

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 667 520**

51 Int. Cl.:

**B66C 1/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.06.2015 PCT/IB2015/054598**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15193837**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.06.2015 E 15736640 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.03.2018 EP 3157854**

54 Título: **Elevador electromagnético para materiales calientes**

30 Prioridad:

**20.06.2014 IT MI20141127**

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

**11.05.2018**

73 Titular/es:

**SGM MAGNETICS S.P.A. (100.0%)**

**Via Leno, 2/D**

**25025 Manerbio, IT**

72 Inventor/es:

**MOLTENI, DANILO**

74 Agente/Representante:

**DURAN-CORRETJER, S.L.P**

**ES 2 667 520 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

Elevador electromagnético para materiales calientes

5 La presente invención hace referencia a elevadores magnéticos y en particular a un elevador electromagnético capaz de operar con seguridad incluso sobre materiales ferromagnéticos a temperaturas elevadas hasta 600-700°C como palanquillas, tochos, planchas y similares productos de acero.

10 Es conocido que la magnetización espontánea en materiales ferromagnéticos no tiene lugar si la temperatura alcanza un valor característico del material conocido como Temperatura de Curie (TC), el cual para aceros ferromagnéticos esta entre 720°C y 770°C aproximadamente. Para una magnetización efectiva de un acero ferromagnético es por lo tanto necesario que en las condiciones de uso su temperatura este por debajo de la Temperatura de Curie característica del acero en cuestión. De hecho el incremento de la temperatura en un circuito ferromagnético corresponde con una disminución de la permeabilidad relativa, la que baja hasta cero al alcanzar la  
15 Temperatura de Curie, por lo que la reluctancia del circuito tiende a infinito y consecuentemente la inducción magnética y la fuerza de elevación tiende a cero.

La variación en permeabilidad y consecuentemente en la fuerza de elevación de un electroimán que tiene que mover materiales ferromagnéticos en caliente son considerables en particular para el rango de temperaturas entre 600°C y 700°C, en el que la permeabilidad disminuye aproximadamente del 75% hasta el 40% y la fuerza disminuye aproximadamente del 55% hasta el 18% (comparado con valores a temperatura ambiente). La Patente WO 2014/083469 da a conocer un tipo de elevador electromagnético que comprende un yugo electromagnético formado por un núcleo horizontal. Un electroimán de tipo conocido para aplicaciones en la industria del acero el que tiene una estructura general como la que se muestra en la figura 1, con un yugo hecho de acero templado con una alta permeabilidad magnética formado por un núcleo horizontal -a- y dos polaridades magnéticas verticales -b-. Envuelto en el núcleo -a- hay un contenedor -c- de las bobinas -d-, que proporcionan la fuerza magnetomotriz -a- el electroimán y simultáneamente generan calor por el efecto Joule. Un separador -e- de material no magnético, generalmente de acero inoxidable, protege el fondo del contenedor -c- del calor irradiado por el material caliente a ser movido -f- con la ayuda también de una capa de resina aislante -g- generalmente de entre 7-10 mm de grosor.  
20  
25  
30

Una parte del calor por efecto Joule y del calor transferido por conducción y radiación del material caliente a ser movido -f- es dispersado a través de las paredes de la parte superior del contenedor de las bobinas -c-, pero también con dicha estructura el electroimán puede operar solo por un tiempo limitado. De hecho el calor trae en unas pocas horas de actividad de las bobinas -d- una temperatura superior a los 200°C, por lo cual el elevador tiene que ser puesto en pausa para que se enfríe para prevenir daños significativos a las bobinas y/o a la resina aislante que los rodea dentro del contenedor -c-.  
35

El objeto de la presente invención es por lo tanto proveer un elevador electromagnético que supere los inconvenientes arriba mencionados. Este objetivo se consigue por medio de un elevador electromagnético provisto con espaciadores entre el contenedor de bobinas y el yugo así como también con un separador no magnético distanciado de dicho contenedor, con objeto de crear corrientes de aire por convección que tocan todas las paredes exteriores del contenedor de esta manera disminuyendo el calentamiento de las bobinas cuando el elevador opere con materiales a temperaturas de hasta 600-700°C. Otras características ventajosas son listadas en las reivindicaciones dependientes.  
40  
45

La ventaja básica del presente elevador es por lo tanto su habilidad para operar con seguridad e indefinidamente ya que la temperatura de los bobinados siempre se mantiene por debajo de los 180°C, dado que el calor del material caliente a ser elevado es transmitido por conducción al yugo electromagnético pero pasa al contenedor de bobinas solo por convección. Esta transferencia de calor limitada combinada con la refrigeración mejorada del contenedor permite mantener las bobinas en un rango de temperatura en el cual no hay riesgo de daño y por lo tanto no hay necesidad de pausar el elevador para permitirle que se enfríe.  
50

Otra ventaja importante del elevador según la presente invención es dada por la máxima seguridad de operación garantizada, en la realización preferente, por la presencia de bobinas de control que detectan el flujo vinculado, y por lo tanto la magnitud de la fuerza de elevación, para garantizar que los criterios de seguridad son alcanzados.  
55

Otras ventajas y características del elevador de acuerdo a la presente invención resultarán evidentes para aquellos expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada de tres realizaciones de la misma, con referencia a los dibujos que se acompañan, en los que:  
60

- La figura 1 una vista en sección de un elevador del estado de la técnica conocido;
  - La figura 2 una vista superior en perspectiva de la primera realización de un elevador de acuerdo a la invención;
  - La figura 3 una vista en sección del elevador de el la figura 2;
  - La figura 4 una vista en perspectiva parcial de la sección de la figura 3 cortada además en la dirección longitudinal a lo largo del plano medio;
  - La figura 5 una vista lateral esquematizada de una segunda realización del elevador;
- 65

- La figura 6 una vista en alzado esquematizada del elevador de la figura 5;
- La figura 7 una vista de perfil esquematizada con un detalle aumentado de un contenedor de las bobinas de una tercera realización del elevador;
- La figura 8 una vista en sección transversal esquematizada del contenedor de la figura 7.

5 Haciendo referencia a las figuras 2 a 4, allí se observa que un elevador electromagnético según a la presente invención comprende en una forma conocida una estructura similar a la mostrada en la figura 1, dotado de un yugo ferromagnético con forma de U invertida compuesta por un núcleo horizontal -1- y dos polaridades verticales -2-, -2'- dotado de conexiones -3- para el acoplamiento a medios necesarios de elevación (por ejemplo una grúa), así como bobinado de elevación -4- enrollado alrededor de dicho núcleo -1- y encerrados en un contenedor sellado -5-. Obviamente, el yugo esta hecho de materiales con alta conductividad magnética, usualmente de acero al carbono templado, para minimizar la reluctancia del circuito magnético.

15 Un primer aspecto novedoso de este elevador reside en el hecho que un separador no magnético -6-, preferiblemente de acero inoxidable AISI 316L y destinado a proteger el contenedor -5- del calor irradiado por el material caliente a ser movido -MC-, esta dispuesto entre las polaridades -2-, -2'- en una relación de distancia con el contenedor -5- en vez de adyacente al mismo como en los elevadores conocidos en el estado de la técnica, la distancia entre dichos elementos -5-, -6- estando desprovisto de resina aislante y preferentemente de al menos 30 mm. De esta manera, entre el separador -6- y la pared del fondo del contenedor -5- se forma un túnel para el paso de aire que induce la generación de un flujo por convección entre las polaridades calientes -2-, -2'- de manera que el aire ambiente favorece el enfriamiento del contenedor -5- y limita el calentamiento de las bobinas -4-.

20 Un segundo aspecto novedoso de este elevador es dado por la presencia de espaciadores laterales -7- y espaciadores superiores -8- que mantienen el contenedor -5- lejos, respectivamente, de las polaridades -2-, -2'- y del núcleo -1-. Estos espaciadores -7-, -8- están preferentemente dimensionados de tal manera que entre el contenedor -5- y el yugo ferromagnético hay un espacio comprendido entre 10 y 25 mm, mas preferentemente de entre 14 y 20 mm.

30 De esta manera, el paso de calor entre el yugo ferromagnético y el contenedor del bobinado ocurre substancialmente solo por convección, a diferencia de por conducción como en los elevadores en el estado de la técnica, y el aire puede circular alrededor de todas las paredes del contenedor -5- mejorando el enfriamiento de este.

35 Con el fin de minimizar el efecto de "puente de calor" de los espaciadores -7-, -8- son preferentemente hechos de un material aislante térmico, como por ejemplo fibra cerámica, y tienen una superficie lo más pequeña posible. En particular, en la realización ilustrada, los espaciadores -7- de los lados tienen la forma de anillos de una altura adecuada pero de espesor reducido insertados en los asientos correspondientes formados en las paredes laterales del contenedor -5-, mientras que los espaciadores superiores -8- tienen la forma de varillas finas rectangulares que se extienden entre polaridades -2-, -2'- estando fijadas a las mismas por medio de tornillos -9-.

40 Nótese que otros espaciadores similares a los espaciadores superiores -8- podrían estar presentes también por debajo del núcleo -1- pero serían de poco uso ya que es suficiente que el anillo interior del contenedor -5- este adecuadamente mas arriba que el núcleo -1-, dado que el contacto con los espaciadores -8- y la presión ejercida por los espaciadores laterales -7- ya garantizan el posicionamiento del container -5-. Es por lo tanto más ventajoso que por debajo del núcleo -1-, donde la temperatura es mayor que por encima de el, no haya espaciadores inferiores que pueden constituir puentes de calor adicionales y obstáculos a la circulación del aire de enfriamiento que sube por los laterales del contenedor -5- gracias al espacio creado por los espaciadores -7-.

50 Las figuras 2 a 4 también muestran como las polaridades -2-, -2'- son preferentemente fijadas de manera desmontable sobre el núcleo -1-, por ejemplo por medio de tornillos -10-, para facilitar el posible mantenimiento o recambio de los elementos 4-7 rodeados en el yugo ferromagnético. Esta solución resulta ventajosa también para facilitar la producción y ensamblado de los electroimanes con dos polaridades idénticas -2-, -2'-, sin embargo esta claro que para una intervención sencilla en los elementos -4-7- es suficiente que al menos una de las polaridades -2-, -2'- sea desmontable mientras que la otra puede ser integral con en el núcleo 1.

55 Un tercer aspecto novedoso del elevador según la presente invención, en su realización preferente ilustrada en las figuras, consiste en la presencia de un sistema de control que asegura el seguro transporte del material a ser movido, preferentemente un sistema descrito en la Patente EP 2176871 cuyos contenidos se incorporan aquí por referencia. Este sistema comprende un par de bobinas de control -11-, -11'- dispuestas para detectar el flujo vinculado, generado por las bobinas de elevación -4-, pasa por yugo ferromagnético y continua para cerrar el bucle en el material a ser elevado. Cada bobina -11-, -11'- esta conectada a un respectivo convertidor A/D que manda la señal digital a una unidad de control que tiene el propósito de conceder o denegar la autorización para el transporte, estos elementos están omitidos en los dibujos.

65 Nótese que las bobinas de control -11-, -11'- están preferentemente dispuestas a los lados del contenedor -5- en una posición adyacente al núcleo -1- porque en esta área es más fácil protegerlas del stress térmico y mecánico, sin embargo, estas bobinas pueden ser alojadas también en una posición simétrica a lo largo de las polaridades -2-, -2'-

respectivamente. En la posición ilustrada las bobinas de control -11-, -11'- también leen parte de cualquier fuga de flujo por los laterales, dicho valor no es decisivo ya que el valor efectivo es monitorizado a través de los algoritmos citados en la solicitud de Patente antes mencionada.

5 Este sistema permite procesar uno o más algoritmos capaces de indicar con gran precisión la fuerza de elevación del electroimán basado en el valor detectado del flujo vinculado. Esto asegura absoluta seguridad durante cada maniobra de elevación y transporte de la carga, comprobando que la disminución en la permeabilidad magnética del circuito ferromagnético del elevador, y en particular del material caliente de elevación -MC-, todavía permite al elevador cumplir con el coeficiente de seguridad de acuerdo al criterio en la Patente EN 13155 (u otras normas  
10 similares utilizadas en otros países). De lo contrario, se emite una señal de alarma y la operación de elevación se bloquea reposicionando la carga al suelo.

Adicionalmente a la fuerza de elevación del electroimán, el sistema de control también detecta otros aspectos dinámicos descritos en la Patente EP 2176871 con cualquier desequilibrio entre polaridades -2- y -2'- o dinamismo  
15 excesivo del material en el caso de mover paquetes de laminas de metal de bajo espesor, con vacíos abriéndose entre lamina y lamina al empezar el levantamiento.

En caso de mover bancos de palanquillas, tochos, etc. Con únicamente una ocupación parcial de la superficie de elevación del electroimán resulta posible introducir algoritmos específicos que toman en cuenta el número y posición  
20 de los elementos elevados. Esto se consigue mediante la utilización de sensores laterales como los mostrados en la segunda realización ilustrada en las figuras 5 y 6, donde en al menos una de las polaridades -2-, -2'- se disponen sensores -12-, -12'-,...(sensores ópticos, láser, infrarrojo, etc.) aptos para detectar el número y posición de las palanquillas B. Estos datos son entonces transmitidos a una unidad de control la cual selecciona consecuentemente el algoritmo a aplicar en el calculo, en el caso de un manejo automático, el operador selecciona el algoritmo y los  
25 sensores -12-, -12'- confirma la exactitud de la selección (el número de sensores y algoritmos depende del número de palanquillas a ser elevadas, por ejemplo dos para 8 palanquillas, tres para 12 palanquillas, etc.).

De esta manera, el margen de error en la lectura del flujo vinculado útil es reducido porque, a diferencia del caso de un banco de separadores -B- que ocupa completamente la superficie elevadora, el flujo vinculado con las bobinas de control (no mostradas) casi corresponden con el flujo útil que es vinculado con la carga, en el caso de un banco  
30 parcial como se muestra en la figura 5 el flujo vinculado con las bobinas de control es mayor que el flujo útil pero con el algoritmo apropiado el margen de error es reducido.

Un elevador electromagnético construido y operado de esta manera es capaz de mover con seguridad materiales como palanquillas, tochos, planchas, etc. A una temperatura de 600-700°C y es apto para ciclos de operación para la descarga de placas de enfriamiento situadas a la salida del rodaje en caliente de dichos productos en una fábrica de acero.

Una disposición adicional preferentemente aplicada en el elevador según la presente invención consiste en diferenciar el material utilizado para aislar las bobinas -4- dispuestas dentro del contenedor sellado -5-. En un elevador convencional, el espacio entre el bobinado y el contenedor es llenado con un material que consigue aislamiento tanto térmico como eléctrico, es decir un material aislante térmico con alta fuerza dieléctrica como una fibra de vidrio-cerámica. En el presente elevador dicho material es utilizado solo en la parte del contenedor -5- rodeado por las polaridades -2-, -2'- donde los bobinados -4- pueden recibir calor del yugo ferromagnético y de la carga de material caliente -MC-, mientras que en la parte del contenedor -5- por encima del yugo es mejor utilizar resinas que sean aislantes eléctricas pero que tengan una buena conductividad térmica, por ejemplo silicona o resinas epoxi cargadas con polvo de cuarzo, para incrementar la transmisión hacia el exterior del calor generado por el efecto Joule.

Una tercera realización del presente elevador, mostrado en las figuras 7 y 8, esta prevista en cambio de un contenedor -5- que no esta sellado sino en conexión con el ambiente por medio de rejillas de agujeros -13- (cuatro rejillas en el ejemplo mostrado) formadas en la pared superior del contenedor. Preferentemente, un sistema de laberinto utilizado también para prevenir contacto entre bobinas -4- en el contenedor -5- y tanto el agua o cuerpos extraños que podrían penetrar a través de los agujeros -13-. Este sistema se realiza por medio de chimeneas -14-,  
55 dispuestas en los agujeros -13-, provistas con aperturas laterales -15- y tapones -16- que cubren las aperturas -15- aunque están espaciadas por las mismas.

Esta estructura permite el cambio de aire dentro del contenedor -5- durante la operación para evitar la formación de condensación, por lo cual no es necesario disponer material aislante entre las bobinas -4- y las paredes del contenedor -5- ya que el aire, no es rico en humedad, es ya de por sí un buen aislante térmico y eléctrico. Las bobinas, en este caso, son solo aisladas externamente e internamente a través de una pintura por pulverización y con un producto de impermeabilización que aporta una buena resistencia a agentes químicos y a la corrosión, por ejemplo poliurea u otras resinas equivalentes.

Finalmente, se debe observar que para facilitar el paso de aire a través de este electroimán es preferible que no existan cabezales o que se disponga de cabezales de rejilla -17- que desempeñan únicamente una función de

protección mecánica (Figuras 2-4).

5 Gracias a estas innovadoras características antes descritas, el presente elevador mientras mueve materiales en caliente a temperaturas de 600-700°C y alcanzando en las polaridades -2-, -2'- temperaturas de 650°C en el área de control y 350°C en las inmediaciones del núcleo -1-, el cual alcanza temperaturas de 300-350°C, mantendrá la temperatura continua de funcionamiento en el sistema de bobinado -4- en valores por debajo de 180°C, aptos para trabajar con seguridad desde el punto de vista eléctrico.

10 Es obvio que las realizaciones del elevador acordes a la invención antes descrita e ilustrada son solo ejemplos susceptibles de varias modificaciones. En particular, el número exacto, la forma y disposición de las polaridades magnéticas puede variar dependiendo de la aplicación específica, por ejemplo proporcionando un elevador bipolar, tripolar, cuadripolar, etc. con dos o más dipolos magnéticos, en lugar de un único dipolo magnético como se ilustra en las realizaciones expuestas.

REIVINDICACIONES

1. Elevador electromagnético para mover materiales calientes (MC), comprendiendo un yugo ferromagnético **caracterizado por que** esta formado por al menos un núcleo horizontal (1) y al menos dos polaridades verticales (2, 2'), bobinados de elevación (4) enrollados alrededor de dicho núcleo (1) y encerrados en un contenedor (5), así como también un separador no magnético (6) dispuesto entre dichas polaridades verticales (2, 2') y debajo de dicho container (5) para proteger este último del calor irradiado por el material caliente (MC) a ser movido, en el que se incluye adicionalmente espaciadores laterales (7) y espaciadores superiores (8) que mantienen el contenedor (5) distanciado de las polaridades (2, 2') y del núcleo (1), respectivamente.
2. Elevador, según la reivindicación 1, **caracterizado por que** los espaciadores (7, 8) están dimensionados de forma que el espacio entre el contenedor (5) y el yugo ferromagnético (1, 2, 2') está comprendido entre 10 y 25 mm, preferente entre 14 y 20 mm.
3. Elevador, según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** los espaciadores (7, 8) están hechos de un material aislante térmico, preferiblemente de fibra vidrio-cerámica.
4. Elevador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los espaciadores laterales (7) tienen la forma de anillos de pequeño espesor introducidos en asientos correspondientes formados en las paredes laterales del contenedor (5).
5. Elevador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** los espaciadores superiores (8) tienen la forma de varillas extendiéndose a través de las polaridades (2, 2') y sujetos a las mismas.
6. Elevador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el separador no-magnético (6), es espaciado del contenedor (5), preferentemente al menos 30 mm, formando de esta manera un túnel para el paso de aire.
7. Elevador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** además incluye un par de bobinas de control (11, 11') dispuestas para detectar el flujo magnético vinculado que pasa a través del yugo magnético y acaba en el material caliente (MC) a ser movido, estando cada una de dichas bobinas de control (11, 11') conectada a un respectivo convertidor A/D que envía los datos del flujo magnético detectado a una unidad de control adecuada para permitir o denegar la autorización para el transporte del material caliente (MC).
8. Elevador, según la reivindicación 7, **caracterizado por que** las bobinas de control (11, 11') están a los lados del contenedor (5) en una posición adyacente al núcleo (1).
9. Elevador, según la reivindicación 7 u 8, **caracterizado por que** además incluye una pluralidad de sensores laterales (12, 12',...) dispuestos sobre al menos una de las polaridades (2, 2') y aptos para detectar el número y posición de elementos (B) en contacto con la cara del fondo de dichas polaridades (2, 2'), están dichos sensores (12, 12',...) conectados operativamente a la unidad de control.
10. Elevador, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** al menos una de las polaridades (2, 2') este fija de una forma desmontable al núcleo (1), preferentemente por medio de tornillos (10).
11. Elevador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** el espacio entre las bobinas de elevación (4) y el contenedor (5) es llenado con aislante térmico que tiene una alta fuerza dieléctrica, preferentemente fibra de vidrio-cerámica, únicamente en la parte del contenedor (5) encerrado entre las polaridades (2, 2') mientras que la parte del contenedor (5) por encima del yugo (1, 2, 2') es llenada con resinas eléctricamente aislantes que tienen una buena conductividad térmica, preferentemente silicona o resina epóxica cargada con polvos de cuarzo.
12. Elevador, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado por que** el contenedor (5) esta en comunicación con el entorno a través de agujeros pasantes (13) formados en su pared superior y el espacio entre bobinas de elevación (4) y el contenedor (5) esta vacío.
13. Elevador, según la reivindicación 12, **caracterizado por que** entre los agujeros (13) y el ambiente hay provisto un sistema de laberinto apto para prevenir la penetración de agua o cuerpos externos en el contenedor (5).
14. Elevador, según la reivindicación 13, **caracterizado por que** el sistema de laberinto esta realizado mediante chimeneas (14) dispuestas en los agujeros (13) y dotadas de aperturas laterales (15), así como de tapones (16) que cubren dichas aperturas (15) aunque están separadas por las mismas.
15. Elevador, según cualquiera de las reivindicaciones 12 a 14, **caracterizado por que** las bobinas de elevación (4) son internamente y externamente aisladas mediante la pulverización de pintura con un producto de impermeabilización que aporta una buena resistencia a agentes químicos y a la corrosión, preferentemente poliurea.

16. Elevador, según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** no tiene cabezales o dispone de cabezales de rejilla (17).

TÉCNICA ANTERIOR

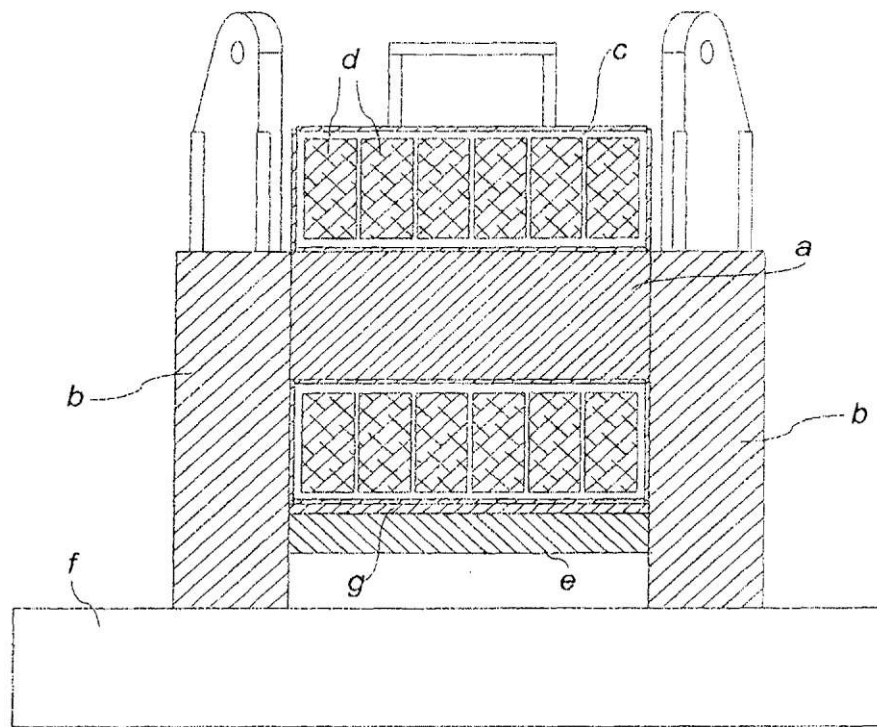


Fig.1



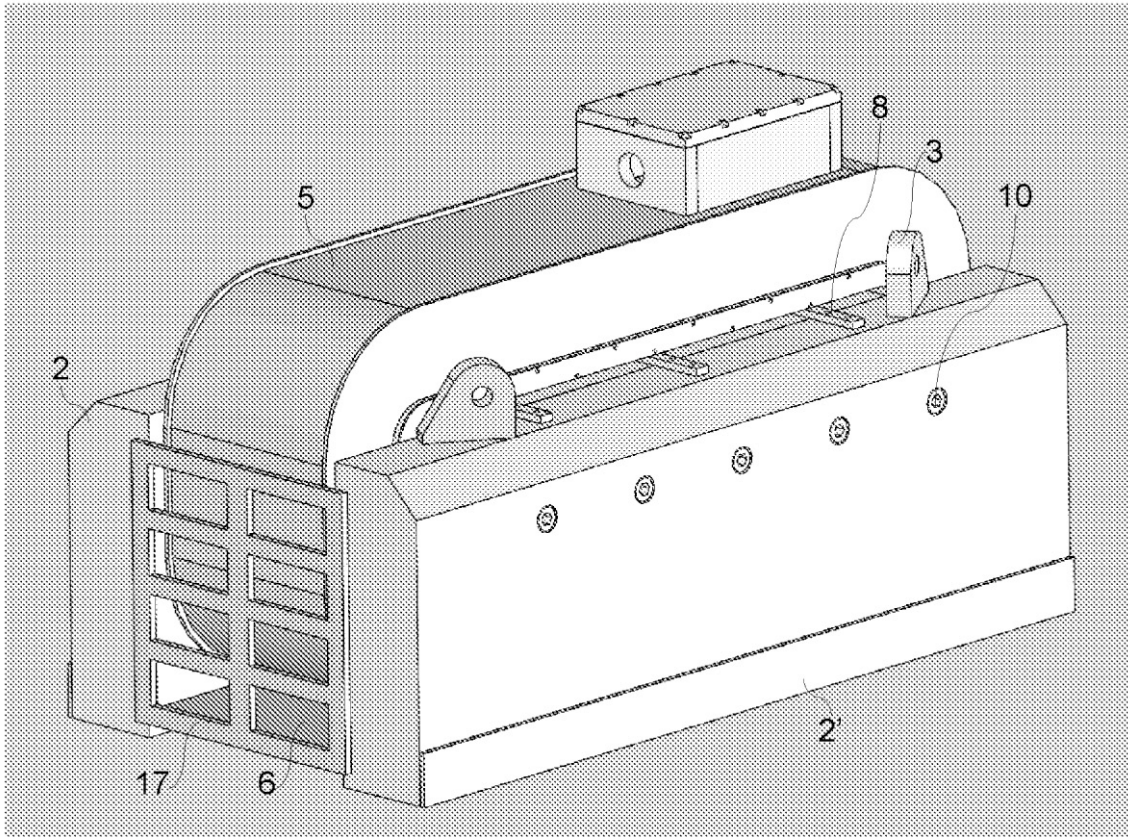


Fig.2

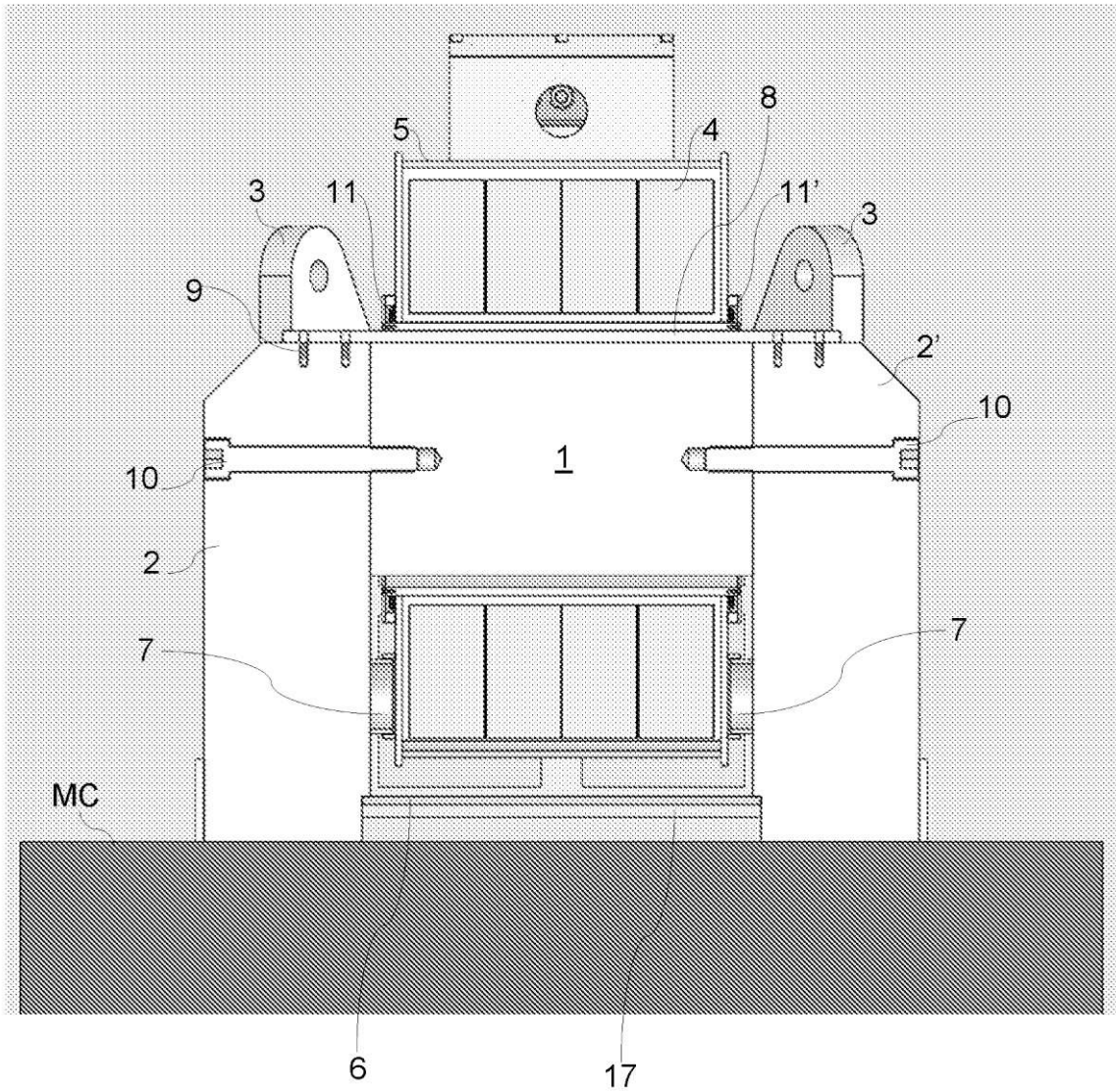


Fig.3

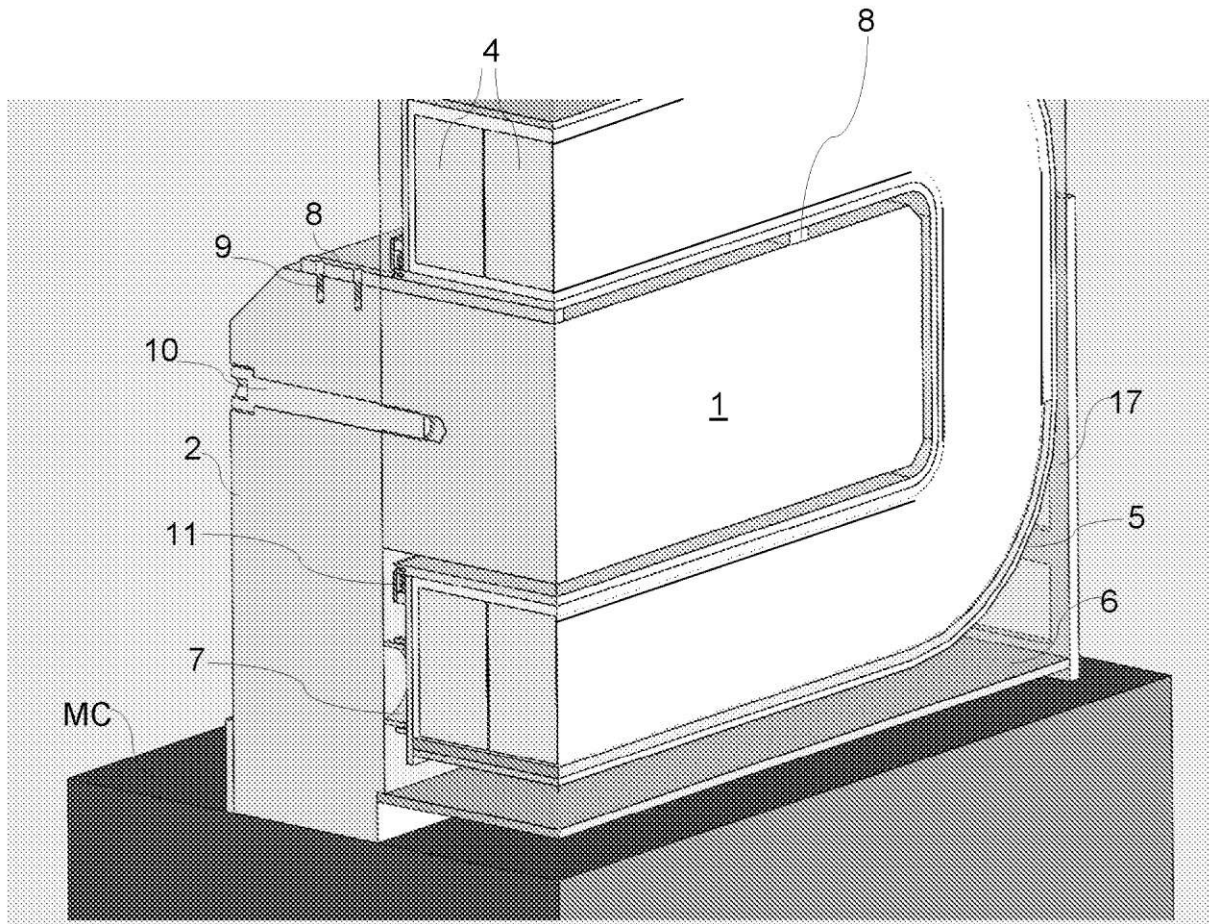


Fig.4

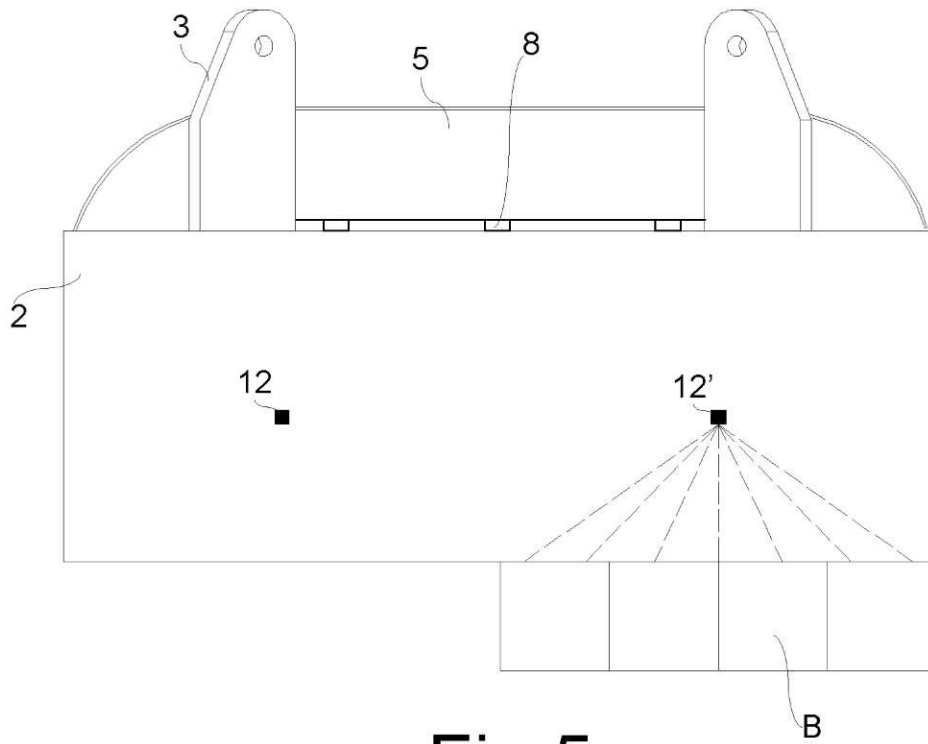


Fig.5

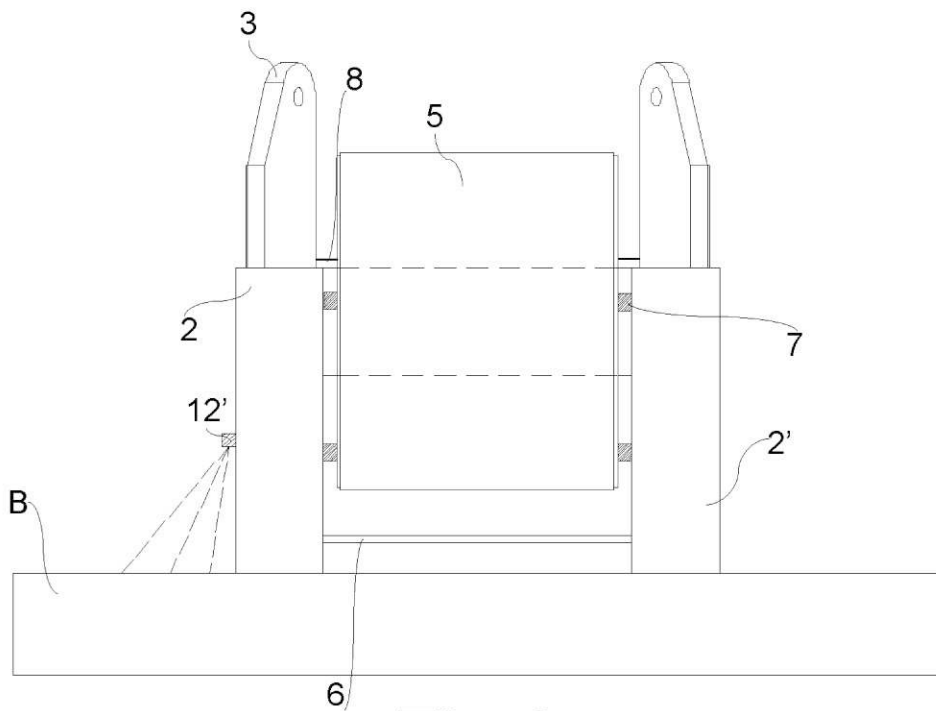


Fig.6

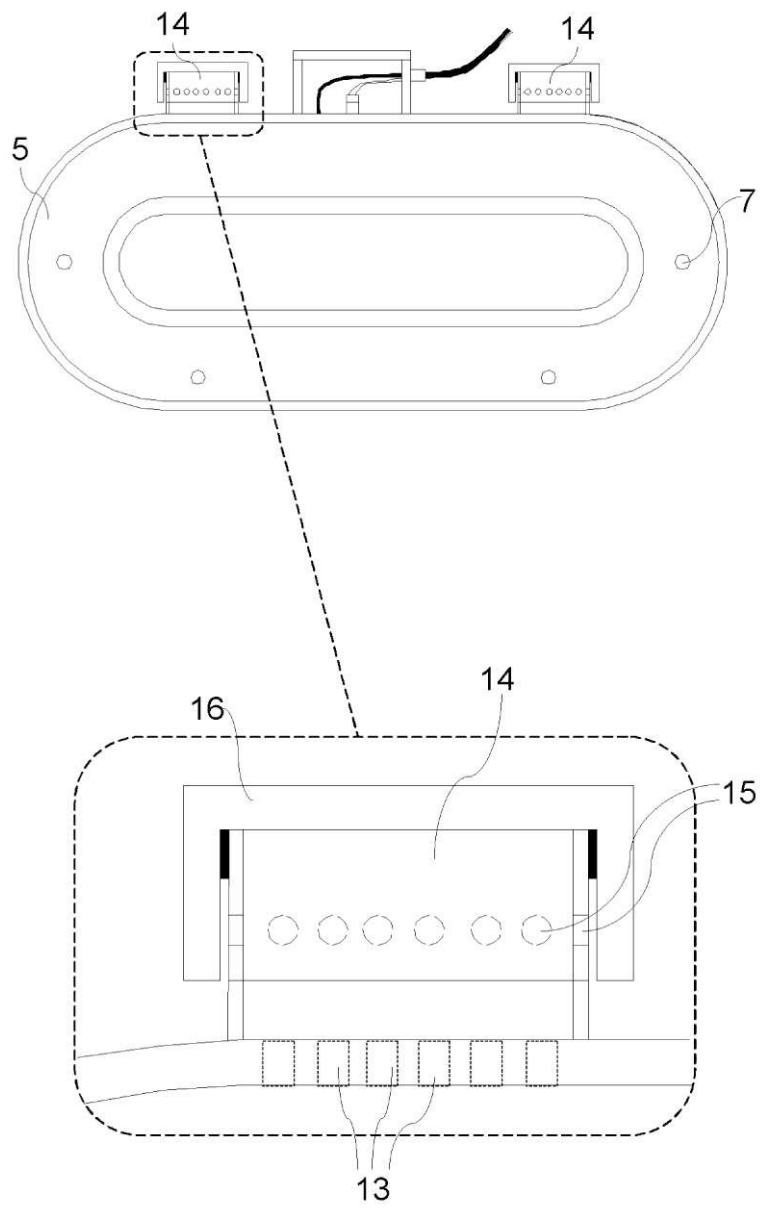


Fig.7

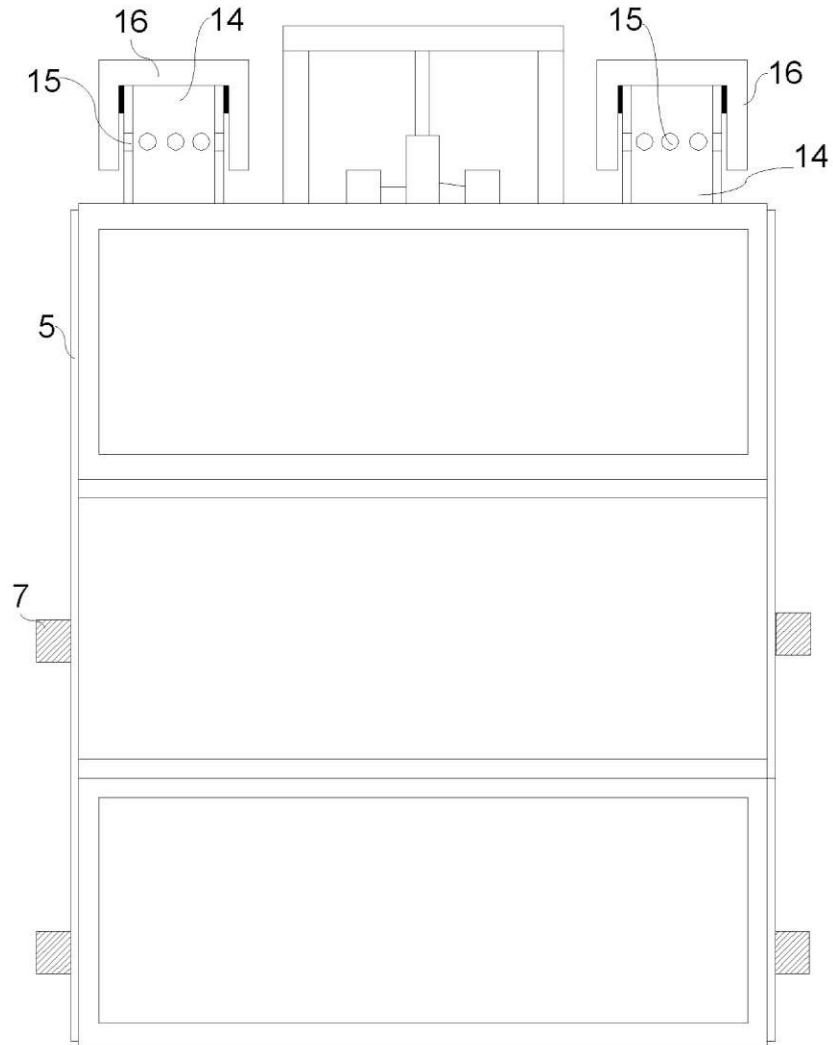


Fig.8