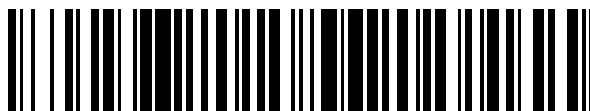


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 822**

51 Int. Cl.:

G06Q 10/06 (2012.01)

G06Q 10/08 (2012.01)

H04L 29/08 (2006.01)

H04W 84/18 (2009.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2009** **E 09788989 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.09.2015** **EP 2332317**

54 Título: **Red inalámbrica móvil para el seguimiento de activos y la monitorización de la cadena de suministro**

30 Prioridad:

18.08.2008 US 193384

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

02.12.2015

73 Titular/es:

TYCO FIRE & SECURITY GMBH (100.0%)
Victor von Bruns-Strasse 21
8212 Neuhausen am Rheinfall, CH

72 Inventor/es:

HALL, STEWART, E. y
NARLOW, DOUGLAS, A.

74 Agente/Representante:

CAMACHO PINA, Piedad

ES 2 552 822 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

Red inalámbrica móvil para el seguimiento de activos y la monitorización de la cadena de suministro

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general a un método, sistema y nodo sensor móvil para el seguimiento de activos y la monitorización de la cadena de suministro, y más específicamente, a un método y sistema para recoger y guardar la información de nodos sensores móviles conectados a la mercancía cuando las etiquetas de los activos individuales son robadas o retiradas de la mercancía.

Antecedentes de la invención

El robo de inventario, a menudo referido como "contracción", es un problema importante para los fabricantes, mayoristas y minoristas. Además de las pérdidas por hurtos, el robo de la cadena de suministro se ha vuelto cada vez más una fuente importante de pérdida. La lucha contra el robo de la cadena de suministro es muy difícil porque el robo se produce a menudo durante el transporte o mientras las mercancías están en almacenamiento, cuando la mercancía es accesible a los ladrones y cuando el robo no se puede detectar fácilmente. También es difícil y costoso realizar controles de inventario de mercancía en los puntos suficientes en la cadena de suministro para identificar cuándo y dónde está sucediendo un robo con el fin de construir un caso para su enjuiciamiento.

Los sistemas RFID tienen por objeto ayudar a fabricantes, mayoristas y minoristas de alimentación a combatir el robo en cadena haciendo que el proceso de inventario de mercancía sea menos costoso. Mediante el empleo de etiquetas RFID en plataformas de carga o cajas de mercancía durante el almacenamiento o el transporte, se puede detectar el robo de plataformas de carga o de las cajas de mercancía enteras. Mediante el uso de etiquetas RFID a nivel de artículo, puede detectarse el robo de paquetes individuales de mercancía. Las etiquetas RFID pasivas sólo se pueden utilizar para el control de inventario en varios puntos de la cadena de suministro.

Actualmente, las etiquetas RFID activas pueden incluir sensores integrados que se pueden utilizar para controlar la vibración o condiciones ambientales de la mercancía. Con esta información, los sistemas de vigilancia pueden determinar si la mercancía ha sido sometida a golpes, vibraciones u otras condiciones ambientales extremas que puedan dañar la mercancía. Mediante el sellado de tiempo de cualquier condición de alerta o alarma provocada por estos sensores, las autoridades policiales u otras personas autorizadas pueden determinar cuándo se produce el daño. Sin embargo, estos sensores no se pueden utilizar para determinar cuándo se ha producido un robo porque la información relevante se almacena realmente en la etiqueta RFID. Así, cuando se roba la mercancía, su etiqueta de RFID activa, que incluye toda la información almacenada, desaparece.

El documento US 2008/0040244 A1 describe un sistema de seguimiento de inventario de activos que comprende una red local formada por una pluralidad de dispositivos de identificación, una pasarela de enlace en comunicación inalámbrica con la red local, un controlador central de envío configurado para comunicarse con la pasarela de enlace, en donde cada dispositivo de identificación tiene una pluralidad de estados de funcionamiento e incluye un controlador de dispositivo local que puede funcionar para conmutar el dispositivo de identificación entre los estados de funcionamiento del dispositivo. Los estados de funcionamiento pueden diferir de las tasas de invitación a transmitir de la red.

El documento WO 2008/021874 A1 muestra un sistema de protección inalámbrica con una pluralidad de unidades inalámbricas, en el que cada una de las unidades está configurada para supervisar una característica de al menos otra unidad. Un mensaje de alerta se envía a una pluralidad de las unidades, si se detecta una condición de excepción asociada con una unidad monitorizada basada en la característica supervisada. La condición de excepción comprende un cambio en la intensidad de la señal.

El documento WO 2005/071364 A1 está relacionado con un dispositivo sensor que tiene medios para generar periódicamente un valor medido de una propiedad y un método de funcionar una pluralidad de dispositivos sensores. La periodicidad de la medición se puede ajustar de acuerdo con la tasa de cambio en la propiedad medida.

El documento DE 10 2005 019 064 A1 describe un método para el seguimiento de un grupo de objetos, en el que el cambio específico en la situación mutua, preferiblemente la eliminación de un objeto a partir del grupo, se reconoce y se transporta.

Por lo tanto, lo que se necesita es un sistema capaz de recoger y guardar información sobre la mercancía de tal manera que la información almacenada puede ser recuperada, incluso cuando las etiquetas de activos individuales son robadas o se quitan de la mercancía.

Sumario de la invención

La presente invención proporciona ventajosamente un método, el nodo sensor móvil y sistema de control de una cadena de suministro. En general, la presente invención proporciona ventajosamente un método para el seguimiento de una localización de una cadena de suministro uniendo los nodos sensores móviles a los correspondientes artículos que se está supervisando. Los nodos sensores móviles establecen automáticamente una red de malla y transmiten periódicamente información del estado en relación a todos los nodos sensores móviles en la red de malla. La información de estado se mantiene por todos los nodos sensores móviles en la red de malla, de modo que incluso si uno o más nodos sensores móviles se pierden, dañan y perjudican, o destruyen, los nodos restantes son capaces de determinar las condiciones que se producen cuando el nodo(s) afectado deja de comunicarse.

Un aspecto de la presente invención proporciona un método para monitorizar la cadena de suministro, el método mediante el establecimiento de una red de comunicación que incluye una pluralidad de nodos sensores móviles. La información de estado se transmite periódicamente para cada nodo sensor móvil. Cada nodo sensor móvil recibe información de estado para al menos otro nodo sensor móvil en la red de comunicación. Un archivo de registro que incluye la información de estado recibida se compila y se almacena en el nodo sensor móvil que recibió la información de estado correspondiente.

De acuerdo con otro aspecto, la presente invención proporciona un sistema para la monitorización de la cadena de suministro. El sistema incluye una pluralidad de nodos sensores móviles, estando cada nodo sensor móvil comunicativamente acoplado a al menos otro nodo sensor móvil, un servidor de recopilación de datos, y un puente de red. El puente de red está acoplado comunicativamente con el servidor de recopilación de datos y al menos un nodo sensor móvil de la pluralidad de nodos sensores móviles. El puente de red funciona para recibir al menos un archivo de registro que contiene información de estado para cada nodo sensor móvil y transmitir el archivo de registro en el servidor de recopilación de datos.

De acuerdo con aún otro aspecto, la presente invención proporciona un nodo sensor móvil en una red de comunicación para la vigilancia de la cadena de suministro. El nodo sensor móvil incluye un transceptor, un procesador y una memoria. El procesador está acoplado en comunicación con el transceptor y la memoria. El transceptor funciona para recibir información de estado para otros nodos sensores móviles en la red de comunicación y transmitir periódicamente información de estado a cada nodo sensor móvil en la red de comunicación. El procesador funciona para compilar un archivo de registro que incluye información de estado para cada nodo sensor móvil en la red de comunicación. La memoria almacena el archivo de registro.

El nodo sensor móvil puede comprender, que la información de estado incluye al menos uno de un identificador de nodo sensor móvil, una condición de alarma actual, una hora, una ubicación GPS, y una temperatura, teniendo el nodo sensor móvil además al menos uno de un sensor de a bordo, un reloj de tiempo real y un receptor GPS. Por otra parte, el nodo sensor puede comprender, que el nodo sensor móvil funcione en un modo observador, el procesador funcionando además para colocar el nodo sensor móvil en un modo de espera cuando no está funcionando en el modo observador.

Puede ser ventajoso que, cuando el nodo sensor móvil funciona en el modo observador, el transceptor además funciona en un modo de espera para recibir la información de estado desde el al menos un nodo sensor móvil; y el procesador funciona además para determinar si un nodo sensor móvil se encuentra en una condición de alarma basada en la información de estado recibida.

El nodo sensor puede comprender, en el que en respuesta a la determinación de que un nodo sensor móvil se encuentra en una condición de alarma, el transceptor funciona además para despertar todos los demás nodos sensores móviles de la red de comunicación del modo de suspensión; y transmitir una notificación de la condición de alarma.

Cuando el nodo sensor móvil funciona en el modo observador, el nodo sensor comprende, que el transceptor funcione además para transmitir toda la información de estado recibida de los otros nodos sensores móviles de la pluralidad de nodos sensores móviles de la red de comunicación desde que recibió previamente información de estado desde el nodo sensor móvil, transmisión de información de estado al nodo sensor móvil que funciona en el modo observador; y en respuesta a la determinación de que un nodo sensor móvil se encuentra en una condición de alarma, transmitir una notificación de la condición de alarma.

Breve descripción de los dibujos

Una comprensión más completa de la presente invención, y las ventajas concomitantes y características de la misma, se entenderá más fácilmente por referencia a la siguiente descripción detallada cuando se considera en conjunción con los dibujos adjuntos en los que:

La figura 1 es un diagrama de bloques de una red de malla de sensor móvil a modo de ejemplo construida de acuerdo con los principios de la presente invención;

La figura 2 es un diagrama de bloques de un nodo sensor móvil a modo de ejemplo construido de acuerdo con los principios de la presente invención;

La figura 3 es un diagrama de bloques de un sistema de recogida de datos de una red de malla del sensor móvil a modo de ejemplo construido de acuerdo con los principios de la presente invención;

La figura 4 es un diagrama de bloques de un nodo puente de sensor a modo de ejemplo construido de acuerdo con los principios de la presente invención;

La figura 5 es un diagrama de flujo de proceso que ilustra las funciones de cada participante en una cadena de suministro para el seguimiento y el monitoreo de activos de acuerdo con los principios de la presente invención;

La figura 6 es un diagrama de flujo de un proceso de seguimiento de activos móviles a modo de ejemplo realizado por un nodo sensor móvil de acuerdo con los principios de la presente invención;

La figura 7 es un diagrama de flujo de otro proceso de seguimiento de activos móviles a modo de ejemplo realizado por un nodo sensor móvil de acuerdo con los principios de la presente invención; y

La figura 8 es un diagrama de flujo de un proceso de seguimiento de activos móviles a modo de ejemplo realizado por un nodo puente de sensor de acuerdo con los principios de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Antes de describir en detalle ejemplos de realización que están en conformidad con la presente invención, debe observarse que las realizaciones residen principalmente en combinaciones de componentes del aparato y etapas de procesamiento relacionadas con la implementación de un sistema y método para recoger y guardar información sobre la mercancía de tal manera que la información almacenada puede ser recuperada, incluso cuando las etiquetas de activos individuales son robadas o retiradas de la mercancía. En consecuencia, se han representado los componentes de aparato y método en su caso mediante símbolos convencionales en los dibujos, que muestran sólo aquellos detalles específicos que son pertinentes para la comprensión de las realizaciones de la presente invención a fin de no oscurecer la descripción con detalles que serán fácilmente evidentes para los expertos en la técnica que tengan el beneficio de la descripción en el presente documento.

En la presente memoria, los términos relacionales, tales como "primera" y "segunda", "arriba" y "abajo" y similares, sólo podrán utilizarse para distinguir una entidad o elemento de otra entidad o elemento sin necesidad de requerir o implicar ninguna relación u orden físico o lógico entre dichas entidades o elementos. Además, como se usa aquí y en las reivindicaciones adjuntas, el término "Zigbee" se refiere a un conjunto de protocolos de comunicación inalámbrica de alto nivel como se define por el estándar del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos ("IEEE") 802.15.4. Además, "Wi-Fi" se refiere a la norma de comunicaciones definida por IEEE 802.11. "Ethernet" se refiere a la norma de comunicación definida por IEEE 802.3. El término "WiMAX" significa que los protocolos de comunicación definidos en el estándar IEEE 802.16. "BLUETOOTH" se refiere a la especificación industrial para redes de comunicación de área personal inalámbrica ("PAN") desarrollado por el Grupo de Interés Especial Bluetooth.

Una realización de la presente invención proporciona ventajosamente un sistema y método para control de seguimiento de activos y de la cadena de suministro utilizando una red de malla de sensor móvil para detectar y registrar en cada una de la red de nodos distribuida la presencia o ausencia de otro de cada uno de los otros nodos en sus proximidades y el tiempo aproximado en que los nodos bien entran o salen de las proximidades.

En una realización alternativa, el sistema puede compartir y almacenar, de una manera distribuida, la información sobre otros nodos de modo que la recopilación de cada uno de los nodos posee una gran captura de datos que indica cuando los artículos están unidos juntos o separados uno de otro. En varios puntos a lo largo de la cadena de suministro, el sistema lee la recopilación de nodos para reconstruir la historia del envío de los productos y se puede determinar cuando los artículos se separaron del grupo para identificar la contracción en la cadena de suministro.

Con referencia ahora a las figuras de los dibujos en los que los códigos de designación de referencia se refieren a elementos iguales, se muestra en la figura 1, una red de malla de sensor móvil a modo de ejemplo construido de acuerdo con los principios de la presente invención, y designado en general como "10". La red de malla de sensor móvil 10 incluye una pluralidad de nodos sensores móviles 12a, 12b, 12c, 12d (referidos colectivamente como nodo de sensor móvil 12) para el seguimiento del estado de los elementos o grupos de mercancía individuales. Aunque sólo cuatro nodos sensores móviles 12 se muestran en la figura 1 para fines de ilustración, una red de malla sensor móvil 10 puede incluir cientos o incluso miles de nodos sensores individuales 12. Por ejemplo, los grupos de mercancías se envasan a menudo juntos en contenedores para transporte a granel, tales como cajas, cofres o plataformas de carga para facilitar el transporte eficiente. Un nodo de sensor móvil 12 puede ser colocado en o adjunto a cada artículo o grupo de mercancías.

Cada uno de los nodos sensores móviles 12 está en comunicación con todos los otros nodos sensores móviles 12 que están dentro del alcance de comunicación, formando una red de malla 10 de los nodos sensores individuales 12. Los nodos sensores móviles 12 pueden comunicarse entre sí y/o con un nodo puente de red (véase la figura 3) utilizando cualquier combinación de uso común por cable y/o protocolos de comunicación inalámbrica tales como protocolo de control de transmisión/protocolo de Internet ("TCP/IP"), acceso múltiple por división de tiempo ("TDMA"), sistema global para comunicaciones móviles ("GSM"), servicio de radio de paquetes generales ("GPRS"), velocidades de datos mejoradas para la evolución de GSM ("EDGE"), protocolos de tercera generación ("3G"), 4G,

EVDO, CDMA, Ethernet, Wi-Fi, WiMAX, Zigbee, Bluetooth, etc.

Los datos recogidos por uno de los nodos sensores 12 se comparte con otros nodos 12 en la zona de modo que si ese nodo sensor 12 se pierde, por ejemplo, durante un robo, sus datos son retenidos por los otros nodos sensores 12 que están en las proximidades. Por ejemplo, una red de malla de sensor móvil 10 se puede formar mediante la colocación de un nodo sensor móvil 12 en cada plataforma de carga cargada en un camión u otro contenedor de transporte. Al tener cada uno de los nodos sensor móvil individual 12 compartiendo su información con todos los demás nodos 12 en las proximidades, un registro de datos colectivo es mantenido por todos los sensores. Estos datos pueden usarse para determinar información útil acerca de lo sucedido a la mercancía durante el transporte o el almacenamiento mediante la lectura de información de tiempo u otros datos de los sensores, por ejemplo, la notificación de una condición de alarma, el tiempo y la ubicación geográfica de nodo sensor móvil durante la condición de alarma, el tiempo y la ubicación geográfica de la última comunicación con el nodo sensor móvil perdido, etc. Debido a que los datos se almacenan colectivamente, la información útil no se pierde si el nodo sensor 12 es robado junto con la mercancía.

Alternativamente, en el caso de una red que tiene cientos o miles de nodos sensores 12, un método eficiente para distribuir el almacén de datos puede ser más complejo que tener todos los nodos sensores 12 que almacenan todos los datos. En este caso, la redundancia de datos puede permitir que los datos se distribuyan al azar entre los nodos sensores 12 de tal manera que en el caso de robo o destrucción de uno o más nodos la probabilidad de que cualquier pieza de datos se pierda está estadísticamente por debajo de un riesgo umbral considerado aceptable. A medida que la recopilación de nodos 12 crece en tamaño, la cantidad de datos aleatorios difundidos que pueden ser utilizados aumenta. Este proceso de difusión de datos tiene el efecto de reducir los requisitos de memoria física de un nodo individual 12.

Otro método alternativo para la mejora de los requisitos de almacenamiento de datos es permitir que los nodos sensores 12 reduzcan al azar la resolución del dominio del tiempo de los datos en el almacenamiento. Por ejemplo, en situaciones en las que una red de malla de sensor móvil 10 se encuentra en la cadena de suministro y el estado de todos los sensores es "tranquila" (es decir, todos los nodos se contabilizan y no se registran hechos significativos), los nodos sensores individuales 12 pueden ser capaces de reducir de forma aleatoria la resolución del dominio del tiempo de los datos de estos períodos de tiempo. Dado que cada uno de los nodos 12 está suprimiendo al azar de datos en el dominio del tiempo, es probable que algunos datos de estos períodos tranquilos todavía se conserven en la memoria colectiva de la red 10. En esta situación, la granularidad de los datos se reduciría, pero debido a que estos son períodos "tranquilos", el riesgo de perder información útil es bajo.

Con referencia ahora a la figura 2, un nodo sensor móvil 12 a modo de ejemplo construido de acuerdo con los principios de la presente invención puede incluir un procesador 14 (por ejemplo, un microprocesador), un reloj de tiempo real 16, una fuente de alimentación 18, una radio de red 20 (por ejemplo, un transeptor), una memoria 22 (que puede incluir memoria no volátil, una memoria volátil, o una combinación de las mismas), y uno o más sensores de a bordo 24. El reloj de tiempo real 16 se utiliza para asociar un evento detectado a través de los sensores de a bordo 24 con un tiempo real de ocurrencia. Los procesadores 14 controlan las comunicaciones de radio, los modos de sueño y vigilia, las lecturas de los sensores de a bordo 24, el almacenamiento de datos en la memoria 22, y la comunicación de los datos almacenados a otros nodos sensores 12. La fuente de energía 18, tal como una batería, es autónoma y suministra electricidad al nodo sensor móvil 12. La fuente de alimentación 18 puede incluir disposiciones para la recarga entre los despliegues de la red de malla sensor móvil 10 en la cadena de suministro. La radio de red 20 se comunica con otros nodos sensores 12 y con nodos puente (ver figura 3) mediante la transmisión y recepción de señales de comunicación de radio frecuencia ("RF") a través de una antena 26 de una manera bien conocida.

La memoria 22 puede incluir un archivo de registro 28 que incluye los datos generados por el procesador 14 y/o recibidos de otros nodos sensores 12. Además, la memoria puede incluir un módulo de monitoreo de red de malla 29 que contiene instrucciones de programa para el control de la red de malla 10. El funcionamiento del módulo de control de red de malla 29 se discute en mayor detalle a continuación.

Sensores de a bordo 24 pueden ser incluidos para medir las condiciones ambientales. Estas condiciones ambientales pueden incluir una amplia variedad de parámetros, tales como la aceleración, la temperatura, la luz, la humedad, la orientación espacial, la vibración, etc., dependiendo de los requisitos y las adaptaciones necesarias para una aplicación específica. El nodo sensor móvil 12 puede incluir además un receptor de Sistema de Posicionamiento Global ("GPS") 30 para proporcionar información de ubicación GPS.

La figura 3 es un diagrama de bloques de un sistema de recopilación de datos de red de malla de sensor móvil 32 a modo de ejemplo construido de acuerdo con los principios de la presente invención. El sistema de recopilación de datos de red de malla de sensor móvil 32 conecta los nodos puente de redes de sensores 34 (se muestra uno) con un servidor de recopilación de datos central 36. El nodo puente de red 34 puede comunicarse con un servidor de recopilación de datos local 38 que se encuentra en una instalación de la cadena de suministro, como por ejemplo un servidor de envío y de recepción, que está en comunicación con el servidor central de recogida de datos 36 a través de una red de área extensa ("WAN") 40. Los nodos puente de red 34 se utilizan para comunicarse con los nodos

sensores móviles 12 y para recoger datos en varios puntos dentro de la cadena de suministro. Los servidores de recopilación de datos 36, 38 recogen los datos de los nodos puente de redes de sensores 34 y analizan los datos para identificar las pérdidas e identificar actividades sospechosas para una mayor investigación. Los servidores de recopilación de datos 36, 38 incluyen una o más bases de datos de recopilación (no mostrada) o pueden estar acoplados comunicativamente a una o más bases de datos de recogida externas (no mostradas).

La red de área amplia 40 puede incluir Internet, intranet u otra red de comunicación. Aunque la red de comunicación se representa en la figura 3 como una WAN, los principios de la presente invención también pueden aplicarse a otras formas de redes de comunicación, como las redes de área personal ("PANs"), redes de área local ("LANs"), redes de área del campus ("CANs"), redes de área metropolitana ("MANs"), etc., como Internet o una intranet. Alternativamente, el nodo puente de red 34 puede comunicarse directamente con el servidor central de recogida de datos 36 a través de la WAN 40.

Además, el sistema de recogida de datos de la red de malla de sensor móvil 32 puede incluir dispositivos opcionales tales como un lector de identificación de radiofrecuencia ("RFID") 42, un escáner de código de barras 44, y otros dispositivos de usuario 46, que puedan servir de entrada al sistema de recopilación de datos 32.

Con referencia ahora a la figura 4, un nodo puente de red 34 construido de acuerdo con los principios de la presente invención se utiliza para comunicarse con los nodos sensores móviles individuales 12 y para recoger la información almacenada dentro de cada uno de estos nodos sensores 12. El nodo puente de red puede incluir un microprocesador 48 acoplado comunicativamente a al menos una red de radio 50, una memoria 52, una interfaz de comunicación 54 y una fuente de alimentación 56. El microprocesador 48 supervisa y realiza las diversas funciones del nodo puente de sensor 34 incluyendo la comunicación con los nodos sensores móviles individuales 12, el almacenamiento de datos en la memoria 52, y otras funciones descritas en este documento. La red de radio 50 se comunica con los nodos sensores móviles 12 a través de una antena 58 de una manera bien conocida. La fuente de energía 56, tal como una batería u otra entrada de energía CC o CA, suministra de electricidad para alimentar el nodo puente de sensor 34.

La memoria 52 puede usarse para almacenar información a nivel local, incluyendo un módulo de correlación de datos 60 que contiene instrucciones de programa para recopilar, organizar y notificar los datos recogidos a partir de los nodos sensores móviles 12 y los datos asociados que se registran en un archivo de registro 53. El funcionamiento del módulo de correlación de datos 60 se discute en mayor detalle a continuación. La memoria 52 puede ser una memoria no volátil, incluyendo, pero no se limitada a, un disco duro, un lápiz de memoria, una memoria de sólo lectura eléctricamente programable y borrable ("EEPROM"), una memoria flash, etc. Además, en lugar de o además de la memoria no volátil, la memoria 52 puede ser incluida como alguna forma de memoria volátil, por ejemplo, RAM.

La interfaz de comunicación 54 controla el intercambio de información entre el nodo puente de sensor 34 y otros dispositivos, tales como un servidor local 38 y/o un servidor de recopilación de datos central 36, la red de área amplia 40, u otras redes de comunicación (no mostradas) de una manera bien conocida, tal como a través del Protocolo de Control de Transmisión/Protocolo de Internet ("TCP/IP").

Con referencia ahora a la figura 5, se proporciona un diagrama de flujo de un proceso a modo de ejemplo que ilustra las funciones de cada participante en una cadena de suministro para el seguimiento y monitoreo de activos de acuerdo con los principios de la presente invención. En un lugar del distribuidor 62, los nodos sensores móviles 12 se insertan en los contenedores de transporte de mercancías, plataformas de carga o cajas (etapa S102). Los nodos sensores 12 están registrados en una base de datos del servidor de recopilación de datos central 36 con información relativa a la mercancía correspondiente con la que se envían (etapa S104). El sensor de nodos 12 intercambia datos de estado y forma automáticamente una red que comienza el registro de información sobre la presencia y el estado de otros nodos sensores 12 en las proximidades detectable (etapa S106). En este punto, el sensor de nodos 12 pueden leerse (etapa S108) por un nodo puente 34 para registrar los datos en la base de datos del sistema antes de su envío (etapa S110).

Durante el envío (etapa S112), los nodos del sensor móvil 12 continúan comunicándose periódicamente uno con el otro y colectivamente almacenan información sobre la presencia y el estado de otros nodos sensores en las proximidades detectable. Si uno de los nodos sensores 12 se retira del envío, datos sobre su presencia previa y el estado se almacena en los otros nodos 12 en el envío. Además, los sensores de a bordo 24 se pueden utilizar para detectar cambios en las condiciones del embalaje para determinar si el envase está siendo manipulado durante el envío. Esta información también se puede almacenar en los nodos sensores móviles 12 para detectar la manipulación indebida.

El envío se recibe en el almacén 64 (etapa S114). En ese momento, los nodos sensores móviles 12 son leídos por el nodo puente de red 34 y los datos que se almacenan en los nodos individuales 12 se registran en la base de datos del sistema (etapa S116). El envío puede luego ser enviado al almacenamiento (etapa S118).

Durante el almacenamiento (etapa S120), los nodos sensores móviles 12 pueden continuar para comunicarse

periódicamente uno con el otro, de nuevo almacenando colectivamente información sobre la presencia y el estado de otros nodos sensores 12 en las proximidades. Una vez más los sensores de a bordo 24 se pueden usar para detectar cambios en las condiciones del embalaje para detectar la manipulación indebida. En algún punto, la mercancía se retira del almacenamiento y se envía al minorista 66.

En el minorista 66, en el curso normal de los negocios, los contenedores de transporte se extraen de manera que los artículos pueden ser vendidos (etapa S122). Una vez más, los nodos sensores móviles 12 son leídos por un nodo de red de puente 34 y los datos que se almacenan en los nodos individuales 12 se registran en la base de datos del sistema (etapa S124). Los nodos sensores móviles 12 se retiran de las cajas de envío, plataformas de carga o cajas de embalaje y se envían de vuelta al distribuidor 62 para su reutilización durante el próximo envío (etapa S126). Los artículos individuales se almacenan en los estantes del minorista para la venta (etapa S128).

El servidor de recopilación de datos central 36 recibe los datos a partir de los nodos de red de puente 34 (etapa S130). Los datos recibidos pueden incluir un registro compuesto de los datos recogidos de los nodos sensores individuales 12. El servidor central procesa los datos de los nodos sensores individuales 12 para detectar anomalías u otros datos que sugieren el robo o la manipulación (etapa S132). Estos datos pueden entonces ser analizados para generar informes de actividad sospechosa (etapa 134) o registros de pérdida (etapa S136) que pueden incluir la hora, tipo de evento, datos de localización GPS, y otra información útil acerca de cuándo se produjeron una pérdida o actividad sospechosa durante transporte o almacenamiento.

Una realización de la presente invención incluye disposiciones para permitir que los nodos de sensores móviles 12 conserven la energía al funcionar en un modo de espera durante los períodos cuando se está produciendo poca actividad. Sin embargo, es importante que el sistema 10 sea capaz de despertar cuando ocurren eventos importantes. Varios enfoques para permitir el almacenamiento de datos son posibles, sin embargo un ejemplo de realización de esta invención incluye la capacidad de tener uno o más nodos sensores 12 en un estado "despierto" en todo momento de manera que estos nodos despiertos 12 pueden registrar los eventos que suceden en otros nodos de modo que los datos de los sensores se pueden almacenar en forma colectiva, incluso si un nodo sensor es robado. Un método para proporcionar uno o más nodos sensores 12 en un estado despierto es asignar períodos de "observador" a cada uno de los nodos sensores 12 distribuidos en partes iguales para que uno o varios de los nodos sensores estén siempre de guardia.

La figura 6 proporciona un diagrama de flujo operativo a modo de ejemplo que describe los pasos realizados por un módulo de monitoreo de red de malla 29 de un nodo sensor móvil individual 12 para el monitoreo activo de toda la red de malla de sensor móvil 10. El nodo sensor móvil 12 transmite su información de estado (etapa S138). La información de estado puede incluir un identificador de nodo sensor móvil, una condición de alarma actual, el tiempo, una localización GPS, la temperatura, etc. Si la red de malla de sensor móvil 10 no está funcionando en modo observador (etapa S140), esta información puede ser recibida por todos los otros nodos sensores móviles 12 de la red de malla de sensor móvil 10. Adicionalmente, el nodo sensor individual 12 recibe la información de estado para todos los otros sensores vecinos 12 dentro de un rango detectable y almacenan la información en un archivo de registro 28 (etapa S142). El nodo sensor móvil 12 espera un intervalo de tiempo predeterminado (etapa S144) antes de la retransmisión de su información de estado (etapa S138).

Si la red de malla de sensor móvil 10 está funcionando en modo observador (etapa S140) y es hora de que el nodo sensor 12 tome su turno en su tarea de observador (etapa S146), entonces el nodo sensor 12 entra en modo "observador" (etapa S148). El diagrama de flujo de la figura 7 proporciona detalles de una implementación de ejemplo del modo observador y se analiza en mayor detalle a continuación.

Si no es hora de que el nodo sensor 12 tome su turno en la tarea de observador (etapa S146), el nodo sensor 12 "duerme" durante un periodo de tiempo predeterminado. Durante el sueño, el nodo sensor 12 funciona en un modo de potencia reducida en la que la mayoría de sus elementos están detenidos, o en un modo de espera que consume menos corriente eléctrica. Por ejemplo, los osciladores locales y amplificadores en la radio de red 20 y el receptor GPS 30 están desactivados, y el microprocesador 14 y/o la memoria 22 pueden apagar ciertas funciones con el fin de consumir menos energía. Sin embargo, sensores de a bordo selectos 24 pueden permanecer operativos en todo momento, permitiendo que el nodo sensor 12 detecte una condición de alarma. Adicionalmente el microprocesador 14 puede permitir periódicamente los recursos suficientes, incluso durante el modo de reposo, para permitir que el nodo sensor 12 reciba una notificación de alarma desde el nodo "observador" actualmente en servicio.

Si el nodo sensor 12 detecta una condición de alarma (etapa S152), dependiendo de si se detecta una condición de alarma para el nodo individual o si recibió una notificación de alarma desde el nodo observador, el nodo sensor 12 transmite su información de alarma y/o recibe información de la alarma desde el nodo observador (etapa S154).

Mientras el nodo sensor 12 no detecte una condición de alarma (etapa S152), permanecerá en modo de suspensión hasta un tiempo predeterminado para despertar (etapa S156). Cuando el nodo sensor despierta, se retransmite la información de estado (etapa S138). Con cada nodo sensor 12 en la red de malla sensor móvil 10 que funciona en la manera anterior, cada nodo 12 mantiene un registro completo de la información de estado para cada nodo sensor 12 de la red de malla 10 para toda la duración en que la red 10 está funcionando, por ejemplo, duración del envío,

duración de almacenamiento, etc. Por lo tanto, incluso si un nodo 12 es desactivado, robado o destruido, los nodos sensores restantes 12 tienen un registro que contiene la historia exacta del nodo que falta.

Volviendo ahora a la figura 7, se proporciona un diagrama de flujo que detalla un método ilustrativo de funcionamiento de un nodo sensor 12 funcionando como en el modo de "observador". Mientras que estén en la tarea de observador, el nodo sensor está continuamente en espera de recibir información de los nodos sensores individuales 12 (etapa S158). Cuando el nodo observador recibe información de un nodo sensor individual 12 (etapa S160), almacena la información recibida localmente en un archivo de registro 28 (etapa S162). Si la información recibida del nodo sensor individual indica que el nodo sensor 12 está en una condición de alarma (etapa S164), el nodo observador despierta todos los otros nodos sensores 12 en la red de malla 10 y transmite una notificación de alarma que contiene información relativa a la condición de alarma (etapa S166).

Mientras que el nodo observador no detecte una condición de alarma (etapa S164), transmite la información al nodo sensor individual 12 para todos los nodos sensores vecinos 12 recibida y registrada desde la última vez que el nodo individual 12 se despertó (etapa S168). Cuando la cantidad de tiempo predeterminada para el nodo sensor 12 para realizar funciones de vigilancia expira (etapa S170), el nodo sensor 12 vuelve a un modo de funcionamiento normal (etapa S172). De lo contrario, el nodo sensor 12 continúa al modo de espera para recibir información de otros nodos sensores individuales 12 (etapa S158).

Alternativamente, en lugar de despertar activamente los otros nodos 12 al detectar una condición de alarma (etapa S164), el nodo observador puede simplemente continuar recogiendo pasivamente la información de nodos sensores 12 y pasar la notificación de la condición de alarma como parte de la información transmitida durante el funcionamiento normal.

La figura 8 proporciona un diagrama de flujo operativo a modo de ejemplo que describe las etapas realizadas por un nodo puente de red 34 para la recopilación, consolidación y presentación de información relativa a la red de malla de sensor móvil 10. El nodo puente de red 34 consulta uno de los nodos sensores individuales 12 de la red de malla de sensor móvil 10, solicitando al nodo sensor 12 transmitir su archivo de registro 28 (etapa S174). El nodo puente de red 34 recibe el archivo de registro 28 del nodo sensor (etapa S176) y almacena el archivo de registro 28 a nivel local en la memoria 52 (etapa S178). Si hay otros nodos sensores 12 en la red de malla 10 que no han sido consultados (etapa S180), el nodo puente de red 34 puede repetir opcionalmente el proceso anterior para todos, o una parte de los nodos sensores 12 en la red de malla de sensor móvil 10.

De lo contrario, si más de un archivo de registro 28 se ha recibido desde los nodos sensores individuales 12, el nodo puente de red 34 consolida los archivos de registro 28 en un archivo de registro compuesto 53 (etapa S182) y se eliminarán los eventos redundantes desde el registro de material compuesto 53 (etapa S184). El nodo puente de red 34 transmite el registro de material compuesto 53 con el servidor de datos de recogida central 36 y/o el servidor de recopilación de datos local 38, según sea apropiado (etapa S186).

Una realización de la presente invención proporciona ventajosamente un método y medios para el almacenamiento colectivo de información en los nodos sensores móviles 12 para preservar los datos incluso cuando los nodos son robados, destruidos o alterados. Por lo tanto, la información y las pruebas relacionadas con la pérdida o robo de un elemento se conservan incluso cuando se pierden piezas reales del sistema.

Además, una realización de la presente invención utiliza ventajosamente un enfoque de "tarea de vigilante" distribuida en partes iguales para el ahorro de energía al tiempo que permite cada uno de los nodos sensores móviles 12 dormir la mayor parte del tiempo. El enfoque de tarea de vigilante para el ahorro de energía permite que una red de malla sensor móvil 10 sea desplegada sin la necesidad de un coordinador de alta potencia designado. Esto también permite que un sistema funcione sin un solo punto de fallo en el coordinador.

Con el desarrollo de conjuntos de chips y protocolos de comunicaciones de redes de sensores inalámbricos como Zigbee, o BLUETOOTH, de bajo costo, los nodos de comunicación de baja potencia son posibles. Un nodo sensor inalámbrico 12 lo suficientemente barato puede ser desplegado de modo que sea atractivo para la vigilancia de la cadena de suministro en el contenedor de envío o el nivel de plataforma y, posiblemente, incluso a un nivel por caja. Este tipo de dispositivo también puede ser desplegado en situaciones donde está siendo enviada mercancía de alto valor o de alta probabilidad de robo y profesionales de prevención de pérdidas están construyendo un caso para su enjuiciamiento.

La presente invención puede realizarse en hardware, software, o una combinación de hardware y software. Cualquier tipo de sistema informático, u otro aparato adaptado para llevar a cabo los procedimientos descritos en el presente documento, es adecuado para llevar a cabo las funciones descritas en el presente documento.

Una combinación típica de hardware y software podría ser un sistema de ordenador de propósito especializado o general que tiene uno o más elementos de procesamiento y un programa informático almacenado en un medio de almacenamiento que, cuando está cargado y ejecutado, controla el sistema informático de tal manera que lleva a cabo los métodos descritos en el presente documento. La presente invención también puede ser incrustada en un

producto de programa informático, que comprende todas las características que permitan la puesta en práctica de los métodos descritos en el presente documento, y que, cuando está cargado en un sistema informático es capaz de llevar a cabo estos métodos. Un medio de almacenamiento se refiere a cualquier dispositivo de almacenamiento volátil o no volátil.

5 Un programa de ordenador o aplicación en el presente contexto significa cualquier expresión, en cualquier lenguaje, código o notación, de un conjunto de instrucciones destinadas a hacer que un sistema que tiene una capacidad de procesamiento de la información para realizar una función particular, ya sea directamente o después de cualquiera o
10 ambas de las siguientes a) la conversión a otro lenguaje, código o notación; b) la reproducción en una forma material diferente.

Además, a menos que se haya hecho mención anteriormente de lo contrario, debe tenerse en cuenta que todos los dibujos que se acompañan no están a escala. Significativamente, esta invención puede realizarse en otras formas específicas sin apartarse de los atributos esenciales de la misma, y, por consiguiente, debe hacerse referencia a las
15 siguientes reivindicaciones, en lugar de la memoria anterior, según indica el alcance de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un método para el seguimiento de una cadena de suministro, comprendiendo el método:

- 5 establecer una red de comunicación (10), incluyendo la red de comunicación (10) una pluralidad de nodos sensores móviles (12, 12a, 12b, 12c, 12d);
transmitir periódicamente información del estado para cada nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d);
recibir cada nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) información de estado para al menos otro nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) en la red de comunicación (10);
10 compilar un archivo de registro (28, 53), incluyendo el archivo de registro (28, 53) la información de estado recibida; y
almacenar el archivo de registro (28, 53) en el nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) que recibió la información de estado correspondiente, en donde al menos uno de los nodos sensores móviles (12, 12a, 12b, 12c, 12d) funciona en un modo observador, comprendiendo el método además la colocación de los nodos
15 sensores móviles (12, 12a, 12b, 12c, 12d) que no están funcionando en un modo de vigía en un modo de espera **caracterizado por que**
el modo de observador comprende:

20 funcionar en un modo de espera para recibir la información de estado desde el al menos un nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d); y
determinar si un nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) está en una condición de alarma basándose en la información de estado recibida, en donde en respuesta a la determinación de que un nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) está en una condición de alarma, el modo observador comprende además:

25 despertar todos los demás nodos sensores móviles (12, 12a, 12b, 12c, 12d) de la red de comunicación (10) del modo de suspensión; y
transmitir una notificación de la condición de alarma.
- 30 2. El método de la reivindicación 1, que comprende además fijar la pluralidad de nodos móviles de sensores (12, 12a, 12b, 12c, 12d) a los correspondientes artículos que se están monitorizando.
3. El método de la reivindicación 2 en el que la pluralidad de nodos sensores móviles (12, 12a, 12b, 12c, 12d) es fijada a los elementos correspondientes que se monitorizarán durante el envío.
- 35 4. El método de la reivindicación 1, que comprende además:

transmitir cada archivo de registro (28, 53) de cada nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) a un servidor de recogida de datos (36, 38); y
40 consolidar los archivos de registro (28, 53) de cada nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) en un archivo de registro compuesto.
5. El método de la reivindicación 4, que comprende además:

45 identificar al menos una de una discrepancia y una notificación de alarma; e
informar de la al menos una discrepancia identificada y una notificación de alarma.
6. El método de la reivindicación 1, en el que cada nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) funciona periódicamente en el modo observador.
- 50 7. El método de la reivindicación 1, en el que el modo observador comprende además:

transmitir toda la información de estado recibida de los otros nodos sensores móviles (12, 12a, 12b, 12c, 12d) de la pluralidad de nodos sensores móviles en la red de comunicación (10) dado que recibió previamente información de estado desde el nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d);
55 transmitir información de estado al nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) que funciona en el modo observador; y
en respuesta a la determinación de que un nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) está en una condición de alarma, se transmite una notificación de la condición de alarma.
- 60 8. El método de la reivindicación 1, en el que la información de estado incluye al menos uno de un identificador de nodo sensor móvil, una condición de alarma actual, un tiempo, una ubicación GPS y una temperatura.
9. Un sistema que comprende medios adaptados para llevar a cabo el método de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, comprendiendo el sistema:

65 una pluralidad de nodos sensores móviles (12, 12a, 12b, 12c, 12d);

un servidor de recogida de datos (36, 38); y
un puente de red (34) acoplado en comunicación con el servidor de recopilación de datos (36, 38) y al menos un
nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) de la pluralidad de nodos sensores móviles (12, 12a, 12b, 12c, 12d),
funcionando el puente de red para:

recibir al menos un archivo de registro (28, 53), conteniendo el al menos un archivo de registro (28, 53)
información de estado para cada nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d); y
transmitir el archivo de registro (28, 53) al servidor de recopilación de datos (36, 38) y en donde dichos nodos
sensores (12, 12a, 12b, 12c, 12d) son conmutables entre un modo de espera y un modo observador.

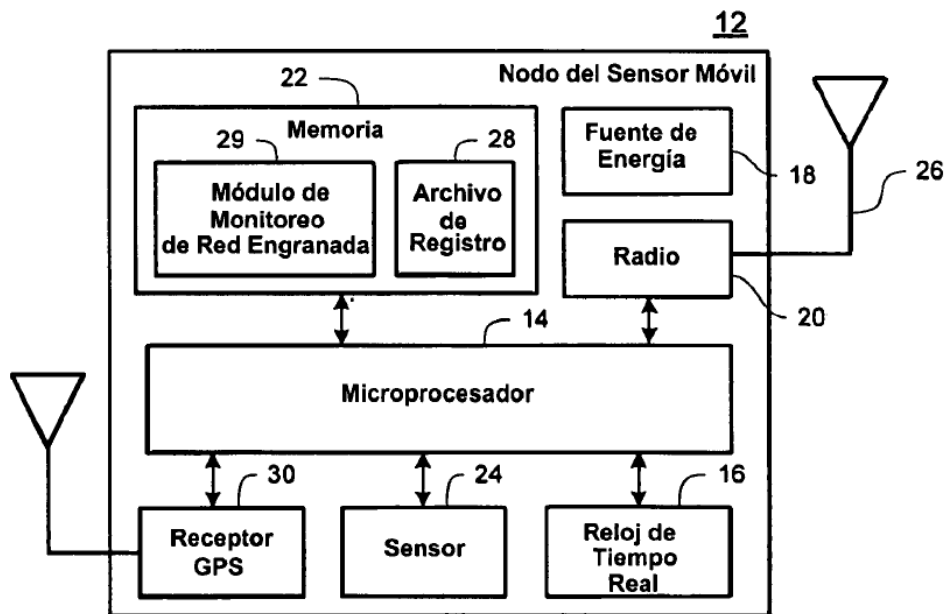
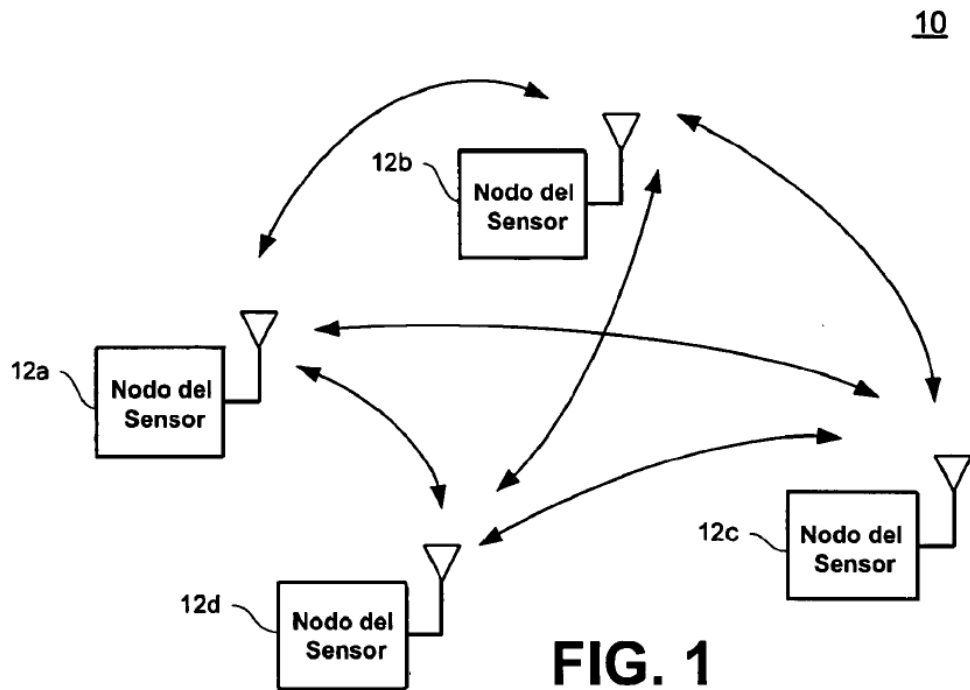
10. El sistema de la reivindicación 9, que comprende además:

una red de comunicación (10), incluyendo la red de comunicación (10) al menos algunos de la pluralidad de
nodos sensores móviles (12, 12a, 12b, 12c, 12d), funcionando cada nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d)
para:

transmitir periódicamente información de estado;
recibir información de estado para al menos otro nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) en la red de
comunicación (10);
compilar un archivo de registro (28, 53), incluyendo el archivo de registro (28, 53) la información de estado
recibida; y
almacenar el archivo de registro (28, 53) en el nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) que recibió la
información de estado correspondiente.

11. El sistema de la reivindicación 10, en el que el servidor de recopilación de datos (36, 38) está funcionando
además para:

recibir al menos un archivo de registro (28, 53), conteniendo el al menos un archivo de registro (28, 53)
información de estado para cada nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) en una red de comunicación (10);
consolidar múltiples archivos de registro (28, 53) en un archivo de registro compuesto, conteniendo cada archivo
de registro (28, 53) información de estado para cada nodo sensor móvil (12, 12a, 12b, 12c, 12d) en la red de
mall (10);
identificar una aparición de al menos una de una discrepancia y una notificación de alarma en el archivo de
registro compuesto; e
informar de la ocurrencia de la al menos una discrepancia identificada y una notificación de alarma.



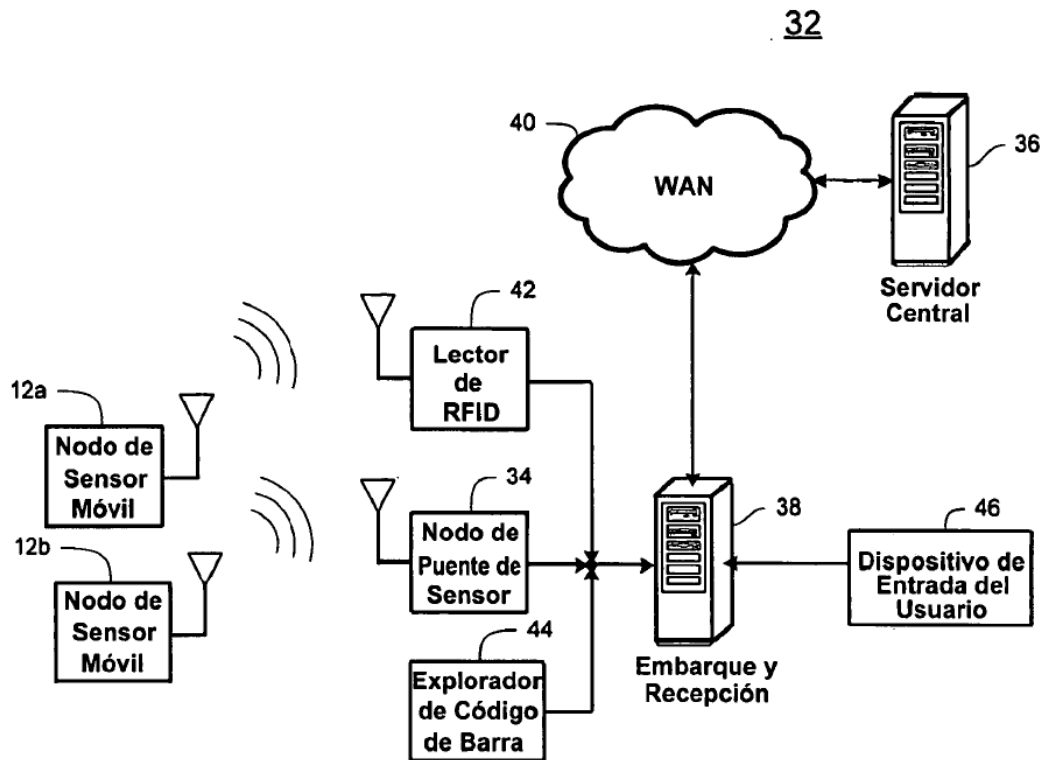


FIG. 3

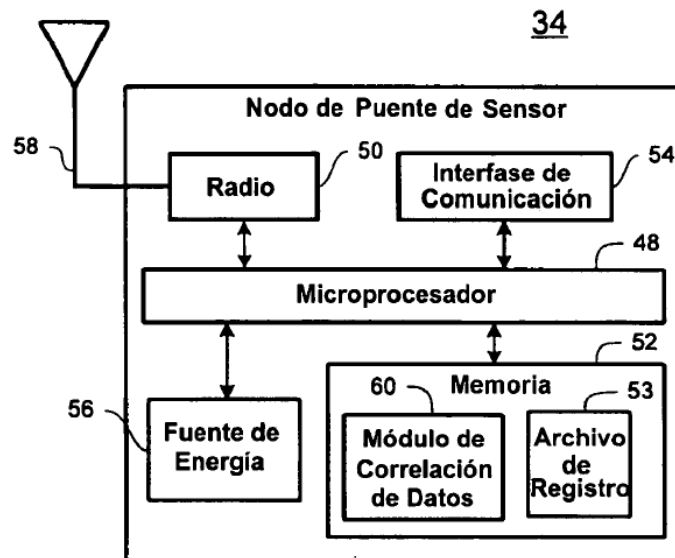


FIG. 4

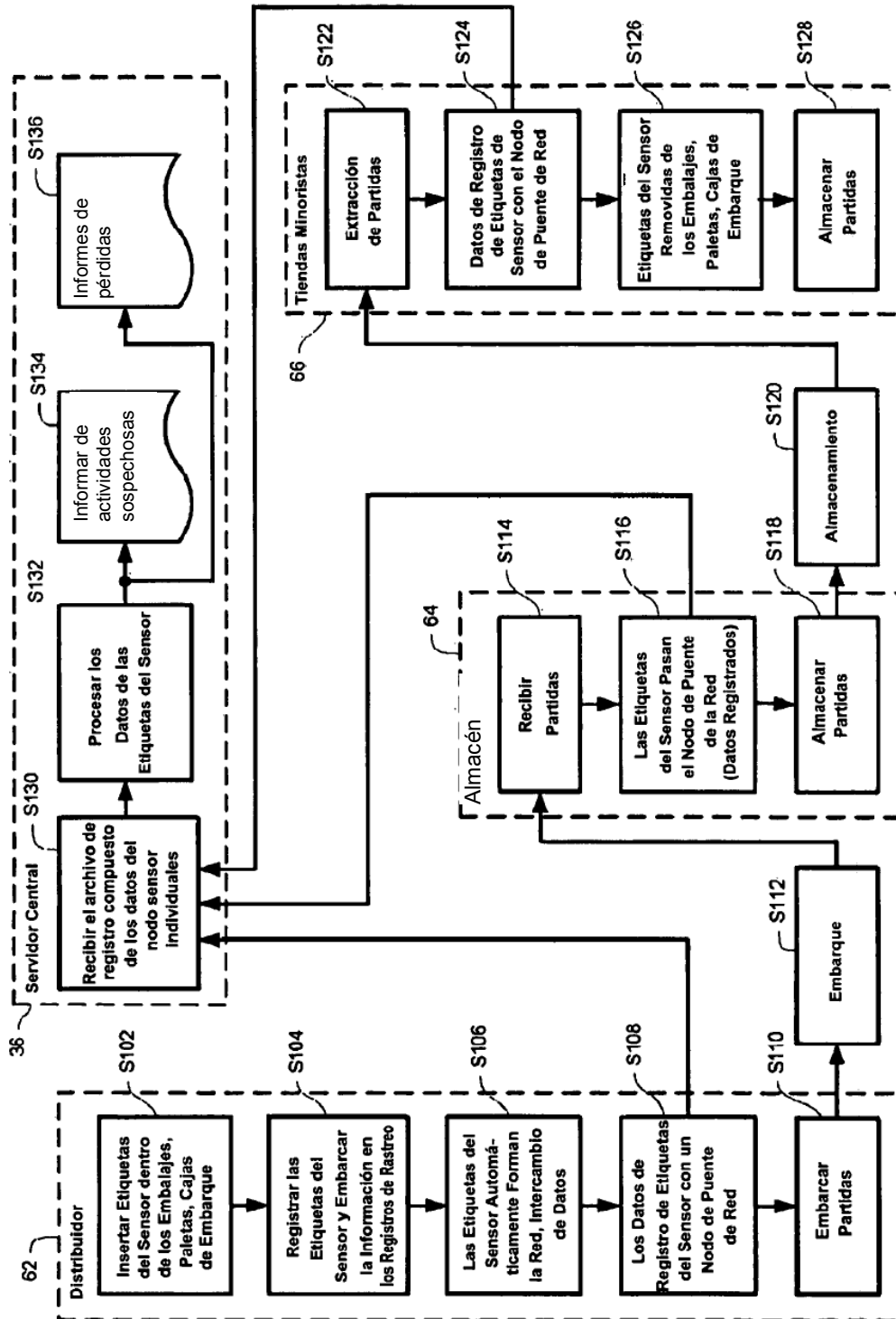
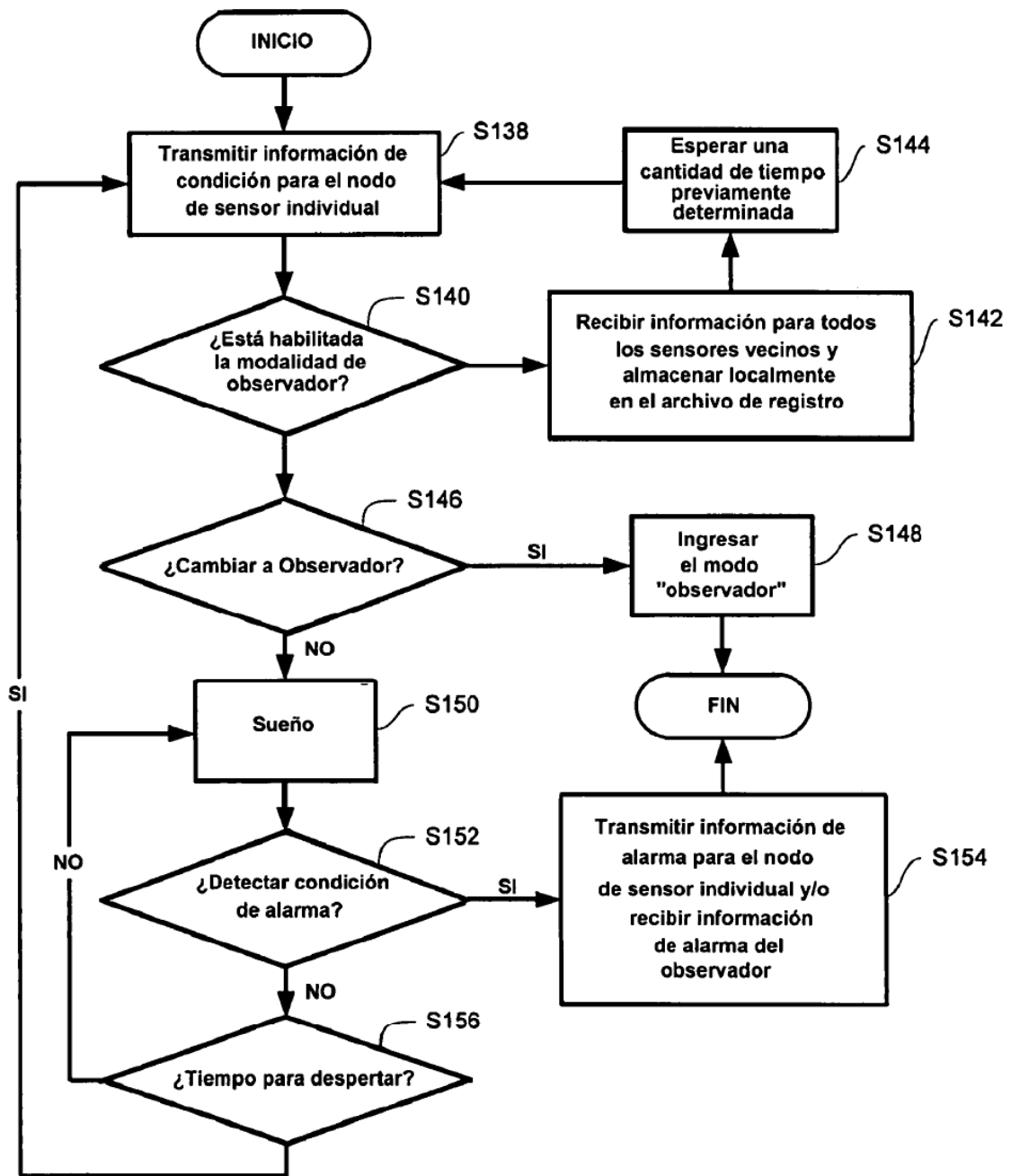


FIG. 5

**FIG. 6**

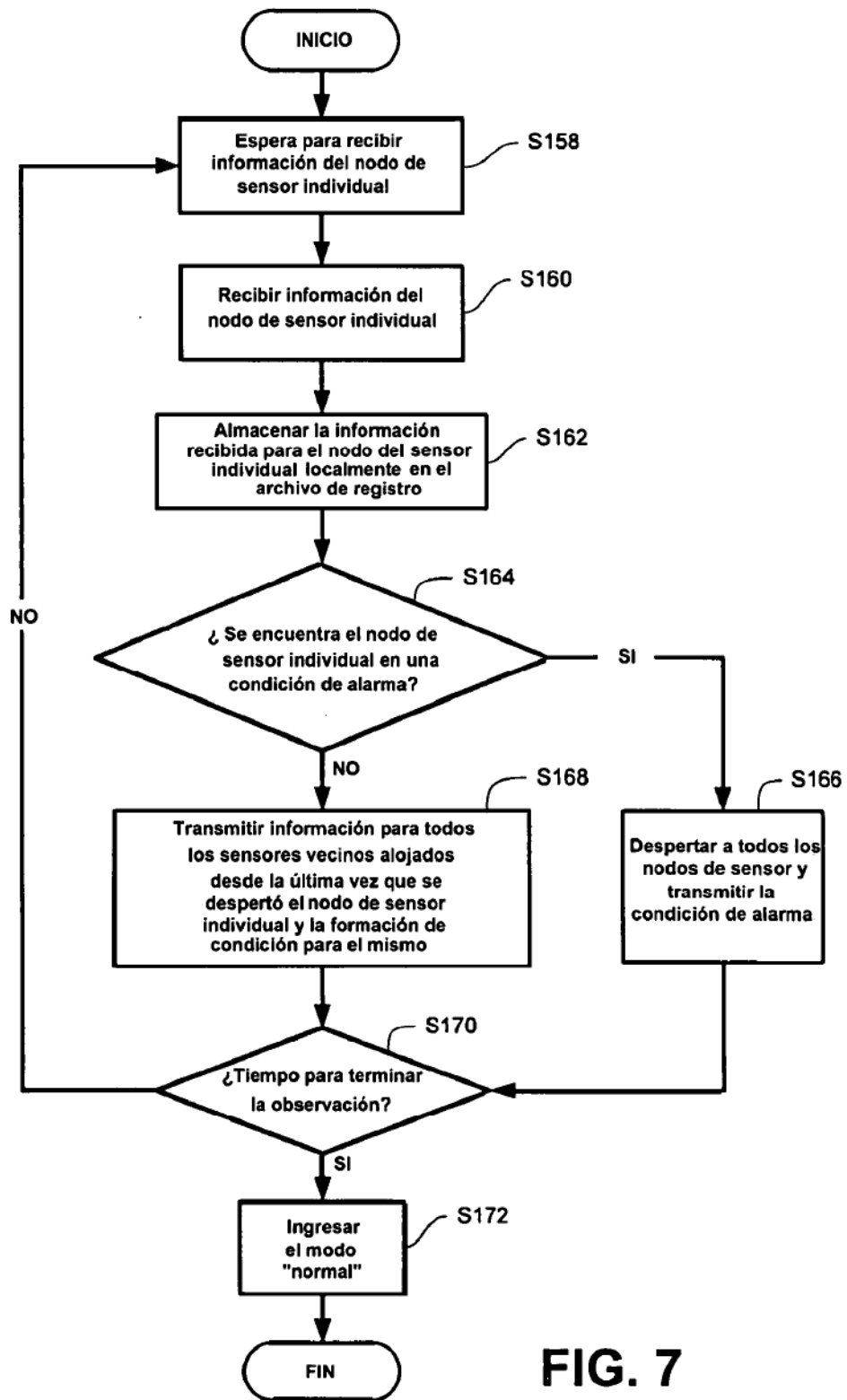


FIG. 7

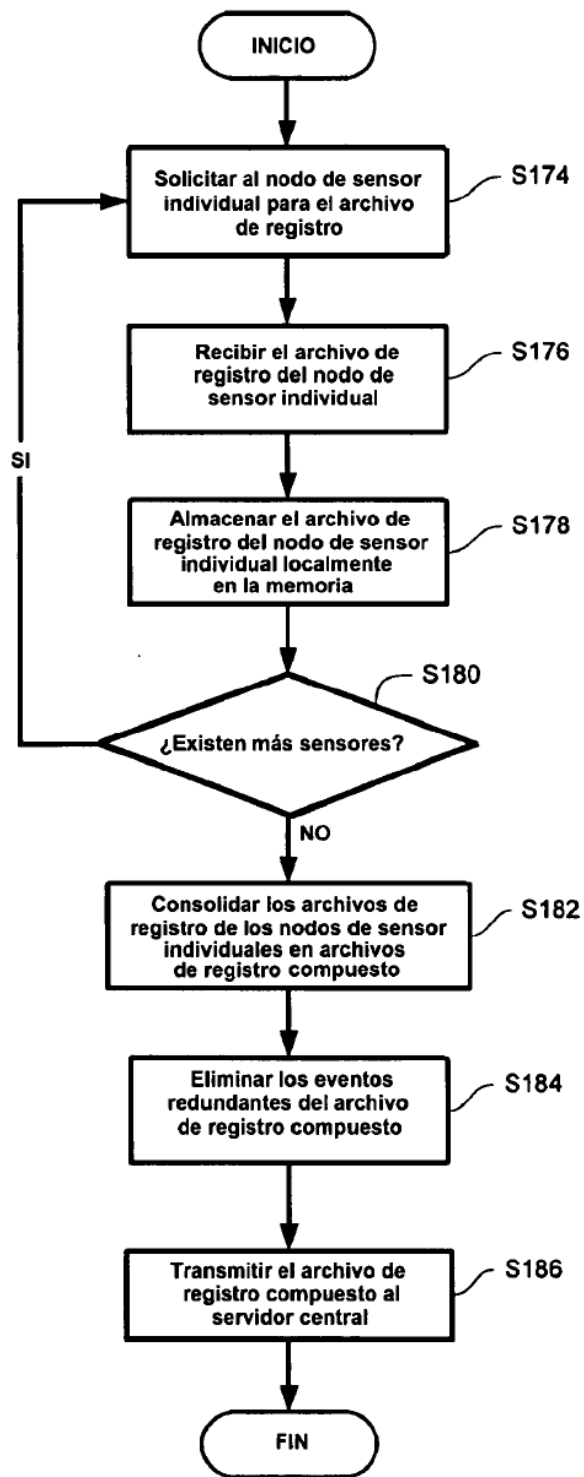


FIG. 8