

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 630 358**

51 Int. Cl.:

F28G 15/00 (2006.01)

G21C 17/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.11.2013 PCT/GB2013/052857**

87 Fecha y número de publicación internacional: **08.05.2014 WO14068325**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.11.2013 E 13798370 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.04.2017 EP 2914978**

54 Título: **Método y aparato para la inspección de torres de enfriamiento**

30 Prioridad:

02.11.2012 GB 201219764

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

21.08.2017

73 Titular/es:

**EPSCO LIMITED (100.0%)
Arran Road
Perth PH1 3DZ, GB**

72 Inventor/es:

SMITH, STUART OLIVER

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 630 358 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

Método y aparato para la inspección de torres de enfriamiento

Campo de la invención

- 5 Esta invención se refiere a un método para la inspección de torres de enfriamiento para detectar y localizar áreas de ensuciamiento y a un método para limpiar torres de enfriamiento.

Antecedentes de la invención

- La siguiente descripción se refiere en particular a grandes torres de enfriamiento de tiro natural de forma hiperbólica, tales como las que se usan comúnmente en las centrales eléctricas. Sin embargo, la invención también es aplicable a otros tipos de torre de enfriamiento, tales como torres de enfriamiento forzado o inducido.
- 10 En una torre de enfriamiento, el agua de proceso se hace pasar hacia abajo contra una contracorriente de aire de enfriamiento. El agua se distribuye típicamente por tuberías a través de la superficie superior de un paquete o paquete de relleno. El paquete de relleno está presente para romper el agua en gotitas para producir una gran área superficial de agua para el contacto con el aire de enfriamiento, y el paquete de relleno consiste típicamente en tubos y flautas de plástico.
- 15 Con el tiempo, se ensucia el paquete de relleno. El ensuciamiento consiste en incrustaciones de minerales y materia orgánica precipitada del agua del proceso, y el ensuciamiento biológico que consiste por ejemplo en algas y bacterias. El ensuciamiento reduce el área de flujo disponible y, por lo tanto, la eficiencia, y también es un riesgo potencial para la salud. Por lo tanto, es necesaria una limpieza periódica del paquete de relleno.
- 20 Tradicionalmente, debido a las dificultades en el acceso, la eliminación y la limpieza del paquete de relleno, las torres a menudo se han ensuciado exponencialmente. Las técnicas para combatir esto se han centrado en el tratamiento / dosificación y/o filtración continua del agua; estas pueden actuar ralentizando el ensuciamiento pero esencialmente sólo limitan la tasa de acumulación. Los métodos tradicionales de limpieza han implicado la retirada del paquete y el rociado a presión alta; esto tiene problemas tales como daño al paquete de relleno durante la retirada, construcción de áreas de contención para limitar la propagación bacteriana y cuestiones de tiempo y coste.
- 25 El documento "Detection methods of fouling in heat exchangers in the food industry" de WALLHUER E ET AL (XP028482102) ofrece una visión general de los diferentes métodos conocidos para detectar ensuciamiento: métodos basados en parámetros de caída de presión, temperatura y transferencia de calor, parámetros eléctricos y métodos acústicos.
- 30 La experiencia ha demostrado que los usuarios de las torres de enfriamiento desean una capacidad para evaluar el nivel de ensuciamiento con el tiempo. Esta información puede permitir una mejor gestión interina y la toma de decisiones en cuanto a las opciones de mantenimiento. Hasta ahora esto se ha intentado mediante la retirada de las secciones del paquete para inspección visual, y la retirada y el peso del paquete in situ. Más recientemente, se han utilizado técnicas endoscópicas para comprobar visualmente las flautas del paquete para deposición. Todos ellos tienen alguna utilidad, pero cada uno tiene inconvenientes, sobre todo que todos ellos verifican secciones aisladas para actuar como representativas de toda la torre. La presente invención trata de superar o mitigar estos problemas.
- 35

Sumario de la invención

- La presente invención proporciona un método para inspeccionar un paquete de relleno de una torre de enfriamiento para detectar la presencia de ensuciamiento, comprendiendo el método el uso de un radar de penetración terrestre (GPR, del inglés Ground Penetrating Radar).
- 40 La invención se basa en el descubrimiento inesperado de que el radar de penetración terrestre puede proporcionar datos útiles y precisos en una estructura que consiste en gran parte en vacío. Esto contrasta con las aplicaciones habituales de GPR, tales como inspección de estructuras de hormigón y arqueología, donde el volumen bajo inspección es totalmente o en gran parte sólido.
- 45 La presente invención proporciona un método para inspeccionar el paquete de relleno de una torre de enfriamiento para detectar la presencia de ensuciamiento de acuerdo con la reivindicación 1 y un método para limpiar el ensuciamiento de una torre de enfriamiento de acuerdo con la reivindicación 13.
- En una realización, el aparato GPR se mueve a través de la superficie superior del paquete de relleno en una serie de líneas de exploración paralelas.
- 50 El aparato GPR puede estar sustancialmente en contacto con la superficie del paquete de relleno. Alternativamente, el aparato GPR puede estar separado de la superficie del paquete de relleno. En esta disposición, el aparato GPR no está en contacto con el paquete de relleno.

El aparato GPR se puede montar en un vehículo operado remotamente (ROV, del inglés Remotely Operated Vehicle), adecuadamente un vehículo oruga. El aparato GPR puede ser un aparato manual. En esta disposición, el aparato GPR puede ser llevado a mano por el personal de operación y el personal de operación puede moverse a través de la superficie del paquete de relleno.

- 5 El aparato GPR se puede montar en un vehículo operado remotamente (ROV). El ROV puede ser controlado por radio y/o controlado por cable.

El ROV puede ser un vehículo de ruedas. El ROV puede ser un vehículo oruga. El ROV puede ser un vehículo capaz de volar. El ROV puede ser un vehículo flotante. El ROV puede ser un helicóptero. El ROV puede ser un aeroplano.

- 10 El ROV también puede montar un registrador de datos dispuesto para almacenar datos GPR para su posterior descarga y análisis y puede proporcionarse con una cámara de vídeo.

El ROV también puede montar un registrador de datos dispuesto para almacenar datos GPR para la descarga y el análisis posterior.

El ROV también se puede proporcionar con una cámara de vídeo.

- 15 La etapa de procesado de los datos de GPR recibidos para formar un gráfico tridimensional de la ubicación y grado de ensuciamiento dentro del paquete de relleno puede incluir la etapa de distinguir el paquete de relleno del ensuciamiento sobre el mismo. La etapa puede incluir filtrar, ignorar o eliminar datos recibidos relativos al paquete de relleno. El aparato GPR puede ser configurable para identificar/reconocer e ignorar la propia estructura del paquete de relleno mediante la programación de densidades relativas apropiadas o constantes dieléctricas para los materiales particulares de construcción del paquete de relleno. En esta disposición, el aparato GPR puede ser configurable para reconocer un paquete de relleno que está hecho de plástico, poli cloruro de vinilo (PVC), metal, amianto, madera o similares.

El ROV puede estar configurado de manera que sea capaz de moverse con relación a la superficie del paquete de relleno sin dañar el paquete de relleno.

- 25 El ROV puede ser controlado por radio y/o controlado por cable.

El ROV puede ser un vehículo de ruedas. El ROV puede ser un vehículo oruga. El ROV puede ser un vehículo capaz de volar. El ROV puede ser un vehículo flotante. El ROV puede ser un helicóptero. El ROV puede ser un aeroplano.

El aparato GPR puede estar montado en un vehículo controlado a distancia (ROV).

- 30 El ROV también puede montar un registrador de datos dispuesto para almacenar datos GPR para la descarga y el análisis posterior.

El ROV se puede proporcionar con una cámara de vídeo.

Breve descripción de los dibujos

- 35 A continuación se describe una realización de la invención, a modo de ejemplo solamente, con referencia a los dibujos, en los que:

La figura 1 es una sección transversal esquemática de una forma de torre de enfriamiento;

La figura 2 es una sección transversal parcial, a escala ampliada, de la torre de enfriamiento de la fig. 1;

La figura 3 es una vista en perspectiva de un vehículo operado remotamente utilizado en esta realización;

La figura 4 es una vista lateral que ilustra el funcionamiento del vehículo operado remotamente; y

- 40 La figura 5 es una vista en planta de una cuarta parte del paquete de relleno que muestra la trayectoria del vehículo accionado a distancia.

Descripción detallada

- 45 Haciendo referencia a la figura 1, una forma de torre de enfriamiento comprende una cubierta 10 de hormigón parabólica soportada suspendida sin tocar el suelo sobre pilares 12. El agua de proceso a enfriar se distribuye a través de las tuberías 14 y se pulveriza sobre y a través de un volumen del paquete 16 de relleno, finalmente recogándose en un estanque o sumidero 18 para su reutilización o descarga.

La figura 2 muestra parte de la torre de enfriamiento con más detalle. Se verá que la tubería de distribución 14 está provista de boquillas 20 de pulverización. Los eliminadores 22 de deriva están situados por encima de las tuberías 14.

5 El método de la invención se lleva a cabo preferiblemente por un vehículo operado remotamente (ROV) 24. Se puede utilizar cualquier ROV adecuado; un ejemplo adecuado es el Robot HD2 de Superdroid Robots Inc. de Fuquay Varina, Carolina del Norte. Esto se ilustra esquemáticamente en la Fig. 3, y comprende un chasis 26 soportado por orugas 28 de caucho accionadas por motores 30. Una cámara de video 32 está montada en la parte frontal del ROV 24 y se puede inclinar mediante un motor de inclinación (no mostrado). Los motores 30 están provistos de codificadores que dan una medida de distancia movida. El ROV 24 es controlado por una unidad remota de control de radio con una palanca para controlar adelante/atrás y la dirección y otra palanca para controlar la inclinación de la cámara.

10 El ROV 24 lleva un aparato GPR 34 y un registrador de datos 36. Un ejemplo de un aparato GPR adecuado es el Sistema SIR 3000 de TerraSIRch de GSSI (comúnmente denominado SIR-3000) por Geophysical Survey Systems, Inc. de Salem, New Hampshire. La misma empresa proporciona un registrador de datos adecuado. Sin embargo, se puede usar cualquier forma adecuada de aparato GPR.

15 Una frecuencia preferida para este uso es una frecuencia de antena de 400 MHz, aunque pueden ser adecuadas otras frecuencias. El modo preferido de operación GPR es la recogida a distancia. Esto asocia las exploraciones con una distancia lineal, y se requiere para producir un modelo 3D. Los codificadores del motor proporcionan datos sobre la distancia horizontal recorrida para la producción del modelo 3D; Sin embargo, son posibles entradas de distancia alternativas, por ejemplo a un aparato GPR empujado manualmente se le podría proporcionar una rueda medidora o similar. El aparato GPR 34 podría utilizarse en el modo temporal para la exploración ad hoc, lo que podría ser útil en términos de información sobre una distancia de entrada manual.

20 Con referencia ahora a las Figs. 4 y 5, en uso el personal de operación accede a la superficie superior 38 del paquete 16 de relleno. El ROV 24 está situado en la superficie superior 38 y es conducido a través de ella en una serie de exploraciones en línea recta 40. Normalmente será conveniente dirigir el ROV 24 desde el centro a la periferia, invertirlo de vuelta al centro, desplazarlo lateralmente y repetir el procedimiento. Al hacer esto, puede ser conveniente establecer una serie de marcas objetivo en la periferia. Sin embargo, son posibles otros patrones de exploración. Por ejemplo, el ROV al llegar a la periferia podría ser dirigido a una corta distancia alrededor de la periferia y devuelto al centro a lo largo de una línea paralela; o se puede utilizar una exploración en espiral.

25 En cada exploración los datos GPR se almacenan en el registrador de datos 36. Como en el uso normal del GPR, el eco radar varía en superficies o discontinuidades entre medios de diferente densidad, y el tiempo de recepción define la profundidad. Los datos son posteriormente descargados a un ordenador que genera un mapa 3D que indica el grado de ensuciamiento en cada ubicación. El aparato GPR está configurado para reconocer e ignorar la propia estructura del paquete de relleno mediante la programación de densidades relativas apropiadas o constantes dieléctricas para los materiales particulares de construcción. La generación e interpretación del mapa 3D es similar a las utilizadas en las inspecciones subterráneas o estructurales y será evidente para un experto en el uso de GPR.

30 Una vez que esta información está disponible, se puede hacer una determinación en cuanto a la limpieza de las diferentes partes del paquete 16 de relleno que requieren ser limpiadas. Puede ser útil también inspeccionar áreas seleccionadas del paquete de relleno con un endoscopio para correlacionar visualmente las señales de GPR con el grado de ensuciamiento. El procedimiento permite un proceso de limpieza más selectivo y eficiente; por ejemplo, podría haber tres tratamientos repetidos en un área y sólo un tratamiento en otra.

35 Por lo tanto, la presente invención proporciona un método mejorado de inspección de torres de enfriamiento. La invención permite una inspección más completa del paquete de relleno, no simplemente partes de la misma, y esto puede hacerse sin desmontar y volver a montar el paquete de relleno.

40 Aunque esta invención se ha descrito con referencia a las realizaciones de muestra de la misma, los expertos en la técnica apreciarán que se pueden hacer modificaciones a la estructura y elementos de la invención sin apartarse del espíritu y alcance de la invención como un todo.

45 Además, aunque en el método de inspección del paquete de relleno de una torre de enfriamiento ilustrado y descrito anteriormente, el ROV 24 se ha descrito como un vehículo oruga que sube sobre la superficie superior del paquete 16 de relleno, debe apreciarse que el ROV puede no ser necesariamente un vehículo oruga que se sube sobre la superficie superior del paquete 16 de relleno. Por ejemplo, el ROV no tiene que operar sobre la superficie superior del paquete 16 de relleno. El ROV puede desplazarse con relación a cualquier superficie del paquete 16 de relleno, p. ej., la superficie superior, la superficie inferior o una superficie lateral. Además, el ROV no tiene que estar en contacto con la propia superficie. El ROV puede estar, por ejemplo, separado de la superficie del paquete 16 de relleno. Es decir, puede haber una separación entre el ROV y la superficie del paquete 16 de relleno.

50 Además, aunque el ROV 24 se ha ilustrado y descrito anteriormente como un vehículo oruga, debe apreciarse que el ROV puede ser un vehículo con ruedas, un vehículo capaz de volar o un vehículo capaz de flotar. En el caso en que el ROV sea un vehículo capaz de volar, el vehículo puede ser un aeroplano o un helicóptero, o similar. En el caso en

que el ROV sea un vehículo capaz de flotar, el ROV puede ser un barco propulsado, o un buque motorizado, que puede estar situado en el estanque o sumidero 18. En este caso, el ROV exploraría o sería operativo con la superficie inferior (inferior) del paquete 16 de relleno.

5 De nuevo, los codificadores de motor del ROV proporcionan datos sobre la distancia horizontal recorrida para la producción del modelo 3D; sin embargo, son posibles entradas de distancia alternativas, por ejemplo a un aparato empujado manualmente se le podría proporcionar una rueda medidora o similar. El aparato podría utilizarse en el modo temporal para la exploración ad hoc, que podría ser útil en términos de información sobre una distancia de entrada manual.

10 Durante la utilización, el personal de accionamiento accede a la superficie superior 38 del paquete 16 de relleno. El ROV 24 se sitúa en la superficie superior 38 y se conduce a través de él en una serie de exploraciones en línea recta 40. Normalmente será conveniente dirigir el ROV 24 desde el centro a la periferia, invertirlo de vuelta al centro, desplazarlo lateralmente y repetir el procedimiento. Al hacer esto, puede ser conveniente establecer una serie de marcas objetivo en la periferia. Sin embargo, son posibles otros patrones de exploración. Por ejemplo, el ROV al llegar a la periferia podría ser dirigido a una corta distancia alrededor de la periferia y devuelto al centro a lo largo de una línea paralela; o se puede utilizar una exploración en espiral.

REIVINDICACIONES

1. Un método para inspeccionar el paquete (16) de relleno de una torre de enfriamiento para detectar la presencia de ensuciamiento, comprendiendo el método:
- proporcionar un aparato de radar de penetración terrestre (GPR) (34);
- 5 mover el aparato GPR (34) con respecto a la superficie superior (38), superficie inferior o superficie lateral del paquete (16) de relleno; y
- procesar los datos de GPR recibidos para formar un gráfico tridimensional de la ubicación y grado de ensuciamiento dentro del paquete (16) de relleno.
2. El método según la reivindicación 1, en el que el modo de funcionamiento del GPR es la recogida de datos basada en la distancia.
3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que el aparato GPR (34) cruza a través de la parte superior del paquete (16) de relleno en una serie de líneas de exploración paralelas (40).
4. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el que el aparato GPR (34) está montado en un vehículo operado remotamente (ROV) (24).
- 15 5. El método de acuerdo con la reivindicación 4, en el que el ROV (24) es un vehículo oruga, un vehículo de ruedas, un vehículo capaz de volar, o un vehículo capaz de flotar.
6. El método de acuerdo con la reivindicación 4 o la reivindicación 5, en el que el ROV (24) también monta un registrador de datos (36) dispuesto para almacenar datos GPR para su posterior descarga y análisis.
- 20 7. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, en el que el ROV (24) está provisto de una cámara de vídeo.
8. El método según cualquier reivindicación precedente, en el que la etapa de procesar los datos de GPR recibidos para formar un gráfico tridimensional de la ubicación y grado de ensuciamiento dentro del paquete (16) de relleno incluye la etapa de distinguir el paquete (16) de relleno del ensuciamiento en el.
9. El método de la reivindicación 8, en el que el método incluye filtrar, ignorar y/o eliminar datos recibidos relativos al paquete (16) de relleno.
- 25 10. El método de la reivindicación 8 o la reivindicación 9, en el que el aparato GPR (34) es configurable para identificar o reconocer e ignorar la propia estructura de paquete (16) de relleno a través de la programación de densidades relativas apropiadas o constantes dieléctricas para los materiales particulares de construcción del paquete (16) de relleno.
- 30 11. El método de cualquiera de las reivindicaciones 8 a 10, en el que la etapa de procesar los datos GPR recibidos para formar un gráfico tridimensional de la ubicación y grado de ensuciamiento dentro del paquete (16) de relleno incluye analizar los datos GPR recibidos para ayudar a la determinación del tipo de deposición y la formación del ensuciamiento.
12. El método de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el aparato GPR (34) es un aparato portátil.
- 35 13. Un método para limpiar el ensuciamiento de una torre de enfriamiento, que comprende las etapas de:
- proporcionar un aparato de radar de penetración terrestre (GPR) (34);
- inspeccionar el paquete (16) de relleno de torre de enfriamiento, de la torre de enfriamiento con GPR moviendo el aparato GPR (34) con respecto a la superficie superior (38), superficie inferior o superficie lateral del paquete (16) de relleno;
- 40 procesar los datos de GPR recibidos para formar un gráfico tridimensional de la ubicación y grado de ensuciamiento dentro del paquete (16) de relleno;
- identificar las partes del paquete (16) de relleno en las que están presentes niveles inaceptables de ensuciamiento; y
- limpiar las partes así identificadas.

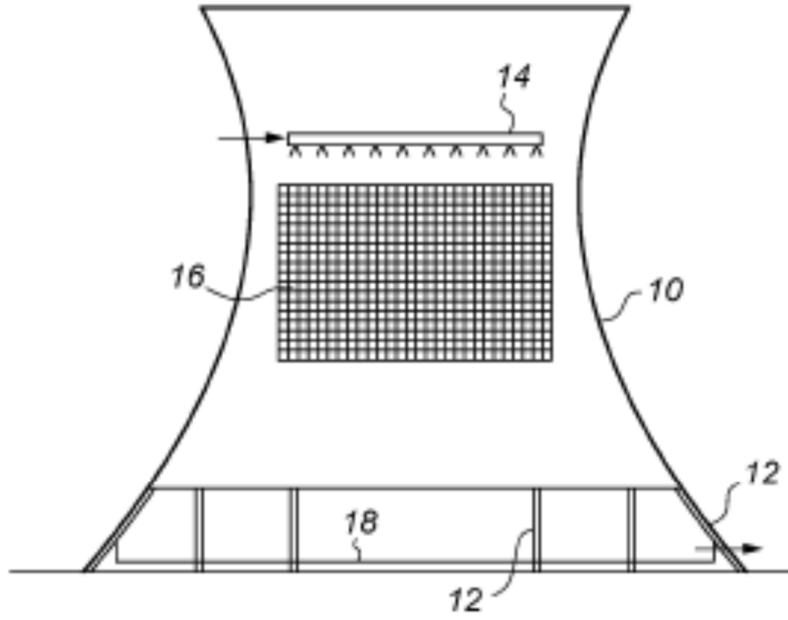


Fig. 1

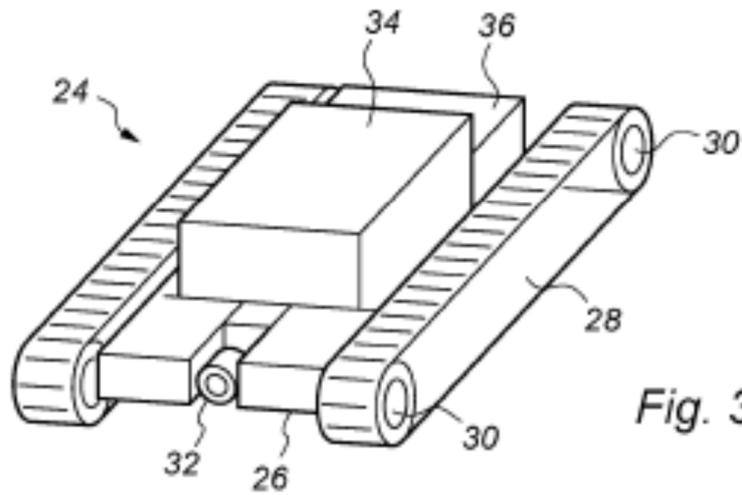
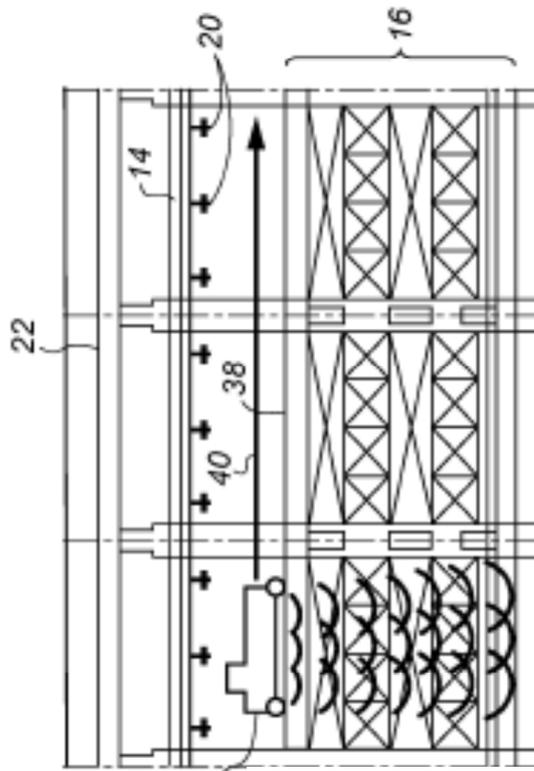
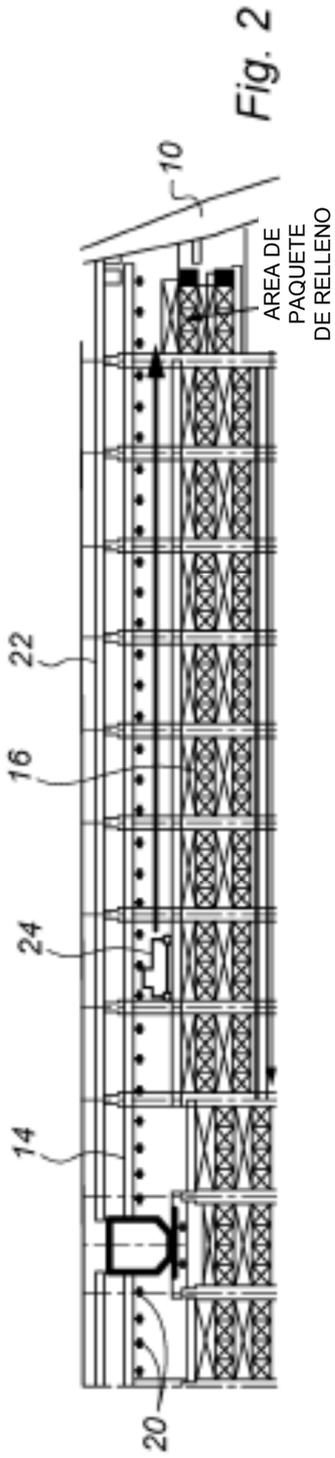


Fig. 3



NIVEL ALTO
DEPÓSITOS DE DENSIDAD ALTA

NIVEL MEDIO
DEPÓSITOS DE DENSIDAD MEDIA

NIVEL BAJO
DEPÓSITOS DE DENSIDAD ALTA

