



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 349 058**

51 Int. Cl.:  
**H04L 12/28** (2006.01)  
**G06Q 10/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06851750 .7**  
96 Fecha de presentación : **07.11.2006**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2011272**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **07.01.2009**

54 Título: **Tecnología de malla inalámbrica móvil para la seguridad de contenedores de transporte.**

30 Prioridad: **20.01.2006 US 336126**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**22.12.2010**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**22.12.2010**

73 Titular/es: **THE BOEING COMPANY**  
**100 North Riverside Plaza**  
**Chicago, Illinois 66066-2016, US**

72 Inventor/es: **English, Kent L. y**  
**Zuver, Christopher, K.**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 349 058 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).

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

5 La presente invención se refiere en general al campo de la seguridad y el seguimiento. Más particularmente, la invención se refiere a la seguridad y el seguimiento de activos marítimos.

10 La infraestructura de transporte de mercancías transatlántica mundial es vulnerable al terrorismo. El movimiento abierto del cargamento de los contenedores presenta una oportunidad para que los terroristas provoquen daños económicos a gran escala, por ejemplo pasando de contrabando un dispositivo termonuclear o material radiactivo para una “bomba sucia” a un país objetivo en un contenedor de transporte. En consecuencia, existe una necesidad de desarrollar y desplegar tecnologías de seguimiento y vigilancia al nivel del contenedor para ayudar a la seguridad de la cadena de suministro global y las instalaciones portuarias críticas.

15 La U.S. Customs and Border Protection (CBP), una agencia del Departamento de Interior de los Estados Unidos, es la encargada de impedir que terroristas y armas terroristas entren en los Estados Unidos. Con casi 7 millones de contenedores que llegan anualmente a los Estados Unidos, la CBP no puede inspeccionar cada contenedor. La mayoría de los contenedores son de bajo valor con capacidad de vigilancia muy limitada. La cadena de custodia comienza con seguridad en la fábrica y el puerto. A continuación, la vigilancia continua del contenedor debe asegurar una cadena ininterrumpida de custodia.

20 Las iniciativas de la Defensa Nacional están empujando la primera línea de defensa desde suelo americano hasta suelo extranjero. La seguridad de los muelles de carga en países extranjeros es un componente clave en reducir las vulnerabilidades de la cadena de suministro. La Iniciativa de Seguridad de Contenedores de Defensa Nacional (CSI) fue concebida como una respuesta a los temores de que los contenedores de carga o cargamento marítimos dirigidos a U.S. pudieran utilizarse para facilitar un ataque terrorista proporcionando acceso directo a una parte de U.S. Asignando funcionarios a la mayor parte de puertos extranjeros y requiriendo la transmisión por adelantado de la documentación de los manifiestos, la CBP puede preseleccionar y autorizar contenedores dirigidos a U.S. antes de que sean incluso cargados en el barco.

35 Otros componentes de la CSI incluyen: (1) el uso de inteligencia y

sistemas de información automatizada para identificar y dianizar contenedores de alto riesgo; (2) el uso de tecnología de detección avanzada y a gran escala (tal como máquinas de rayos X de contenedores y detectores de radiación) para evaluar de manera más rápida y fiable los contenedores considerados de alto riesgo; y (3) el uso de contenedores más seguros y “más inteligentes” con juntas de sellado a prueba de manipulación fraudulenta electrónica que alerten a las autoridades de una manipulación fraudulenta mientras el contenedor está en tránsito.

Se conoce el hecho de sujetar un sensor de seguridad integrado a la pared de un contenedor evidente a la manipulación fraudulenta y armar a continuación ese sensor de seguridad después de que el contenedor se haya empaquetado y sellado. Están actualmente en desarrollo sistemas para vigilar y seguir tales sensores durante el tránsito de los contenedores. Un dispositivo de seguridad de contenedores conocido (CSD) tiene una antena de recepción de GPS (para recibir datos de localización de GPS), un módulo GPS, una antena de transmisión por satélite Globalstar (para enviar automáticamente informes de localización GPS, por ejemplo seis veces al día) y un módem satélite (utilizado para establecer transferencias de datos utilizando un satélite de comunicaciones como repetidor).

Un sistema propuesto para seguir cargamentos en el mar emplea CSDs del tamaño de la palma de una mano para sujetarlos a la jamba de la puerta de la mayoría de los contenedores marítimos estándar. El fabricante del cargamento dentro del contenedor arma el CSD transmitiendo un código identificador único a través de un dispositivo inalámbrico. El CSD comunica automáticamente su estado a lectores inalámbricos situados en el puerto de entrada. Estas comunicaciones indican el lugar y el momento en los que se ha abierto el contenedor, puesto que éste se selló inicialmente. La comunicación entre los lectores inalámbricos y los CSDs y todos los datos referidos a las transacciones están encriptados.

Otro sistema propuesto utiliza procesamiento inteligente y sistemas de comunicaciones inalámbricas, permitiendo que la autoridad de vigilancia reciba informes sobre la localización global y la condición de los contenedores. Los satélites de órbita terrestre baja y las LANs celulares e inalámbricas multibanda se utilizarán para la transmisión de datos global. Tal sistema podría notificar a la autoridad en minutos la existencia de un contenedor experimente un evento

anormal, tal como una entrada no autorizada, un mal manejo, extremos ambientales, desviación de la ruta o retraso no planificado, con independencia de la localización del contenedor.

5 Un problema con CSDs convencionales surge cuando los contenedores están apilados en un barco o en el puerto. Los CSDs de únicamente los contenedores en la parte superior de la pila tienen una línea de visión para los satélites en órbita. Asimismo, los CSDs en el campo no se comunican uno con otro. Hay también una interconexión limitada para los productores mundiales de datos. Los CSDs se envían a una ubicación central (en un sentido) a  
10 intervalos frecuentes (por ejemplo, horas o días). Además, la verificación de alarmas limitada incrementa las falsas alarmas. Un inconveniente adicional es que la correlación de la alarma cuenta con la interacción manual. Es difícil conseguir un registro continuo de seguridad de ruta y de contenedor utilizando CSDs convencionales. Un impedimento adicional a la implementación de la  
15 CSI son los altos costes recurrentes de sustituir las baterías de los CSDs, que tienen frecuentemente una vida de batería inadecuada para largos viajes oceánicos. El alto coste de las comunicaciones (por ejemplo, tarifas de satélite y de teléfono) limita el seguimiento del transporte mundial; la distribución de datos en un solo sentido limita la interconectividad; y los datos añejos, latentes  
20 limitan la evaluación fiable de la seguridad.

Hay una necesidad de un sistema de seguridad mejorado para uso con contenedores de carga que aborde o resuelva al menos algunos de los problemas anteriores.

25 El documento WO2005/045718 describe el seguimiento de contenedores que comprende la vigilancia de módulos de dispositivos en contenedores en un barco que son regentados por un representante de seguimiento. Los datos de vigilancia son capturados así y el representante puede establecer en tiempo real que está presente el grupo correcto de contenedores.

30 El documento US2003/0137968 describe la vigilancia y el seguimiento de activos utilizando comunicaciones inalámbricas. El sistema comprende una estación de vigilancia remota y una red de etiquetas de identificación. Cada etiqueta de identificación está acoplada a un activo y está configurada para comunicarse de manera inalámbrica con otras etiquetas ID en la red dentro de  
35 una proximidad predeterminada. Cada etiqueta está configurada también para

retransmitir comunicaciones desde otras etiquetas ID de modo que se establezca una trayectoria de comunicación entre la etiqueta RMS y cualquier etiqueta ID en una red directamente o a través de otras etiquetas ID.

## 5 **BREVE DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

En un primer aspecto de la invención se proporciona un sistema de seguridad de contenedores de carga según se define en la reivindicación 1.

En un segundo aspecto de la invención se proporciona un método para vigilar la seguridad de un contenedor de carga según se define en la  
10 reivindicación 9.

La presente invención está dirigida a un sistema de seguridad para contenedores de carga marítimos en donde cada contenedor está provisto de un dispositivo de seguridad de contenedor que comprende un procesador, una radio, una memoria, una batería y uno o más sensores. Cuando los  
15 contenedores están dentro del alcance de uno a otro, los dispositivos de seguridad de contenedor se comunican para formar una red de sensores inalámbrica ad hoc. Esa red inalámbrica se comunica con una infraestructura de comunicaciones, tal como unos medios de comunicaciones por satélite o GSM, a través de un puente inalámbrico que agrega datos que se originan en  
20 los diversos dispositivos de seguridad del contenedor y transmite esos datos a la infraestructura de comunicaciones.

Un aspecto de la invención es un sistema de seguridad de contenedores de carga que comprende: una red de sensores inalámbrica que comprende un primer dispositivo de seguridad de contenedor fijado a un primer  
25 contenedor de carga, y un dispositivo de seguridad de contenedor fijado a un segundo contenedor de carga, estando los dispositivos de seguridad de contenedor primero y segundo en comunicación inalámbrica intermitente uno con otro; y un dispositivo de agregación que se comunica de manera inalámbrica e intermitente con el segundo dispositivo de seguridad de  
30 contenedor y con una infraestructura de comunicaciones, sirviendo el dispositivo de agregación como un puente inalámbrico para la transferencia de datos entre la red de sensores inalámbrica y la infraestructura de comunicaciones, en donde cada dispositivo de seguridad de contenedor comprende un procesador, una radio, una batería, una memoria y al menos un  
35 sensor, y los datos procedentes del primer dispositivo de seguridad de

contenedor pueden enviarse a la infraestructura de comunicaciones a través del segundo dispositivo de seguridad de contenedor y el dispositivo de agregación.

Otro aspecto de la invención es un sistema de seguridad de contenedores de carga que comprende: una multiplicidad de dispositivos de seguridad de contenedor, estando fijado cada dispositivo de seguridad de contenedor a un respectivo contenedor de carga, en donde cada dispositivo de seguridad de contenedor comprende un procesador, una radio, una batería, una memoria y al menos un sensor; y un dispositivo de agregación que se comunica de manera inalámbrica e intermitente con algunos de los dispositivos de seguridad de contenedor y con una infraestructura de comunicaciones, sirviendo el dispositivo de agregación como un puente inalámbrico para la transferencia de datos entre los dispositivos de seguridad del contenedor y la infraestructura de comunicaciones, en donde los procesadores están programados para formar una red inalámbrica ad hoc, con lo que algunos de los dispositivos de seguridad de contenedor se comunican directamente con el dispositivo de agregación y otros dispositivos de seguridad de contenedor se comunican sólo indirectamente con el dispositivo de agregación a través de los dispositivos de seguridad de contenedor que se comunican directamente con el dispositivo de agregación.

Un aspecto adicional de la invención es un método para vigilar la seguridad de un contenedor de carga, que comprende los siguientes pasos: situar un dispositivo de agregación sobre una estructura de soporte de barco/puerto; sujetar un primer dispositivo de seguridad de contenedor a un primer contenedor de carga; sujetar un segundo dispositivo de seguridad de contenedor a un segundo contenedor de carga; utilizar el primer dispositivo de seguridad de contenedor para detectar un evento o condición en el primer contenedor de carga; transmitir una primera señal de radio desde el primer dispositivo de seguridad de contenedor hasta el segundo dispositivo de seguridad de contenedor, en donde la primera señal de radio contiene información que indica que ha sucedido el evento o condición detectada en el primer contenedor de carga; transmitir una segunda señal de radio desde el segundo dispositivo de seguridad de contenedor hasta el dispositivo de agregación, en donde la segunda señal de radio contiene información que indica que ha ocurrido el evento o condición detectada en el primer contenedor

de carga; y transmitir una señal desde el dispositivo de agregación hasta una infraestructura de comunicaciones, en donde la señal del dispositivo de agregación contiene información que indica que ha ocurrido el evento o condición detectada en el primer contenedor de carga.

5 Un aspecto adicional de la invención es un método para vigilar la seguridad de una multiplicidad de contenedores de carga, que comprende los pasos siguientes: (a) programar cada uno de la multiplicidad de dispositivos de seguridad de contenedor para formar una red ad hoc para comunicarse de manera inalámbrica con un dispositivo de agregación inalámbrico cuando  
10 algunos, pero no todos, los dispositivos de seguridad de contenedor están dentro de un alcance de comunicación inalámbrica del dispositivo de agregación inalámbrico; (b) sujetar cada uno de los dispositivos de seguridad de contenedor a un respectivo contenedor de carga de una multiplicidad de contenedores de carga; (c) disponer la multiplicidad de contenedores de carga  
15 en una pluralidad de pilas en un barco, en un muelle o en tierra; (d) situar el dispositivo de agregación inalámbrico en una ubicación en la que el dispositivo de agregación inalámbrico estará dentro de un alcance de comunicación inalámbrica de algunos de la multiplicidad de dispositivos de seguridad de contenedor; (e) adquirir datos de sensor a partir de sensores que miden ciertos  
20 parámetros en la proximidad de los dispositivos de seguridad de contenedor; (f) procesar los datos de sensor en los dispositivos de seguridad de contenedor; (g) transmitir señales de radio desde los dispositivos de seguridad del contenedor hasta el dispositivo de agregación a través de la red ad hoc, incluyendo las señales de radio información derivada procesando los datos de sensor y la información que identifica los dispositivos de seguridad de  
25 contenedor que procesaron los datos de sensor; y (h) transmitir señales desde el dispositivo de agregación que incluyen información derivada procesando los datos de sensor y la información que identifica los dispositivos de seguridad de contenedor que procesaron los datos de sensor.

30 Otros aspectos de la invención se describen y se reivindican a continuación.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

35 La figura 1 es un diagrama de bloques que representa un sistema de seguridad de contenedores de carga marítimo global.

La figura 2 es un diagrama que muestra una red de malla inalámbrica a bordo de un barco de contenedores de acuerdo con una realización de la presente invención.

5 La figura 3 es un diagrama de bloques que muestra componentes de un dispositivo de seguridad de contenedor y una pasarela de una red de malla inalámbrica de acuerdo con una realización de la presente invención.

10 Se hará referencia ahora a los dibujos en los que elementos similares en diferentes dibujos tienen los mismos números de referencia.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION**

La figura 1 muestra un sistema centralizado conocido para mantener la seguridad y hacer el seguimiento de los contenedores de carga en tránsito.

15 Cada contenedor de carga 2 (sólo se indica uno de ellos en la figura 1) tiene un respectivo dispositivo de seguridad 4 de contenedor que comprende un receptor de GPS y medios para comunicaciones GSM y por satélite. Cuando el contenedor de carga 2 está a bordo de un barco en el mar, el dispositivo de seguridad 4 de contenedor se comunica con un centro de operaciones de red

20 10 a través de un satélite 6 (o se retransmite de un satélite a otro hasta que se alcance el centro de operaciones de red 10). Cuando el contenedor de carga 2 está en tierra o cerca de tierra, el dispositivo de seguridad 4 de contenedor se comunica con el centro de operaciones de red 10 a través del sistema global para comunicaciones móviles (GSM). Se conoce el hecho de incluir diversos

25 sensores en el dispositivo de seguridad 4 de contenedor. Periódicamente (por ejemplo, seis veces al día), el dispositivo de seguridad 4 de contenedor envía los datos de sensor y su localización GPS, junto con la información de identificación del dispositivo, directamente al centro de operaciones de red 10 a través de comunicaciones satélite o GSM. El dispositivo de seguridad 4 de

30 contenedor es alimentado con una batería.

De acuerdo con las realizaciones de la invención descrita aquí, la gestión de red distribuida permite operaciones céntricas de red utilizando tecnología de conexión de redes en malla. Más específicamente, las redes de sensores inalámbricas móviles se utilizan para proporcionar seguridad a los

35 contenedores de carga marítimos. Una de tales redes de sensores

inalámbricas está representada en la figura 2 que muestra un barco que lleva pilas de contenedores de carga 2. Cada contenedor de carga 2 tiene un dispositivo de seguridad de contenedor que forma un respectivo nodo 12 de red en malla. Los nodos de red en malla envían sus datos de sensor a un nodo de agregación 14 que se lleva sobre el barco y no está sujeto a un contenedor particular. El nodo de agregación tiene medios para comunicarse directamente con el centro de operaciones de red a través de comunicaciones satélite y GSM y debe posicionarse así sobre el barco en una ubicación libre de obstrucciones. Cada nodo de red en malla no se comunica directamente con el centro de operaciones de red a través de comunicaciones satélite y GSM. Por tanto, cada dispositivo que forma un nodo de red en malla no necesita estar provisto de medios para comunicaciones por satélite y GSM, reduciendo así el coste de cada dispositivo.

De acuerdo con una realización de la presente invención, cada nodo 12 de red en malla comprende un dispositivo denominado "mote". Cada "mote" comprende típicamente un ordenador alimentado por batería con un radioenlace que permite que los motes se comuniquen e intercambien datos uno con otro y que se autoorganicen en redes ad hoc, lo que significa que los motes se figuran cómo formar la red más eficiente por sí mismos. Análogamente, los motes se pueden reconfigurar a sí mismos para compensar un mote que funcione mal, es decir, la red de malla inalámbrica es autocurable. La red inalámbrica soporta también una función de multisalto, permitiendo que un mote de fuera del alcance de la estación base pase su información de mote a mote hasta que los datos alcancen el nodo de agregación 14. Una red ad hoc representativa está indicada por las líneas negritas de la figura 2, representando cada línea negrita una respectiva comunicación inalámbrica entre los nodos conectados por esa línea. El nodo designado 12' representa un mote que comunica con el nodo de agregación 14 directamente, es decir, sin salto.

Cada contenedor de carga 2 está provisto de su propio mote especialmente programado que almacena información que identifica únicamente ese contenedor. Un manifiesto de carga electrónico que detalla el contenido del contenedor, un manifiesto de transporte y registros de manejo y de alarma se almacenan como datos electrónicos en la memoria del mote. Un agente autorizado que lleva una tableta de nodos portátil puede comunicarse

de manera inalámbrica con los motes. La tableta de nodos puede utilizarse para interrogar a cada mote con respecto al contenido del contenedor al que ese mote está sujeto.

5 Cada nodo de red en malla comprende además uno o más sensores para medir parámetros tales como luz, temperatura, presión barométrica, humedad y otros factores ambientales y/o para detectar luz, movimiento, sonido o vibraciones. Estos sensores pueden armarse/desarmarse por un agente autorizado utilizando la tableta de nodos anteriormente mencionada o a través del centro de operaciones de red (NOC). El nodo de red de malla 12  
10 está sujeto al contenedor 2 de tal manera que la intrusión no autorización o la manipulación fraudulenta del contenedor o su contenido puede detectarse por los sensores. Por ejemplo, la apertura de la puerta del contenedor provocará cambios detectables en las salidas de un detector de luz, un detector de sonido, un acelerómetro y un magnetómetro de un dispositivo de seguridad de contenedor estratégicamente localizado. Las salidas de sensor para cada nodo  
15 de red en malla se comunican con el mote asociado a través de una interfaz. Los datos de sensor son procesados por el mote (por ejemplo, una salida de sensor puede marcarse con datos que representan el momento y la fecha de recepción de la salida del sensor) y la información derivada procesando los  
20 datos de sensor se almacena en la memoria del mote. Posteriormente, el mote enviará la información derivada de los datos del sensor al nodo de agregación 14 directamente o a través de otros nodos de red de malla 12, como se indica por las líneas negritas de la figura 2. Alternativamente, los motes pueden ser interrogados por un agente autorizado utilizando una tableta de nodos. Los  
25 datos recuperados de cada mote, que incluyen datos que identifican el mote y datos que indican una posible manipulación fraudulenta del contenedor al que está fijado el mote, pueden utilizarse por personal de seguridad para identificar contenedores de alto riesgo que lleguen a un puerto.

Además de la transmisión de datos desde una multiplicidad de  
30 contenedores de carga a bordo de un barco hasta un centro de operaciones de red, cuyos datos pueden contener información que indica que un contenedor ha sido manipulado fraudulentamente, cada red en malla inalámbrica a bordo de un barco puede enviar de nuevo información que indica la ubicación del barco y/o los contenedores a bordo utilizando el sistema de posicionamiento  
35 global (GPS). De acuerdo con una realización, uno o más nodos pueden estar

provistos de un receptor GPS que recibe señales de radio de localización GPS desde dos o más satélites y determina entonces su localización global basada en parte en los tiempos de recorrido de las señales recibidas utilizando triangulación. En una implementación, el nodo de agregación tiene un receptor  
5 GPS para determinar la localización GPS del barco. Alternativamente, uno o más nodos de red en malla pueden estar provistos de un receptor GPS que enviaría periódicamente sus datos de localización GPS al nodo de agregación, que retransmitiría posteriormente esa información al centro de operaciones de red a través de comunicaciones satélite o GSM. El nodo de agregación puede  
10 utilizar los nodos con receptores GPS para aumentar los mensajes de nodos no equipados con GPS a fin de proporcionar un conocimiento situacional incrementado.

De acuerdo con una realización de la invención, cada nodo de red en malla 12 comprende un dispositivo de seguridad de contenedor fijado a un  
15 respectivo contenedor de carga, mientras que el nodo de agregación 14 comprende un interruptor inteligente inalámbrico que sirve como interfaz entre una red inalámbrica de dispositivos de seguridad de contenedor y una infraestructura de comunicaciones (por ejemplo, satélite o GSM) y que proporciona también servicios de datos. Cada dispositivo de seguridad de  
20 contenedor comprende una placa de procesador/radio (es decir, mote) con una o más placas de sensores conectadas a la misma. El módulo GPS y los sensores están montados en la placa o placas de sensores y se comunican con la placa de procesador/radio a través de una interfaz.

En la figura 3 se muestran los respectivos componentes principales de  
25 un nodo de red en malla (es decir, un dispositivo de seguridad de contenedor) 12' y de un nodo de agregación (es decir, un interruptor inteligente inalámbrico) 14 de acuerdo con una realización de la invención. El dispositivo de seguridad 12 de contenedor tiene componentes idénticos o similares a los que conforman el dispositivo de seguridad 12' de contenedor y se comunica indirectamente  
30 con el nodo de agregación a través del dispositivo de seguridad 12' de contenedor. Cada dispositivo de seguridad de contenedor comprende un mote (es decir, una placa de radio/procesador) que tiene uno o más sensores 18 y un receptor GPS 26 conectado a las mismas. Como se ha mencionado previamente, los sensores y el receptor GPS pueden estar montados en una o  
35 más placas de sensores que están acopladas a la placa de procesador/radio,

formando así una pila.

La placa de procesador/radio 44 comprende un microprocesador 16 que recibe, procesa y almacena datos procedentes de los sensores 18. Las salidas de sensor son recibidas en puertos de datos del microprocesador 16 a través de conexiones cableadas. El microprocesador 16 almacena los datos de sensor procesados en una memoria de registro 24 para crear un registro de eventos de sensor, algunos de los cuales pueden indicar o sugerir que el contenedor se ha manipulado fraudulentamente o que la seguridad del contenedor se ha violado de otra forma. Además, de acuerdo con la realización mostrada en la figura 3, un receptor GPS 26 envía datos de localización GPS al microprocesador 16. Esos datos de localización GPS se almacenan también en una memoria de registro 24.

A intervalos regulares o en respuesta a una pregunta o en respuesta a una adquisición de datos de sensor que representan una condición de alarma, cada dispositivo de seguridad de contenedor inalámbrico transmite información derivada de procesar los datos de sensor y los datos de localización GPS a uno o más dispositivos de recepción inalámbricos situados dentro de un alcance. El dispositivo de recepción inalámbrico puede ser otro dispositivo de seguridad de contenedor o el dispositivo de agregación. La figura 3 representa el caso en el que un dispositivo de seguridad 12 de contenedor está en comunicación inalámbrica con un dispositivo de agregación 14 a través de otro dispositivo de seguridad 12' de contenedor. La comunicación inalámbrica entre los dispositivos 12' y 14 se indica por la línea 46 en la figura 3. La figura 3 representa la situación en la que el dispositivo de seguridad 12 de contenedor está fuera del alcance o está obstruido para comunicarse inalámbricamente con el dispositivo de agregación 14, en cuyo caso el dispositivo de seguridad 12 de contenedor se comunicará de forma inalámbrica con el dispositivo de seguridad 12' de contenedor; este último dispositivo retransmite a continuación los datos adquiridos al dispositivo de agregación 14. Los datos adquiridos pueden enviarse desde el dispositivo de seguridad de contenedor adquirente al dispositivo de agregación a través de uno o más dispositivos de seguridad de contenedor, cada uno de los cuales retransmite los datos adquiridos al siguiente dispositivo en la cadena. El microprocesador 16 del dispositivo de seguridad 12' de contenedor se comunica con el dispositivo de agregación y con otros dispositivos de seguridad de contenedor dentro de su alcance por

medio de un transceptor de radio de banda 20 en dos sentidos y una antena 22 de radio, que están montados también en la placa de procesador/radio 44.

Los tipos de sensores 18 montados en las placas de sensores pueden variar dependiendo del valor del cargamento almacenado dentro del contenedor o dependiendo de otros factores. Puede emplearse una placa de sensores simple para cargamentos de bajo valor. Pueden emplearse placas de sensores más caras para cargamentos de alto valor, tales como productos farmacéuticos.

Cada dispositivo de seguridad de contenedor es alimentado por una batería (no mostrada en la figura 3). Debido a que la batería de un mote no puede recargarse, es esencial que se minimice el consumo de energía. En motes convencionales, la batería está montada también en la placa de procesador/radio.

El microprocesador de un mote típico comercialmente disponible funciona con un código basado en TinyOS. TinyOS es un sistema operativo activado por eventos que manipula el consumo de potencia y la formación de redes de radio. Para preservar la potencia de la batería, el sistema operativo TinyOS mantiene el mote en un modo "dormido" de baja potencia durante la mayor parte del tiempo. Las órdenes se ejecutan solamente cuando ocurre un evento, tal como la adquisición de datos por un sensor o la llegada de un nuevo mensaje. Un microcontrolador típico adecuado para uso en un mote puede funcionar con sólo un milivatio de potencia cuando está activo o con 1-10 microvatios en modo en espera.

Los motes fijados a cada contenedor de carga están programados para hacer pasar sus datos de nodo a nodo de una manera similar a la forma en que los paquetes de datos se desplazan a través de los enrutadores en Internet. Este enfoque multisalto minimiza la potencia consumida por la radio. El sistema operativo TinyOS permite también que el mote procese algunos datos localmente y sólo comunique los resultados de ese procesamiento cuando se detecta un evento de interés, y que descubra sus vecinos y realice un algoritmo conjuntamente con los motes para determinar la forma en que los datos deberán enrutarse a través de la red.

De acuerdo con la realización representada en la figura 3, el dispositivo de agregación 14 comprende un procesador 28 que controla un transceptor de radio 30, un módulo de comunicaciones por satélite 36 y un módulo celular o

GSM 38. El dispositivo de agregación 14 está programado para servir como interfaz entre los motes fijados a los contenedores de carga portados por un barco y la infraestructura de comunicaciones. El dispositivo de agregación 14 recibe datos procedentes de los dispositivos de seguridad de contenedor a través de una antena de radio 32 acoplada al transceptor 30 y recibe datos de localización GPS procedentes de un receptor GPS 40. El procesador 28 almacena datos en una memoria 34 y los recupera de la misma.

El dispositivo de agregación recibe datos derivados de los datos de sensor procesados procedentes de los dispositivos de seguridad de contenedor y puede enviar preguntas a la red en malla inalámbrica (por ejemplo, para asegurar que todos los motes estén presentes y sean tenidos en cuenta). Toda la información derivada del procesamiento de los datos de sensor es etiquetada con códigos que identifican los contenedores de carga en los que se originaron los datos. El procesador 28 procesa los datos de los dispositivos de seguridad de contenedor individuales, por ejemplo eliminando los datos benignos o redundantes y analizando los resultados de sensores múltiples para confirmar un estado de alarma. Por ejemplo, el juego de sensores de un dispositivo de seguridad de contenedor puede incluir detectores de luz y sonido, un acelerómetro y un magnetómetro, todas las salidas de los cuales pueden ser analizadas para determinar el estado del contenedor particular. Asimismo, el dispositivo de agregación puede interrogar a los dispositivos de seguridad de contenedores vecinos para confirmar una intrusión. El procesador 28 almacena los datos procesados en la memoria 34. Debido a que el dispositivo de agregación proporciona un almacenamiento local de datos, la capacidad de memoria de cada mote sobre un contenedor de carga puede ser pequeña. El procesador 28 envía los datos de sensor procesados agregados (y los datos de localización GPS) a un satélite a través del módem de comunicaciones por satélite 36 o a una torre celular a través de un módem celular 38 (es decir, un módem de comunicaciones GSM).

Aunque se ha descrito una realización de la invención en el contexto de una multiplicidad de contenedores de carga apilados en un barco, el experto en la materia reconocerá que la invención tiene aplicación también a contenedores de carga en tierra o en muelles. Los contenedores en tierra o en muelles se comunicarán de manera inalámbrica con dispositivos de agregación situados también en tierra o en muelles.

Si los contenedores de carga están en tierra, en un muelle o en un marco, el método de vigilar la seguridad de esos contenedores de carga tiene ciertos pasos comunes. Un dispositivo de agregación inalámbrico debe situarse o montarse en una estructura de soporte localizada en la proximidad del lugar en el que se apilarán los contenedores de carga y que no tenga obstruidas las comunicaciones con un satélite o una torre celular. Un respectivo dispositivo de seguridad de contenedor inalámbrico es fijado a cada contenedor de carga. Cada dispositivo de seguridad de contenedor tiene un microprocesador y sensores para detectar eventos o condiciones en el respectivo contenedor de carga que pueden indicar la manipulación fraudulenta del contenedor o su contenido. Los sensores pueden armarse/desarmarse por un agente autorizado utilizando una tableta de nodos portátil o a través del NOC que se comunica de forma inalámbrica con los dispositivos de seguridad de contenedor.

Los procesadores de los dispositivos de seguridad de contenedor están programados para formar una red ad hoc para comunicarse de forma inalámbrica con el dispositivo de agregación cuando algunos, pero no todos, los dispositivos de seguridad de contenedor están dentro del alcance de comunicación inalámbrica del dispositivo de agregación inalámbrico. Cada microprocesador está programado además para procesar datos de sensor adquiridos de los sensores que miden ciertos parámetros en la proximidad del dispositivo de seguridad de contenedor. A intervalos regulares, en respuesta a un evento detectado o en respuesta a una pregunta, cada dispositivo de seguridad de contenedor transmite señales de radio que incluyen información derivada de procesar los datos de sensor e información que identifica el dispositivo de seguridad de contenedor que procesó los datos de sensor. Los dispositivos de seguridad de contenedor que están dentro del alcance del dispositivo de agregación y que no están obstruidos con respecto a éste transmiten señales de radio que son recibidas directamente por el dispositivo de agregación. Los dispositivos de seguridad de contenedor que están fuera del alcance del dispositivo de agregación o están obstruidos con respecto a éste transmiten señales de radio a los dispositivos de seguridad de contenedor vecinos, retransmitiendo estos últimos las comunicaciones directamente al dispositivo de agregación o bien a otro dispositivo de seguridad de contenedor, etc., hasta que la información de todos los dispositivos de seguridad de

contenedor que forman la red inalámbrica sea recibida por el dispositivo de agregación. El dispositivo de agregación elimina por filtrado los datos benignos o redundantes y transmite los datos filtrados a una infraestructura de comunicaciones (es decir, comunicaciones satélite o GSM). El destino último  
5 de todos los datos adquiridos en todas las redes de malla inalámbricas es el centro de operaciones de red.

Aunque la invención se ha descrito con referencia a ciertas realizaciones, se entenderá por los expertos en la materia que pueden hacerse diversos cambios y que algunos miembros de la misma pueden sustituirse por  
10 elementos equivalentes sin apartarse del alcance de la invención. Además, pueden hacerse muchas modificaciones para adaptar una situación particular a las enseñanzas de la invención sin apartarse del alcance esencial de la misma. Por tanto, se pretende que la invención no esté limitada a la realización particular descrita como el mejor modo contemplado para llevar a cabo esta  
15 invención, sino que la invención incluirá todas las realizaciones que caigan dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

En ausencia de lenguaje explícito en cualquier reivindicación de método que establezca el orden en que deberán realizarse ciertos pasos, las reivindicaciones de método no deberán interpretarse como que requieran que  
20 se realicen los pasos en el orden en que son enumerados.

**REIVINDICACIONES**

1.- Sistema de seguridad de contenedores de carga o cargamento, que comprende:

5

una red de sensores inalámbrica que comprende un primer dispositivo de seguridad de contenedor fijado a un primer contenedor de carga, y un segundo dispositivo de seguridad de contenedor fijado a un segundo contenedor de carga,

10

estando dispuestos dichos dispositivos de seguridad de contenedor primero y segundo (12', 12) de manera que estén en comunicación inalámbrica intermitente uno con otro; y

15

un dispositivo de agregación (14) dispuesto para comunicarse de forma inalámbrica e intermitente con dicho primer dispositivo de seguridad de contenedor y con una infraestructura de comunicaciones, sirviendo dicho dispositivo de agregación como un puente inalámbrico para la transferencia de datos entre dicha red de sensores inalámbrica y dicha infraestructura de comunicaciones,

20

en donde cada dispositivo de seguridad de contenedor comprende un procesador, una radio, una batería, una memoria y al menos un sensor dispuesto para detectar una intrusión o una manipulación fraudulenta en el contenedor al que está fijado el dispositivo de seguridad, y pueden enviarse datos procedentes de dicho segundo dispositivo de seguridad de contenedor a dicha infraestructura de comunicaciones a través de

25

dicho primer dispositivo de seguridad de contenedor y dicho dispositivo de agregación; y

30

**caracterizado porque**, al detectar el sensor de uno de los dispositivos de seguridad una intrusión o una manipulación fraudulenta y al ser ésta comunicada al dispositivo de agregación, este dispositivo de agregación está concebido para enviar preguntas a la red inalámbrica a fin de confirmar la intrusión o la manipulación fraudulenta.

35

2.- Sistema según la reivindicación 1, en el que dichos contenedores de carga primero y segundo y dicho dispositivo de agregación (14) están a bordo de un barco.

3.- Sistema según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de agregación (14) y/o dicho primer dispositivo de seguridad de contenedor (12') comprenden una antena y un módulo para procesar las señales de localización GPS recibidas a través de dicha antena.

4.- Sistema según la reivindicación 1, en el que cada dispositivo de seguridad de contenedor comprende un respectivo detector de uno o más de los siguientes elementos: luz, temperatura, presión barométrica, sonido y movimiento.

5.- Sistema según la reivindicación 1, en el que cada dispositivo de seguridad de contenedor tiene un manifiesto de carga electrónico almacenado en su memoria.

6.- Sistema según la reivindicación 1, en el que cada dispositivo de seguridad de contenedor está concebido para funcionar en un modo dormido de baja potencia en ausencia de un evento de cambio de modo.

7.- Sistema según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de agregación comprende un módulo para comunicaciones por satélite.

8.- Sistema según la reivindicación 1, en el que dicho dispositivo de agregación (14) comprende un módulo para comunicaciones GSM.

9.- Método para vigilar la seguridad de un contenedor de carga, que comprende los siguientes pasos:

montar un dispositivo de agregación inalámbrico (14) sobre una estructura de soporte;

proporcionar una red de sensores inalámbrica que comprende un primer dispositivo de seguridad de contenedor fijado a un primer contenedor de carga y un segundo dispositivo de seguridad de contenedor fijado a un segundo contenedor de carga;

detectar con un sensor del primer dispositivo de seguridad de

5 contenedor una intrusión o una manipulación fraudulenta en el contenedor al que está fijado el primer dispositivo de seguridad; transmitir una primera señal de radio desde dicho primer dispositivo de seguridad de contenedor hasta dicho segundo dispositivo de seguridad de contenedor (12'), en donde dicha primera señal de radio contiene información que indica que ha ocurrido dicha intrusión o manipulación fraudulenta en dicho primer contenedor de carga;

10 transmitir una segunda señal de radio desde dicho segundo dispositivo de seguridad de contenedor hasta dicho dispositivo de agregación, en donde dicha segunda señal de radio contiene información que indica que ha ocurrido dicha intrusión o manipulación fraudulenta en dicho primer contenedor de carga;

15 transmitir una tercera señal desde dicho dispositivo de agregación hasta una infraestructura de comunicaciones, en donde dicha señal procedente de dicho dispositivo de agregación incluye información que indica que ha ocurrido dicha intrusión o manipulación fraudulenta en dicho primer contenedor de carga;

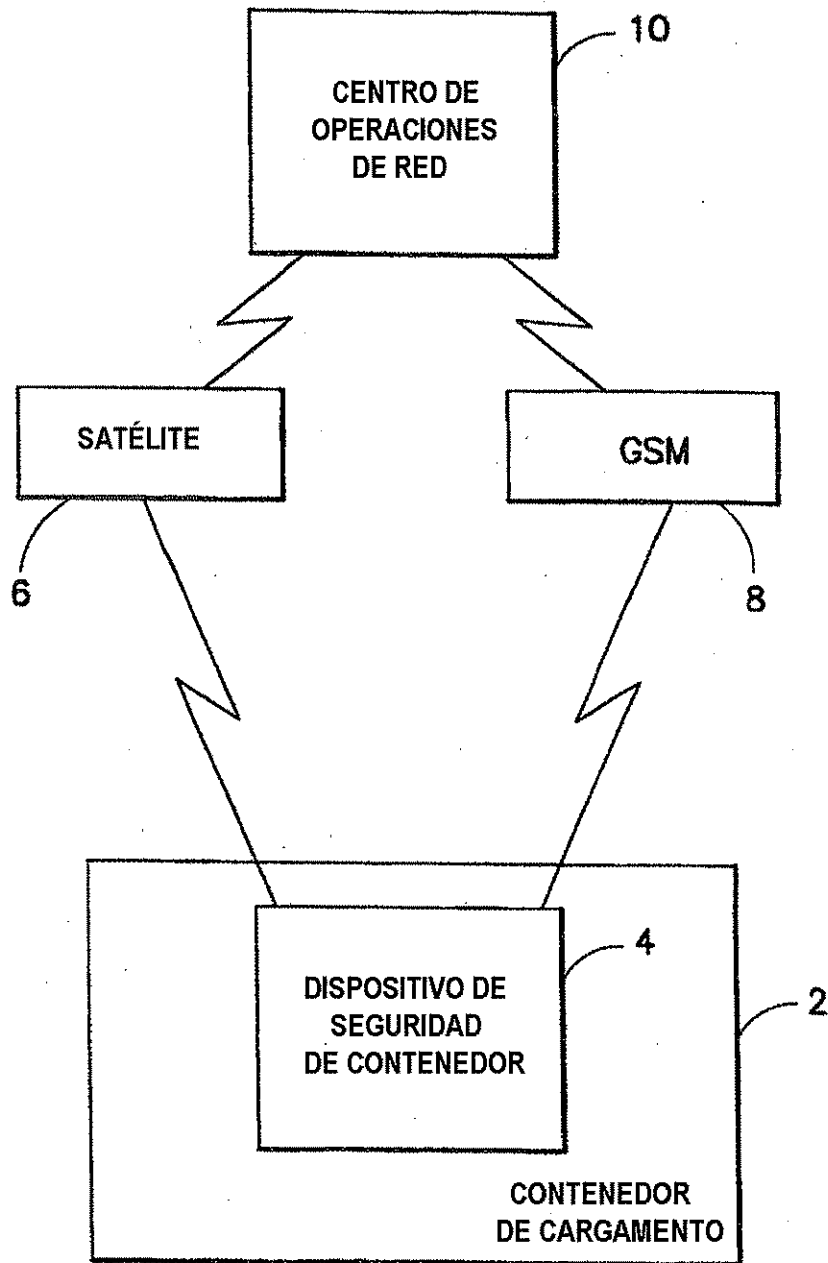
20 **caracterizado porque**, tras la detección de la intrusión o la manipulación fraudulenta por el sensor que se comunica al dispositivo de agregación, se transmite una cuarta señal de radio desde dicho dispositivo de agregación hasta la red inalámbrica para enviar preguntas a la red inalámbrica a fin de confirmar la intrusión o la manipulación fraudulenta.

25 10.- Método según la reivindicación 9, que comprende además los siguientes pasos:

30 detectar con un sensor del segundo dispositivo de seguridad de contenedor una intrusión o una manipulación fraudulenta en el contenedor al que está fijado el segundo dispositivo de seguridad; y transmitir una quinta señal de radio desde dicho segundo dispositivo de seguridad de contenedor hasta dicho dispositivo de agregación, en donde dicha quinta señal de radio contiene información que indica que ha ocurrido dicha intrusión o manipulación fraudulenta en dicho

35 segundo contenedor de carga,

en donde dicha tercera señal de dicho dispositivo de agregación incluye también información que indica que ha ocurrido dicha intrusión o manipulación fraudulenta en dicho segundo contenedor de carga.



**FIG. 1**

TÉCNICA ANTERIOR

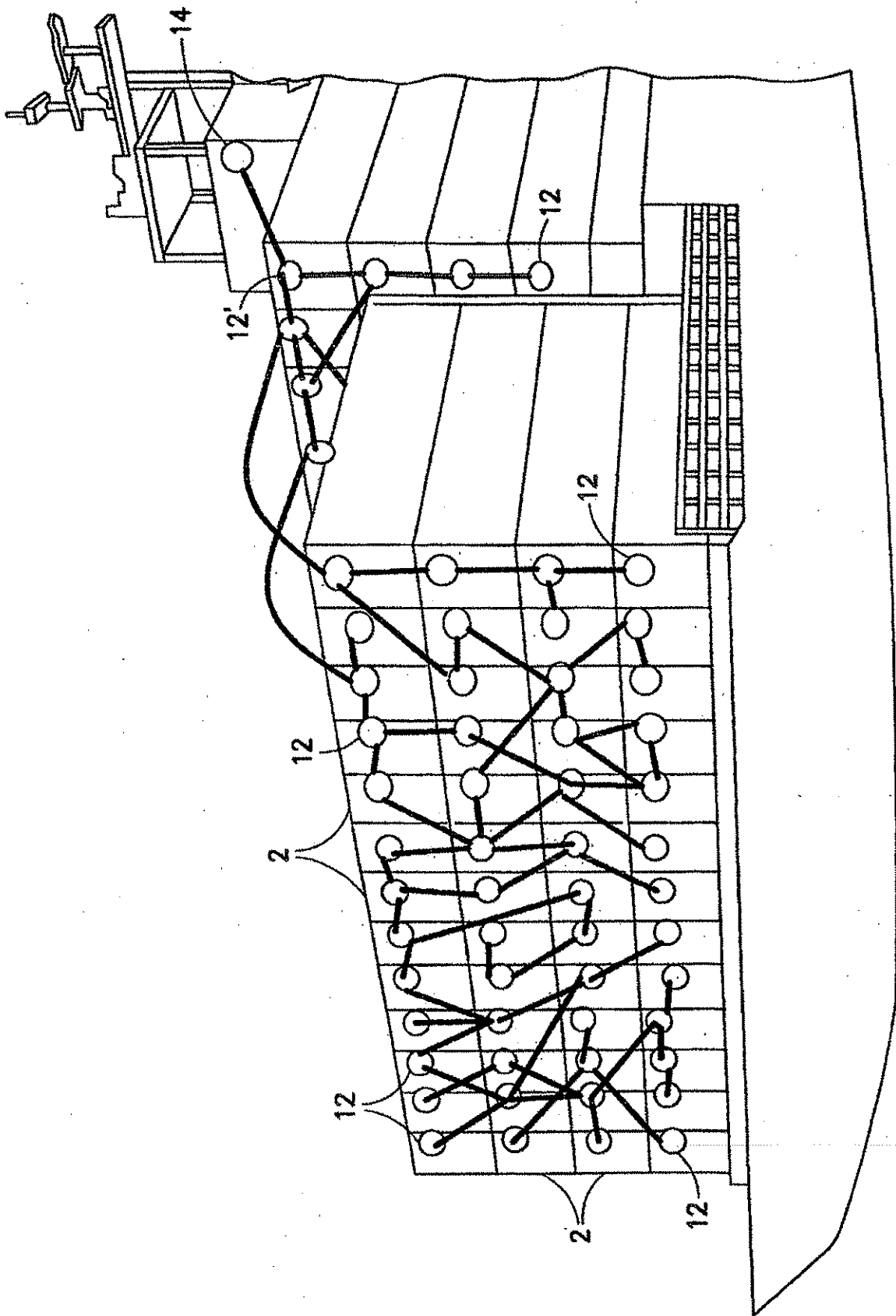


FIG.2

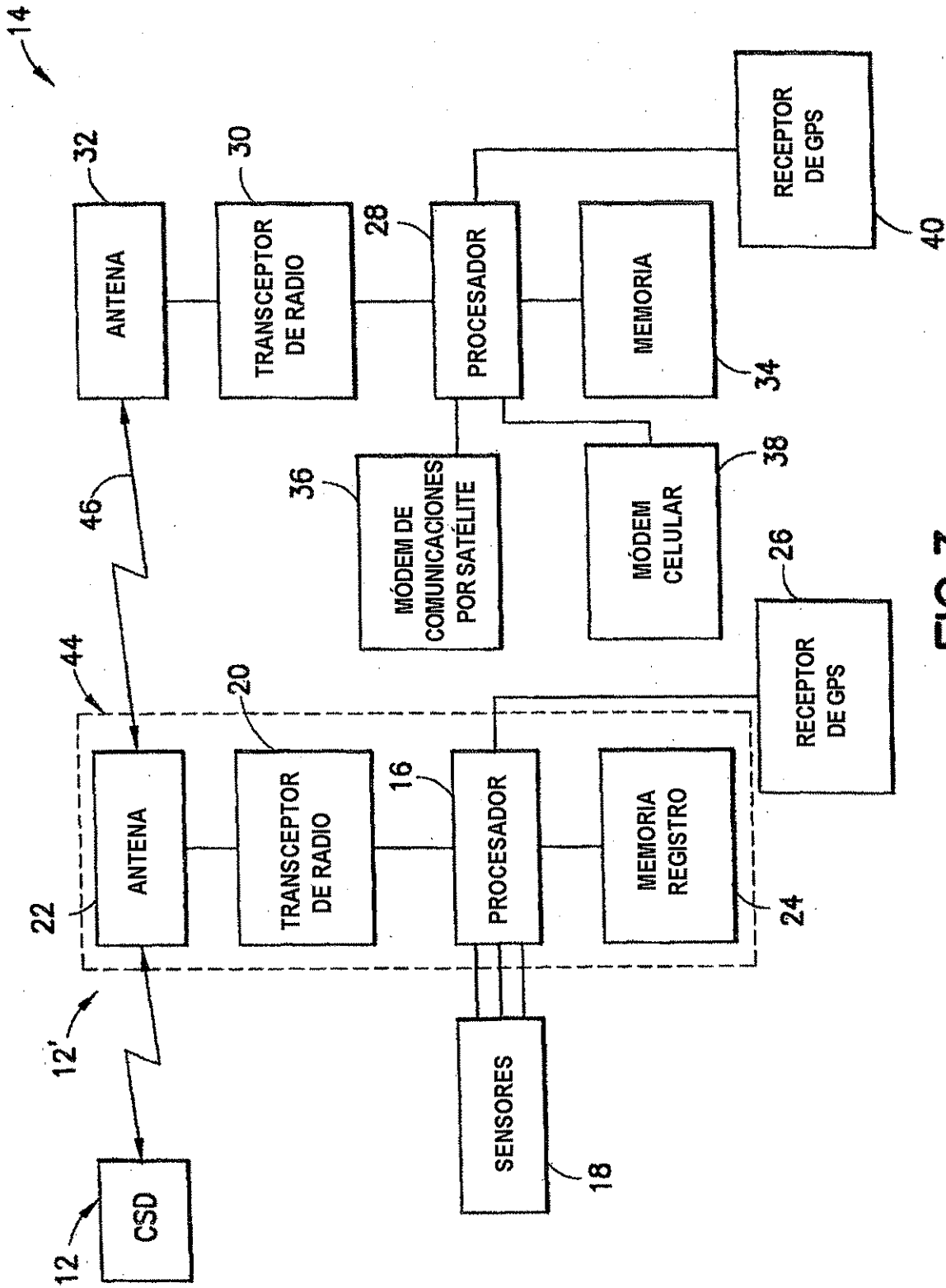


FIG.3