

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 379 653**

51 Int. Cl.:

**G01V 5/00** (2006.01)

**G01N 23/20** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03768678 .9**

96 Fecha de presentación: **03.11.2003**

97 Número de publicación de la solicitud: **1558947**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.08.2005**

54 Título: **Furgoneta de inspección móvil por retrodispersión de rayos X**

30 Prioridad:  
**06.11.2002 US 424357 P**  
**26.12.2002 US 330000**  
**21.05.2003 US 442687**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**30.04.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**30.04.2012**

73 Titular/es:  
**AMERICAN SCIENCE & ENGINEERING, INC.**  
**829 MIDDLESEX TURNPIKE**  
**BILLERICA, MA 01821, US**

72 Inventor/es:  
**ADAMS, William;**  
**CHALMERS, Alex;**  
**GRODZINS, Lee;**  
**PERICH, Louis, W. y**  
**ROTHSCHILD, Peter**

74 Agente/Representante:  
**de Elizaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 379 653 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**

Furgoneta de inspección móvil por retrodispersión de Rayos X

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a los dispositivos y métodos para detección y formación de imágenes de artículos ocultos en un recinto o en una persona usando rayos x dispersos y detección pasiva de rayos gamma o neutrones desde una plataforma móvil dispuesta unilateralmente con respecto a cada uno del uno o más recintos detectados.

**Antecedentes de la invención**

10 Los rayos x se emplean actualmente para la inspección de contenedores de carga, incluyendo vehículos a motor, plataformas de carga, etc. La tecnología actual, no obstante, típicamente requiere que alguna estructura asociada con el sistema de inspección sea dispuesta en uno y otro lado del objeto inspeccionado. De esta manera, por ejemplo, una fuente de rayos x se puede disponer distalmente con respecto al objeto inspeccionado mientras que un sistema de detección dispuesto proximalmente al objeto inspeccionado caracteriza los rayos x que han atravesado el objeto inspeccionado. En otros modos de inspección de rayos x, descritos en la Patente de U.S. nº 6.292.533, expedida el 18 de septiembre de 2001, una fuente de radiación de penetración se monta en una bancada móvil que se conduce mediante un contenedor de carga estacionario, mientras que un brazo se extiende o bien en un detector o bien en una parada al haz en el lado distal del contenedor de carga. La tecnología actual, en resumen, requiere que los objetos o personas inspeccionados o bien se muevan a través de un sistema de inspección o se interpongan entre un componente de examen proximal y un componente de examen distal, uno que incluye una fuente y el otro que incluye un detector.

20 Un medio efectivo, no obstante, es deseable para examinar rápida y no intrusivamente al personal así como el interior de vehículos, contenedores de carga, u otros objetos. En particular, con respecto a los recintos de carga, es deseable detectar la presencia de gente, contrabando potencial, amenazas, u otros asuntos de interés, sin imponer los requisitos y restricciones de los sistemas actuales. Combinar tal examen con la detección pasiva de material radioactivo o fisionable también sería ventajoso.

25 En la US 6.424.695, hay revelado un sistema de inspección del tipo establecido en adelante en el preámbulo de la reivindicación anexa 1, y un método para inspeccionar un objeto como se establece en adelante en el preámbulo de la reivindicación anexa 16.

30 La WO 00/33060 revela un sistema para formación de imágenes de los contenidos de un vehículo en movimiento, cuyo sistema incluye una fuente de radiación penetrante, un modulador espacial para formar la radiación penetrante en un haz, un módulo detector para detectar la radiación dispersada por los contenidos y un controlador para averiguar una característica específica de los contenidos en base al difusor detectado

**Resumen de la invención**

De acuerdo con un aspecto de la invención, en una de sus reivindicaciones, hay proporcionado un sistema de inspección para inspeccionar un objeto, el sistema que comprende:

- 35 a. un medio de medio de transporte incluido que tiene un cuerpo envolvente;
- b. una fuente de radiación penetrante contenida enteramente dentro del cuerpo del medio de transporte adjunto para generar radiación penetrante;
- c. un modulador espacial para formar la radiación penetrante en un haz para irradiar el objeto con un perfil de examen variable con el tiempo;
- 40 d. un módulo detector para generar una señal difusora en base a la radiación penetrante dispersada por los contenidos del objeto;
- e. un controlador para averiguar una característica específica de los contenidos del objeto basada al menos en la señal difusora; y
- 45 f. el módulo detector está contenido dentro totalmente del cuerpo del medio de transporte adjunto mientras que el medio de transporte está en movimiento durante el curso de la inspección, caracterizado porque el sistema además comprende un sensor de movimiento relativo para generar una señal de movimiento relativo en base a un movimiento relativo del medio de transporte adjunto y el objeto inspeccionado. El objeto de inspección puede ser una persona, por ejemplo, pero también puede ser carga o un vehículo de cualquier tipo.

50 De acuerdo con las realizaciones adicionales de la invención, el medio de transporte puede incluir un vehículo capaz de viajar por carretera. La fuente de radiación penetrante puede incluir un tubo de rayos x, más concretamente, un

tubo de rayos x unipolar o una radiación de emisión en energías por debajo de aproximadamente 350keV. La fuente de radiación penetrante puede incluir una rueda seccionadora giratoria que emite radiación a uno o ambos lados del medio de transporte adjunto.

5 De acuerdo aún con realizaciones adicionales de la invención, el sensor de proximidad se puede elegir del grupo de sensores que incluyen sensores por radar, ultrasonidos, ópticos, láser, y LIDAR. Un detector, que puede estar separado o ser el mismo que uno de los detectores difusores, también puede presentar sensibilidad a la desintegración de productos de material radioactivo o fisionable, y puede ser sensible, particularmente, a los neutrones o rayos gamma.

10 De acuerdo con otro aspecto de la invención, hay proporcionado un método para inspeccionar un objeto de inspección con radiación penetrante, el método que comprende:

- a. generar un haz de radiación penetrante que se origina enteramente dentro del cuerpo de un medio de transporte adjunto;
- b. explorar la radiación penetrante a través del objeto con un perfil de exploración variable con el tiempo;
- c. detectar la radiación penetrante dispersada por el objeto y generar una señal difusora;
- 15 d. averiguar una característica específica de los contenidos del objeto basada al menos en la señal difusora; y
- e. el paso de detectar la radiación penetrante se lleva a cabo enteramente dentro del cuerpo del medio de transporte adjunto mientras que el medio de transporte está en movimiento durante el curso de la inspección; caracterizado por generar una señal de movimiento relativa en base a un movimiento relativo del medio de transporte adjunto y el objeto inspeccionado.

## 20 **Breve descripción de los dibujos**

Los rasgos anteriormente mencionados de la invención se entenderán más fácilmente por referencia a la siguiente descripción detallada tomada con los dibujos anexos:

25 La FIG. 1 es una vista en perspectiva, en parte de corte, de un sistema de inspección de carga móvil desplegado en un camión capaz de viajar en carretera y la exploración de un recinto tal como un vehículo o contenedor de carga mientras que uno o ambos del sistema de inspección y el recinto están en movimiento, de acuerdo con las realizaciones preferentes de la presente invención;

La FIG. 2 es una imagen de varios vehículos según se explora en la radiación del difusor trasero por el sistema de la Fig. 1 de acuerdo con una realización de la invención; y

30 La FIG. 3 es una representación esquemática de un vehículo de inspección, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención, que proporciona capacidad de inspección a ambos lados del vehículo.

## **Descripción detallada de las realizaciones específicas**

35 Según se usa en esta descripción y en las reivindicaciones adjuntas, un "contenedor de carga " es un receptáculo para el almacenamiento y transporte de bienes, e incluye plataformas de carga así como vehículos, ya sean motorizados o arrastrados, tales como automóviles, la cabina y remolque de un camión, coches de vías férreas o contenedores de barco. El término "contenedor de carga," como se usa aquí dentro, además incluye las estructuras y componentes del receptáculo.

40 La invención descrita aquí dentro sirve para caracterizar los materiales que se pueden contener dentro de un contenedor de carga y de esta manera no es fácilmente susceptible de examen profundo visual, o, alternativamente, se puede llevar a cabo en la persona de un humano o en otro sujeto animado. Las características de un material que podría ser el objeto de inspección no invasiva y las cuales se prestan a ellas mismas a detección usando el dispositivo y el método enseñado por la invención, pero no se limitan a, densidad de electrones, número atómico, densidad de masa, dimensiones lineales y forma. Estas características se dan a conocer tomando ventaja de los diversos procesos físicos por los cuales la radiación penetrante interactúa con la materia.

45 La radiación penetrante se refiere a radiación electromagnética de energía suficiente por fotón para penetrar materiales de interés a un grado considerable y útil e incluye los rayos x y más formas energéticas de radiación. La interacción de tal radiación con la materia se puede categorizar generalmente o bien como procesos de dispersión o de absorción. Ambos tipos de procesos eliminan los fotones de los rayos x de un haz colimado (es decir, direccional); los procesos de dispersión lo hacen así desviando los fotones en nuevas direcciones (normalmente con pérdida de energía), mientras que los procesos de absorción simplemente eliminan fotones del haz.

50 La descripción de los rudimentos de un sistema de inspección móvil va a ser encontrada en la Patente de U.S. nº 5.764.683, expedida el 9 de junio de 1998. Como se usa en esta descripción y en cualquiera de las reivindicaciones

adjuntas, el término “fuente” se usa en un sentido amplio para abarcar la totalidad del aparato usado para generar un haz de radiación penetrante que se usa para irradiar el objeto bajo inspección. La fuente se toma para incluir el generador de radiación penetrante (la “fuente”, en sentido estricto) que puede incluir un tubo de rayos x o un radioisótopo. Se tiene, adicionalmente, que entender que el término “fuente” como se usa aquí dentro y en cualquiera de las reivindicaciones adjuntas, y según se designa generalmente por el número 30 en los dibujos, se refiere a la totalidad del aparato usado para generar el haz 24, y puede tener componentes internos que incluyen, sin limitación, aberturas, seccionadores, colimadores, etc.

La formación de imágenes difusora en la que se emplean los rayos x dispersados por un material (típicamente en una dirección generalmente hacia atrás) ofrece varias capacidades de inspección y rasgos operativos únicos. La formación de imágenes permite que las imágenes sean obtenidas incluso cuando el objeto explorado es accesible solamente desde un lado. Además, dado que la señal difusora cae bastante rápidamente con el aumento de la profundidad en el objeto, las imágenes retrodifusoras efectivamente representan una “rebanada” del objeto característico del lado más cercano a la fuente de rayos x, reduciendo por ello los problemas de desorden de imagen que puede confundir las imágenes de transmisión. El efecto Compton, que domina el difusor de rayos x en la gama de energía típicamente empleada de acuerdo con la presente invención, domina la interacción de los rayos x con materiales de bajo número atómico (Z bajo) densos. Las drogas narcóticas tienden a producir las firmas brillantes en una imagen retrodifusora, al igual que los explosivos orgánicos, que hacen de la formación de imágenes retrodifusora una modalidad de formación de imágenes útil para detección de bombas o drogas. Finalmente, los requisitos de alineamiento del haz de rayos x con los detectores y dispositivos de colimación son menos exigentes que para la formación de imágenes de transmisión que permiten por ello el despliegue rápido en una amplia gama de escenarios de inspección.

La tecnología de punto móvil hace posible la adquisición de imágenes usando detectores específicamente situados para recoger los rayos x dispersos. En un sistema de punto móvil típico, un “haz concentrado” fino de rayos x es barrido rápida y repetitivamente a través de un “abanico” de fuente centrada, orientado verticalmente de trayectos de haz que se disponen para interceptar el objeto bajo inspección. Al mismo tiempo, el objeto se mueve a una velocidad constante, más baja a lo largo de un camino perpendicular al abanico, en una cinta de transporte que se mueve horizontalmente por ejemplo. En este sentido, el haz concentrado se hace atravesar el objeto de forma más rápida punto por punto, y el objeto entero se explora según pasa a través del plano del abanico sobre un periodo que oscila desde unos pocos segundos a unos pocos minutos dependiendo de la longitud del objeto.

Aunque el tiempo de exploración total puede ser de segundos a minutos en duración, el tiempo de exposición real de cualquier parte del objeto explorado es solamente el breve tiempo que lleva al haz concentrado barrer a través de un píxel dado. Ese tiempo de exposición está típicamente en la gama de microsegundos, dependiendo del diseño y la aplicación, y produce una exposición de entrada al objeto explorado que constituye una dosis baja para el objeto también significa que hay poca radiación disponible para dispersar en el ambiente, de manera que las dosis a los operadores y otros transeúntes es de la misma manera baja.

Con referencia ahora a la Fig. 1, las realizaciones preferentes de esta invención hacen uso de sistemas en los cuales se montan detectores sobre una plataforma móvil 10, o de medio de transporte, típicamente capaz de viajar por carretera, que atraviesa un objeto grande a ser inspeccionado tal como un vehículo o un contenedor de carga 12. El medio de transporte 10 se caracteriza por un recinto 14, aquí, en la piel de una furgoneta, mostrada, en vista de corte, para permitir la representación de otros componentes de un sistema de inspección. El medio de transporte puede tener muchas realizaciones alternativas, que incluyen pero no se limitan a vehículos de motor de gasolina, diesel, eléctrico, de propano, de batería, de pila de combustible, o propulsado por hidrógeno (incluyendo furgonetas, camiones o similares), vehículos de seguimiento, trineos, remolques, grúas, u otro equipo que se puede poner en movimiento, preferentemente auto-propulsado, pero también incluyendo vehículos atados o tirados tal como bajo energía eléctrica.

Contenida dentro del recinto 14 del medio de transporte 10 está una fuente 30 que incluye el tubo de rayos x 32 (mostrado en la Fig. 3) y el seccionador 34. De acuerdo con las realizaciones preferentes de la invención, las energías de la fuente están típicamente por debajo de 350keV. Esto permite el uso de un tubo de rayos x unipolar 32 al cual se aplica voltaje a solamente un electrodo único. Esto permite ventajosamente, además, que el seccionador 34 sea más pequeño que el empleado en los sistemas que usan rayos x de energía más alta. El seccionador 34 puede ser un buje perforado que gira, o una rueda con radios de transmisión, o cualquier número de medios, conocidos en la técnica, para la generación de haces de punto móvil que se encuentran, típicamente, en un plano aproximadamente ortogonal a la dirección de movimiento 20. El tubo de rayos x 32 representado en la Fig. 3, a modo de ejemplo, es un tubo de rayos x de tipo panorámico que es capaz de la generación de haz de ángulo amplio y adicionalmente se puede girar para permitir explorar sobre cualquiera de los dos lados del medio de transporte 10.

El aro de giro 34, con las aberturas 36 y 38, emite un haz concentrado 24, que permite por ello la inspección de objetos, posiblemente en cualquiera de los dos lados del medio de transporte, aquí conocida como inspección “bilateral”. No obstante, todas las fuentes están abarcadas dentro del alcance de la presente invención cuando se emplean de la manera descrita en la presente descripción. La fuente y los detectores de rayos x se pueden orientar para permitir explorar desde el “lado del conductor” del medio de transporte, el “lado del pasajero”, o ambos lados

simultáneamente.

- Se conocen varios medios en la técnica para el barrido mecánica o electrónicamente de un haz de radiación penetrante, que incluye, por ejemplo, la rueda seccionadora giratoria 34 representada en la Fig. 3 o la exploración electrónica se describe en detalle, por ejemplo, en la Patente de U.S. nº 6.421.420, expedida el 16 de julio de 2002.
- 5 En las realizaciones que emplean una rueda seccionadora giratoria mecánica 34, según gira la rueda seccionadora en la dirección de la flecha 22, la radiación penetrante 24 emitida desde el blanco del tubo de rayos x 32 pasa sucesivamente a través de una pluralidad (típicamente, tres o cuatro) de canales. La rueda 34 se fabrica de un material, típicamente plomo, que bloquea la transmisión de rayos x excepto a través de las aberturas 36. Los rayos x 24 surgen desde el canal iluminado actualmente como un haz concentrado que es barrido a través del objeto 12 sometido a inspección según gira la rueda 34. Las dimensiones del haz 24 típicamente dominan la resolución de un sistema tal como el representado. La abertura 36 puede tener varias formas, y puede ser circular o rectangular, y puede ser personalizada más específicamente. Otros planteamientos de generación de rayos x se pueden usar para producir un haz concentrado de barrido similar, tal como discos de rotación con ranuras alargadas, ruedas con radios huecos, son realizaciones alternativas.
- 10 Los módulos detectores 100 se transportan por el medio de transporte 10 y se ponen dentro del cuerpo envolvente 14 y se ocultan de la vista desde fuera del medio de transporte. También se pueden transportar fuera del medio de transporte para aplicaciones particulares, aunque estas aplicaciones no están dentro del alcance de la presente invención. Los módulos detectores contienen detectores para detectar la radiación penetrante de la fuente 30 que ha interactuado con, y dispersado desde, los contenidos del objeto inspeccionado 12.
- 15 La fuente de dispersión se puede caracterizar como anómala por la naturaleza de la persona o artículo que se explora. De esta manera, una persona que transporta explosivos se puede detectar sobre la base del difusor de rayos x mejorado localmente. Una característica específica del difusor, tal como una localización o disposición particular con respecto al objeto inspeccionado, se puede averiguar para determinar los niveles de amenaza del objeto.
- 20 Los módulos detectores 100 también pueden ser sensibles ambos a la emisión emitida de manera natural por los materiales amenaza, como se describe adicionalmente, por ejemplo, en la Solicitud de Patente US en tramitación, Nº de Serie 10/156.989, clasificada el 29 de mayo de 2002, titulada "Detectores para Rayos x y Neutrones," ahora publicada como US2003/0165211. De acuerdo con varias realizaciones de la presente invención, se emplea un detector del tipo que tiene elevada eficiencia para detectar neutrones térmicos y epitérmicos (energía intermedia, típicamente  $1-10^4$  eV). El detector usa el centellador  $Gd_2O_2S$ , conocido comúnmente, y referenciado aquí dentro, como "gadox," para detener tanto los neutrones como los fotones. Los centelladores inducidos de rayos x a partir del gadox en la parte visible del espectro entonces se detectan, típicamente mediante fotomultiplicadores y fotodiodos. Los centelladores alternativos, tales como LiF, por ejemplo, con elevadas secciones transversales para detectar neutrones térmicos y epitérmicos también están dentro del alcance de la presente invención.
- 25 Los detectores de grandes áreas, separados se despliegan adyacentes al plano del haz en el lado de la fuente de rayos x del objeto explorado, y con sus superficies activas orientadas hacia el objeto explorado. Estos detectores solamente necesitan proporcionar un ángulo firme grande para la recogida de radiación dispersada; no se requieren alineamientos críticos. En esta ubicación estos detectores responden a los rayos x que se exploran generalmente de vuelta hacia la fuente desde el objeto. La Fig. 3 muestra una vista e planta esquemática de otra realización de la invención que se puede emplear ventajosamente para la inspección de objetos dispuestos en cualquiera de los dos
- 30 lados del medio de transporte que inspecciona.
- De acuerdo con la presente invención, varias modalidades de inspección actualmente en uso para la detección de materiales de contrabando se pueden usar adicionalmente para encontrar material fisiónable en los contenedores que examinan. Algunos métodos son pasivos; es decir, la emisión de neutrones o rayos gamma desde materiales radioactivos pueden ser firmas para una alerta. Otros métodos son activos; es decir, la radiación penetrante irradia un contenedor excitando por ello la fluorescencia del material fisiónable y los rayos x característicos del uranio o plutonio producen una señal de alerta.
- 35 La inspección del objeto 12 se puede dirigir por un operador dispuesto dentro del medio de transporte 10, o, alternativamente, por un operador dispuesto remotamente. Para la inspección, el objeto 12 se puede mantener en una condición estacionaria, con el medio de transporte 10 atravesando el objeto a lo largo de la dirección 20 (hacia delante o hacia atrás), alternativamente, la inspección se puede dirigir mientras que tanto el medio de transporte 10 como el objeto inspeccionado 12 están en movimiento. En aún otro modo, conocido como un "modo de portal", el sistema es estacionario y el objeto de la inspección se transporta por delante del sistema. Cuando el objeto de inspección es una persona, se puede requerir a la persona caminar por delante del medio de transporte lentamente, preferentemente en ambas direcciones, de manera que ambos lados de la persona puede estar sujetas a búsqueda.
- 40 En un "modo estacionario", tanto el sistema como los objetos que se exploran están estacionarios, y el método de exploración de rayos x montado en vehículo, configurado como una parte del sistema en sí mismo, se emplea para crear en efecto tanto la exploración horizontal como vertical para generar una imagen de rayos x retrodifusora. Tales métodos pueden incluir el uso de una etapa de traslado x-y, fuentes de rayos x gobernadas electrónicamente (como

se describe, por ejemplo, en la Patente US nº 6.421.420), u otros medios.

El movimiento relativo del medio de transporte **10** y el objeto **12** se puede controlar con cuidado o se puede monitorizar mediante el sensor **18** que emplea cualquiera de una variedad de métodos de detección, tales como detección de radar, ultrasonidos, u óptica, incluyendo láser o LIDAR, todos proporcionados solamente como ejemplos, para detectar la velocidad relativa del medio de transporte **10** con respecto al objeto **12**. Una señal proporcionada por el sensor **18** se emplea por el controlador **40** en una o más de las siguientes modalidades:

La velocidad del vehículo se puede regular, o, alternativamente, el registro de píxel se puede corregir para compensar las anomalías de la velocidad del vehículo en cuanto a producir imágenes de rayos x retrodifusoras, libres de distorsión y de correcta relación de aspecto. Las técnicas relevantes incluyen pero no se limitan a:

- 10       • el uso de dispositivos detectores de velocidad de alta precisión para medir exactamente la velocidad del vehículo en intervalos bajos (0,5 a 10 millas por hora);
- los controles de transmisión y/o motores basados en soporte lógico y/o electrónica de baja velocidad (0,5 a 10 millas por hora);
- 15       • el diseño de los engranajes del tren de tracción del vehículo personalizado, el cual produce simultáneamente velocidad de exploración del vehículo baja mientras que mantiene la capacidad de ofrecer intervalos de velocidad aptos para carretera, de hasta al menos 55 millas por hora. En este contexto, el sistema de control de crucero de un vehículo puede ser 'co-elegido' para gobernar el movimiento a velocidades de exploración bajas;
- 20       • las indicaciones de sobre / baja velocidad al conductor, usando dispositivos de detección de alta precisión acoplados a un indicador en el salpicadero, que el conductor usa para ajustar manualmente el acelerador y el freno para mantener la velocidad del vehículo deseada dentro del intervalo necesario para mantener las imágenes libres de distorsión;
- la unidad de fricción para impulsar las ruedas del vehículo de inspección durante las operaciones de inspección;
- 25       • la corrección dinámica del soporte lógico sobre la marcha. Este método no intenta regular la velocidad del vehículo sino más bien usa la velocidad del vehículo de alta precisión en tiempo real y los datos de variación de velocidad desde el(los) sensor(es) en el vehículo, de los que se designa una realización impulsada del neumático por el número **26**, junto con los algoritmos del soporte lógico los cuales interpolan, promedian o de otras formas corrigen la distorsión de la relación de aspecto en los datos de la imagen de rayos x producida sin velocidad o por la velocidad que varía.
- 30       • la detección remota de la velocidad del objeto que usa uno o más de una variedad de sensores **18** y que usa las señales generadas por el sensor **18** en algoritmos de soporte lógico junto con los datos de velocidad del vehículo para efectuar la corrección dinámica de la relación de aspecto de la imagen de rayos x retrodifusora.

35       Los métodos anteriormente mencionados para el control y la corrección de las variaciones de movimiento relativas se pueden usar o bien individualmente o bien en combinación, dentro del alcance de la presente invención como se define por las reivindicaciones anexas. Los sensores **18** puede proporcionar adicionalmente control de la dirección del haz de rayos x de manera que la velocidad relativa y el ángulo de seguimiento de la fuente con respecto al objeto explorado se puede rastrear activamente. Esta capacidad puede permitir ventajosamente que las imágenes mejoradas se formen a velocidades más rápidas y, adicionalmente, permiten el movimiento relativo que no es puramente unidireccional. Se debería señalar, adicionalmente, que en circunstancias donde no se requiere resolución espacial horizontal, se obvia la detección del movimiento relativo.

La Fig. 2 representa una fila de cinco vehículos explorados por un sistema como se describe en la presente solicitud, que muestra contenidos ocultos de los vehículos en los diversos casos.

45       En el caso de paso, la dosificación a personas estacionarias se reduce fácilmente por debajo de los umbrales regulatorios la velocidad del vehículo proporcionada se mantiene por encima de un mínimo especificado mientras que los rayos x están encendidos. Un bloqueo se proporciona para cortar la generación de rayos x cuando el movimiento del vehículo cesa o cae por debajo de una velocidad mínima especificada. De otro modo, los rayos x se pueden habilitar independientemente de la proximidad a los objetos.

50       Para el caso estacionario, o para casos de paso donde se requieren o desean medidas de seguridad adicionales, los sensores de proximidad, tales como sensores láser, microondas, ultrasonidos, o térmicos, por ejemplo, se pueden emplear para determinar la presencia de objetos a ser explorados, habilitando los rayos x solamente cuando sea necesario, y/o para discernir si están humanos en la trayectoria del haz. Estos sensores típicamente funcionan todo el tiempo, con sus señales procesadas a través de soporte lógico y/o componentes físicos para controlar de manera

## ES 2 379 653 T3

inteligente la generación de rayos x. El operador también se puede dotar con un control manual de “habilitar rayos x/hombre muerto”, en adición a cualesquiera otros dispositivos y controles de seguridad.

Los rasgos de la presente invención se pueden emplear ventajosamente en aplicaciones que incluyen, pero no se limitan a, las siguientes:

- 5
  - Inspección/verificación manifiesta de carga en contenedores, plataformas, u otra embalada, camiones o remolques que se transportan a través o se efectúan en puertos, fronteras, terminales aéreas, o lugares de transporte similares.
  - Verificación que los contenedores, objetos, o vehículos están vacíos como se afirma.
- 10
  - Inspección de vehículos que intentan entrar en áreas controladas o de alto valor tales como bases militares, plantas de energía, túneles, terminales aéreas, edificios públicos o gubernamentales, garajes de estacionamiento, vestíbulos, áreas de servicio o entrega, cabinas de peaje, u otras instalaciones importantes, para contrabando o amenazas tales como explosivos, armas, o personal de contrabando.
  - Inspección de vehículos o contenedores estacionados en garajes, parcelas, o en vías públicas o privadas para explosivos, armas, contrabando, u otras amenazas.
- 15
  - Inspección de vehículos en movimiento para amenazas, contrabando, o para verificar contenidos.
  - Inspección de objetos que contienen potencialmente materiales radioactivos que producen neutrones y/o rayos gamma.
  - Registrar soldados/civiles que se rinden para asegurar que no están cableados.
  - Registrar personal en cruces/controles fronterizos para proteger de terroristas suicidas.
- 20
  - Examinar personas en grandes grupos.

Las realizaciones descritas de la invención se pretenden que sean meramente ejemplares y numerosas variaciones y modificaciones serán evidentes a aquellos expertos en la técnica.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de inspección para inspeccionar un objeto (12), el sistema que comprende:
  - a. un medio de transporte adjunto (10) que tiene un cuerpo envolvente (14);
  - 5 b. una fuente (30) de radiación penetrante contenida totalmente dentro del cuerpo (14) del medio de transporte adjunto para la generación de la radiación penetrante;
  - c. un modulador espacial para formar la radiación penetrante en un haz (24) para irradiar el objeto (12) con un perfil de exploración variable con el tiempo;
  - d. un módulo detector (100) para generar una señal difusora en base a la radiación penetrante dispersada por los contenidos del objeto (12);
  - 10 e. un controlador (40) para averiguar una característica específica de los contenidos del objeto (12) basada al menos en la señal dispersa; y
  - f. el módulo detector está contenido totalmente dentro del cuerpo del medio de transporte adjunto mientras que el medio de transporte está en movimiento durante el curso de la inspección,
  - 15 caracterizado porque el sistema además comprende un sensor de movimiento relativo (18) para generar una señal de movimiento relativo en base a un movimiento relativo del medio de transporte adjunto (10) y el objeto inspeccionado (12).
2. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un sensor de movimiento para generar una señal en base a un movimiento del medio de transporte adjunto (10) con respecto a un objeto inspeccionado estacionario (12).
- 20 3. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un generador de imágenes para formar la señal en una imagen de los contenidos del objeto basada en parte en la señal difusora y la señal de movimiento relativo.
4. Un sistema de inspección de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el medio de transporte (10) es un vehículo capaz de viajar por carretera.
- 25 5. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fuente (30) de radiación penetrante es un tubo de rayos x (32) que tiene un eje.
6. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fuente (30) de radiación penetrante es un tubo de rayos x (32) unipolar.
- 30 7. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fuente (30) de radiación penetrante es un tubo de rayos x (32) limitado a la emisión de rayos x por debajo de 350 keV.
8. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el modulador espacial incluye una rueda seccionadora giratoria (34).
9. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 5, en el que el modulador espacial incluye un buje perforado (34) capaz de rotación alrededor de un eje considerablemente coaxial con el eje del tubo de rayos x (32).
- 35 10. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fuente (30) de radiación penetrante emite radiación a un lado del medio de transporte adjunto (10).
11. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la fuente (30) de radiación penetrante emite radiación a los dos lados del medio de transporte adjunto (10).
- 40 12. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, que además comprende un detector para detectar la radiación emitida por los contenidos del objeto (12).
13. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el detector para detectar la radiación emitida por los contenidos del objeto (12) es sensible a los neutrones.
14. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 12, en el que el detector para detectar la radiación emitida por los contenidos del objeto (12) es sensible a los rayos gamma.
- 45 15. Un sistema de inspección de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el sensor de movimiento relativo (18) se elige a partir del grupo de sensores que incluyen sensores de radar, ultrasonidos, ópticos, láser, y LIDAR.

- 16.** Un método para inspeccionar un objeto (12) de la inspección con radiación penetrante, el método que comprende:
- a. generar un haz (24) de radiación penetrante que se origina totalmente dentro del cuerpo (14) de un medio de transporte adjunto;
  - 5 b. explorar la radiación penetrante a través del objeto (12) con un perfil de exploración variable con el tiempo;
  - c. detectar la radiación penetrante dispersada por el objeto (12) y generar una señal difusora;
  - d. averiguar una característica específica de los contenidos del objeto (12) basada al menos en la señal difusora; y
  - 10 e. el paso de detectar la radiación penetrante se lleva a cabo totalmente dentro del cuerpo (14) del medio de transporte adjunto mientras que el medio de transporte está en movimiento durante el curso de la inspección, caracterizado por la generación de una señal de movimiento relativo en base a un movimiento relativo del medio de transporte adjunto y el objeto de inspección.
- 17.** Un método de acuerdo con la reivindicación 16, que además comprende:
- 15 formar una imagen de los contenidos del objeto (12) basada en parte en la señal difusora y la señal de movimiento relativo.
- 18.** Un método de acuerdo con la reivindicación 16, que además comprende:
- dirigir la radiación penetrante basada al menos en parte en la señal de movimiento relativo.

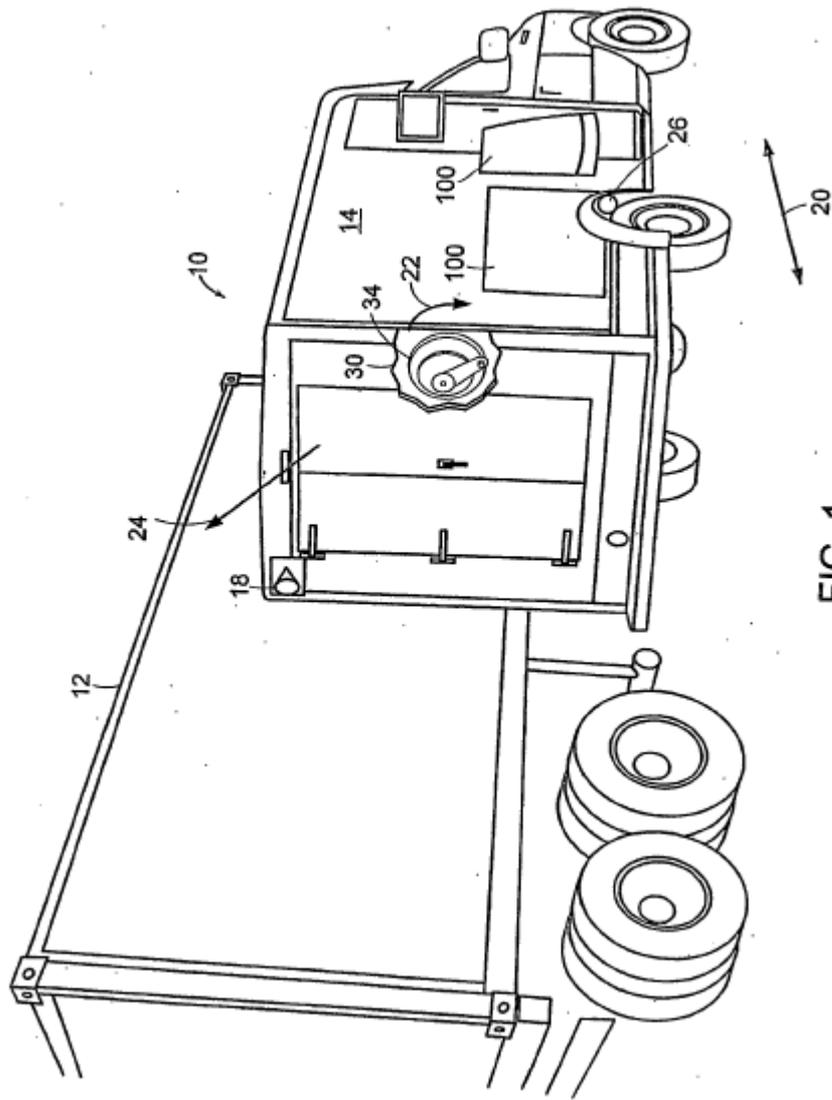


FIG. 1

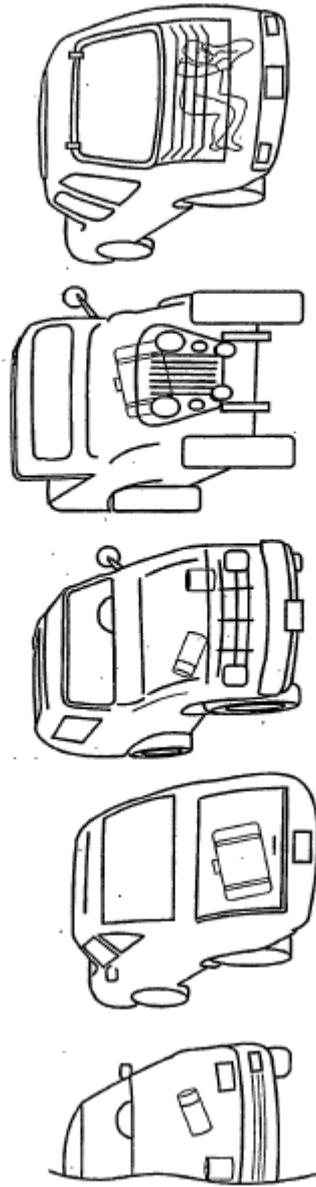


FIG. 2

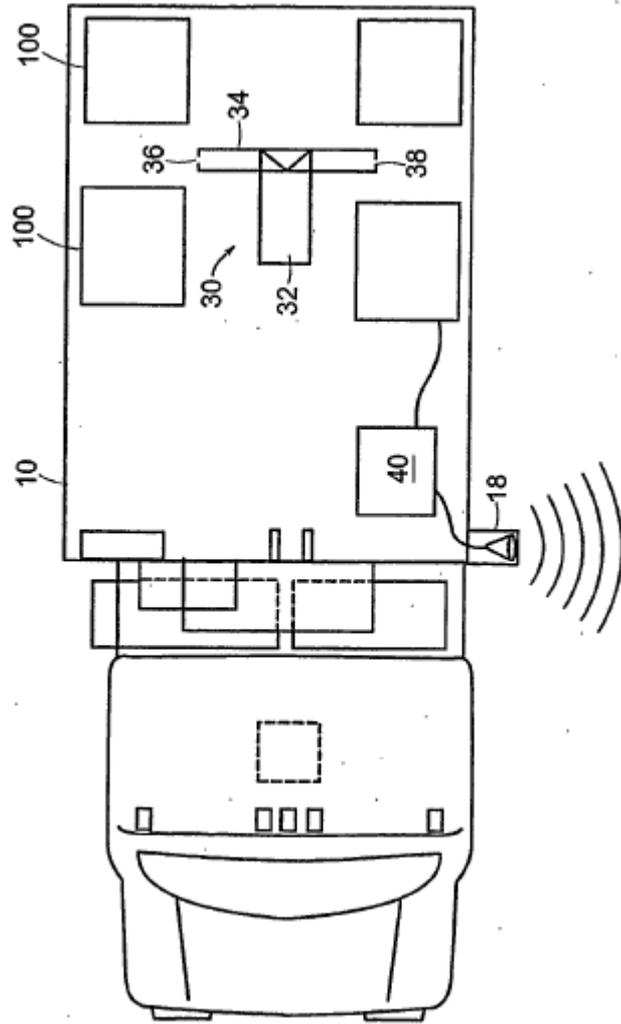


FIG. 3