura. El dispositivo incluye una interfaz de datos para recibir datos que representan la exposición de la mercancía al parámetro ambiental durante un periodo inmediatamente precedente. Además, incluye un sensor para medir el parámetro ambiental. Además, el dispositivo incluye un procesador para usar una relación específica con la mercancía (tal como una ecuación de Arrhenius para esa mercancía) para calcular una característica de la mercancía al final del periodo usando los datos recibidos y la salida del sensor. El dispositivo incluye además una memoria para registrar la salida del sensor. Para economizar en el uso de la memoria, los datos se almacenan a una tasa más rápida durante periodos cuando los datos son los más significativos (por ejemplo, indica una temperatura alta). Se dispone un interruptor para indicar qué datos no se deben tener en cuenta en el cálculo, durante un intervalo corto, en el que, por ejemplo, se puede estar manipulando el dispositivo.

65 El documento US 6019394 describe una etiqueta de producto que contiene información sobre un artículo comercial que se puede intercambiar con un terminal o servidor. En su forma más simple, la etiqueta de producto incluye una memoria y un conector acoplado a la memoria. En otra forma destinada a ser inaccesible al usuario del artículo, se

incluye una memoria, un procesador, un transceptor, y una fuente de alimentación. En otra forma más, destinada a ser inaccesible al usuario del artículo, se incluye una memoria, un procesador, un transceptor, una fuente de alimentación y una pantalla. La etiqueta del producto está fija de forma permanente al artículo comercial. La información almacenada puede incluir información de compra e intercambio, así como instrucciones para su uso.

5 El documento DE 20106542 se refiere a un elemento de identificación o marca identificadora para identificar objetos tales como mercancías, equipaje, embalaje reutilizable o desechable y similares. El elemento tiene un chip semiconductor alimentado por una célula y conectado a una estructura de ruta conductora que funciona como una antena. El chip semiconductor puede tener un sensor integral o puede estar conectado a un sensor separado por pistas conductoras.

10 El libro blanco "Proposal for Standardized Core Functionality in Digital Time-temperature Monitoring SAL devices" propone cómo se pueden definir los parámetros y algoritmos de núcleo usados en tecnología de etiquetas activas inteligentes (SAL).

15 Sumario de la invención

20 La combinación de la detección digital y RF para la entrada y salida de datos de detección hace posible una nueva clase de sensores, incluyendo sensores que monitorizan e informan de la integridad de un producto, (por ejemplo, de lo bien que se ha mantenido con el tiempo la calidad del producto). Se desea tener un sistema que utilice la tecnología RF para la comunicación de la precisión, la vida útil en almacenamiento dependiente de la temperatura y otra monitorización de sensores dependientes del tiempo de los productos precederos.

25 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un sistema indicador de la integridad del producto, que comprende: (a) un módulo transpondedor de radiofrecuencia que incluye un circuito integrado de RFID que tiene una primera memoria y una antena; (b) al menos un sensor configurado para monitorizar el tiempo, la temperatura u otros datos del sensor relacionados con la condición de un producto; (c) una interfaz de comunicaciones; (d) un módulo de determinación de frescura configurado para recibir datos de medida del al menos un sensor y para determinar un estado de frescura actual, en el que el al menos un sensor está configurado para comunicarse con el circuito integrado de RFID por medio de la interfaz de comunicaciones y para actualizar la primera memoria con datos relacionados con el producto, caracterizado porque el sistema indicador de la integridad del producto comprende además; (e) un módulo de gestión de potencia, y porque el al menos un sensor tiene una segunda memoria (50) para almacenar los datos monitorizados.

35 De acuerdo con otros aspecto de la invención, se proporciona un método para monitorizar la integridad del producto en múltiples segmentos de una cadena de suministro de producto, que comprende: (a) proporcionar un sistema indicador de la integridad del producto que comprende: (i) un módulo transpondedor de radiofrecuencia que incluye un circuito integrado de RFID que tiene una primera memoria y una antena; (ii) al menos un sensor que está configurado para monitorizar el tiempo, la temperatura u otros datos del sensor relacionados con la condición del producto, teniendo el al menos un sensor una segunda memoria para almacenar los datos monitorizados; (iii) un módulo de determinación de frescura configurado para recibir los datos de medida del al menos un módulo de sensor y para determinar el estado actual y las alertas; (iv) una interfaz de comunicaciones configurada para acoplar el al menos un sensor con el circuito integrado de RFID; en el que el al menos un sensor está configurado para comunicarse con el circuito integrado de RFID por medio de la interfaz y para actualizar la primera memoria con datos relacionados con el producto; y (v) un módulo de gestión de potencia; y (b) transferir los datos relacionados con el producto a una memoria de otro módulo transpondedor de radiofrecuencia.

Otras características se describen y se reivindican a continuación y/o son evidentes de los dibujos.

50 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una representación de Arrhenius de ejemplo de la tasa de deterioro en función de la inversa de la temperatura.

55 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.

La figura 4 ilustra esquemáticamente un sensor que incluye una batería, interruptor de pantalla y sensor.

60 La figura 5 ilustra esquemáticamente un sensor de RF semipasivo que tiene una conexión sensor-antena.

La figura 6 ilustra esquemáticamente un sensor de RF semipasivo que tiene una interfaz en serie entre los componentes de sensor y RFID.

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

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

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

5 La figura 10 es otro diagrama de bloques que ilustra componentes de programación y una configuración modular de memoria de un sensor de RF de acuerdo con un modo de realización preferente.

10 La figura 11 es otro diagrama de bloques que ilustra componentes de programación, una configuración modular de memoria de un sensor de RF acoplado junto con uno o más sensores adicionales de acuerdo con un modo de realización preferente.

15 La figura 12 es otro diagrama de bloques que ilustra componentes de sensor y RFID por separado que juntos tienen al menos la señal acoplada.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

20 A continuación se describen modos de realización preferidos y alternativos con relación a etiquetas inteligentes y sensores de RF, programas informáticos y procesos en particular para monitorizar y analizar la vida útil en almacenamiento de un producto perecedero. Los sensores descritos y los sensores actúan como fechas "vivas" que le dicen a los consumidores si un producto es fresco y que alertan a los gestores de la cadena de suministro con un llamamiento a la acción antes de que los productos perecederos se vuelvan "invendibles". Cuando se usan estos sensores en sistemas de cadena de suministro con RFID, el programa informático añade logística de "mínima vida útil en almacenamiento restante" y gestión de existencias para el seguimiento y la localización por el RFID de los productos.

Dependencia térmica de la vida útil en almacenamiento

30 En 1889, un químico sueco, Svante August Arrhenius, caracterizó la dependencia de las reacciones químicas, biológicas o mecánicas con la temperatura como una ecuación. Todos los productos perecederos realizan sus propios cálculos y tienen sus propios criterios para la vida útil en almacenamiento de un producto. Las curvas de deterioro que tienen una cinética de Arrhenius como punto de partida se utilizan en un aparato de sensor de RFID de acuerdo con un modo de realización preferente.

35 Con referencia a la figura 1, se ilustra una curva del logaritmo natural de la tasa de deterioro frente a la inversa de la temperatura. Como se muestra, la tasa de deterioro se reduce exponencialmente en proporción con el incremento en la inversa de la temperatura. La ecuación en sí se deduce como: Tasa de deterioro (1/tiempo) =  $A + Be^{-C/temperatura}$

40 Se pueden usar otras expresiones de curvas de tasa de deterioro dependientes de la temperatura continuas que sean preferentemente no lineales. Preferentemente, el sensor está configurado para medir periódicamente una o más temperaturas promedio o estimadas durante un periodo de tiempo desde una medida previa. A partir de estas una o más temperaturas, se determina un deterioro, por ejemplo a partir de una tabla de datos basada en la representación mostrada en la figura 1. La tasa de deterioro se aplica al tiempo sobre el que se determinó que se aplica, y junto con medidas previas, se realiza una determinación de si el producto permanece fresco.

45 El sensor monitoriza la temperatura, la integra en función del tiempo haciendo referencia a una tabla de datos que contiene parámetros de vida útil en almacenamiento para el producto objetivo, que se puede proporcionar previamente por o que puede entender un productor de productos perecederos. Estos parámetros de vida útil en almacenamiento son cálculos de la vida útil en almacenamiento basados en ecuaciones de Arrhenius con mejoras adicionales, dependiendo de las preocupaciones sobre la calidad del productor de productos perecederos. El resultado es un indicador en tiempo real, específico de producto, personalizado, de la vida útil en almacenamiento restante y del historial de la vida útil en almacenamiento.

50 La monitorización dependiente de la temperatura de la vida útil en almacenamiento puede utilizar relojes dobles como se describe en el documento US 5.442.669, "Perishable Good Integrity Indicator," 15 de agosto de 1995, concedido a Infratab, Inc., que describe un método de uso de osciladores y una tabla de datos para determinar una vida útil en almacenamiento de un producto. Un reloj dependiente de la temperatura y un reloj independiente de la temperatura se usan para determinar el tiempo absoluto y la temperatura promedio o estimada en periodos temporales durante la vida útil en almacenamiento de un producto.

60 El uso de tablas de datos permite los cálculos de la vida útil en almacenamiento que son lineales, exponenciales o que no se ajustan nada a las ecuaciones de Arrhenius, por ejemplo, para productos tales como adhesivos industriales y biomédicos, con tasas de deterioro diferentes a intervalos de temperatura de congelación, con una vida útil en almacenamiento influenciada por un historial de temperatura previa o con tasas de deterioro de vida útil en almacenamiento diferentes a intervalos de humedad diferentes. Adicionalmente, las tablas de datos permiten al usuario un ajuste de intervalos de temperatura seleccionados.

Configuraciones de transpondedor-sensor

5 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 activa electromagnéticamente por un lector de RFID apuntado hacia el sensor.

10 La figura 3 ilustra esquemáticamente un sensor de RF activo que incluye una batería. Un chip 6 que tiene componentes de RFID y sensor se activa por una batería 8 que reside en el sensor. En cada una de las configuraciones descritas con referencia a las figuras 1-12, preferentemente el sensor está dispuesto en una etiqueta sustancialmente plana unida a los productos afectados o perecederos que monitoriza la integridad del producto, la usabilidad y seguridad de un producto o un entorno junto con un transpondedor de RF u otro sistema de identificación de radiofrecuencia (RFID) usado para seguir y localizar productos o monitorizar un entorno o junto con una interfaz de comunicación con RF tal como Bluetooth o Zigbee. En el caso de productos perecederos, los sensores pueden incluir sensores de temperatura, vida útil en almacenamiento (la integración de tiempo y temperatura), humedad, vibración, choque y otros sensores que determinen lo bien que se mantiene la calidad de un producto perecedero. En el caso de productos no perecederos, los sensores pueden incluir los sensores mencionados anteriormente más sensores específicos de producto que monitorizan el desgaste por el uso en un producto particular.

20 La figura 4 ilustra esquemáticamente un sensor que incluye una batería, interruptor de pantalla y sensor. El sensor de vida útil en almacenamiento 10 se alimenta por una batería 8. Se dispone una pantalla/interruptor 12 que está(n) acoplado(s) al sensor 10. La pantalla/interruptor 12 incluye un LED o u otro indicador sensorial visual, de audio o de otro modo, de la frescura del producto que se está monitorizando.

25 En referencia ahora a las figuras 5-7, se acopla un sensor discreto a un transpondedor de RF 14 en cada una de las configuraciones, y preferentemente presenta las dos características siguientes. En primer lugar, el transpondedor 14 tiene capacidad para conectar un sensor externo 16 por medio de corriente directa con la antena del transpondedor 18 o por medio de una interfaz de uno o dos cables 20 directamente en el transpondedor de RF 14. En segundo lugar, se asignan al menos 32 bits de la memoria de lectura/escritura del usuario exclusivamente al sensor. Esta memoria del transpondedor de RF designada se usa por el chip del sensor 16 para informar del estado del sensor y de alertas y para enviar/recibir comandos del sensor a/de un lector de RF.

30 En el caso de una marca identificadora por RF multi-chip, la arquitectura del circuito de la marca identificadora soporta un chip de transpondedor de RFID con soporte para una conexión de corriente directa a la antena de RF (figura 5) o bien para una interfaz de uno o dos cables a un circuito integrado de sensor (figuras 6-7), y al menos 32 bits de memoria de lectura/escritura de usuario. Uno o más circuitos integrados de sensor proporcionan detección, gestión de potencia de detección, gestión de memoria de datos de detección y detección/interfaz de RF para el transpondedor de RFID. Preferentemente, el sistema incluye una batería para alimentar el/los sensor(es) y opcionalmente para potenciar la señal de comunicación cuando los datos del sensor se envían a un lector de RF, aunque el sistema se puede configurar de forma pasiva. La batería también se puede usar para soportar el inicio de comunicación de RF por el sensor.

45 El sistema incluye una interfaz de comunicación que tiene, preferentemente, las siguientes características. En primer lugar, está configurada para proporcionar notificación al sensor de los datos o comandos que se están enviando por un lector de RF u otro dispositivo de RF incluyendo otro sensor. La notificación se puede proporcionar por el transpondedor de RF o por el circuito en el sensor que está observando los datos de RF para los comandos. En segundo lugar, preferentemente, la interfaz está configurada para que el sensor tenga la capacidad, como parte de su funcionamiento de detección, de poner el estado del sensor y los datos de alertas en la memoria del transpondedor de RF designada. En tercer lugar, preferentemente, la interfaz tiene la capacidad para que el sensor y el lector de RF u otro dispositivo de RF envíe/reciba comandos y datos usando la memoria del transpondedor de RF designada. En cuarto lugar, la interfaz tiene la capacidad para que el sensor evite la memoria del transpondedor de RF y establezca un trayecto directo desde el lector de RF al sensor con el propósito de realizar una configuración de sensor inicial y para descargarse el historial del sensor.

55 Memoria

60 Preferentemente, el chip del transpondedor de RF de corriente está configurado para tratar grandes cantidades de memoria (8 Kbytes). Por motivos de rendimiento del sistema de RF, el chip de RF, en realidad puede estar lleno con tan solo de 8 a 256 bytes de memoria física. Los comandos del lector de RF para el chip del sensor chip pueden ser las direcciones de memoria no llena del transpondedor de RF, o pseudomemoria. Esta sintaxis de comando no permite la modificación del lector de RF para soportar el sensor. De forma alternativa, los comandos del lector de RF para el sensor pueden ser comandos especiales que implican programas informáticos de lector de RF que estén modificados para interpretar los comandos.

65 El transpondedor de RF puede estar configurado para ignorar comandos ilegales. Puede emitir o no un mensaje de error cuando vea comandos ilegales. Esto permite que los comandos del sensor se envíen por el lector que está

situado en el área de memoria designada para el sensor.

Es preferente que el sensor-transpondedor de RFID usado como etiqueta para seguir y localizar mercancías sea económico. Como resultado, el sensor del transpondedor puede estar alimentado por un lector de RF remoto o una batería económica y puede contener la menor memoria posible, por ejemplo, 64-2048 bits, aún cuando el chip de RFID pueda tratar hasta 8 kbits de memoria.

Un diseño de monitorización de la vida útil en almacenamiento puede incluir un sistema de dos chips (figuras 5-6), o de forma alternativa puede incluir un único chip que presente dos funciones dentro del chip (figura 7). Se puede usar un chip o módulo de vida útil en almacenamiento para tratar una memoria de RFID como una línea de entrada/salida para un lector RF. La memoria usada para aplicaciones de RFID se trata por separado de la memoria de vida útil en almacenamiento. Se puede acceder a la memoria de vida útil en almacenamiento a través de uno o más bloques de 32 bits de la memoria de RF. En una implementación de dos chips, un chip de vida útil en almacenamiento se puede comunicar con un chip de RFID por medio de una interfaz en serie por un cable de un hilo.

Para fabricar una memoria de vida útil en almacenamiento más accesible y usable por un lector de RF, las direcciones de la memoria de vida útil en almacenamiento se pueden nombrar en base a direcciones no usadas en la memoria de RFID (es decir, direcciones de memoria de 2048 bits a 8000 bits). Cuando un lector de RF envía una dirección además a la memoria física en el chip, el chip RFID enruta la dirección a la memoria de vida útil en almacenamiento. Los datos en esta dirección de memoria en el chip de vida útil en almacenamiento se envían por el bus de 1 hilo al bloque de memoria de 32 bits en el chip de RFID y a continuación se transmiten por medio de radiofrecuencia al lector de RF.

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

#### Gestión de la potencia

Preferentemente, el sensor 16 realiza el funcionamiento de detección a intervalos especificados por el usuario. Como se ilustra en las figuras 3-7, el sensor funciona con una batería. Para conservar la potencia de la batería, el sensor 16 permanece inactivo entre intervalos de detección. En el intervalo de sensor predeterminado, el sensor se activa, adquiere los datos del sensor y analiza los datos del sensor para determinar las condiciones de excepción. Por ejemplo, preferentemente, calcula el porcentaje de vida del producto usado para el intervalo de tiempo. El sensor 16 puede determinar que se ha excedido el valor umbral. A continuación, el sensor copia los resultados de sus cálculos/alertas de excepción a la memoria del transpondedor de RF y vuelve a la inactividad. Estos datos se envían por el transpondedor de RF al lector de RF u otro dispositivo de RF de acuerdo con su funcionamiento de RF normal.

Si el lector de RF u otro dispositivo de RF pide más información del sensor, se realiza enviando comandos al transpondedor de RF para el sensor. De forma ventajosa, la forma en la que el sensor notifica que el lector de RF tiene o quiere datos del sensor es dependiente de la interfaz física entre el sensor y el transpondedor de RF. Si la interfaz física es por medio de corriente directa desde la antena, el sensor observa las señales de RF del transpondedor de RF, determina cuando se ha establecido un enlace de comunicación entre el transpondedor de RF unido y el lector de RF, determina cuándo se han escrito los datos en la memoria de transpondedor de RF designada y opcionalmente determina si un comando de sensor especial se ha enviado por el lector de RF. Si la interfaz física es una interfaz en serie de uno o dos hilos, el transpondedor de RF notifica al sensor que el lector de RF tiene o quiere datos.

Cuando se le ha notificado al sensor 16 una petición de datos, se activa, y lee/escrbe los datos pedidos en la memoria del transpondedor de RF. Y a continuación, vuelve a inactividad.

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

Preferentemente, el sistema está configurado para detectar, y después resumir los datos en la memoria del sensor (% restante de vida útil en almacenamiento, valores umbrales de temperatura alta/baja excedidos, transcurso de tiempo excedido), después busca excepciones comparando el resumen de las condiciones preconfiguradas por el usuario y finalmente alerta al usuario de si todo es correcto o no. Esta información y las alertas de resumen usan muy poca memoria, e inmediatamente después de la detección, se ponen en la memoria de RF como "alertas rápidas". Una vez que las alertas rápidas están en la memoria de RFID, se leen como cualquier otro dato de RF, aún cuando el sensor esté inactivo o en otro estado de bajo consumo. El sensor también guarda el historial para un uso posterior como reclamaciones por prevención, que se pueden descargar con un comando por el usuario.

Las configuraciones descritas en el presente documento, en general, se refieren a medios para permitir que un sensor discreto o múltiples sensores discretos se añadan a, se acoplen con o unan de forma combinada a un transpondedor de un componente de RF con el propósito de comunicar datos del sensor a y desde las redes o dispositivos informáticos de RF remotos. Una interfaz de comunicación de sensor se proporciona en un transpondedor de RF con el propósito de comunicar alertas de sensor e historial a un lector de RF. Se proporciona una arquitectura de sensor para la gestión de los datos del sensor. También se proporciona un método para montar físicamente el/los sensor(es) sobre una marca identificadora RF o RFID. Se permite una transición sencilla desde componentes discretos a un circuito integrado de RF de sensor combinado, lo que permite que las marcas identificadoras de RF que se van a probar usen componentes discretos hasta que el volumen demande una solución integrada.

Otras configuraciones de transpondedor-sensor

Las figuras 8A-8B ilustran esquemáticamente una marca identificadora de frescura. La marca identificadora incluye un chip de RFID 14 acoplado con una antena 4 para comunicar con un lector de RFID. Se incluye una batería 8 para suministrar energía a la marca identificadora, lo que permite que la marca identificadora funcione en momentos en los que un lector no está comunicando con ella. La batería 8 permite monitorizar la frescura y actualizar en momentos seleccionados de forma que el estado de frescura se pueda actualizar dentro de la memoria y en la pantalla independientemente de la interacción del lector. El chip del sensor 16 incluye un componente de sensor 22 y lógico 24. El sensor 16 mide periódicamente el tiempo y la temperatura y determina la frescura en base al historial pasado y el cálculo en base a las tablas o fórmulas de la tasa de deterioro. El estado de frescura se actualiza y se almacena en una localización de memoria que sea accesible por un lector de RFID que comunica con el chip de RFID 14 independiente del sensor 16.

Las configuraciones descritas están configuradas de forma ventajosa para que los sistemas de transpondedor-sensor de RF sean ampliamente usados y deseados como marcas identificadoras en cajas y palés. Los costes de las unidades de transpondedor se minimizan de una o más de las siguientes maneras. En primer lugar, se proporciona una memoria mínima en el componente transpondedor para optimizar la distancia de lectura del transpondedor. En segundo lugar, se proporciona una gestión de potencia eficaz por lógica de control de batería que incluye una capacidad de monitorización periódica del sensor entre periodos de inactividad y la accesibilidad de datos de frescura directamente por el lector de RFID. En tercer lugar, el sistema es de uso general para maximizar el volumen de la unidad de RF y por tanto minimizar el coste de la unidad. Por ejemplo, un tamaño de memoria de transpondedores EPC RFID UHF usado en la cadena de suministro varía de 64 o 96 bits para la clase 0/1 y 288 bits para la clase 1 Gen2. En configuraciones alternativas, se pueden usar transpondedores de RF pasivos, en los que la potencia para el transpondedor se proporciona por un lector de RF remoto, manteniendo el objetivo del lector de RF la potencia necesaria por el transpondedor de RF en un mínimo. 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 usar para potencial la señal desde la marca identificadora de RF al lector.

Por el contrario, los sensores se dictan por las necesidades de un producto o clase de particular en referencia a qué sensores y qué datos de sensores se van a recoger, y qué curvas de deterioro obedecen productos particulares. Estos pueden consumir menos memoria (para almacenar datos de sensores sobre la vida del producto) o bien requerir que la capacidad computacional resuma y condense los datos de detección. Además, los sensores utilizan la gestión de potencia optimizada sobre el intervalo de detección (no RF). Adicionalmente, para que los sensores se usen en la cadena de suministro y en la gestión de la logística, los datos de detección se evalúan y se resumen en la marca identificadora, permitiendo que las condiciones de excepción y alertas se comuniquen rápidamente a los lectores de RF. El historial se guarda en la marca identificadora para una copia de seguridad de las reclamaciones por prevención o para su uso en el análisis de lo que ha ido mal. Adicionalmente, el sensor se puede configurar preferentemente antes del inicio de la detección con reglas de registro de detección e historial, y otra información demasiado grande para que sea parte de la logística de existencias de RF en tiempo real.

Programación y datos

Las figuras 9-12 ilustran configuraciones de chip y contenido de memoria en diagramas de bloque de un sistema de transpondedor-sensor de RFID. La figura 9 ilustra un sensor 28 que tiene un componente de sensor d sistema de reloj doble u oscilador doble 30 que mide la temperatura y el tiempo, preferentemente de acuerdo con la solicitud de patente de los EE. UU. N.º 5.442.669. El bloque de memoria 32 ilustrado en la figura 9 incluye varios componentes de programación para controlar varias funciones del sensor. La programación del control digital, control de lectura/escritura, y control de acceso permite la conversión de datos análogos y el acceso a los datos, así como a la actualización y descarga de datos. Los controles de interfaz interna externa y memoria permite la comunicación de datos por medio de un transpondedor de RFID. Esto también permite que los datos se transfieran a otra marca identificadora tal como a un sistema de marca identificadora madre-hija que se puede usar cuando múltiples paquetes de producto se rompen a lo largo de la cadena de suministro. Esta característica es ventajosa cuando se desea continuar monitorizando el estado de frescura de productos percederos usando el historial pasado y el estado presente cuando los productos se separan desde un palé u otros paquetes grandes de la cadena de

suministro. La programación incluye además controles de batería y de pantalla. El componente de vida útil en almacenamiento incluye las tablas o fórmulas de cálculo para determinar los datos de frescura actuales en base a los datos medidos recibidos periódicamente desde el sensor 30.

- 5 En consecuencia, en el presente documento se proporciona y se describe una arquitectura de sensor permitida por RF que incluye uno o más sensores discretos y un transpondedor de RF, implementándose estas diferentes funciones como módulos en un sistema de circuito de sensor/RF integrado usando la misma dirección de memoria y estructura de comandos.
- 10 Una ventaja del sistema es su circuito integrado I-FRESH de diseño personalizado. El CI I-FRESH-está diseñado para ser de procesador eficaz, de eficiencia energética y de memoria eficaz, pero preciso, personalizable y verificable. El mismo CI I-FRESH se puede usar para monitorizar la vida útil en almacenamiento de un con una vida de 14 días o una vida de 3 años.
- 15 En primer lugar y ante todo el CI I-FRESH se ha diseñado para monitorizar la vida útil en almacenamiento, aunque se puede usar simplemente como monitorización de la temperatura. La base del diseño son sus relojes dobles, de los que uno es un reloj no limitado y el otro es un reloj compensado por temperatura. Estos proporcionan una consistencia entre el tiempo y la temperatura que es la base de la precisión del cálculo de vida útil en almacenamiento del chip (integración tiempo-temperatura) sobre la vida del producto. Los relojes funcionan a una
- 20 velocidad muy baja, lo que da como resultado una eficiencia energética.

El CI I-FRESH puede ser una máquina de estado o bien un microprocesador. Su configuración primaria es el uso de tablas para calcular la vida útil en almacenamiento, aunque de forma alternativa, se puede usar una expresión y se pueden realizar cálculos. Preferentemente, el chip del sensor o CI I-FRESH usa datos de la vida útil en

25 almacenamiento proporcionados por los productores de productos perecederos para calcular el "límite de uso" o la fecha de caducidad de su producto. Estos datos, expresados en % de vida útil en almacenamiento usados en cada temperatura esperada, pueden tener en cuenta el efecto del envasado del producto. El usuario también puede incluir valores umbrales de temperatura alta o baja que no se pueden exceder, por ejemplo, determinados productos no se pueden congelar o evaporar y las condiciones en las que se va a alertar al usuario. Estos datos los puede incluir el

30 fabricante, distribuidor, o el productor del producto perecedero. Una vez estén cargados en el chip, estos datos, así como el historial y los cálculos de la vida útil en almacenamiento, se puede configurar para que puedan o no modificarse, y para protegerlos de lectura/escritura si se desea.

Cuando se inicia, el sensor del chip toma una muestra de la temperatura a intervalos fijados por el usuario 24/7

35 hasta el final de la vida útil en almacenamiento del producto. Preferentemente para comida, este intervalo de muestra se ajusta a 12 minutos para la mayoría de los artículos. Pero son posibles y se pueden configurar otras tasas de muestra dependiendo de la vida del producto y la precisión deseada.

Además, el productor del producto perecedero, así como otros usuarios de la marca identificadora dentro de la

40 cadena de suministro (por ejemplo, expedidor, centro de distribución o minorista), pueden fijar condiciones de alerta. Ejemplos de alertas: "enviar con una vida útil en almacenamiento restante de un 90 %"; "vender con una de vida útil en almacenamiento restante de un 50 %"; "producto en congelación". Además, las condiciones de excepción e historial se almacenan preferentemente en el chip y se pueden evaluar por medio de un lector de RF para imprimir o

45 guardar en una base de datos.

Dependiendo de la vida de la batería, se puede reutilizar la marca identificadora. Las opciones de la batería proporcionan una vida de la marca identificadora de hasta 10 años, aunque, preferentemente, se realiza una llamada de servicio cada doce reutilizaciones o dieciocho meses para mantener una calibración y una vida de batería

50 adecuadas.

La funcionalidad de RFID de la marca identificadora puede ser RFID pasiva, es decir, la comunicación se inicia y se permite por una interrogación del lector RFID activo del sistema de transpondedor-sensor. Las marcas

55 identificadoras soportarán EPC UHF, ISO UHF, ISO HF, ISO LF y/u otra comunicación de aplicable para comunicar datos del sensor. Preferentemente, el productor del producto perecedero especifica la norma de RFID (EPC, ISO), la frecuencia (UHF, HF, LF) y la memoria que se va a usar para el uso de RFID para su número de identificación único (EPC) y otros usos (256, 512, 2048 bits).

Una ventaja que se ilustra en la figura 11 se denomina "herencia" y se describe con más detalle a continuación. Esta característica permite que la vida útil en almacenamiento restante de un recipiente grande de productos perecederos

60 se transfiera a una marca identificadora establecida para las mismas características de lote/vida útil en almacenamiento. Los ejemplos incluyen vino (cuna, caja, botella); productos farmacéuticos (recipiente grande, recipiente pequeño, vial). La herencia también permite que los datos de vida útil en almacenamiento que se transfieran desde una marca identificadora de UHF de palé o caja a una marca identificadora de HF de artículo. También se puede usar la característica de herencia para productos muy duraderos, en los que se puede usar una

65 nueva marca identificadora para reemplazar una marca identificadora vieja que puede estar al final de su vida útil. Aunque, preferentemente, las marcas identificadoras viejas solo han transferido sus datos a new marcas

identificadoras nuevas, de forma alternativa, una marca identificadora vieja se puede restaurar con una nueva programación, un nueva batería e incluso un chip de reemplazo.

5 El CI I-FRESH soporta una pantalla opcional 12 con un botón de usuario: Preferentemente, la pantalla es una pantalla imprimible 12, es flexible y se puede configurar para marcar aplicaciones sobre botellas o artículos de conformación rara. La pantalla puede representar "fresco/no fresco", "fresco/usar ahora/tirar", o puede ser similar a un indicador de gas de "fresco" a "vacío". Se pueden aplicar otras opciones comunes, que incluyen LED rojo/verde.

10 El tamaño de la marca identificadora, el sustrato en el que se montan el CI I-FRESH y la antena 4, la vida de la batería y la pantalla opcional son, preferentemente, componentes configurables de la marca identificadora. El tamaño físico de la marca identificadora se determina principalmente por la antena 4 y la batería 8, que a su vez se puede seleccionar en base a tiempos de vida y distancias accesibles deseadas. La antena 4 usada con UHF EPC puede ser de hasta 4" por 4" (10,16 cm por 10,16 cm). Por el contrario, las antenas HF son de menor tamaño y se pueden ajustar sobre una marca identificadora de 1" x 2" (2,54 cm x 5,08 cm) o sobre la parte superior de una tapa de 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 de la naturaleza del producto que se va a marcar y la vida útil en almacenamiento del producto perecedero.

20 Preferentemente, el sistema de sensor-transpondedor está configurado de acuerdo con lectores PDA basados en Windows CE y lectores montables en estante/escritorio para su lectura a una distancia corta. Adicionalmente, las marcas identificadoras preferentes son compatibles con lectores de entrada de normas EPC e ISO para la industria.

25 Preferentemente, se usan programas informáticos de Edgeware en tiempo real para los lectores y las redes. El programa informático del lector permite a los lectores introducir, extraer, imprimir y comunicar datos, alertas e historial de la vida útil en almacenamiento. Este programa informático de red monitoriza los lectores de vida útil en almacenamiento en la red, reúne estadísticas, comprueba que los lectores estén en funcionamiento, proporciona actualizaciones y gestiona las tablas de datos de vida útil en almacenamiento. Sus servidores de bases de datos de la web permiten que los sistemas sin programa informático de cadena de suministro accedan a los datos de vida útil en almacenamiento. También ofrece juegos de herramientas para desarrolladores y programa informático de ajuste de la vida útil en almacenamiento, permite a los usuarios gestionar el envío, la fabricación, las existencias y las ventas por el "mínima vida útil en almacenamiento restante".

35 Preferentemente, se utiliza programa informático personalizado para la interfaz de los sistemas de programa informático de cadena de suministro de propiedad del cliente. Se pueden usar interfaces para los sistemas de programa informático de cadena de suministro principales tales como Savi y SAP, y se pueden usar interfaces especiales.

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

45 Vida útil en almacenamiento y registros de custodia

50 Durante los últimos veinte años, los fabricantes, distribuidores y minoristas de productos perecederos han usado registradores de datos para recoger datos de temperatura para la documentación de HACCP y el análisis del equipo de refrigeración, recipientes de transporte y depósitos de aire acondicionado y refrigeración (marcando cuándo y durante cuánto tiempo se han excedido los valores umbrales de temperatura). En cada intervalo de detección, el registrador registra el tiempo de la detección y la temperatura (dando como resultado una memoria del registrador que varía comúnmente de tamaño desde 16-64 Kbytes. Cuando se usan registradores par medir las condiciones ambientales en las que se almacenan los artículos en lugar de usarse para monitorizar artículos marcados, la gran acumulación de datos de historial no es un problema. Sin embargo, cuando los registradores de temperatura que usan RF como su interfaz de comunicación se usan como marcas identificadoras en artículos perecederos, cajas o palés, la cantidad de datos que se envían de la marca identificadora al lector de RF y las bases de datos del sistema es masiva. La cantidad de datos enviada de una marca identificadora a un lector afecta al número de marcas identificadoras que se pueden leer por un lector de RFID a medida que las marcas identificadoras pasan por una puerta de almacén y la cantidad de almacenamiento de disco implicada para guardar los datos de las marcas identificadoras.

65 Adicionalmente, para que el mismo registro acomode una variedad de productos perecederos, todos con vidas diferentes (por ejemplo pescado de 14 días, fármacos de un año o más, "comida lista para comer" de tres años o más y municiones de más de cinco años), la memoria del registrador necesita ser lo suficientemente grande para que los datos de detección no se omitan cuando se alcance el límite de memoria del registrador.

En referencia a una tabla de vida útil en almacenamiento ejemplar ilustrada en la tabla I, la integración de la temperatura y del tiempo en un % de vida útil en almacenamiento usado por intervalo de detección da como resultado un número representativo de la vida útil en almacenamiento restante. A medida que el artículo marcado  
 5 pasa a través de una puerta de almacén controlada por RF, este número de vida útil en almacenamiento restante y cualquier alerta de ajuste del usuario comunica rápidamente la condición del artículo.

Tabla I

cambio de custodia	N.º de localización	Vida útil en almacenamiento restante	Tiempo transcurrido (min)	Temp. Min.	Temp. Máx.
Almacenes de fabr.	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
Muelle CD fabr.	333333	98%	160	4,7	5,2
		96%	168	4,7	33.
Almacenes CD fabr.	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: CD minorista		90%	1680	1,4	1,2
		89%	1860	3,3	4,8
Transporte	444444	89%	1860	5,0	5,2
Muelle CD 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 CD minorista	555566	80%	1864	4,9	5,2
Alerta 3: venta		75%			

10 Preferentemente, también se guardan los datos de historial. Esto incluye un histograma de temperaturas detectadas y un registro de la vida útil en almacenamiento. Preferentemente, el registro de vida útil en almacenamiento registra el tiempo transcurrido, la temperatura máxima y la temperatura mínima para cada % de cambio en la vida útil en almacenamiento. Esta % de cambio (por ejemplo, 1%, 0,5%, 5,0%) se puede especificar por el usuario. Por ejemplo, si el registro se fija a un registro para cada cambio de un 1% en la vida útil en almacenamiento, la tabla de registro  
 15 tiene 100 entradas (que van desde un 100% hasta un 1 %); no importa la vida real del producto marcado. Cuando se produce un abuso de la temperatura, la mayoría de las entradas en los registros son en el momento del abuso de temperatura, por ejemplo, se producen porque el abuso de la temperatura provoca un descenso en porcentaje mayor en la vida útil en almacenamiento restante. En una configuración alternativa, se puede mantener un registro de la temperatura cinética media en lugar del o además del registro de la vida útil en almacenamiento.  
 20

El sensor también registra datos de alertas y violaciones del valor umbral temperatura alta o baja. El resultado es un informe basado en la excepción de que sea aplicable no sólo para la detección de la temperatura sino para cualquier dato del sensor que afecte a la vida útil en almacenamiento de un producto, tenga condiciones de alerta ajustables o tenga ajustes de valor umbral de productos perecederos o no perecederos.

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

El % de vida útil en almacenamiento usado, las violaciones en el valor umbral de temperatura, las alertas y los cambios en los datos de la custodia requieren aproximadamente 512 bytes de memoria de registro. Cuando estos datos se ven en conjunto en una tabla/gráfico, el usuario obtiene una visión rápida de lo que le ha ocurrido al artículo, caja o palé. Esto es a diferencia de un registrador de RF con datos de temperatura de 16k a 64 Kbytes que se tienen que descargar a un lector de RF, después enviar a un ordenador para su análisis.

#### Herencia

La figura 11 ilustra un lector de RFID 40 que comunica con otro sistema de sensor-transpondedor 62 de acuerdo con un modo de realización adicional. Existen muchas situaciones en las que los productos se envían en grandes recipientes y están envasados a lo largo de toda 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. Hoy en día, cuando los lotes o productos farmacéuticos se dividen en lotes más pequeños, a menudo la fecha de "límite de uso" se pierde.

El sensor-transpondedor 62 incluye los componentes 44, 48, 49, 50, 52 y 54 descritos previamente con respecto al modo de realización de la figura 10. El sistema 62 incluye la característica adicional de que los sensores inteligentes adicionales 64 y 66 se "conectan en cadena" junto con el sistema 62. Los datos de estado de frescura de la memoria 50 no sólo para la memoria accesible del lector de RFID 44, sino también para los sensores adicionales 64 y 66 por las interfaces 68, 70, 72 y 74.

Los datos de estado de frescura, datos de vida útil en almacenamiento que incluyen los datos de vida útil en almacenamiento de salida y otros de programación están incluidos en y/o se transfieren a los sensores adicionales 64 y 66. Los sensores adicionales 64,66 se pueden separar del sensor principal 62. A continuación, los sensores adicionales 64,66 se pueden unir a productos separados de un paquete donde estaba el sensor principal 62 y pueden continuar unidos a él. Los sensores adicionales 64,66 pueden estar configurados sólo para retener los datos del estado de frescura obtenidos del sensor principal 62, y pueden estar configurados de forma más completa para continuar con la detección de la frescura de productos separados a los que ahora están unidos. Los sensores adicionales pueden tener sólo una pantalla para proporcionar el estado de frescura, pueden estar configurados además para que se pueda acceder a los datos de frescura por un lector de RFID. Los sensores adicionales 64, 66 también se pueden reunir al mismo u otro módulo de sensor principal 62. En este modo de realización, los sensores adicionales 64,66 pueden utilizar preferentemente las capacidades de transpondedor de RFID, batería, pantalla y memoria del sensor principal 62, y simplemente transportar y transferir los datos de estado de frescura después de la reunión.

Esta característica de herencia permite que los datos de vida útil en almacenamiento se transfieran a otra marca identificadora de vida útil en almacenamiento o a sensores adicionales 64, 66. La nueva marca identificadora o sensores adicionales 64,66 está(n) configurada/configurados con las mismas tablas de vida útil en almacenamiento o tablas de datos de productos perecederos que la memoria del sensor principal 50. No sólo es vida útil en almacenamiento restante sino también una pista de auditoría que identifica el número EPC de la marca identificadora madre 62 se transfieren preferentemente cada una a la(s) marca(s) identificadora(s) hija(s) 64, 66. Aplicaciones particulares incluyen vino y productos farmacéuticos.

La figura 12 ilustra otra configuración de un sistema de sensor-transpondedor. En esta configuración, un componente de sensor 80 y un componente de memoria 82 son módulos separados que se conectan y/o se comunican por medio de las interfaces 84, 86. El componente de sensor incluye la memoria 50, pantalla 52 y batería 54, mientras que el componente de memoria 82 incluye la memoria 44 y componentes para comunicar con el lector de RFID 40.

Otra configuración del sistema de sensor-transpondedor es para los datos de vida útil en almacenamiento que representan el % de vida útil en almacenamiento restante, el tiempo de la última lectura de vida útil en almacenamiento, una nueva fecha de caducidad calculada en base a la última vida útil en almacenamiento y/o el tiempo estimado que queda antes de su uso que se comunica a una etiqueta impresa.

#### Configuraciones alternativas

La salida de RF de los sensores digitales es una alternativa a las interfaces en serie más comúnmente implementadas para los sensores. Un radiofrecuencia o banda de infrarrojo se puede sustituir como una interfaz de comunicación para un bus de 1 hilo para comunicar la temperatura y la vida útil en almacenamiento (véase por ejemplo, la patente de los Estados Unidos N.º 6.122.704).

Una marca identificadora inalámbrica se puede unir a un producto en comunicación con un lector tal como se describe en la patente de los Estados Unidos N.º 6.285.282.

5 Se puede incluir un módulo temporal que permita al usuario, después de la interrogación de una marca identificadora de RFID, determinar la duración de tiempo precisa desde la carga previa de la marca identificadora de RFID y cómo se puede usar un sensor ambiental junto con un módulo temporal (véase por ejemplo, la patente de los EE. UU. 6.294.997).

10 Se puede seleccionar cualquiera de las diversas maneras para la comunicación de datos de sensor inalámbrico y comunicación a un lector remoto. Se pueden usar varias formas para conectar por interfaz el sensor a un transpondedor de RF sin sensor con el fin de comunicar datos del 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 un mapeo de memoria de funciones especiales como la lectura de los datos del sensor.

15 Además, se puede usar un sistema de pantalla y arquitectura de memoria y método para presentar imágenes en ventanas en una pantalla de video para presentar el estado de frescura (véase, por ejemplo, las patentes de los EE. UU. N.º 4.823.108 y 5.847.705). Otras características se pueden describir en las patentes de los EE. UU. N.º 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, 25 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, solicitud de patente publicada de los EE. UU. N.º 2002/0085453, y/o interfaz de sensor espec. 1451-4, y/o en los antecedentes, sumario de la invención y descripción breve de los dibujos.

30 Una pantalla independiente puede transmitir una señal de RF de forma continua dentro de un perímetro, por ejemplo, de diez pies (3,05 metros), para suministrar energía a un dispositivo de envasado sensible que señala de nuevo su estado de carácter perecedero. La señal puede ser una marca a lo largo de un dispositivo de tipo indicador de gas o un LED o OLED o PLED de si/no. Un solo punto puede representar el envase sondeado. La pantalla independiente puede estar unida a un mostrador, una pared, una estantería, un refrigerador, un palé, etc. Esto permite una reducción sustancial en la energía y en el coste de la monitorización de la vida útil en almacenamiento del envase. La pantalla puede funcionar junto con otros medios para sondear selectivamente un envase individual. El envase se puede conectar o desconectar individualmente para evitar conflictos con otras respuestas sondeadas. La pantalla puede registrar otros indicios para identificar el envase individual, hacer una lista de esto y adjuntar el estado del carácter perecedero a la lista.

40 La vida útil en almacenamiento es una integración sobre múltiples periodos temporales de una curva de tasa de deterioro que varía en función de la temperatura y/u otras condiciones ambientales tales como humedad, vibración, exposición directa a contaminantes u oxidación, etc. preferentemente, se usan al menos dos relojes, uno para medir el tiempo y otro para medir la temperatura. Se pueden usar tablas para tenerlos en consideración, proporcionando de este modo una precisión de la vida útil en almacenamiento que se puede ajustar para productor particulares. De este modo se proporciona la precisión de la vida útil en almacenamiento sobre la vida del producto perecedero de forma ventajosa en un 1 % en intervalos críticos. Esta precisión es dependiente de la consistencia de los relojes. Las tablas se pueden calibrar y cargar sólo con los datos de movimiento del reloj (que representan la temperatura), para proporcionar una monitorización de la temperatura.

50 El tiempo que queda en la batería se puede determinar en base a un número muestras de vida útil en almacenamiento. Por ejemplo, se puede leer la RF del registro y presentar visitas. Esto puede ser ventajoso para determinar el estado de la batería. Al final de una vida útil en almacenamiento, una marca identificadora puede estar inactivada, de modo que al igual que la vida de la batería, las marcas identificadoras se pueden reutilizar con la vida de la batería restante aún se guarda debido a la inactividad de la marca identificadora cuando ha expirado la vida útil en almacenamiento. La vida útil en almacenamiento restante se puede representar como un porcentaje de vida útil en almacenamiento. Esto se puede guardar en el chip de forma muy precisa, incluso puede ser un porcentaje más pequeño cuando se envía a un lector con fines de alerta. La marca identificadora puede ser de forma eficaz un indicador de excepción, y como mucho puede proporcionar alertas y señales de excepciones.

60 La marca identificadora puede ser una marca identificadora de artículo para alimentos y productos farmacéuticos, entre otros artículos perecederos. Se pueden proporcionar datos de referencia que permiten una pista de auditoría en la marca identificadora. Una vez se inicia la marca identificadora, preferentemente no se cambian datos (vida útil en almacenamiento, alerta por límite de uso, historial y vida útil en almacenamiento restante) por parte de un usuario, aunque de forma alternativa, una marca identificadora puede estar configurada como se desee bajo determinadas circunstancias. Un motivo para no permitir la modificación de datos es que la herencia de datos (en especial, para fechas de uso posteriores) puede proporcionar una capacidad de pista de auditoría. El modo de

65

realización preferente incluye un sensor inteligente con interfaz de RFID. La memoria para los datos y el historial de vida útil en almacenamiento está separada preferentemente de la memoria de RFID. Preferentemente, la conexión por interfaz es por medio de un bus de sensor con el chip de RFID. Esto permite una conexión por interfaz con implementaciones de RFID para múltiples proveedores y frecuencias de RF múltiples.

5 Se puede usar una arquitectura "conducida por comandos" o un "mapa de memoria". Se pueden definir tamaños de datos de diferentes campos. Un tamaño de muestra puede ser de 14 bits. Se puede producir el muestreo cada 12 minutos o más, y un tiempo de vida puede ser de cinco años o más. Los lectores de RFID pueden estar provistos de programas informáticos que reconozcan las marcas identificadoras de RFID. Una solución de programa intermedio  
10 en tiempo real puede interpretar los datos y puede imprimir los datos.

Se puede usar una tabla en la que preferentemente menos de 2k bits de memoria use una disposición de protocolo de comunicaciones ventajosa.

15 Se puede usar EPC/UHF Clase1V2--256 bits de memoria AND ISO HF I-Code. Se puede usar el chip Philips ISO U-Code HSL, ISO U-Code EPC 1,19, EPC Clase 1 Gen2 o ISO I-Code. El programa informático se puede implementar con un chip y con un lector de RFID. Se puede usar un bloque de memoria de 32 bits de los que 8 bits representan un comando y 24 bits datos. Puede que no exista el comando LEER/ESCRIBIR en el chip de modo que el lector  
20 puede escribir al chip para decirle qué quiere a continuación. Se pueden usar direcciones de memoria de 8k que el chip no esté usando, por ejemplo, el número de direcciones puede ser de 128. El lector, en este caso, puede leer sólo los bloques de memoria que se asignan a números dirección para datos en la marca identificadora. A menudo, una dirección incluirá sólo 8 bits. Para cada una de estas opciones, la distribución de memoria para el diseño puede ser de 32 bits en la marca identificadora o menor. Se puede actualizar un área de alerta rápida después de detectar cada temperatura. Puede incluir un nombre de comando en el caso de la opción de comando de 8 bit/datos de 24 bit.  
25 Los datos se pueden introducir dentro del chip en cualquier montaje de la marca identificadora o por el productor del producto perecedero.

Los tamaños de datos ejemplares se proporcionan como sigue:

30 Datos de movimiento del reloj = 384 bits (16 bits; 24 entradas de tabla)

Delta (datos de vida útil en almacenamiento) = 384 bits (16 bits, 24 entradas de tabla)

35 Identificador único = asumido en la mayor parte de la oblea; número de serie (64 bits); podría estar sobre la oblea.

Un numero EPC (opcional) para su uso por el productor del producto perecedero para su herencia o sobre marcas identificadoras independientes para identificar el producto perecedero = 96 bits

40 Datos de configuración del dispositivo = aproximadamente 128 bits

Datos del histograma = 320 bits

Registros de la custodia de la vida útil en almacenamiento = 512 bytes

45 El mantenimiento del recuento del movimiento del reloj para la detección ha potenciado la aplicabilidad a productos que están congelados. La capacidad para establecer la duración del intervalo de detección es ventajosa en este respecto. El recuento de movimiento del reloj puede ser de 370; y se puede usar un movimiento de reloj de alrededor de 500 para mejorar la precisión en un amplio intervalo de productos, y un movimiento de reloj de 2500 mejora  
50 adicionalmente la precisión.

Aunque en el presente documento se describen y se ilustran dibujos ejemplares y modos de realización específicos de la presente invención anteriormente y a continuación, se debe entender que el alcance de la presente invención no está limitado a los modos de realización particulares divulgados. Por tanto, los modos de realización se deben interpretar como ilustrativos en lugar de restrictivos, y se debe entender que se pueden realizar variaciones en estos  
55 modos de realización por los expertos en la técnica sin salir del alcance de la presente invención como se dispone en las reivindicaciones.

Además, en métodos que se pueden realizar de acuerdo con modos de realización preferentes en el presente documento, se han descrito las operaciones en secuencias tipográficas seleccionadas. Sin embargo, las secuencias se han seleccionado y de ese modo ordenado por conveniencia tipográfica y no están destinadas a implementar cualquier orden particular para realizar las operaciones, a menos que un orden particular se proporcione expresamente o se entienda expresamente por un experto en la técnica que sea necesario.  
60

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de indicador de integridad de producto, que comprende:
  - 5 (a) un módulo transpondedor de radiofrecuencia (44) que incluye un circuito integrado de RFID con una primera memoria (46) y una antena,
  - (b) al menos un sensor configurado para monitorizar el tiempo, la temperatura u otros datos de sensor relacionados con la condición de un producto,
  - 10 (c) una interfaz de comunicaciones (48-49), y
  - (d) un módulo de determinación de frescura configurado para recibir datos de medida desde al menos un sensor y para determinar el estado actual del producto;
  - 15 en el que el al menos un sensor está configurado para comunicarse con el circuito integrado de RFID por medio de la interfaz de comunicaciones (48-49) y para actualizar la primera memoria (46) con datos relacionados con el producto, caracterizado porque el sistema de indicador de integridad de producto comprende además (e) un módulo de gestión de la potencia, y porque el al menos un sensor tiene una segunda memoria (50) para almacenar los datos monitorizados.
  - 20
2. El sistema según la reivindicación 1, en el que el módulo de determinación de frescura está configurado para proporcionar información de frescura resumida, o una alerta cuando los datos de estado de frescura difieran por una cantidad predeterminada, o cuando un se determina que un producto perecedero se acerca al final esperado de su vida útil en almacenamiento, o combinaciones de los mismos.
- 25
3. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que se determina un estado de frescura actual en base a una comparación de los datos de estado de frescura para una o más tendencias predeterminadas.
- 30
4. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dichas una o más tendencias predeterminadas comprenden una curva de deterioro de Arrhenius.
5. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los datos de estado de frescura comprenden integraciones de medidas de temperatura con el tiempo.
- 35
6. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el estado de frescura comprende un registro de vida útil en almacenamiento que sigue el tiempo en fracciones de pérdida de vida útil en almacenamiento.
7. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el estado de frescura comprende un registro de custodia que sigue la información con relación a periodos de custodia múltiples para una vida útil en almacenamiento del producto perecedero.
- 40
8. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor está configurado para comunicar con el transpondedor de RFID y para actualizar la primera memoria con datos relacionados con el producto y en el que el módulo de gestión de potencia está configurado para activar periódicamente el módulo de determinación de frescura de un estado inactivo u otro de baja potencia para recoger medidas de sensor.
- 45
9. El sistema de la reivindicación 8, que comprende además uno o más sensores adicionales acoplados también comunicativamente a dicho transpondedor de RFID que permite al mismo lector de RFID o a uno diferente, o ambos, recuperar datos medidos por uno o más sensores adicionales.
- 50
10. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicho transpondedor de RFID y dicho sensor comprenden módulos de un único circuito integrado.
- 55
11. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la interfaz de comunicación comprende una interfaz en serie de un hilo.
12. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la interfaz de comunicación comprende una interfaz en serie de dos hilo.
- 60
13. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la segunda memoria comprende además una o más tablas o cálculos, o ambos, para determinar y actualizar los datos de estado de frescura.
14. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la primera memoria comprende una parte de transpondedor de RFID para controlar el transpondedor de RFID, y la segunda memoria comprende una parte de sensor dedicada que comprende datos de sensor, y la parte de transpondedor de RFID comprende datos
- 65

de estado de alerta y sensor, e instrucciones de programa para transmitir comunicaciones entre el lector RFID y el sensor.

5 15. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una pantalla para proporcionar información de estado de frescura visual al observador humano.

16. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema comprende un componente de seguridad configurado para proporcionar acceso selectivo a los datos de estado de frescura.

10 17. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor incluye además un componente de monitorización de frescura dependiente de la humedad, y en el que el módulo de monitorización de frescura está configurado además para recibir datos de medidas dependientes de la humedad de componente de monitorización de frescura, para determinar un estado de frescura actual en base al menos a los datos dependientes de la humedad, y en consecuencia para actualizar los datos de estado de frescura.

15 18. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sensor está configurado para activarse en respuesta a un comando de activación del lector de RFID transmitido por el transpondedor de RFID.

20 19. El sistema según las reivindicaciones 9 o 10, en el que el estado de frescura actual se determina en base a una comparación de los datos de medida con una o más tablas de datos de vida útil en almacenamiento prealmacenadas o un ajuste a una ecuación o ambos.

20. El sistema según las reivindicaciones 8, en el que los datos de estado de frescura son recuperables mientras el componente de monitorización de frescura están en estado inactivo o de baja potencia.

25 21. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la interfaz de comunicaciones conecta eléctricamente la segunda memoria con el módulo transpondedor de radiofrecuencia.

30 22. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el circuito integrado de RFID incluye una interfaz en serie.

35 23. El sistema según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la interfaz de comunicaciones está configurada para conectarse al módulo transpondedor de radiofrecuencia y para acoplar el sensor a la antena del módulo de transpondedor de RFID.

24. Un método para monitorizar la integridad de producto en múltiples segmentos de una cadena de suministro de producto, que comprende:

40 (a) proporcionar un sistema de indicador de integridad de producto que comprende:

(i) un módulo transpondedor de radiofrecuencia (44) que incluye un circuito integrado de RFID con una primera memoria (46) y una antena,

45 (ii) al menos un sensor que está configurado para monitorizar, tiempo, temperatura u otros datos de sensor relacionados con la condición del producto, teniendo el al menos un sensor una segunda memoria (50) para almacenar los datos monitorizados,

50 (iii) un módulo de determinación de frescura configurado para recibir datos de medida desde al menos un sensor y para determinar el estado actual del producto,

(iv) una interfaz de comunicaciones (48-49) configurada para acoplar el al menos un sensor al circuito integrado de RFID; en el que el al menos un sensor está configurado para comunicarse con el circuito integrado de RFID por medio de la interfaz (48-49) y para actualizar la primera memoria (46) con datos relacionados con el producto, y

55 (v) un módulo de gestión de potencia; y

(b) transferir los datos relacionados con el producto a una primera memoria (46) de otro módulo transpondedor de radiofrecuencia (44).

60 25. El método según la reivindicación 24, en el que el otro transpondedor de RFID (44) es parte de un segundo sistema de indicador de integridad de producto.

65 26. El método según la reivindicación 25, en el que la transferencia comprende cargar desde un sistema de indicador de integridad de producto a una memoria de lector de RFID y descargar al segundo sistema de indicador de integridad de producto desde el lector de RFID.

27. Un sistema de indicador de integridad de producto de acuerdo con la reivindicación 7, en el que el estado comprende además un registro que sigue la propiedad de un producto por el porcentaje de vida útil en almacenamiento usado, temperatura, tiempo y otros datos detectados por periodo de tiempo de custodia.

Representación de Arrhenius de la vida útil en almacenamiento de leche

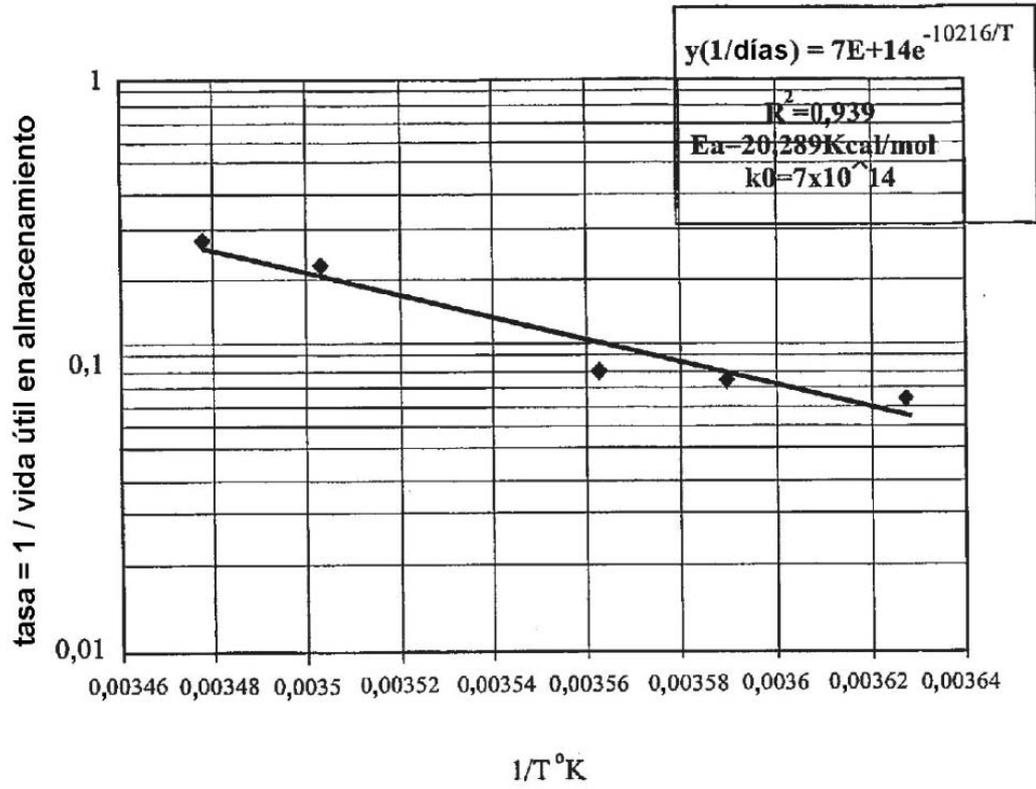


Figura 1

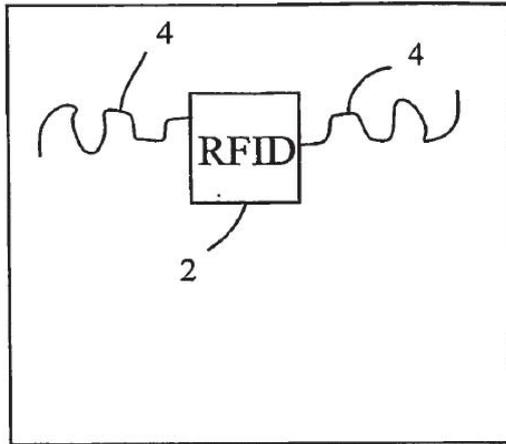


Figura 2

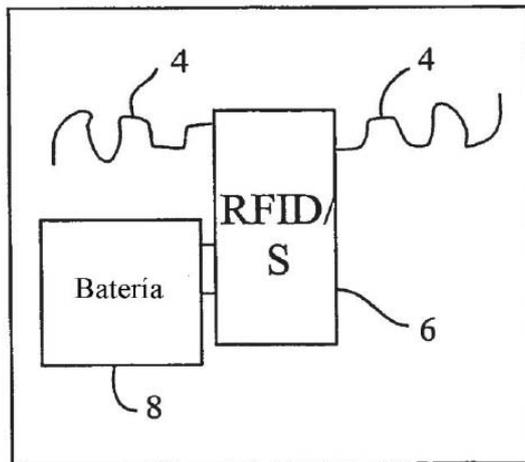


Figura 3

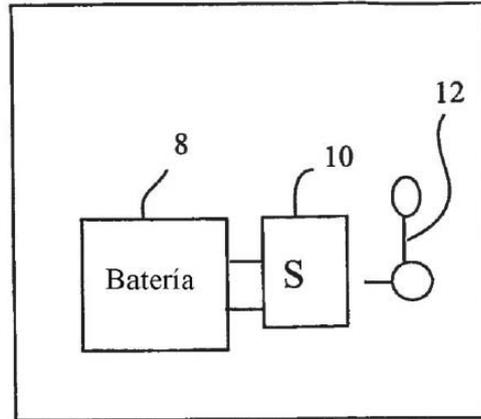


Figura 4

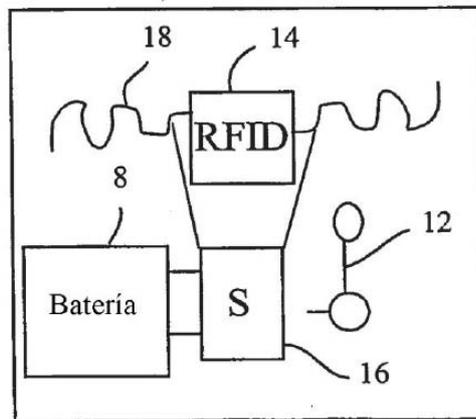


Figura 5

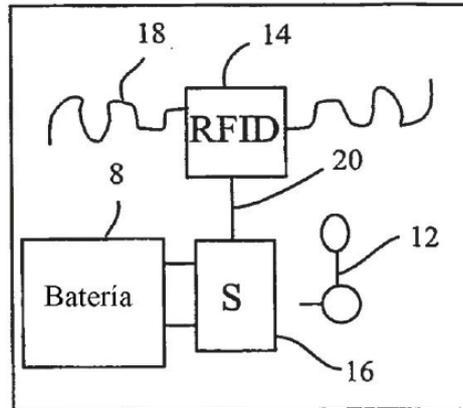


Figura 6

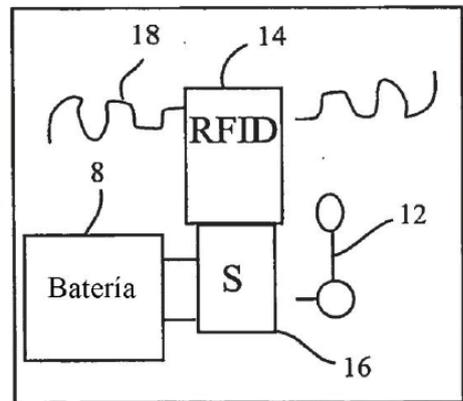


Figura 7

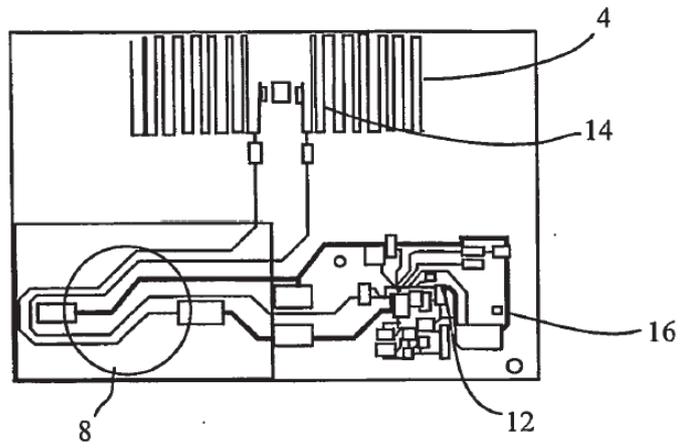


Figura 8A

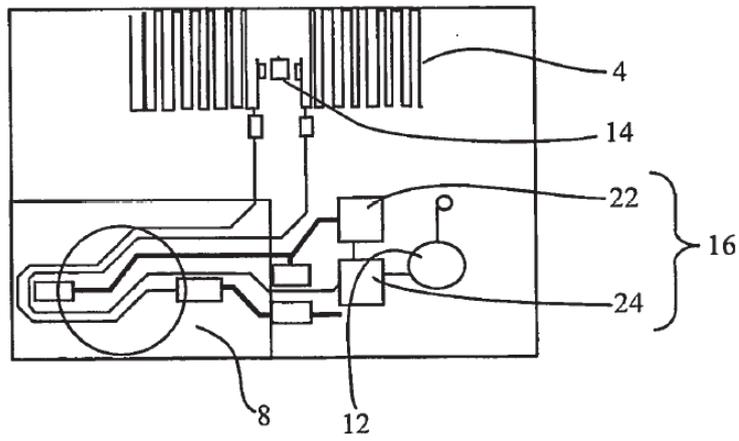


Figura 8B

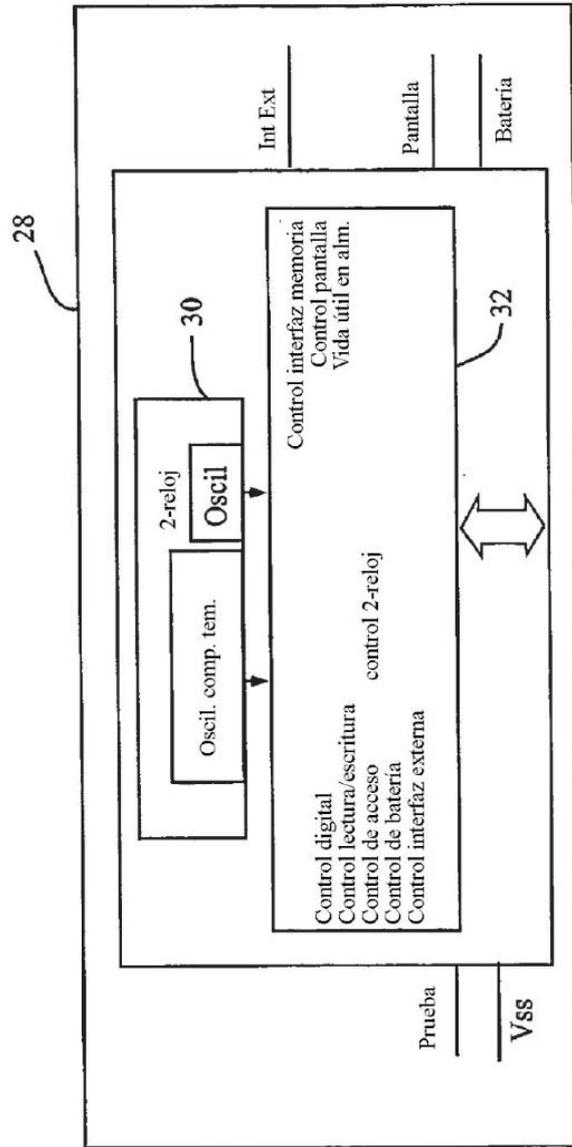


Figura 9

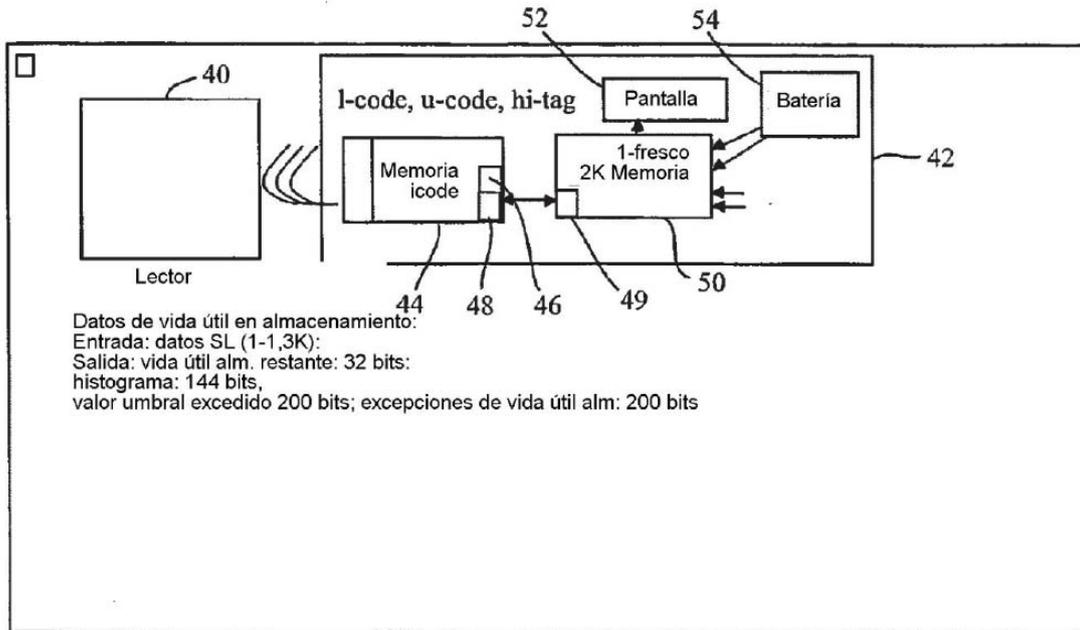


Figura 10

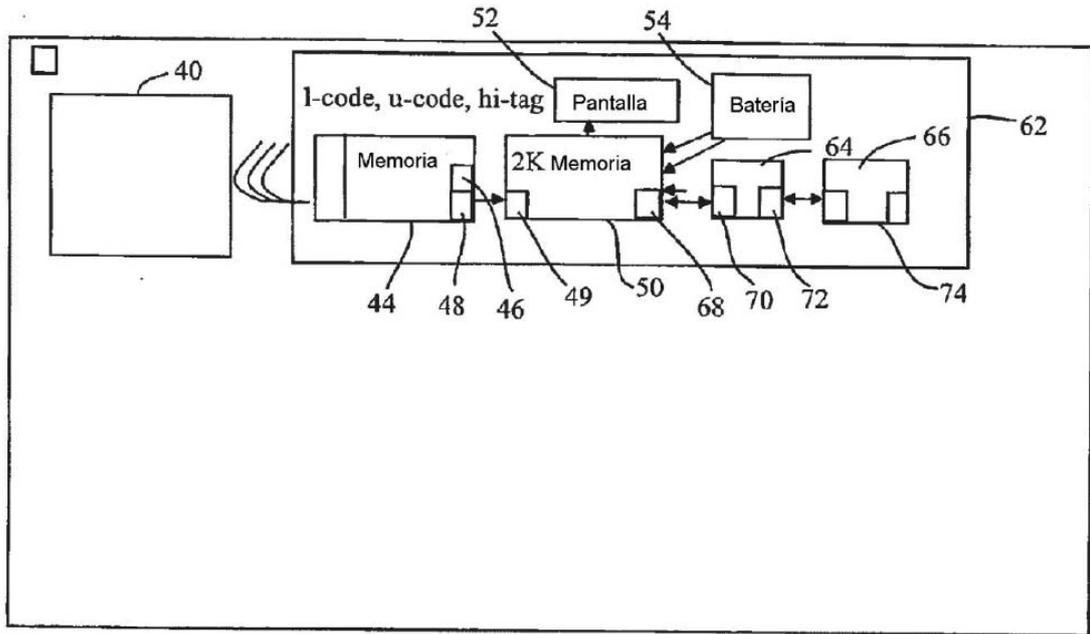


Figura 11

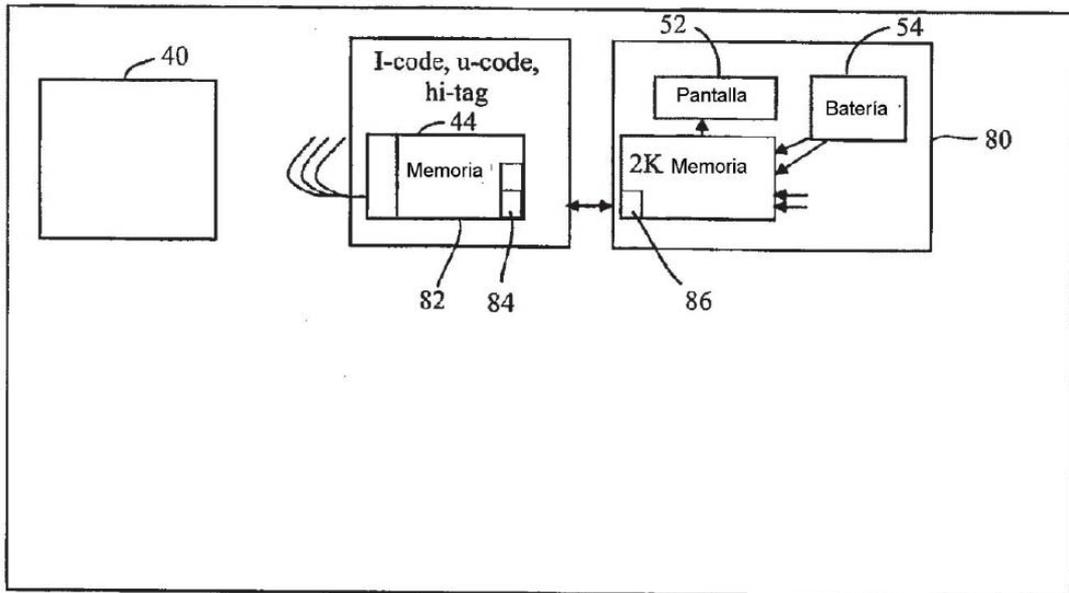


Figura 12