

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 817 934**

51 Int. Cl.:

**G01V 5/00**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **22.01.2015 PCT/RO2015/000002**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.11.2015 WO15174875**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.01.2015 E 15750144 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3097439**

54 Título: **Sistema y procedimiento para inspección completa no intrusiva de aeronaves**

30 Prioridad:

**23.01.2014 RO 201400068**

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

**08.04.2021**

73 Titular/es:

**SC MB TELECOM LTD SRL (100.0%)  
Calea Bucurestilor, Nr.3A  
075100 Otopeni, Ilfov, RO**

72 Inventor/es:

**TUDOR, MIRCEA**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

**ES 2 817 934 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema y procedimiento para inspección completa no intrusiva de aeronaves

5 La presente invención consiste en un sistema y procedimiento para la inspección rápida, completa y no intrusiva de aeronaves utilizando radiación penetrante. La inspección se logra sin intervención humana directa en la aeronave inspeccionada, eliminando así actividades que consumen mucho tiempo, como el control físico real realizado por personal autorizado para detectar contrabando o elementos amenazantes a bordo o anomalías en la estructura de los mecanismos de la aeronave.

10 Utilizando la presente invención se obtienen imágenes radiográficas de la aeronave inspeccionada, imágenes sobre las cuales un operador puede evaluar la forma, cantidad (volumen) y naturaleza de los bienes y objetos presentes en la aeronave escaneada y defectos estructurales de la aeronave. El sistema genera imágenes radiográficas de la aeronave inspeccionada desde dos perspectivas diferentes, una sustancialmente vertical y otra sustancialmente horizontal, obteniendo así información precisa sobre el posicionamiento en el espacio de los objetos o áreas de interés.

15 En aplicaciones de aviación civil, las radiografías obtenidas con el sistema que implementa la presente invención se pueden utilizar para descubrir contrabando, transportes ilegales de mercancías prohibidas o no declaradas (drogas, explosivos, armas, gran cantidad de dinero en efectivo, incluso personas ocultas, etc.) utilizando aeronaves como medio de transporte, especialmente en los casos en que el contrabando se coloque dentro de las cavidades técnicas vacías del fuselaje o alas.

20 El sistema de acuerdo con la presente invención es móvil, pudiendo trasladarse fácilmente de una zona de aeropuerto a otra, siendo el tiempo necesario para el transporte/montaje/desmontaje una cuestión de horas. Las autoridades que utilizan este sistema pueden crear el elemento sorpresa en el control de seguridad, reubicando todo el sistema en áreas donde los transportistas de transporte aéreo ilegal no lo esperan. Por tanto, el efecto disuasorio de un sistema móvil de este tipo es significativamente mayor que el de los sistemas de detección fija.

25 En aplicaciones militares, el sistema proporciona información sobre la integridad de la aeronave militar inspeccionada, necesaria para detectar fallas, balas o proyectiles que penetren en el cuerpo de la aeronave o daños estructurales después de las misiones de combate. Las aeronaves militares se inspeccionan al regresar de las misiones de combate. Una aeronave militar, incluso si es golpeado y dañado durante el vuelo por un proyectil de guerra o por la metralla de una explosión de proyectil, a veces puede funcionar si los daños no son lo suficientemente graves como para afectar componentes vitales para un vuelo seguro. En esta situación, para mantener la capacidad y eficiencia de combate, es necesario que el personal de tierra identifique de manera correcta, completa y rápida los daños sufridos. De acuerdo con la presente invención, el sistema de inspección proporciona información sobre la estructura y componentes vitales de la aeronave, por lo tanto sobre posibles daños en tan solo unos minutos, lo cual reduce significativamente el tiempo de diagnóstico; en circunstancias normales, este tiempo es cuestión de días, o semanas, dependiendo de la complejidad de la aeronave, cuando se utilizan procedimientos clásicos basados en el desmontaje de la aeronave averiada. Es bien sabido que, en aplicaciones militares, es fundamental acortar el tiempo de la mayoría de las operaciones.

35 Actualmente, el mercado global ofrece varios sistemas y procedimientos de escaneo para escanear aeronaves utilizando radiación penetrante. Algunos de estos son sistemas de control no destructivo que solo escanean ciertas áreas de interés, utilizando detectores de radiación y generadores de rayos X ubicados convenientemente a un lado y al otro del área inspeccionada.

40 El uso de tales sistemas para la inspección completa de la aeronave está limitado por un lado por el difícil posicionamiento de los sistemas en ciertas áreas y por el otro lado por el muy largo tiempo requerido para reposicionar los componentes del sistema de escaneo que puede tomar muchas horas incluso para inspección.

45 Otros sistemas conocidos escanean las aeronaves en su integridad por motivos y aplicaciones de seguridad, utilizando un generador de radiación colocado en un brazo o marco, por encima de la aeronave y un sistema detector móvil colocado a nivel del suelo obteniendo una única imagen de la aeronave. Estos sistemas obtienen una imagen radiográfica desde una perspectiva sustancialmente vertical, siendo los objetos analizados en la imagen difíciles de localizar en el espacio y no pudiendo proporcionar ninguna radiografía del área del tren de aterrizaje.

50 Tal ejemplo es el sistema descrito por la patente 5014293/07.05.1991. Este sistema consta de un marco de brazo en forma de "C" que tiene en un lado el área del detector y en el lado opuesto la fuente de radiación. El sistema se utiliza para generar tomografía computarizada de componentes de una aeronave con el fin de detectar daños de elementos críticos. La mayor desventaja de este sistema consiste en la forma del brazo y su tamaño, lo cual ocasiona la incapacidad de inspeccionar la aeronave completa, escaneando solo algunas partes de manera secuencial. Por ejemplo, el sistema inspeccionará inicialmente la cabina de una aeronave, luego las alas una por una y luego el resto del fuselaje, estando cada secuencia acompañada de tiempos de montaje/desmontaje.

55 Otra desventaja del sistema es que el brazo tiene una forma y tamaño óptimos para inspeccionar una aeronave de tamaño reducido, siendo totalmente inadecuado para aeronaves más grandes.

Además, el tiempo para posicionar/reposicionar el sistema de escaneo para los diversos componentes es muy largo, lo cual limita significativamente el estado de operatividad. El sistema es fijo, en general montado en hangares, por lo que tiene el inconveniente de la falta de movilidad.

5 Otro sistema de inspección descrito por la patente 6466643/15.10.2002 propone una solución en la que la fuente de radiación se coloca dentro del fuselaje y los detectores se colocan en el exterior del fuselaje y luego se mueven sincrónicamente para lograr una imagen radiográfica. El sistema y el procedimiento tienen la desventaja de inspeccionar solo el fuselaje sin las alas. Además, la inspección es intrusiva y requiere acceso en la aeronave.

10 El sistema propuesto en la patente de EE.UU. n.º 8483356 B2 consiste en el uso de un brazo o armazón móvil que soporta el generador de radiación y un detector móvil colocado a nivel del suelo, alineados y moviéndose sincrónicamente para escanear una aeronave que tiene una posición fija. Las principales desventajas de esta solución consisten en el hecho de que el sistema de escaneo necesita sortear algunos obstáculos como las ruedas, que no se escanean, y además mantener permanentemente una perfecta sincronización entre los dos subsistemas móviles. Además, el movimiento de detectores móviles debajo de la estructura de la aeronave, sin pasar por las ruedas, conlleva tiempos de escaneo prolongados y dificultades para generar una imagen radiográfica unificada.

15 Otro sistema de escaneo no intrusivo se describe en la solicitud de patente A/2012/00443 (PCT/RO2012/000030); el sistema sin embargo, no da una imagen radiografiada completa desde dos perspectivas, sino solo una perspectiva única en la aeronave escaneada, insuficiente para discriminar con precisión los objetos que están prohibidos o no declarados a bordo y especialmente insuficiente para identificar daños al sistema de a bordo y la estructura de la aeronave generada por proyectiles de guerra.

20 El documento CN103529480 describe una carcasa de escaneo con una fuente de radiación penetrante deslizable o una pluralidad de fuentes en el techo de la misma y una línea detectora en una zanja en el suelo para inspeccionar una aeronave que se mueve a través del sistema de escaneo.

25 El documento US2007237294 divulga dos sistemas ortogonales de escaneo de rayos X o gamma, que comprenden dos fuentes fijas en un portal fijo, que irradian un camión contenedor desde la parte superior y desde un lado y dos matrices de detectores, uno en o debajo del suelo frente a la fuente superior y el otro en un lado opuesto a la fuente lateral.

30 El problema técnico que resuelve la presente invención es la inspección no intrusiva y completa de aeronaves mediante un sistema de inspección, como se define en la reivindicación 1, con alta capacidad, que genera al menos dos imágenes radiográficas completas de la aeronave desde diferentes perspectivas, mientras dicha aeronave es remolcada por un dispositivo de remolque ubicado en la pista, a través de dos marcos de escaneo. Para aclarar la presentación del sistema y un ejemplo de un procedimiento, se utilizan varios términos:

35 • La fuente de radiación penetrante se refiere a una fuente de radiación ionizante que pueden ser fuentes naturales de material radiactivo (como Co60 o Se75), generadores de rayos X o aceleradores lineales (LINAC), u otras fuentes de radiación penetrante en el medio sólido. Cuando se utiliza una fuente natural, la elección del material radiactivo se hará en función de la profundidad de penetración deseada y el tamaño del área de exclusión disponible en el sitio donde se realiza el escaneo.

• El marco de escaneo se refiere al conjunto que consiste en una fuente de radiación penetrante y una matriz de detectores de radiación ubicados a una distancia predefinida, a través del cual viaja el objeto escaneado, en este caso, una aeronave.

40 • La matriz de detectores se refiere a una matriz de detectores de radiación penetrante alineados en una o más filas.

• El conjunto del módulo de detección se refiere a un conjunto de múltiples conjuntos idénticos de detectores alineados uno tras otro.

45 El sistema de inspección no intrusiva implica la irradiación de dos o más matrices de detectores, típicamente un conjunto ubicado en la pista de aterrizaje y el segundo conjunto sobre un soporte vertical sustancial. Las señales eléctricas generadas por los detectores se procesan de forma analógica/digital para generar una imagen radiográfica, que aparecerá en el monitor de una estación de trabajo. El procesamiento de la información generada a partir de una gran cantidad de detectores, en general unos miles, implica complejos bloques electrónicos y una red de cables con gran cantidad de conexiones paralelas entre el brazo y los subsistemas que generan una imagen radiográfica.

50 El sistema de inspección completo y no intrusivo de las aeronaves de acuerdo con la presente invención comprende una unidad de escáner móvil, que puede ser un chasis de camión sobre el que se instala una superestructura metálica, que lleva los componentes del sistema de inspección, una unidad de remolque de aeronave móvil, un sistema informático para la adquisición, procesamiento y visualización de datos proporcionados por la matriz de detectores de radiación y para el control del proceso de escaneo, un primer marco de escaneo que se utiliza para obtener una imagen radiográfica de la aeronave inspeccionada mediante una proyección sustancialmente vertical, un segundo marco de escaneo utilizado para obtener una imagen radiográfica de la aeronave inspeccionada mediante una

55

5 proyección sustancialmente horizontal, un brazo mecánico que consta de uno o más segmentos conectados a la unidad de escaneo móvil en el que se monta una matriz de detectores de radiación, que durante el escaneo está en la posición extendida a lo largo del marco de la unidad de escaneo móvil al costado de la aeronave inspeccionada, así como una fuente de radiación reubicada colocada en el costado de la aeronave inspeccionada, en el lado opuesto del brazo mecánico de modo que su haz de radiación se dirija al brazo mecánico y exponga la matriz de detectores de radiación.

10 El marco de escaneo que genera una proyección sustancialmente vertical (vista superior) consiste en un brazo mecánico formado por uno o más segmentos, que está conectado en un extremo a la unidad de escaneo móvil, y que tiene en el otro extremo montada una fuente de radiación penetrante que en modo de escaneo se coloca por encima de la aeronave inspeccionada, por lo que el haz de radiación emitido por la fuente de radiación se dirige hacia el suelo, en un plano vertical sustancial y desde una matriz de detectores instalados en tierra, colocados debajo de la aeronave inspeccionada, de modo que los detectores están expuestos al haz de la fuente de radiación por el que pasa la aeronave inspeccionada, remolcada por la unidad móvil.

15 El marco de escaneo que produce una proyección sustancialmente horizontal (vista lateral) consta de otro brazo mecánico articulado, que consta de uno o más segmentos conectados a la unidad de escaneo móvil en la que se monta otra serie de detectores de radiación y que en el proceso de escaneo tiene una posición sustancialmente vertical, en el lado de la aeronave inspeccionada y una fuente de radiación reubicable colocada en el lado de la aeronave inspeccionada en el lado opuesto del brazo mecánico de modo que su haz de radiación se dirija hacia el brazo mecánico y exponga la matriz de detectores de radiación.

20 Al hacer funcionar el sistema, el dispositivo de remolque está remolcando la aeronave inspeccionada a través de los dos marcos de escaneo, el movimiento se sincroniza con el inicio de las fuentes de radiación penetrantes y la adquisición de datos de los detectores de radiación para obtener al menos dos imágenes radiográficas de la aeronave desde diferentes perspectivas.

25 En el modo de transporte del sistema, el brazo mecánico y el brazo articulado se pliegan para asegurar unas dimensiones totales mínimas, permitiendo la clasificación del vehículo en las dimensiones legales para el transporte por vía pública. En el modo de escaneo, el brazo mecánico se extiende formando un ángulo variable con el chasis de la unidad de escaneo móvil, en su extensión, con el ángulo que depende del tamaño (altura y envergadura) de la aeronave a escanear, y el brazo articulado se coloca en una posición vertical sustancial, orientado hacia la parte trasera del chasis, mediante un movimiento de rotación contra un eje al menos 90 grados.

30 El movimiento del brazo mecánico y el brazo articulado son ejecutados automáticamente por los cilindros hidráulicos, servomecanismos o actuadores electromecánicos según comandos recibidos de un PLC a través de válvulas hidráulicas o componentes de comando.

35 La unidad de escaneo móvil (MSU) está equipada con un subsistema de supervisión de posición de la aeronave escaneada desde los marcos de escaneo, que contiene al menos un sensor de proximidad que detecta la presencia de la aeronave en la proximidad del primer marco de escaneo, en la dirección del movimiento de la aeronave, que se utiliza para iniciar automáticamente la emisión de radiación al comienzo del escaneo y detener la emisión de radiación al final del escaneo.

40 El sistema de escaneo incluye un centro de control remoto móvil (MRCC), el cual se ubica fuera del área de exclusión y su propósito es gestionar de forma remota inalámbrica o por cable todos los procesos involucrados en la inspección no intrusiva a través de un sistema informático interconectado con un sistema informático. Dentro del centro de control remoto móvil hay un subsistema de adquisición, procesamiento, almacenamiento y visualización de la imagen escaneada. El sistema de escaneo también incluye un subsistema de protección perimetral.

45 La unidad de escaneo móvil, en este caso un chasis de camión, está equipada con un chasis suplementario, sobre el cual se monta el brazo que sostiene la primera fuente de radiación, sobre un sistema de soporte intermedio deformable en forma de paralelogramo, o un segmento intermedio rígido, que en el modo de transporte se pliega sobre la plataforma de la unidad móvil, mientras que en el modo de escaneo se extiende hacia la posición vertical, por lo que el brazo mecánico adjunto se puede elevar a una altura adecuada para escanear fácilmente la aeronave, brazo en el que otra variante de implementación puede tener una construcción fija, o en una variante de implementación alternativa puede estar hecha de secciones telescópicas, extensibles en longitud, dependiendo del tamaño de la aeronave escaneada.

50 La línea de detectores (Conjunto de Detección Modular) está ubicada en la superficie de carrera de la aeronave y está montada en una carcasa metálica hecha de una aleación de bajo peso, fácil de manejar, y todo el conjunto puede ser manejado fácilmente por el operador de la unidad de escaneo móvil.

55 La línea de detectores (Conjunto de Detección Modular) de radiación penetrante colocada a nivel del suelo, está hecha de bloques sólidos, estando cada módulo compuesto por una matriz de detectores de radiación montados en un enchufe técnico sellado, hecho de una media carcasa superior, una media carcasa inferior, entre las cuales se encuentra una red de apoyo de puntos de contacto entre las dos medias carcasas.

Los subsistemas se combinan de forma complementaria, de modo que los puntos de apoyo aseguran la resistencia mecánica necesaria para permitir el remolque de una aeronave pesada sobre ellos, al tiempo que proporcionan el paso de radiación penetrante sin blindaje a través de la pared de la mitad superior de la carcasa, a la matriz de detectores de radiación.

- 5 A lo largo del chasis suplementario, el brazo articulado está montado en una junta giratoria alrededor de un eje, brazo que está equipado con al menos dos matrices de detectores de radiación.

En el modo de transporte, el brazo mecánico y el brazo articulado se pliegan a lo largo del chasis, y el conjunto de detección modular, la fuente reubicable, de radiación penetrante, así como el dispositivo de remolque móvil se cargan en el chasis, más exactamente en la superestructura, con todo el sistema que sigue la siguiente secuencia para la conversión del modo de transporte al modo de escaneo:

- 10
- La línea de detectores (conjunto de detección modular) se descarga del chasis y el operador la ensambla en la pista a lo largo del eje longitudinal del chasis de modo que la línea vertical descienda de la fuente de radiación penetrante colocada en el extremo del brazo mecánico para caer a el centro de la línea de detectores (conjunto de detección modular);
- 15
- El chasis se fija al suelo a través de los soportes de 4 puntos accionados hidráulicamente; estabilizadores.
  - La fuente de radiación penetrante móvil se descarga del chasis y se coloca a una distancia correspondiente de la unidad de escaneo móvil, de modo que a través de ella y la radiación de la fuente móvil pueda pasar la aeronave que se va a escanear.
- 20
- El dispositivo de remolque se descarga del chasis y se coloca junto a la entrada del área de exclusión, antes de la línea de detectores, para acoplarse a la aeronave escaneada;
  - El brazo mecánico ejecuta un movimiento de elevación desde la posición tendida a lo largo del chasis hacia la posición hacia arriba, formando un ángulo variable con el plano del chasis, ángulo determinado por el tamaño de la aeronave a escanear;
- 25
- En la versión de implementación con brazo telescópico, el brazo mecánico ejecuta un movimiento para extenderse hasta una longitud predefinida, dependiendo de la envergadura de la aeronave, y el brazo plegable ejecuta un movimiento de rotación de al menos 90 grados, desde la cabina del conductor hasta la parte trasera del chasis, finalmente colocado en un ángulo conveniente, de acuerdo con el tamaño y la envergadura de la aeronave a escanear;

El procedimiento de control no intrusivo, de acuerdo con la invención, elimina las desventajas de los sistemas anteriores en el sentido de que, la unidad de remolque móvil se acopla a una aeronave inspeccionada que se lleva al área de escaneo, en la posición adecuada y se rastrea a través de los dos marcos de escaneo sincronizado con el inicio de las dos fuentes de radiación y sincronizado con la transmisión de los datos de las matrices de detectores al subsistema para la adquisición, procesamiento y visualización de los datos de los detectores de radiación donde se adquieren, almacenan y procesan para generar y mostrar imágenes radiográficas.

- 30
- La aeronave es remolcada a través de los dos marcos de escaneo con una velocidad de escaneo recomendada, dependiendo del tipo de aeronave y de la carga declarada, con la velocidad medida mediante un subsistema de medición de velocidad, ubicado en el dispositivo de remolque móvil. El subsistema de seguimiento de la posición de la aeronave escaneada contiene al menos un sensor de proximidad que detecta la presencia de la aeronave en la proximidad del primer marco de escaneo en la dirección de desplazamiento de la aeronave y determina el inicio de las fuentes de radiación.
- 35

- 40
- El proceso de escaneo se detiene automáticamente en los siguientes casos: cuando la aeronave ha pasado por completo a través de los dos marcos de escaneo, cuando los intrusos traspasan el área de exclusión; al activar un sensor, que indica que la aeronave ha perdido su trayectoria predefinida; o cuando la aeronave se encuentra peligrosamente cerca de alguno de los componentes del sistema de escaneo, cuando la velocidad de la aeronave fluctúa peligrosamente fuera de los límites predefinidos, límites que el sistema no puede manejar. El operador puede iniciar manualmente la parada de emergencia del proceso de escaneo en cualquier momento durante el proceso de escaneo. Durante el proceso de escaneo, las imágenes radiografiadas se muestran en la pantalla del operador simultáneamente y sincronizadas con el movimiento de la aeronave.
- 45

Las ventajas de la invención:

- Gran cantidad de aeronaves inspeccionadas en un corto período de tiempo (hasta 20 por hora);
- 50
- Inspección completa de la aeronave, incluida la cabina, el cuerpo de la aeronave y la bodega de equipaje, las alas y cualquier objeto adherido a la aeronave;

- Lograr una imagen completa de la aeronave escaneada mediante la visualización de una imagen radiográfica desde 2 perspectivas diferentes, vista superior y vista lateral, generadas por las dos fuentes de radiación penetrante ubicadas en la parte superior y lateral de la aeronave inspeccionada;
- 5 • Evitar casos desfavorables de obtención de imágenes radiográficas no concluyentes generadas por posiciones desfavorables de los elementos que se pretenden descubrir mediante la generación simultánea de dos vistas desde diferentes perspectivas, de las cuales solo una puede ser inconclusa;
- Eliminar el riesgo de irradiación profesional de los operadores y el riesgo de irradiación accidental de posibles intrusos en el área de exclusión;
- Utilizar personal operativo limitado a una persona por turno;
- 10 • Movilidad, flexibilidad y maniobrabilidad del sistema;
- Alto grado de automatización;
- Mayor productividad, mayor número de aeronaves inspeccionadas por unidad de tiempo, al automatizar los procesos y reducir los tiempos muertos debido a los procesos de gestión de las TIC;

Además, se presenta un ejemplo de implementación de la invención en relación con las figuras 1 a 4 que describen:

15 Figura 1: vista en perspectiva del sistema de inspección no intrusivo en un modo de escaneo

Figura 2: vista superior del sistema de inspección no intrusiva, de acuerdo con la invención, colocado dentro del área de exclusión;

Figura 3: Vista lateral (aeronave) del sistema de inspección no intrusiva en modo de escaneo;

Figura 4: vista en perspectiva de los módulos de detección.

20 En una variante de implementación, el sistema de inspección completo y no intrusivo de acuerdo con la invención es un conjunto de escaneo no intrusivo móvil, instalado en el chasis de un vehículo. **1**, con poco peso total, sobre el que hay un chasis suplementario, denominado en adelante superestructura **2**, sobre el cual **se ha fijado** un perfil de paralelogramo deformable **3**, que ha montado un brazo mecánico **4**, en una articulación doble **5**, apoyando al final la fuente de radiación penetrante **6**. A lo largo de la superestructura **2**, un brazo articulado **7** está instalado, en una junta **8**, con un grado de libertad, brazo equipado con una matriz de detectores **9**. El brazo mecánico **4** y el brazo articulado **7** están hechos de acero y aleaciones ligeras, y ambos se pliegan desde la cabina del conductor **10** hacia la aeronave que se va a escanear.

30 La línea de detectores (conjunto de detección modular) **11**, consta de módulos idénticos que se ensamblan uno junto al otro, cada módulo se fabrica mecanizando en bloques sólidos de material metálico, cada bloque consta de una mitad superior de carcasa **12** y una mitad inferior de carcasa **13** que combinan una conexión sellada complementaria, proporcionando una cavidad técnica climatizada, en la que está montada una matriz de detectores **14**, proporcionando un paso sin blindaje a través de la pared de la mitad superior de la carcasa hacia la matriz de detectores, mientras soporta el peso de una aeronave, remolcada sobre la línea de detectores **11**. Las medias carcasas se combinan de forma complementaria, de modo que la red de puntos de apoyo asegura la resistencia mecánica necesaria para descargar las fuerzas aplicadas por las ruedas de la aeronave a la mitad superior de la carcasa, a través de los puntos de apoyo, a la mitad inferior de la carcasa y luego tierra, al paso de una aeronave sobre la línea de detectores (conjunto de detección modular) a través de rampas modulares ascendentes y descendentes, que están diseñadas para generar planos inclinados entre la superficie de la pista y la superficie superior de la línea de detectores.

40 La línea de detectores (montaje) **11**, se descargará del chasis **1** por módulos, y se ensamblará en la pista de desplazamiento dentro del área de exclusión **a**, el dispositivo de remolque **15** también se descarga del chasis **1** y listo para ser acoplado a la transmisión de la aeronave, con el fin de remolcar la aeronave a través de los marcos de escaneo. La fuente de radiación penetrante reubicable **16** se descarga del chasis y se coloca siguiendo la línea de detectores (conjunto de detección modular) **11**. En una variante de implementación, la fuente de radiación penetrante reubicable **16** está montada sobre un soporte regulable **17** que permite ajustar la altura de la fuente desde el suelo, para obtener una cómoda proyección geométrica en la imagen escaneada en función del tipo y tamaño de la aeronave a escanear.

Debido a que en el área de escaneo de las aeronaves se debe brindar protección radiológica activa contra la irradiación accidental de posibles intrusos, se proporcionó un subsistema de protección perimetral **18**, que da como resultado un área de exclusión rectangular **a**.

50 Un subsistema de gestión informatizado **19**, comanda y controla a distancia todo el subsistema: la dirección y velocidad del dispositivo de remolque, la posición en la zona de exclusión y los demás periféricos conectados al sistema de acuerdo con la invención, incluidos los controles de extensión y plegado de los dos brazos y el subsistema de parada

de cuatro puntos del chasis, y comunicación con todos los componentes mediante una red informática local cableada o inalámbrica.

5 Todos los componentes físicos del subsistema de gestión computarizado **19**, y la estación de trabajo del operador están instalados en el centro de control móvil **22** que, durante el transporte, es remolcado por el chasis **1**, y durante el escaneo se coloca fuera del área de exclusión **a**. En otra variante de implementación, el centro de control móvil **22** se puede lograr en una versión compacta, donde todos los componentes de hardware están instalados en una caja tipo maleta.

10 La unidad de escaneo móvil, de acuerdo con la invención, tiene dos modos de presentación, tales como: "modo de escaneo" y "modo de transporte". La conversión de un modo a otro se realiza mediante el funcionamiento de cilindros hidráulicos, actuadores, actuadores electromecánicos, lo cual lleva a cabo una reconfiguración de la posición del brazo mecánico. **4** por deformación del paralelogramo y/o cambiando el ángulo del brazo mecánico con la horizontal y el brazo **7**, rotando el brazo respecto al eje de rotación donde está montado.

15 En modo transporte, el brazo mecánico **4** y el brazo articulado **7** se pliegan a lo largo del chasis **1** para garantizar la inscripción de las dimensiones generales del conjunto en los límites legales para la conducción en la vía pública, y para garantizar una correcta distribución de las cargas sobre ruedas. Componentes del sistema de escaneo: la línea de detectores (conjunto de detección modular) **11**, el dispositivo de remolque móvil **15**, y la fuente de radiación penetrante reubicable **16** se cargan en la plataforma del chasis **1** y se aseguran fijándolos en las posiciones de transporte.

20 En el modo de escaneo, la línea de detectores (conjunto de detección modular) **11** se coloca en la pista, la fuente de radiación penetrante reubicable **16** se coloca en la continuación de la línea de detectores (conjunto de detección modular) **11** y el dispositivo de remolque **15** se adjunta a la aeronave que se va a escanear. El brazo mecánico **4** realiza un movimiento ascendente del soporte deformable en forma de paralelogramo **3**, y un ángulo de inclinación desde la cabina del conductor **10** en altura, formando un ángulo variable desde la horizontal, dependiendo del tamaño de la aeronave a escanear, a continuación puede ejecutar un movimiento de extensión, mediante desplazamiento telescópico, hasta una longitud predefinida; el brazo articulado **7** equipado con la segunda matriz de detectores **9**, ejecuta un movimiento de plegado, una rotación de al menos 90 grados desde la cabina del conductor **10** a la parte trasera del chasis **1**, en modo de escaneo.

30 Una vez instalados los componentes del sistema, puede continuar con el procedimiento de escaneo iniciando un comando a través del comando de interfaz en el centro de comando móvil, momento en el que el dispositivo de remolque móvil, que está conectado al tren motriz de la aeronave, comienza a moverse a través del marcos de escaneo, con el primer marco que está definido por la línea de detectores (conjunto de detección modular) **11** colocado en la pista y la fuente de radiación penetrante **6**, llevado por el brazo mecánico **4**, en la unidad de escaneo móvil y el segundo marco de escaneo definido por la matriz de detectores **9**, montada sobre brazo articulado **7** y la fuente de radiación penetrante **16**, colocada a continuación de la línea de detectores **11**. La unidad de escaneo móvil está equipada con un subsistema de supervisión de posición de la aeronave escaneada **20**, que comprende al menos un sensor de proximidad **21** que detecta la presencia de la aeronave en las proximidades del marco de escaneo y se utiliza para iniciar automáticamente la emisión de radiación al comienzo del proceso de escaneo y para detener la emisión de radiación al final del escaneo de la aeronave.

40 El escaneo se puede detener automáticamente cuando la aeronave escaneada pasa por completo a través de los dos marcos de escaneo, cuando se acerca peligrosamente a cualquiera de los componentes del sistema de escaneo, si los intrusos ingresan al área de exclusión **a**, al activar el sensor que envía una señal cuando el dispositivo de remolque móvil **15** no sigue la trayectoria preestablecida al pasar sobre la línea de detectores (conjunto de detección modular) **11**, al detectar una variación peligrosa de velocidad; durante esta fase las imágenes escaneadas de la aeronave se muestran en el monitor del operador, al mismo tiempo que se crea y archiva un archivo único que contiene la imagen escaneada de la aeronave y la grabación en vivo de todo el proceso de escaneo, y al final de la fase de escaneo, las fuentes de radiación **6** y **16** se detienen automáticamente, protección perimetral del área de exclusión **a** se desactiva automáticamente, el dispositivo de remolque móvil **15** se separa del tren motriz de la aeronave y, después de eso, la aeronave puede abandonar el área de exclusión y el ciclo de escaneo puede reiniciarse.

50 El dispositivo de remolque móvil **15** se puede realizar en diversos modos de realización en la presente invención, ya sea mediante una unidad tractora impulsada por un operador humano sentado en una cabina protegida de la radiación por paredes de plomo u otros materiales de protección, o remotamente por radiofrecuencias o mediante cableado.

El centro de control móvil **22** se coloca fuera del área de exclusión **a**, área delimitada por el subsistema de protección perimetral **18**.

55 El chasis **1** tiene un chasis de acero adicional denominado superestructura **2**, sobre el cual se ensamblan todos los componentes de la unidad de escaneo móvil tales como: las partes relacionadas del sistema hidráulico: tanque de aceite, distribuidores, circuitos de control y seguridad, los armarios con los circuitos eléctricos y electrónicos. Algunos de estos últimos subconjuntos no están figurados, considerando que son componentes en sí mismos, conocidos y no reivindicados.

La fuente de radiación penetrante **6** se fija al extremo superior del brazo mecánico **4**, por lo que el haz de radiación debe colimarse en la línea de detectores (conjunto de detección modular) **11** ubicado en la pista con el propósito de convertir la radiación penetrante recibida en señales eléctricas que luego son procesadas y transformadas en una radiografía (vista superior) de la aeronave escaneada. Del mismo modo, la fuente de radiación penetrante móvil **16** se coloca frente al brazo articulado **7**, de modo que un haz de radiación colima sobre el área de los detectores **9**, instalado en brazo articulado **7**, con la función de convertir la radiación penetrante recibida en señales eléctricas, que luego se procesan y se convierten en una radiografía (vista lateral) de la aeronave escaneada.

Las matrices de detectores **9** y **14** pueden contener detectores híbridos para una fuente de rayos X, con cristales de centelleo y fotodiodos o detectores monolíticos con dispositivos de carga acoplada. Para una fuente de rayos gamma se utilizan detectores híbridos con cristales de centelleo acoplados a tubos fotomultiplicadores. La disposición del detector se puede hacer, dependiendo de la combinación fuente-detector y el diseño de los detectores elegidos, en una línea, dos líneas o en matrices de diferentes formas.

El subsistema de protección perimetral del área de exclusión **18** es un subsistema activo de protección radiológica, que actúa directamente sobre las fuentes de radiación penetrante **6** y **16**, de forma que las fuentes **6** y **16** se cierran o detienen automáticamente si los intrusos entran en el área de exclusión, para protegerlos contra la irradiación accidental. Los sensores activos que forman parte del subsistema de protección perimetral se colocan de manera que se determine un perímetro rectangular, denominado área de exclusión **a**. Estos sensores están conectados permanentemente a través de una conexión inalámbrica o por cable al centro de control móvil. **19**, donde envían una señal de alarma si los intrusos ingresan al área, lo cual apaga automáticamente las fuentes **6** y **16** y activa un mensaje de texto, vocal y gráfico en la interfaz gráfica del software para el operador, indicando el lado penetrado. El subsistema ha sido diseñado para funcionar en condiciones climáticas adversas respectivamente, lluvia, nieve, viento, temperaturas extremas, etc. La protección del perímetro está desactivada para permitir la entrada/salida hacia/desde el área de exclusión para aeronaves escaneadas.

El centro de control móvil **22** gestiona todos los componentes y periféricos que forman parte del sistema de escaneo móvil proporcionando automatización de procesos, incluido un subsistema para la adquisición, procesamiento, almacenamiento y visualización de la imagen radiografiada **23**, a través de conexión inalámbrica o por cable.

En un modo de realización alternativo de la presente invención, la línea de detector (conjunto de detección modular) **11** se coloca en el suelo y se conecta con plataformas de acceso modulares **14** colocadas a ambos lados de los módulos de detección y conectadas mecánicamente a estos. La inclinación de estas plataformas permite que el dispositivo de remolque y la aeronave pasen por encima de los detectores.

En un modo de realización alternativo de la presente invención, la línea de detector (matriz de detectores modulares) **11** está asentada en una zanja en la pista, con su parte superior al nivel del suelo, eliminando la necesidad de plataformas.

Para un uso óptimo del sistema móvil de inspección no intrusiva de aeronaves, se requiere al menos un sistema de alineación **24**, colocado en las fuentes de radiación penetrante y orientado hacia las matrices de detectores de radiación para facilitar la alineación del haz de radiación con las líneas detectoras de las matrices de detectores.

En una implementación alternativa, el sistema **24** puede ser un transmisor láser **25** cuyo rayo láser es paralelo al rayo de radiación o está superpuesto a él, lo cual permite al operador ajustar la posición relativa de la fuente de radiación a la correspondiente matriz de detectores.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de inspección móvil no intrusivo para aeronaves que consta de:
  - a. Unidad de escaneo móvil 1 que lleva los componentes del sistema de inspección y que se utiliza para descargar y posicionar componentes para escanear una aeronave inspeccionada.
  - 5 b. Un dispositivo de remolque (15)
  - c. Un centro de control móvil (22) que se coloca fuera de un área de exclusión.
  - d. Un primer marco de escaneo utilizado para obtener una imagen radiográfica de la aeronave inspeccionada a través de una proyección sustancialmente vertical, que consta de:
    - 10 i. Un brazo mecánico (4), que consta de uno o más segmentos telescópicos que se ensamblan en ángulo variable en la unidad móvil de escaneo (1) que tiene montada en el extremo libre una fuente de radiación penetrante (6) y en el que, en el modo de escaneo, el brazo se coloca encima de la aeronave inspeccionada de modo que el haz de radiación de la fuente de radiación penetrante (6) se oriente hacia el suelo, pasando a través del fuselaje de la aeronave inspeccionada, en un plano sustancialmente vertical;
    - 15 ii. Una línea de detectores (11), configurada para ser instalada en el suelo, provista de una matriz de detectores (14) dispuestos para ser colocados debajo de la aeronave inspeccionada de manera que estén expuestos al haz de la fuente de radiación penetrante (6), alineados con este haz, sobre cuya línea es remolcable la aeronave inspeccionada;
  - e. Un segundo marco de escaneo utilizado para obtener una imagen radiográfica de la aeronave inspeccionada a través de una proyección sustancialmente horizontal, que consta de:
    - 20 i. un brazo articulado (7) que consta de uno o más segmentos de secciones lineales, curvas, o una combinación de los mismos, acoplado mecánicamente de forma oscilante con la unidad de escaneo móvil (1), teniendo el brazo articulado una matriz de detectores de radiación (9) instalados en el mismo, que en el proceso de escaneo tiene una posición sustancialmente vertical, en un ángulo variable, en el lado hacia la aeronave escaneada, y durante el transporte se pliega a lo largo de la plataforma de la unidad de escaneo móvil.
    - 25 ii. Una fuente de radiación reubicable (16), configurada para ubicarse en el lado de la aeronave inspeccionada opuesto al brazo articulado (7), de modo que su haz de radiación se dirija hacia el brazo articulado (7), pasando por el fuselaje de la aeronave inspeccionada, y exponiendo la matriz de detectores (9), alineados con el haz de radiación a la radiación;
  - f. Un subsistema para la adquisición, procesamiento y visualización de datos proporcionados por los detectores de radiación (14, 9) y un subsistema de gestión computarizado (19) contenido en el centro de control móvil (22) para controlar el proceso de escaneo; y en el que el dispositivo de remolque móvil (15) está configurado para remolcar la aeronave inspeccionada a través de los dos marcos de escaneo, y el movimiento está sincronizado con la activación de las fuentes de radiación penetrantes y reubicables (6, 16) y la adquisición de datos de los detectores de radiación (14, 9), con el fin de obtener al menos dos imágenes radiográficas (23) de la aeronave desde diferentes ángulos.
- 35 2. El sistema de inspección móvil no intrusivo de aeronave según la reivindicación (1) en el que el brazo mecánico (4) del primer marco de escaneo está conectado a la unidad de escaneo (1) a través de un soporte (5) en forma de paralelogramo deformable, que en modo de transporte está plegado en la plataforma de la unidad móvil, y en el modo de escaneo se eleva, por lo que el brazo mecánico adjunto (4) se coloca a una altura adecuada para escanear fácilmente la aeronave y evitar colisiones con la punta del ala de la aeronave escaneada.
- 40 3. El sistema de inspección móvil no intrusivo de una aeronave según la reivindicación 1, caracterizado por que el brazo articulado (7), consta de uno o más segmentos lineales o codos y está montado en una articulación (8), con un grado de libertad, con el brazo equipado con la matriz de detectores (9) y pudiendo plegarse para transporte por rotación, hacia la cabina del conductor en al menos 90 grados, hasta alcanzar una posición sustancialmente paralela a una estructura (2).
- 45 4. El sistema de inspección móvil no intrusivo de una aeronave según la reivindicación 1 caracterizado por que el centro de control móvil (22) está diseñado para gestionar de forma remota todos los procesos implicados en el sistema de inspección no intrusivo.
- 50 5. El sistema de inspección móvil no intrusivo de la aeronave según la reivindicación 1, en el que el subsistema de gestión computarizado (19) está interconectado con un sistema computarizado externo para supervisar y hacer funcionar el sistema de inspección, con el fin de supervisar el proceso desde otra ubicación geográfica relativa al lugar de escaneo.

6. El sistema de inspección móvil no intrusivo de la aeronave según la reivindicación **1**, en el que el dispositivo de remolque (**15**) tiene un movimiento sincronizado con el proceso de escaneo que es controlado por el subsistema de gestión computarizado (**19**).
- 5 7. El sistema de inspección móvil no intrusivo de la aeronave según la reivindicación **1**, que comprende al menos un sistema de alineación (**24**) constituido por un emisor óptico (**25**) cuyo haz es paralelo o superpuesto al haz de radiación.
8. El sistema de inspección móvil no intrusivo de la aeronave según la reivindicación **1**, que comprende al menos un sensor de proximidad (**21**), que detecta la presencia de la aeronave en la proximidad de los marcos de escaneo que se utiliza para encender automáticamente la emisión de radiación penetrante al comienzo del escaneo y para detener la emisión de radiación penetrante al final del escaneo.
- 10 9. El sistema de inspección móvil no intrusivo de la aeronave según la reivindicación **1**, en el que la fuente de radiación penetrante reubicable (**16**) está montada en un soporte ajustable (**17**) que puede colocarse en el suelo en una posición adecuada en relación con el tamaño de la aeronave a escanear, y cuya altura desde el suelo se puede ajustar para obtener una proyección geométrica optimizada en la imagen radiográfica, en relación al tipo de aeronave escaneada y áreas de interés.

15

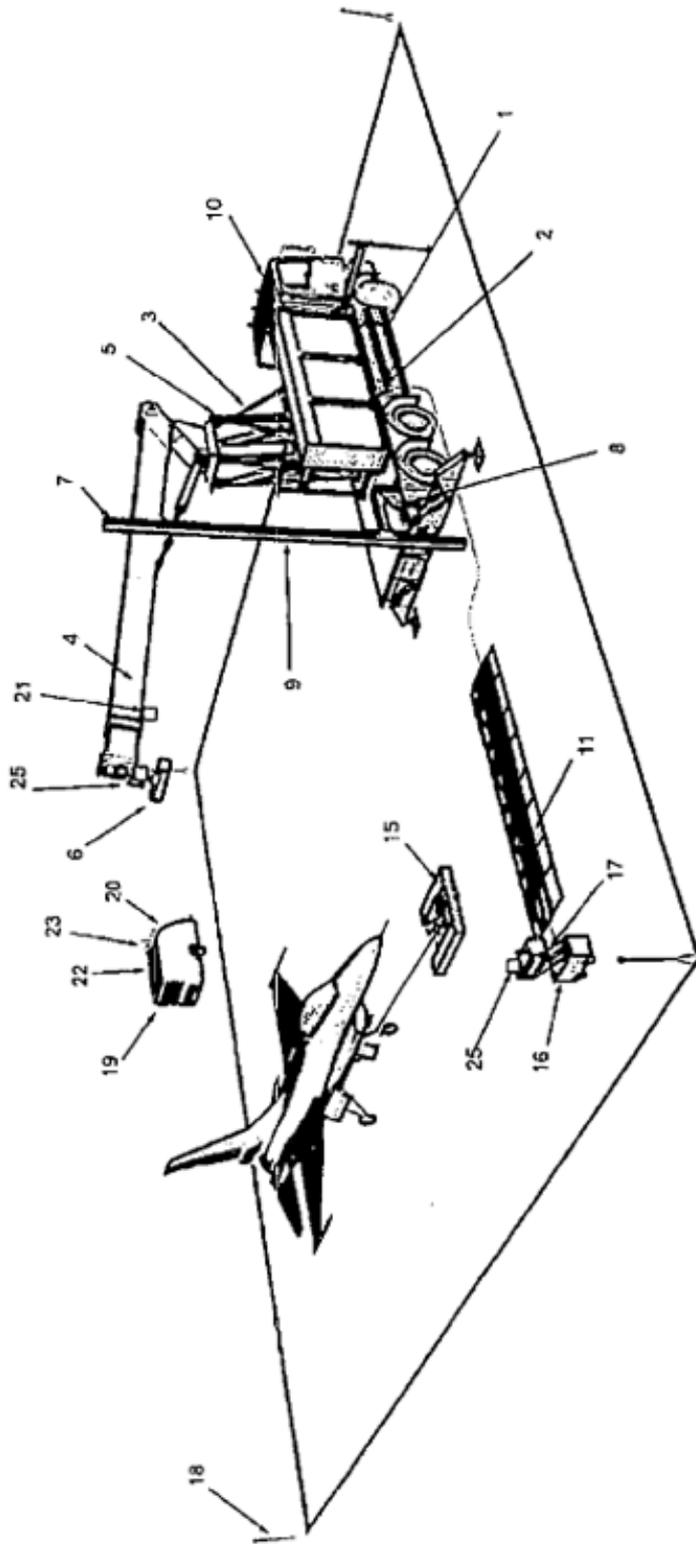


Figura 1

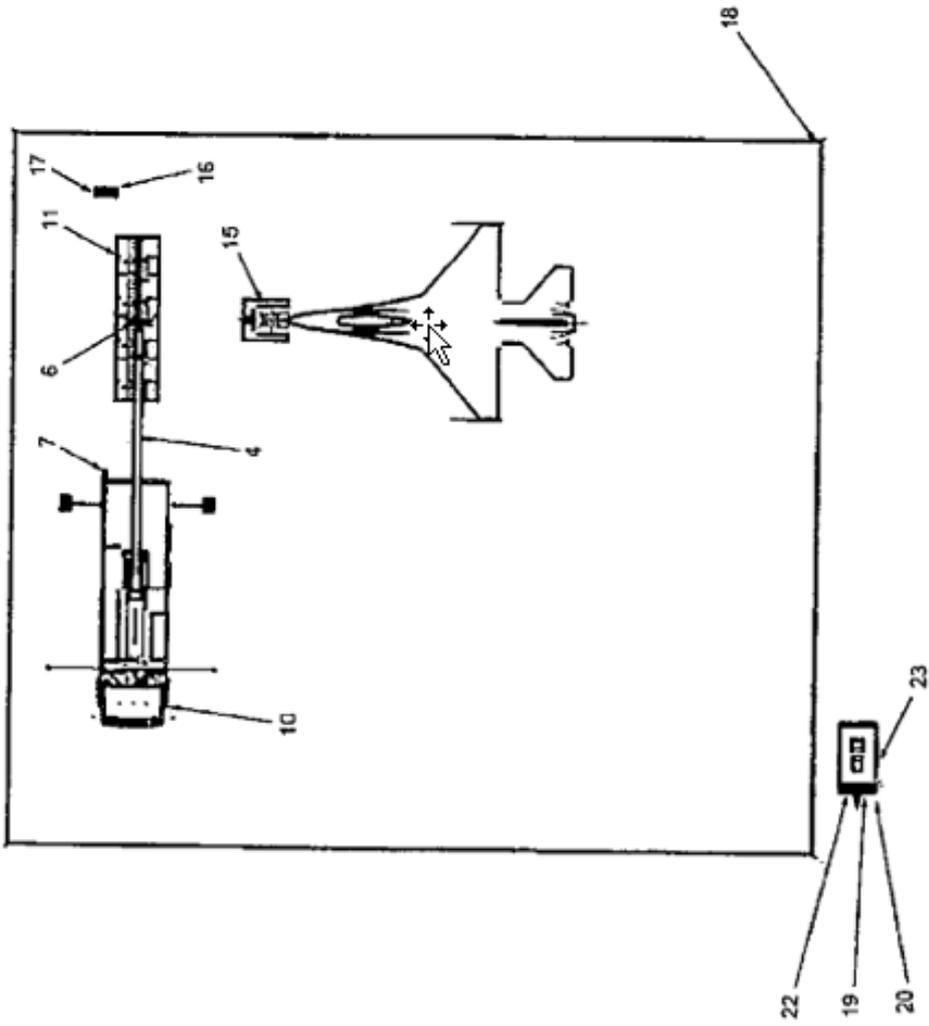


Figura 2

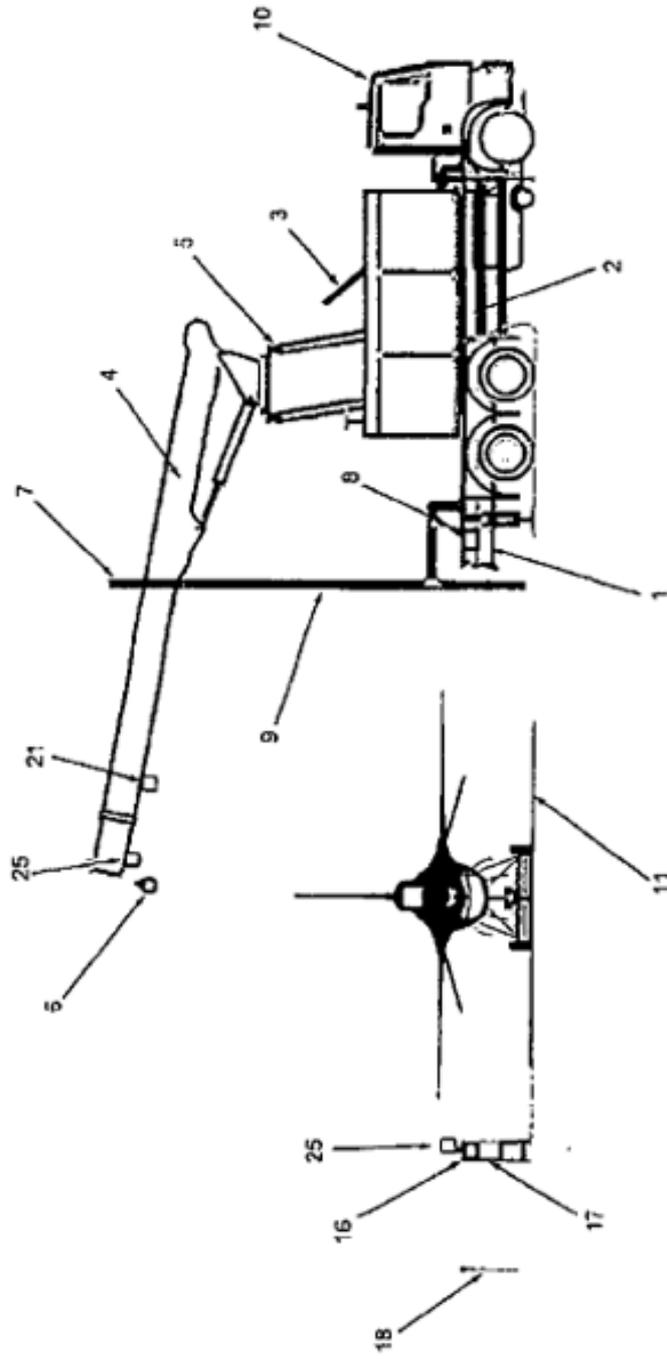


Figura 3

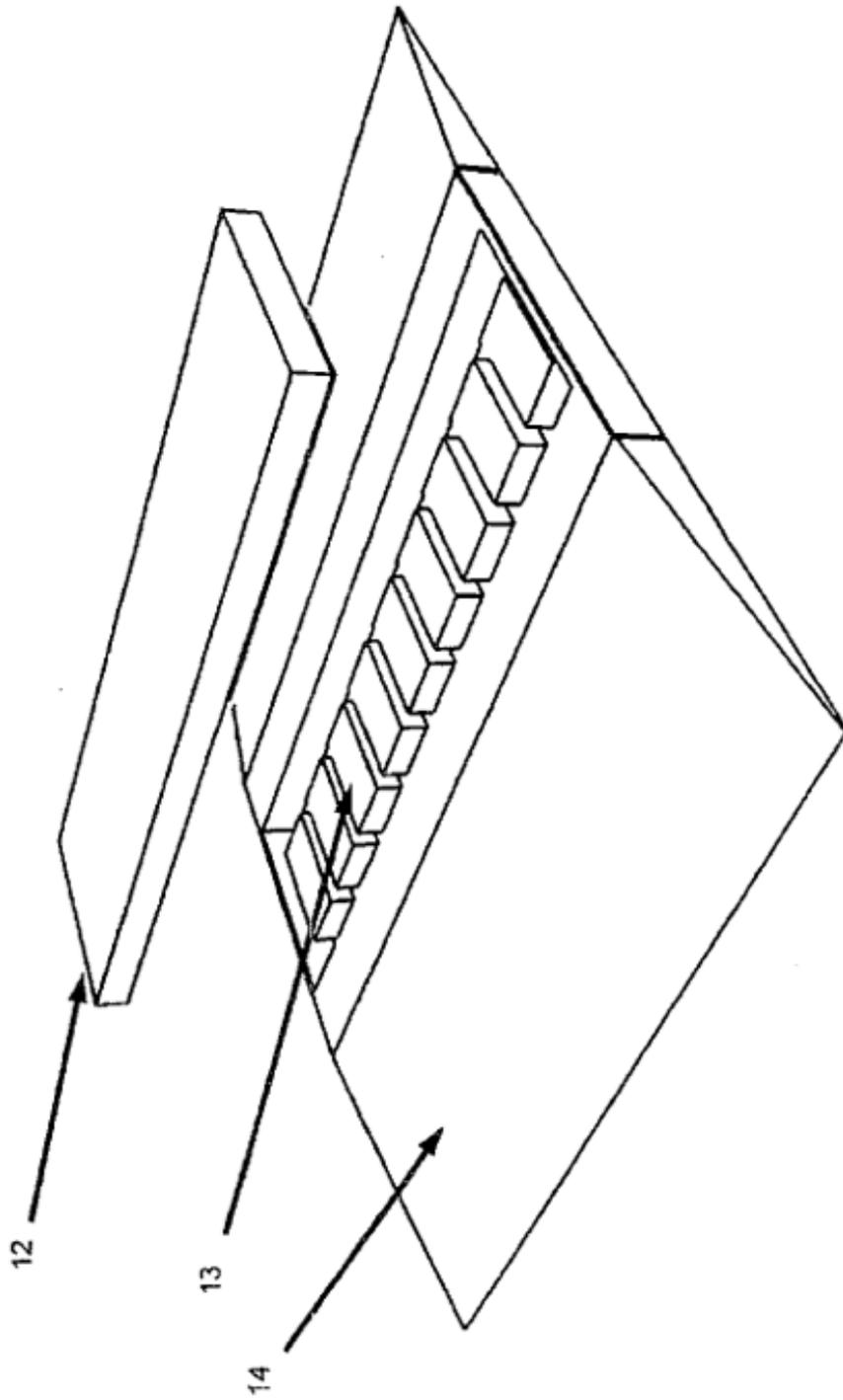


Figura 4