

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 612 689**

51 Int. Cl.:

G01K 3/04 (2006.01)
G06Q 30/06 (2012.01)
G01K 1/02 (2006.01)
G04F 10/00 (2006.01)
G06K 19/07 (2006.01)
F25D 29/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.04.2005 E 12179894 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.11.2016 EP 2523147**

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:
18.05.2017

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

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

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 612 689 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 Antecedentes

Campo de la invención

10 La invención se refiere 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.

Descripción de la técnica relacionada

15 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 normalmente el factor predominante que determina la longevidad de la calidad. Se desea monitorizar y analizar de
20 forma precisa esta "vida útil en almacenamiento" o carácter perecedero.

25 Actualmente, el sello de fecha, ya sea "límite de uso", "límite de venta" o "cerrado" (número especial en el producto que solo 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 que su cliente experimente.

30 Las fechas de producto se basan en la mejor evaluación por parte del fabricante del producto de la temperatura que experimenta el producto perecedero, desde el momento en el que sale de la fábrica hasta que lo adquiere el usuario. Debido a que la temperatura a menudo es diferente de lo que se predice, la fecha por sí sola no siempre es una representación precisa de la vida útil en almacenamiento. Si un producto se transporta y se almacena adecuadamente, 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 solo el tiempo desempeñara un papel en el deterioro de un
35 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 radio frecuencia) ha aumentado en
40 uso como resultado del establecimiento de frecuencias RF y la estandarización de los formatos de datos de 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
45 condiciones de productos, en especial la temperatura, humedad, vibración y vida útil en almacenamiento (integración de tiempo y temperatura).

50 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 integrado o puede estar conectado a un sensor separado por pistas conductoras.

55 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).

Sumario de la invención

60 La combinación de la detección digital y la 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 comunicar la precisión, la vida útil en almacenamiento dependiente de la temperatura y otra monitorización de sensores dependientes del tiempo de los productos perecederos.

65 La presente invención proporciona un sistema indicador de la integridad de un producto y un método de conformidad

con las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

- 5 La figura 1 es una representación de Arrhenius de ejemplo de la tasa de deterioro en función de la inversa de la temperatura.
- La figura 2 ilustra esquemáticamente un sensor de RFID pasivo convencional.
- 10 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.
- 15 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.
- 20 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.
- 25 La figura 10 es otro diagrama de bloques que ilustra componentes de programación y una configuración modular de memoria de un sensor de RF.
- 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.
- 30 La figura 12 es otro diagrama de bloques que ilustra componentes de sensor y RFID por separado, que están acoplados juntos a la señal.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

- 35 A continuación, se describen realizaciones preferentes y alternativas 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 les 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 una logística de "mínima vida útil restante en almacenamiento" y gestión de existencias para el seguimiento y la localización por el RFID de los productos.
- 40

45 Dependencia térmica de la vida útil en almacenamiento

- 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 productores de productos perecederos realizan sus propios cálculos y tienen sus propios criterios en cuanto a 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 sensor de RFID de acuerdo con una realización preferente.
- 50

- 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 al incremento de la inversa de la temperatura. La ecuación en sí se deduce como: Tasa de deterioro (1/tiempo) = $A + Be^{-C/temperatura}$
- 55

- Se pueden usar otras expresiones de curvas continuas de tasa de deterioro dependientes de la temperatura 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.
- 60

- El sensor monitoriza la temperatura, la integra en función del tiempo mientras hace referencia a una tabla de datos que contiene parámetros de vida útil en almacenamiento para el producto objetivo, que puede haber proporcionado previamente o como la entiende un productor de productos perecederos. Estos parámetros de vida útil en
- 65

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 restante en almacenamiento y del historial de la vida útil en almacenamiento.

De conformidad con una realización preferida, 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," del 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.

El uso de tablas de datos en la realización preferida permite unos cálculos de la vida útil en almacenamiento que son lineales, exponenciales o que no se ajustan en absoluto 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 le permiten al usuario un ajuste de 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 activa electromagnéticamente por un lector de RFID que apunta hacia el sensor.

La figura 3 ilustra esquemáticamente un sensor de RF activo que incluye una batería de conformidad con un primer ejemplo. 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 realizaciones 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 radio frecuencia (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.

La figura 4 ilustra esquemáticamente un sensor de conformidad con un segundo ejemplo que incluye una batería, un interruptor de pantalla y un sensor. El sensor de vida útil en almacenamiento 10 se alimenta con 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.

Con referencia ahora a las figuras 5-7, se acopla un sensor discreto a un transpondedor de RF 14 en cada una de las realizaciones, 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 es utilizada por el chip del sensor 16 para informar del estado del sensor y alertas y para enviar/recibir comandos del sensor a/de un lector de RF.

En el caso de una marca identificadora por RF de múltiples chips, 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 parte del sensor.

El sistema incluye una interfaz de comunicaciones 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 mediante un lector de RF u otro dispositivo de RF incluyendo otro sensor. La notificación se puede proporcionar desde el transpondedor de RF o desde la circuitería del sensor que está observando los datos de RF para los comandos del sensor. 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 alerta en la memoria del transpondedor de RF designada. En tercer lugar, preferentemente, la interfaz tiene la capacidad de 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 de 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.

Memoria

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 llenarse 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 sin llenar 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.

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 enviados por el lector se coloquen 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, aun 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 las 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 bus 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 cable bus de 1 hilo al bloque de memoria de 32 bits en el chip de RFID y a continuación se transmiten por radio frecuencia 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 de 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 sus operaciones 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 superado un 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. El transpondedor de RF envía estos datos al lector de RF u otro dispositivo de RF de acuerdo con sus operaciones de RF normales.

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 el lector de RF ha enviado un comando de sensor especial. 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.

Quando 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 la 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 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.

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 superados, transcurso de tiempo superado), 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 resumidas 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, aun cuando el sensor esté inactivo o en otro estado de bajo consumo. El sensor también guarda el historial para un uso posterior como reclamaciones del seguro, que el usuario se puede descargar con un comando.

Las realizaciones 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 concadenada 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 comunicaciones 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 de conformidad con una realización preferida. La marca identificadora incluye un chip de RFID 14 acoplado con una antena 4 para comunicarse 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 es está comunicándose con ella. La batería 8 permite monitorizar la frescura y actualizarse 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 una lógica 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 realizaciones 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 realizaciones alternativas, se pueden usar transpondedores de RF pasivos, en los que la potencia para el transpondedor la proporciona un lector de RF remoto, siendo el objetivo del lector de RF mantener la potencia necesaria para el transpondedor de RF al 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 potenciar la señal desde la marca identificadora de RF al lector.

Por el contrario, los sensores se rigen por las necesidades de un producto o clase de particular en cuanto a qué sensores y qué datos de sensores se van a recoger, y a 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 para las reclamaciones de la aseguradora 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 como para que sea parte de la logística de existencias de RF en tiempo real.

5 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 de conformidad con las realizaciones preferentes. La figura 9 ilustra un sensor 28 que tiene un componente de sensor de 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 y de conformidad con una realización preferente. 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 analógicos y el acceso a los datos, así como la actualización y descarga de datos. Los controles de interfaz interna-externa y de la 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 desee continuar monitorizando el estado de frescura de productos perecederos usando el historial pasado y el estado presente cuando los productos se separan de un palé u otros paquetes grandes de la cadena de suministro. La programación incluye además controles de la batería y de la 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.

25 En consecuencia, en el presente documento se proporciona y se describe una arquitectura de sensor permitida por RF que incluye uno o más sensor(es) discreto(s) 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.

30 Una ventaja del sistema es su circuito integrado I-FRESH de diseño personalizado. El CI I-FRESH-está diseñado para ser un 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 producto con una vida útil de 14 días o una vida de 3 años.

35 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 tiempo y 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 velocidad muy baja, lo que da como resultado una eficiencia energética.

45 El CI I-FRESH puede ser una máquina de estado o bien un microprocesador. Su realización 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 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 superar, por ejemplo, determinados productos no se pueden congelar o evaporar, y condiciones de las que se va a alertar al usuario. Estos datos los puede incluir el 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 puedan modificarse, y para protegerlos de lectura/escritura si se desea.

55 Cuando se inicia, el sensor del chip toma una muestra de la temperatura a intervalos fijados por el usuario 24/7 hasta el final de la vida útil en almacenamiento del producto. Preferentemente para alimentos, 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.

60 Además, el productor del producto perecedero, así como otros usuarios de la marca identificadora dentro de la cadena de suministro (por ejemplo, expedidor, centro de distribución o minorista), pueden fijar condiciones de alerta. Ejemplos de alertas: "enviar con una vida útil restante en almacenamiento de un 90 %"; "vender con una de vida útil restante en almacenamiento de un 50 %"; "producto en congelación". Además, las condiciones de excepción e historial se almacenan preferentemente en el chip y se pueden acceder por medio de un lector de RF para imprimir o guardar en una base de datos.

65 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 adecuadas.

5 La funcionalidad de RFID de la marca identificadora puede ser RFID pasiva, es decir, la comunicación se inicia y se permite mediante una interrogación del lector RFID activo del sistema de transpondedor-sensor. Las marcas identificadoras soportarán EPC UHF, ISO UHF, ISO HF, ISO LF y/u otra comunicación según sea 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
10 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 restante en almacenamiento de un recipiente grande de productos perecederos se transfiera a una marca identificadora establecida para las mismas características de lote/vida útil en
15 almacenamiento. Los ejemplos incluyen vino (cuba, caja, botella); productos farmacéuticos (recipiente grande, recipiente pequeño, vial). La herencia también permite que los datos de vida útil en almacenamiento 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 nueva marca identificadora para reemplazar una marca identificadora vieja que puede estar al final de su vida útil. Aunque, preferentemente, las marcas identificadoras viejas simplemente transfieren sus datos a marcas identificadoras nuevas, de forma alternativa, una marca identificadora vieja se puede rehabilitar con una nueva programación, una nueva batería e incluso un chip de reemplazo.

El CI I-FRESH soporta una pantalla 12 opcional con un botón de usuario: Preferentemente, la pantalla es una
25 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 que varía de "fresco" a "vacío". Se pueden aplicar otras opciones comunes, que incluyen LED rojo/verde.

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
30 batería y la pantalla opcional son, preferentemente, componentes configurables de la marca identificadora. El tamaño físico de la marca identificadora viene determinado 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 10,16 cm por 10,16 cm (4" por 4"). Por el contrario, las antenas HF son de menor tamaño y se pueden ajustar sobre una marca identificadora de 2,54 cm x 5,08 cm (1" x 2") o sobre la parte superior de una
35 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 de la vida útil en almacenamiento del producto perecedero.

40 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 portales de normas EPC e ISO para la industria.

Preferentemente, se usan programas informáticos de Edgeware en tiempo real para los lectores y las redes. El
45 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, recopila 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 a los desarrolladores juegos de herramientas y programa informático de ajuste
50 fino de la vida útil en almacenamiento, permite a los usuarios gestionar el envío, la fabricación, las existencias y las ventas según la "mínima vida útil restante en almacenamiento".

Preferentemente, se utiliza un programa informático personalizado para la interfaz de los sistemas de programa
55 informático de cadena de suministro 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.

La figura 10 ilustra un lector de RFID 40 que comunica con un sistema de sensor-transpondedor 42 de acuerdo con
60 una 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 sobre la frescura actual. El componente de transpondedor 44 incluye un componente de interfaz 48 para comunicarse 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.

65

Vida útil en almacenamiento y registros de custodia

5 Durante los últimos veinte años, los fabricantes, distribuidores y minoristas de productos perecederos han usado registradores de datos para recopilar datos de temperatura para la documentación de HACCP y el análisis del equipo de refrigeración, de los recipientes de transporte y del aire acondicionado y la refrigeración en el almacén, (marcando cuándo y durante cuánto tiempo se han superado 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 normalmente varía en tamaño desde 16-64 Kbytes. Cuando se usan registradores para 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 interfaz de comunicaciones se emplean como marcas identificadoras en artículos perecederos, cajas o palés, la cantidad de datos que se envían desde 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 un lector de RFID puede leer 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.

20 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 como para que los datos de detección no se omitan cuando se alcance el límite de memoria del registrador.

25 De conformidad con una realización preferente, y con 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 restante en almacenamiento. A medida que el artículo marcado pasa a través de una puerta de almacén controlada por RF, este número de vida útil restante en almacenamiento y cualquier alerta de ajuste del usuario comunican rápidamente la condición del artículo.

Tabla I

| cambio de custodia | N.º de localización | Vida útil restante en almacenamiento | 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 |

| cambio de custodia | N.º de localización | Vida útil restante en almacenamiento | Tiempo transcurrido (min) | Temp. Min. | Temp. Máx. |
|------------------------|---------------------|--------------------------------------|---------------------------|------------|------------|
| | | 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% | | | |

5 Preferentemente, también se guardan los datos del 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. Este % de cambio (por ejemplo, 1%, 0,5%, 5,0%) lo puede especificar el usuario. Por ejemplo, si el registro se establece para que registre para cada cambio de un 1% en la vida útil en almacenamiento, la tabla de registro tiene 100 entradas (que van desde un 100% hasta un 1 %); sea cual sea 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 restante en almacenamiento. En una realización alternativa, se puede mantener un registro de la temperatura cinética media en lugar del o además del registro de la vida útil en almacenamiento.

15 El sensor también registra datos de alertas y violaciones del valor umbral de temperatura alta o baja. El resultado es un informe basado en la excepción de que sea aplicable no solo 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.

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

25 El % de vida útil en almacenamiento usado, las violaciones en el valor umbral de temperatura, las alertas y los cambios en los datos de 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 en un lector de RF y después enviar a un ordenador para su análisis.

30 Herencia

35 La figura 11 ilustra un lector de RFID 40 que comunica con otro sistema de sensor-transpondedor 62 de acuerdo con una realización adicional. Existen muchas situaciones en las que los productos se envían en grandes recipientes y se vuelven a envasar 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.

40 El sensor-transpondedor 62 incluye los componentes 44, 48, 49, 50, 52 y 54 descritos previamente con respecto a la realización de la figura 10. El sistema 62 incluye la característica adicional de que los sensores inteligentes adicionales 64 y 66 se "conecten en cadena" junto con el sistema 62. Los datos de estado de frescura de la memoria 50 no solo 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.

45 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 en el que estaba el sensor principal 62 y al que puede seguir unido. Los sensores adicionales 64, 66 pueden estar configurados solo 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 solo una pantalla para proporcionar el estado de frescura, pueden estar configurados además para que se pueda acceder a los datos de frescura mediante un lector de RFID. Los sensores adicionales 64, 66 también se pueden volver a unir al mismo u 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,

pantalla y memoria del sensor principal 62, y simplemente transportar y transferir los datos de estado de frescura cuando se vuelven a unir.

5 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 solo se trata de la vida útil restante en almacenamiento sino también una pista de auditoría que identifica el número EPC de la marca
10 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.

15 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 separados que se conectan y/o se comunican por medio de las interfaces 84, 86. El componente de sensor incluye la memoria 50, la pantalla 52 y la batería 54, mientras que el componente de memoria 82 incluye la memoria 44 y componentes para comunicarse con el lector de RFID 40.

20 Otra realización del sistema de sensor-transpondedor es para los datos de vida útil en almacenamiento que representan el % de vida útil restante en almacenamiento, 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 ha de comunicar a una etiqueta impresa.

25 La salida de RF de los sensores digitales es una alternativa a las interfaces en serie de implementación más común para los sensores. Una radio frecuencia o banda de infrarrojo puede sustituir como interfaz de comunicaciones a un cable 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.

30 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).

35 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
40 sensor.

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 pueden estar descritas en las patentes de los EE. UU. N.º
45 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,
50 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 breve descripción de los dibujos.

55 Una pantalla independiente puede transmitir una señal de RF de forma continua dentro de un perímetro, por ejemplo, de 3,05 metros (diez pies), para suministrar energía a un dispositivo de envasado sensible que señala en respuesta 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 u 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 el coste de monitorización de la vida útil en almacenamiento
60 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 los mismos y adjuntar el estado de carácter perecedero a la lista.

65 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 de manera precisa la vida útil en almacenamiento, que se puede ajustar para productos particulares. De este modo se proporciona con precisión de la vida útil en almacenamiento sobre la vida del producto perecedero, ventajosamente, dentro de intervalos críticos de un 1 %. Esta precisión es dependiente de la consistencia de los relojes. Las tablas se pueden calibrar y cargar solo con los datos de movimiento del reloj (que representan la temperatura), para proporcionar una monitorización de la temperatura.

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 pasar a un estado inactivo, de modo que, en cuanto a la vida de la batería, las marcas identificadoras se pueden reutilizar con la vida de la batería restante que se ahorró debido a la inactividad de la marca identificadora cuando ha expirado la vida útil en almacenamiento. La vida útil restante en almacenamiento 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 efectivamente un indicador de excepción, y como tal puede proporcionar alertas y señalar excepciones.

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 proporcionar una pista de auditoría en la marca identificadora. Una vez se inicia la marca identificadora, preferentemente un usuario no ha de cambiar datos (vida útil en almacenamiento, alerta por límite de uso, historial y vida útil restante en almacenamiento), aunque de manera alternativa, una marca identificadora puede configurarse 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. La 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.

Se puede usar una arquitectura "dirigida 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 realizar 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 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.

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 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 solo los bloques de memoria que se asignan a números dirección para datos en la marca identificadora. A menudo, una dirección incluirá solo 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. Los datos se pueden introducir dentro del chip bien durante el ensamblado de la marca identificadora o por el productor del producto perecedero.

Los tamaños de datos ejemplares se proporcionan como sigue:

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

Un número 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

Datos de configuración del dispositivo = aproximadamente 128 bits
 Datos del histograma = 320 bits
 Registros de custodia de la vida útil en almacenamiento = 512 bytes

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

sentido. 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 adicionalmente la precisión.

5 Aunque en el presente documento se describen y se ilustran dibujos y realizaciones ejemplares específicos de la presente invención, anteriormente y a continuación, se debe entender que el alcance de la presente invención no está limitado a las realizaciones particulares divulgadas. Por tanto, las realizaciones se deben interpretar como
10 ilustrativas en lugar de restrictivas, y se debe entender que los expertos en la materia pueden realizar variaciones en estas realizaciones sin salir del alcance de la presente invención como se dispone en las reivindicaciones.

15 Además, en los métodos que se pueden realizar de acuerdo con realizaciones preferentes en el presente documento, se han descrito las operaciones en secuencias tipográficas seleccionadas. Sin embargo, las secuencias se han seleccionado y por tanto ordenado por conveniencia tipográfica y no pretenden implicar ningún orden particular para realizar las operaciones, a menos que un orden particular se proporcione expresamente o un experto en la materia entienda que este es necesario.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema indicador de integridad de producto, que comprende:
 - 5 (a) un módulo de transpondedor de radio frecuencia (44) que incluye un circuito integrado de RFID con una primera memoria, incluyendo además el módulo de transpondedor de radio frecuencia una antena;
 - (b) al menos un sensor configurado para monitorizar tiempo, temperatura u otros datos de sensor relacionados con la condición de un producto,
 - 10 (c) incluyendo dicho al menos un sensor una segunda memoria (50) configurada para almacenar datos de sensor;
 - y
 - (d) 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 es operativo para comunicarse con el circuito integrado de RFID por medio de la interfaz de comunicaciones (48-49).
- 15 2. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, en el que el sistema es sensible a una señal de radio frecuencia para acceder a datos en la segunda memoria, en el que la primera y segunda memoria están configuradas para abordarse usando un espacio de dirección de memoria que combina al menos una parte de memoria física en la primera memoria con al menos una parte de memoria física en la segunda memoria.
- 20 3. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 2, en el que el espacio de dirección de memoria incluye espacio de dirección en la segunda memoria que está configurado para abordarse usando direcciones más allá del espacio de dirección físico de la primera memoria.
- 25 4. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, en el que el módulo de radio frecuencia y el módulo de sensor comprenden un único chip.
- 30 5. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, en el que el circuito integrado de RFID incluye una interfaz en serie.
- 35 6. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, que además comprende una batería que alimenta el al menos un sensor y que es operativa para potenciar una señal de radio frecuencia desde el módulo de transpondedor.
- 40 7. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, en el que la interfaz de comunicaciones entre el módulo de transpondedor y el al menos un sensor es operativa para establecer un trayecto directo desde un lector de RFID hasta el al menos un módulo de sensor.
- 45 8. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, en el que la primera memoria está configurada para recibir y almacenar comandos y datos que son accesibles para el sensor.
- 50 9. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, en el que el sensor está configurado para comunicarse con el módulo de transpondedor de radio frecuencia por medio de la interfaz de comunicaciones para recuperar datos y comandos que se han enviado a la primera memoria de circuito integrado de RFID para el sensor mediante el módulo de control de lector de RF.
- 55 10. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, en el que uno o más sensores adicionales están acoplados comunicativamente con dicho transpondedor de RFID que permite al mismo lector de RF, a uno diferente o a ambos recuperar datos de sensor medidos por el uno o más sensores adicionales.
- 60 11. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, que comprende un módulo de determinación de frescura configurado para recibir datos dependientes de la medición de tiempo y temperatura del sensor y aplicar estos datos de medición a los datos que representan una o más de las tendencias predefinidas de vida útil en almacenamiento dependientes de la temperatura para determinar un estado actual de frescura.
- 65 12. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 11, en el que una o más tendencias predeterminadas del módulo de determinación de frescura comprende una o más tablas de datos o ecuaciones o ambas.
13. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 11, 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 difieren en una cantidad predeterminada o cuando se determina que un producto se acerca al final esperado de su vida útil en almacenamiento o ambas.
14. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 11, en el que el módulo

de determinación de frescura está configurado para calcular datos del estado de frescura a partir de un estado inicial de cien por cien de frescura.

- 5 15. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 11, en el que el módulo de determinación de frescura está configurado para calcular alertas de temperatura por encima o por debajo de un umbral de temperatura específico.
- 10 16. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 11, en el que el módulo de determinación de frescura está configurado para calcular el estado de frescura en el que el final de la vida es el Límite de uso o fecha de caducidad de un producto perecedero que el sistema está configurado para supervisar.
- 15 17. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 11, en el que el módulo de determinación de frescura está configurado para calcular alertas en base a tiempos clave en la vida de un producto perecedero que el sistema está configurado para supervisar por ejemplo, (consumir preferentemente antes de, recibir antes de, expedir antes de) expresados como un porcentaje de la vida útil restante en almacenamiento.
- 20 18. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 11, en el que el módulo indicador de frescura está configurado para calcular la temperatura cinética media.
- 25 19. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 11, en el que se mantiene un registro de custodia que comprende el estado de frescura por periodo de custodia.
- 30 20. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 11, en el que se mantiene un registro del historial por tiempo y temperatura.
- 35 21. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 11, en el que se mantiene un registro del historial para cada uno por ciento de vida útil en almacenamiento usada.
- 40 22. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, que comprende al menos un segundo sistema indicador de integridad de producto, una etiqueta de RFID sin sensor, un código de barras o una etiqueta impresa configurado para recibir datos sobre el estado de frescura del primer sistema indicador de integridad de producto.
- 45 23. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 22, que además comprende un módulo de determinación de frescura configurado para determinar el estado de frescura.
- 50 24. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 22, en el que el al menos un segundo sistema indicador de integridad de producto está separado físicamente del primer sistema indicador de integridad de producto.
- 55 25. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 22, en el que el primer y segundo sistemas indicadores de integridad de producto están formados sobre un sustrato común en posiciones separadas y están acoplados de manera que puedan comunicarse.
- 60 26. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 22, en el que el al menos un segundo sistema indicador de integridad de producto tiene una radio frecuencia diferente de la del primer sistema indicador de integridad de producto.
- 65 27. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 1, en el que el sistema comprende un reloj sustancialmente independiente de la temperatura y un reloj dependiente de la temperatura configurados para detectar el tiempo y la temperatura.
28. Un sistema indicador de integridad de producto según la reivindicación 27, en el que el tiempo y la temperatura se expresan en movimientos del reloj.
29. Un sistema indicador de integridad de producto según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el sistema está provisto en una etiqueta sustancialmente plana.
30. Un método para monitorizar la integridad de un producto perecedero usando el sistema de la reivindicación 1, comprendiendo el método las etapas de:
- usar un lector de RFID para enviar un comando y datos para el sensor a la primera memoria (46) del circuito integrado de RFID;

leer en el primer al menos un sensor, por medio de la interfaz de comunicaciones (48-49), la primera memoria (46) del circuito integrado de RFID, almacenar los datos en direcciones de memoria de la segunda memoria (50) indicadas por el comando y responder al comando escribiendo datos en la primera memoria (46) del circuito de RFID.

5

Representación de Arrhenius de la vida útil en almacenamiento de leche

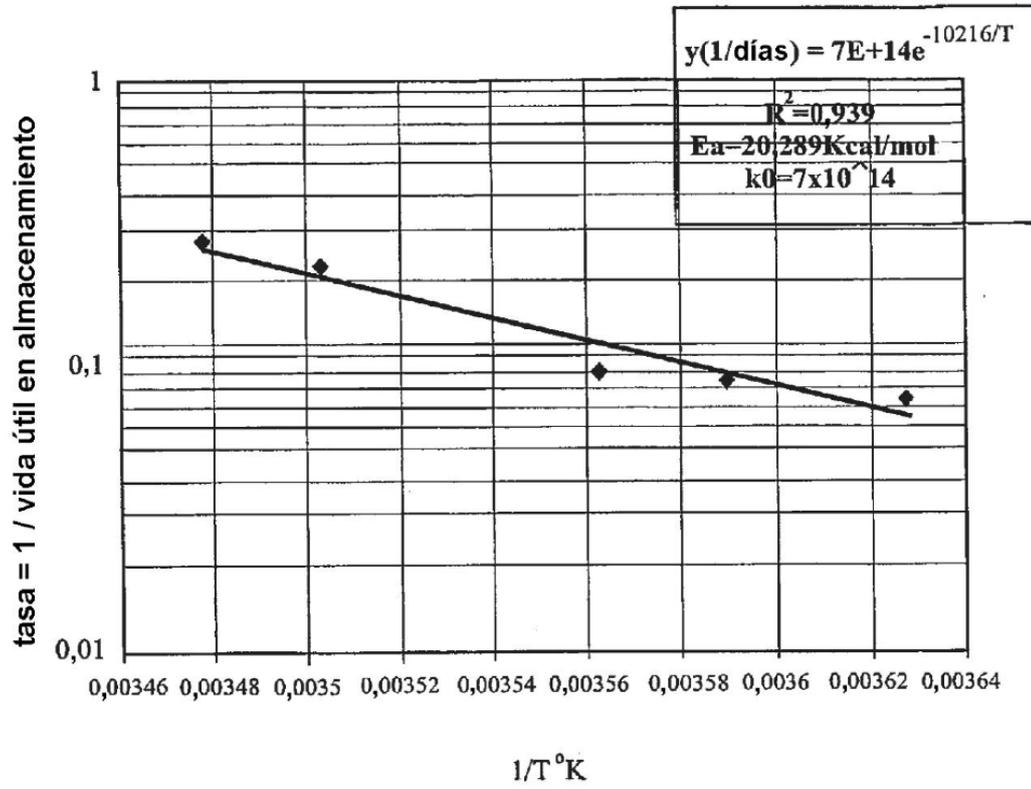


Figura 1

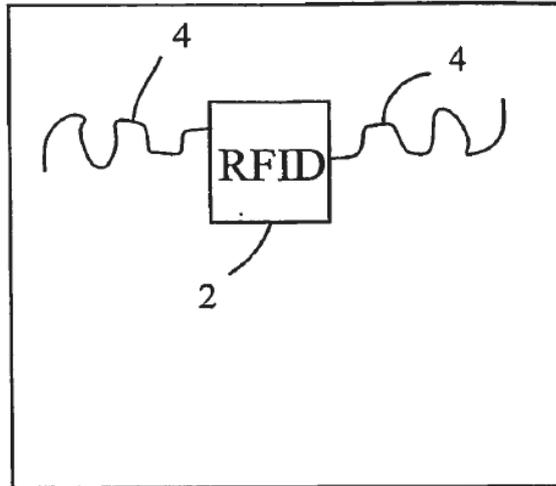


Figura 2

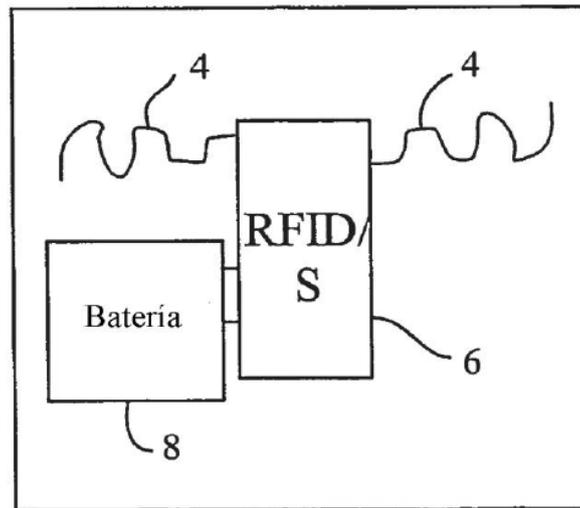


Figura 3

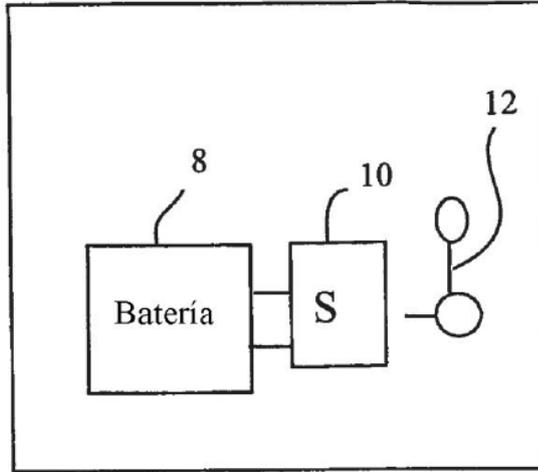


Figura 4

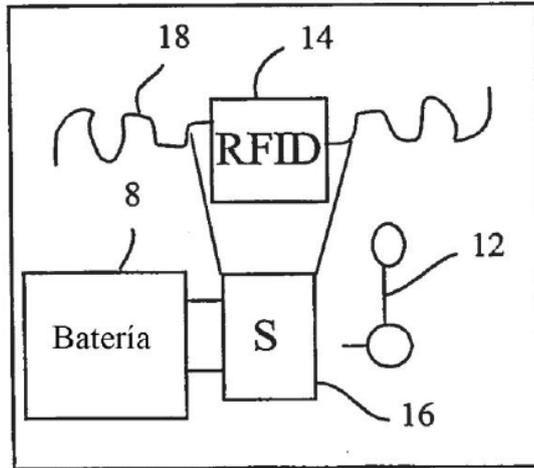


Figura 5

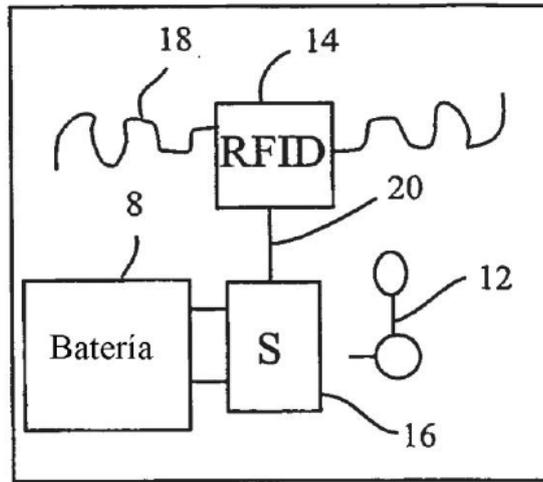


Figura 6

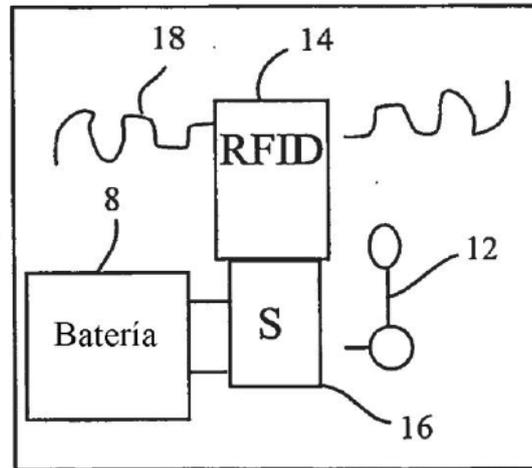


Figura 7

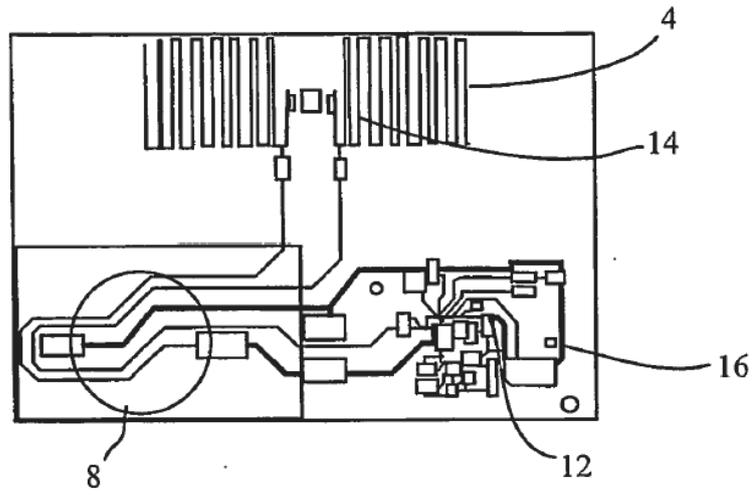


Figura 8A

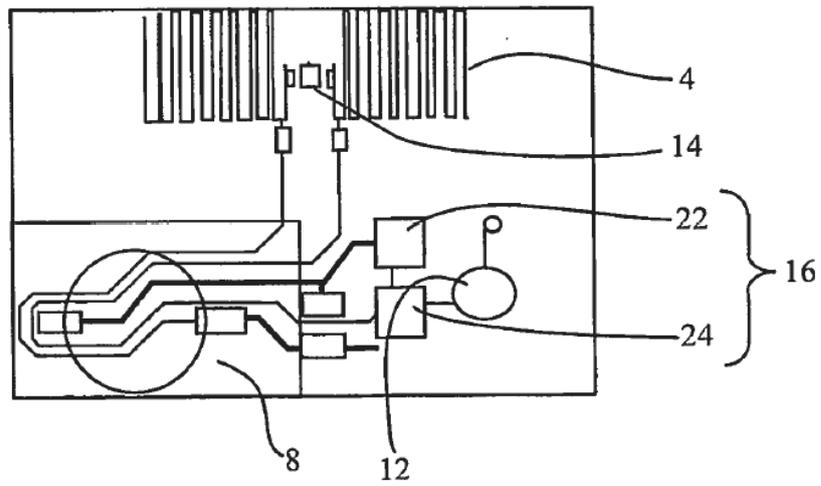


Figura 8B

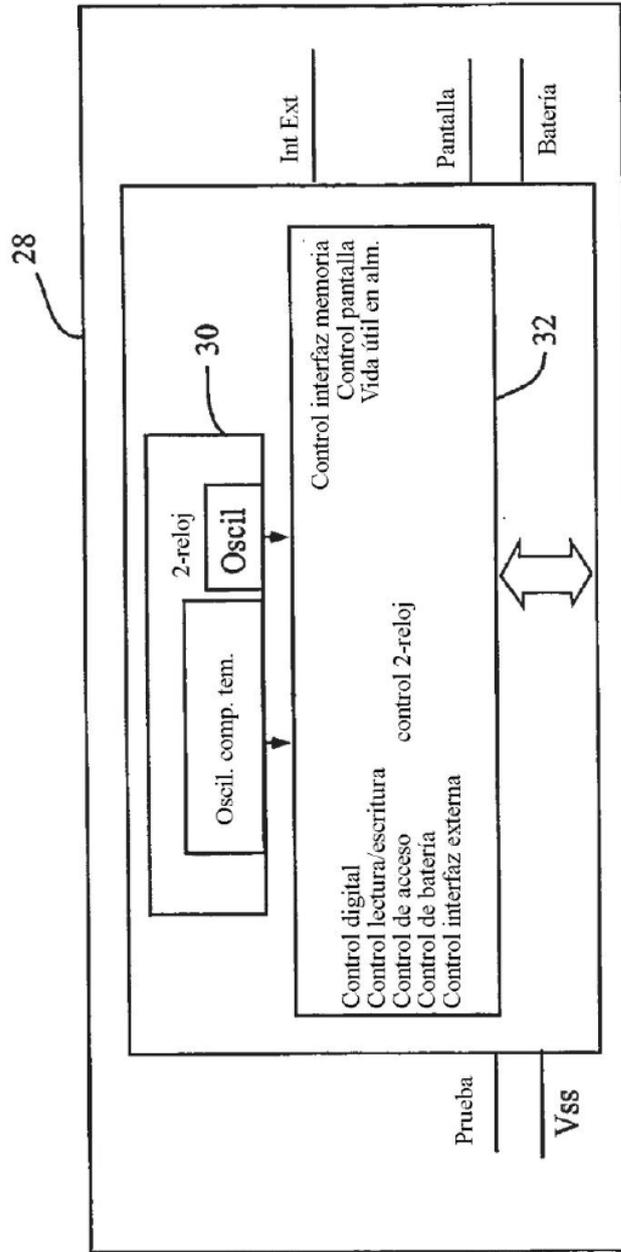


Figura 9

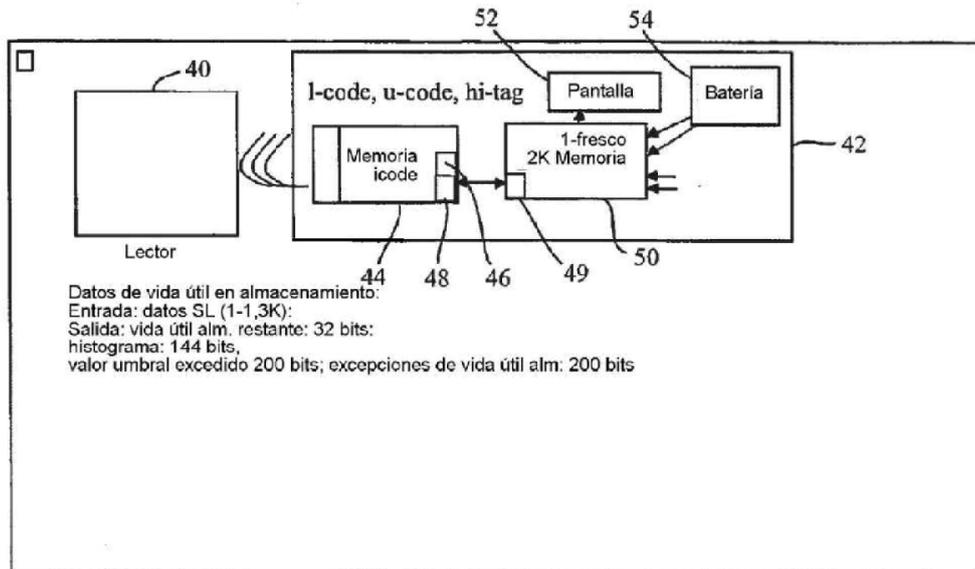


Figura 10

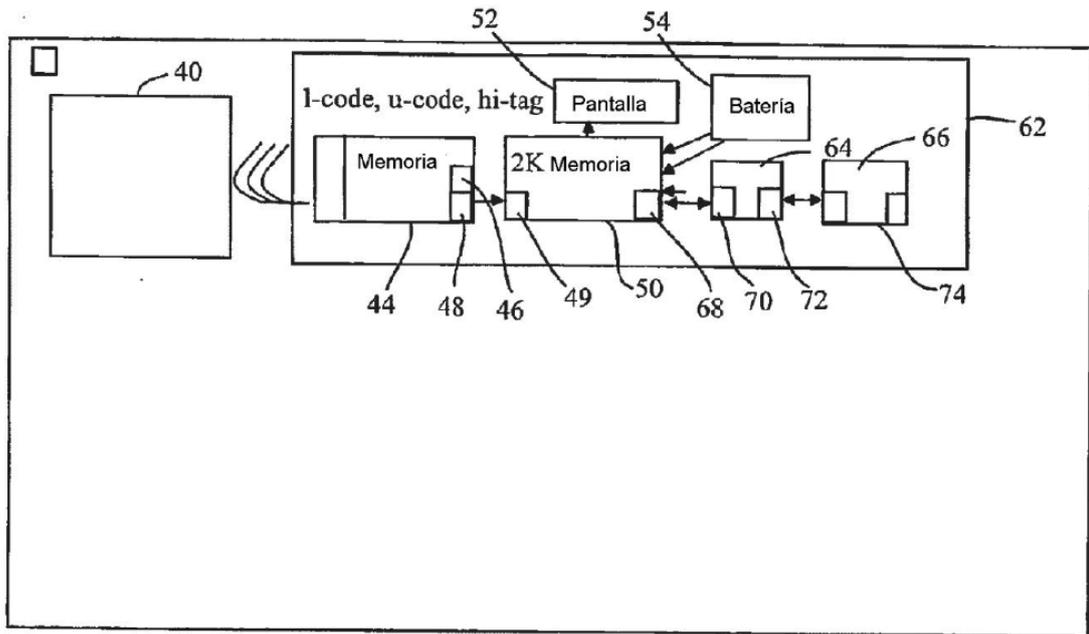


Figura 11

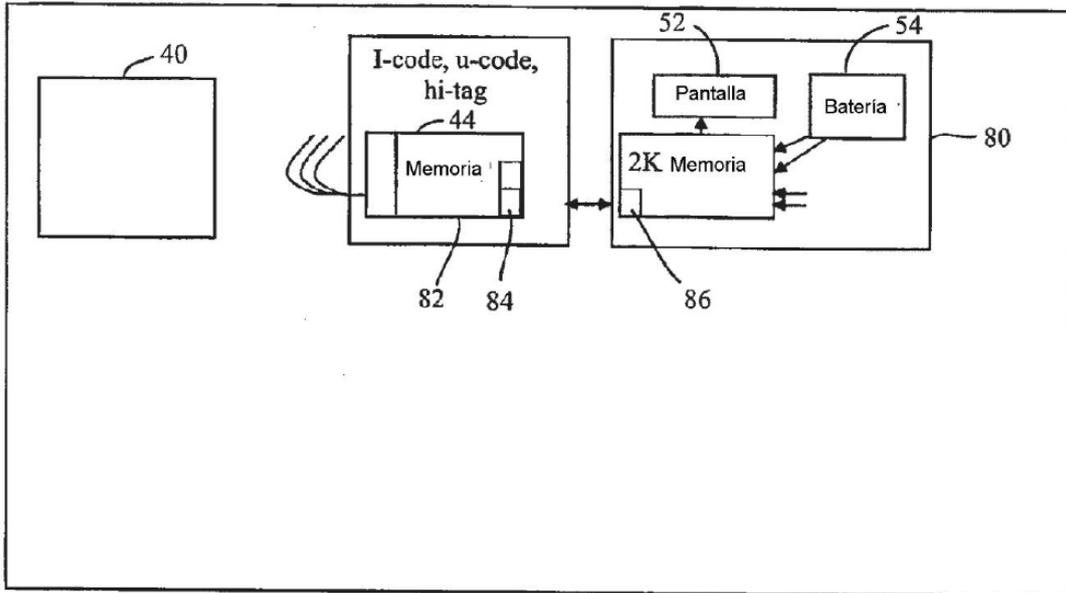


Figura 12