

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 737 704**

51 Int. Cl.:

<b>F04D 15/00</b>	(2006.01)
<b>F04B 49/02</b>	(2006.01)
<b>F04D 15/02</b>	(2006.01)
<b>F04B 49/20</b>	(2006.01)
<b>F04D 1/00</b>	(2006.01)
<b>F04D 13/08</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.06.2015 PCT/IB2015/054500**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.12.2015 WO15193784**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.06.2015 E 15732442 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019 EP 3158201**

54 Título: **Método para cerrar una bomba y disposición de estación de bombeo**

30 Prioridad:

**17.06.2014 SE 1450756**

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

**15.01.2020**

73 Titular/es:

**XYLEM EUROPE GMBH (100.0%)  
Bleicheplatz 6  
8200 Schaffhausen, CH**

72 Inventor/es:

**LARSSON, MARTIN;  
MÖKANDER, JÜRGEN y  
ZETTERQUIST, MARTIN**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 737 704 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 para cerrar una bomba y disposición de estación de bombeo

### Campo técnico de la invención

5 La presente invención se refiere de manera general a un método para cerrar o detener una bomba configurada para bombear líquido a través de un conducto, siendo la bomba accionada, antes de su cierre, a una frecuencia operativa por medio de una unidad de control. En especial, la presente invención se refiere a un método de cerrar una bomba configurada para bombear aguas residuales. De acuerdo con un segundo aspecto la presente invención, se refiere a una disposición de estación de bombeo que comprende una bomba, una unidad de control y un conducto conectado a la salida de la bomba, cuya disposición de estación de bombeo está configurada para llevar a cabo el método de cierre mencionado anteriormente.

### Antecedentes de la invención y técnica anterior

15 En dichas disposiciones de estación de bombeo la velocidad de flujo del líquido es en general del orden de 0,7-1 metros por segundo, lo que implica la presencia de un gran flujo de líquido con un gran empuje en el conducto que se extiende desde la bomba. La velocidad de flujo del líquido es normalmente superior a 0,7 metros por segundo con el fin de evitar sedimentación en el conducto y no supera normalmente 1 metro por segundo con el fin de no experimentar pérdidas de fricción elevadas. El conducto puede tener una longitud de miles de metros. Si el suministro de líquido desde la bomba al conducto se detiene de manera repentina se generará una onda de presión en el líquido que se transportará a través del sistema de tuberías y por tanto diferentes partes del líquido presentarán velocidades diferentes. Esta tediosa situación puede implicar la generación de burbujas de vacío en el conducto que al implosionar, por ejemplo cuando diferentes partes del líquido se mueven en diferentes direcciones en el conducto, producirán el denominado golpe de ariete, con riesgo de dañar el conducto y sus unidades. Así, cuando la columna de líquido regresa hacia la bomba la válvula antirretorno usual, ubicada aguas abajo de la bomba, se cerrará de golpe y corre riesgo de resultar dañada.

25 Con el fin de reducir los efectos del golpe de ariete, como es sabido tradicionalmente, por ejemplo de los documentos JP 2000356190 A o JPS 5572677 A, se disminuye progresivamente o en rampa la frecuencia de la bomba desde la frecuencia operativa hasta cero debido a una instrucción de cierre generada de manera automática o manual. El objetivo de la disminución progresiva es hacer que la bomba genere una presión de bombeo positiva de manera constante y así mantener la válvula antirretorno abierta para que la velocidad de flujo del líquido se reduzca lentamente y no se generen burbujas de vacío en el conducto. Con el fin de eliminar totalmente las burbujas de vacío la disminución progresiva debe ser muy prolongada, consumiendo cantidades innecesarias de energía.

30 La disminución progresiva desde la frecuencia operativa hasta cero implica en realidad que la válvula antirretorno se cierre pese a que el impulsor aún siga accionado para generar un flujo de líquido, pero la presión de bombeo y/o el flujo de líquido son demasiado pequeños para gestionar el bombeo del líquido al conducto. Por ejemplo, la bomba consume energía sin proporcionar ningún resultado de utilidad.

35 A partir del documento JPS 5669486 A se conoce un método para cerrar una bomba según el preámbulo de la reivindicación 1 adjunta.

### Objetivos de la invención

40 La presente invención trata de minimizar los inconvenientes y carencias mencionados anteriormente de métodos de cierre conocidos con anterioridad y de proporcionar un método de cierre de la bomba mejorado. Un objetivo básico de la invención es proporcionar un método de cierre mejorado del tipo definido inicialmente, que en un periodo lo más breve posible cierre la bomba a la vez que se reduzcan sustancialmente los efectos del golpe de ariete en el conducto.

Además, otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de cierre en el que se disminuya el tamaño de las burbujas de vacío.

45 Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de cierre que proteja el conducto y las válvulas antirretorno.

Otro objetivo de la presente invención es proporcionar un método de cierre que implique un menor consumo de energía durante el cierre.

### Breve descripción de la invención

50 Según la invención, al menos el objetivo básico se alcanza por medio del método y la disposición de una estación de bombeo definidos inicialmente, cuyas características se definen en las reivindicaciones independientes. Realizaciones preferidas de la presente invención se definen además en las reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto de la presente invención se proporciona un método de cierre según la reivindicación 1 adjunta.

Según un segundo aspecto de la presente invención se proporciona una disposición de estación de bombeo según la reivindicación 8 adjunta.

5 La disposición de estación de bombeo se caracteriza porque la unidad de control, debido a una instrucción de cierre, está configurada para disminuir progresivamente la frecuencia de la bomba desde una frecuencia operativa, siendo la frecuencia terminal de la disminución progresiva igual a la frecuencia operativa  $F_N$  de la bomba reducida en al menos 10 Hz y siendo el tiempo de disminución progresiva al menos un tiempo de reflexión  $T_R$  para el conducto en cuestión, y no siendo la frecuencia terminal de la disminución progresiva inferior a 10 Hz; además la unidad de control está configurada para detener la bomba tras la disminución progresiva, lo que incluye la desconexión de la bomba por medio de la unidad de control con el fin de permitir al impulsor de la bomba girar libremente hasta detenerse.

10 Así, la presente invención se basa en el conocimiento de emplear los efectos positivos al inicio de una disminución progresiva y evitar los efectos negativos al término de una disminución progresiva, garantizando que la bomba no lleve a cabo ningún trabajo que no resulte de utilidad.

15 Según un ejemplo no reivindicado, el paso de detención de la bomba tras la disminución progresiva incluye la realización de una segunda disminución progresiva de la frecuencia de la bomba por medio de la unidad de control de tal forma que el par al que está sujeto el motor de la bomba por parte del líquido bombeado se controla para que tienda a ser igual a cero. De este modo se imita a un impulsor con giro libre hasta su detención, y se garantiza así que la bomba no lleva a cabo ningún trabajo que no resulte de utilidad.

20 Según una realización preferida la frecuencia terminal de la disminución progresiva es inferior o igual a 35 Hz y superior o igual a 25 Hz. De este modo la disminución progresiva es suficiente para reducir de manera sustancial los efectos del golpe de ariete sin que la bomba lleve a cabo trabajo alguno que no resulte de utilidad.

Otras ventajas y características de la invención son evidentes a partir del resto de reivindicaciones dependientes así como a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas.

#### Breve descripción de los dibujos

25 Una comprensión más completa de las características y ventajas mencionadas anteriormente y otras de la presente invención será evidente a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una estación de bombeo que comprende la disposición de estación de bombeo;

30 La Figura 2 es un diagrama que muestra esquemáticamente cómo cambian la frecuencia, el flujo de líquido y la presión de la bomba durante el cierre según la presente invención; y

La Figura 3 es un diagrama que muestra esquemáticamente cómo cambian la frecuencia, el flujo de líquido y la presión de la bomba durante el cierre según la técnica anterior.

#### Descripción detallada de realizaciones preferidas

35 En la figura 1 se muestra una disposición de una estación de bombeo que comprende una estación de bombeo, generalmente designada con 1, que comprende al menos una bomba 2 con control de velocidad, normalmente dos bombas sumergibles, configuradas en un estado activo para bombear líquido desde un sumidero 3 de la estación de bombeo 1 a un conducto 4 que se extiende desde la estación de bombeo 1. El conducto 4 comprende una válvula antirretorno (no mostrada) dispuesta en estrecha conexión con la bomba 2. La estación de bombeo 1, de un modo convencional, comprende al menos un sensor de nivel 5 dispuesto para determinar el nivel de líquido de la estación de bombeo 1, pudiendo el sensor de nivel 5 estar, por ejemplo, constituido por un sensor de nivel flotante configurado para determinar un nivel de líquido predeterminado o un sensor de nivel continuo configurado para determinar diferentes niveles de líquido. Cabe destacar que el sensor de nivel 5 puede ser un dispositivo independiente conectado operativamente a una unidad de control 6 externa, estar operativamente conectado a dicha al menos una bomba 2 con control de velocidad, estar integrado en dicha al menos una bomba 2 con control de velocidad, etc. Dicha al menos una bomba 2 con control de velocidad estará operativamente conectada de manera preferible a la unidad de control 6 externa con el fin de admitir el ajuste de la velocidad de rotación de la bomba, pudiendo comprender alternativamente dicha al menos una bomba 2 con control de velocidad una unidad de control integrada (no mostrada). En adelante la expresión unidad de control 6 se empleará en esta memoria independientemente de su ubicación física.

50 La bomba 2 y la unidad de control 6 en conjunto constituyen al menos una parte de una disposición de bombeo, en la que la bomba 2 comprende un motor eléctrico 7 que está dispuesto para ser accionado por dicha unidad de control 6 y un impulsor 8 que está conectado al motor 7 a través de un eje de transmisión 9 de un modo convencional. El impulsor 8 es preferiblemente un impulsor abierto y, lo más preferiblemente, el impulsor es axialmente desplazable dentro de la bomba 2, en relación con una cubierta/anillo inserto de succión en la entrada de la bomba, durante el funcionamiento.

5 La expresión "velocidad controlada" abarca todos los modos concebibles para cambiar la velocidad de rotación de la bomba o, de manera más precisa, la velocidad de rotación/velocidad operativa del motor 7, estando previsto especialmente el ajuste de la frecuencia de alimentación actual por medio de un convertidor de frecuencia (Impulsión Variable de Frecuencia), que está integrado en una bomba o es externo, y que constituye un ejemplo de dicha unidad de control 6, siendo la velocidad de rotación proporcional a la frecuencia de alimentación actual durante el funcionamiento normal. No obstante, se prevé el ajuste controlado interna o externamente de la potencia de suministro, etc. Así, a un nivel general de la invención, no es esencial el modo en que se regula la velocidad operativa de la bomba, solo que la velocidad de rotación de la bomba 2 se puede ajustar/controlar.

10 La bomba 2 está configurada para estar operativamente conectada a la red eléctrica, que en las distintas partes del mundo tiene una frecuencia eléctrica diferente, normalmente de 50 Hz o 60 Hz. Según una realización alternativa, la bomba 2 está conectada operativamente a una unidad de generación de energía que hace uso de un motor diésel, o similar. La frecuencia de salida de la unidad de generación de energía puede ser constante o variable, y es normalmente de 50 Hz o 60 Hz.

15 Durante el funcionamiento normal de la bomba 2 esta es activada por medio de la unidad de control 6 a una frecuencia operativa  $F_N$ , también conocida como velocidad operativa. La frecuencia operativa  $F_N$  puede variar con el tiempo o ser constante, y puede, por ejemplo, ser igual a una frecuencia máxima, es decir, la frecuencia eléctrica de la red eléctrica, o estar en el intervalo de 90-95% de la frecuencia eléctrica de la red eléctrica.

20 Cuando la bomba 2, o la disposición de estación de bombeo, debido a ciertas circunstancias, reciben una instrucción de cierre generada automática o manualmente, por ejemplo del sensor de nivel 5, la unidad de control 6 inicia una disminución progresiva controlada de la frecuencia  $F$  de la bomba 2 desde la frecuencia operativa  $F_N$  hacia abajo. Esta disminución progresiva puede ser lineal (velocidad de disminución constante) o no lineal (velocidad de disminución variable) desde la frecuencia operativa  $F_N$  hacia una frecuencia terminal de la disminución progresiva.

25 Se hace ahora referencia a la figura 2, que muestra esquemáticamente un diagrama en el que se mide el tiempo en segundos en el eje X y la frecuencia  $F$  de la bomba 2 en el eje Y. Cabe destacar que el eje Y presenta una escala comparativa en la que la frecuencia operativa  $F_N$  de la bomba 2 se fija en 1 (correspondiente al 100 por ciento, que en realidad es por ejemplo 50 Hz). La frecuencia  $F$  de la bomba 2 se muestra por medio de la curva intermedia. El eje Y comprende también el flujo de líquido del conducto 4, mostrando la curva superior el cambio del flujo de líquido con el tiempo, y la presión en el conducto 4 en la zona de aguas abajo de la bomba 2, mostrando la curva inferior el cambio de la presión con el tiempo. El flujo de líquido y la presión se corresponden con la frecuencia  $F$  de la bomba 2 y se proporcionan por medio de escalas comparativas.

30 La frecuencia terminal de la disminución progresiva debe ser igual a la frecuencia operativa  $F_N$  de la bomba 2 disminuida en al menos 10 Hz y no debe caer por debajo de 10 Hz. En la realización descrita en la figura 2 la frecuencia terminal de la disminución progresiva es igual a 60% de la frecuencia operativa  $F_N$ , es decir, 30 Hz si la frecuencia operativa es igual a 50 Hz. Preferiblemente, la frecuencia terminal de la disminución progresiva debe ser inferior o igual a 40 Hz, o, lo más preferiblemente, inferior o igual a 35 Hz. Es preferible que la frecuencia terminal de la disminución progresiva sea superior o igual a 20 Hz, lo más preferiblemente superior o igual a 25 Hz.

35 La disminución progresiva debe ser al menos un tiempo de reflexión  $T_R$  para el conducto 4 en cuestión. En el ejemplo descrito en la figura 2 el tiempo de disminución progresiva es de aproximadamente 15 segundos.

40 El tiempo de reflexión  $T_R$  del conducto 4 en cuestión se conoce en dichas disposiciones de estación de bombeo y hace referencia al tiempo que tarda una onda de presión del conducto 4 en moverse hacia delante y hacia atrás en el conducto 4. El tiempo de reflexión  $T_R$  es igual a  $2 \cdot L/C$ , donde  $L$  es la longitud del conducto y  $C$  es una constante específica del material.  $C$  se encuentra en el intervalo de 300-400 si el conducto 4 está fabricado en plástico y  $C$  se encuentra en el intervalo de 1.000-1.200 si el conducto 4 está fabricado en acero. Así, para un conducto 4 fabricado en plástico y con una longitud de 2.000 metros, el tiempo de reflexión  $T_R$  se encuentra en el intervalo de 10-13 segundos, y el valor correspondiente para un conducto 4 fabricado en acero se encuentra en el intervalo de 3,5-4 segundos.

45 Según una realización, preferida el tiempo de disminución progresiva debe ser de al menos 10 segundos, más preferiblemente de al menos 15 segundos. Esto resulta de aplicación al menos cuando el tiempo de reflexión del conducto 4 no se conoce por cualquier motivo.

50 Tras la disminución progresiva, el método de cierre de la invención comprende el paso de detención de la bomba 2 por medio de la unidad de control 6.

55 Según la invención, una realización de la cual se muestra en la figura 2, el paso de detención de la bomba 2 tras la disminución progresiva incluye la desconexión de la bomba 2 por medio de la unidad de control 6 con el fin de permitir al impulsor 8 de la bomba 2 girar libremente hasta su detención. Según un ejemplo no reivindicado (no mostrado), el paso de detención de la bomba 2 tras la disminución progresiva incluye la realización de una segunda disminución progresiva de la frecuencia  $F$  de la bomba 2 por medio de la unidad de control 6 de tal forma que el par al que está sujeto el motor 7 de la bomba 2 por parte del líquido bombeado se controla para ser igualado a cero. La segunda disminución progresiva finaliza cuando la frecuencia  $F$  de la bomba 2 es igual a cero. En otras palabras, el ejemplo no

reivindicado implica la imitación del giro libre del impulsor 8. De acuerdo con un segundo ejemplo no reivindicado (no mostrado), puede llevarse a cabo una segunda disminución progresiva más pronunciada que la primera disminución progresiva.

5 En la figura 3 se muestra un diagrama de un procedimiento de cierre según la técnica anterior correspondiente a la figura 2, en el que el cierre de la bomba 2 se lleva a cabo desconectando el impulsor 8 de la bomba 2 a la frecuencia operativa y permitiendo al impulsor 8 girar libremente hasta su detención. La curva inferior muestra que en el conducto 4 se produce una gran depresión que provoca un extenso golpe de ariete. La curva superior muestra una extensa pulsación del flujo de líquido del conducto 4.

**Modificaciones viables de la invención**

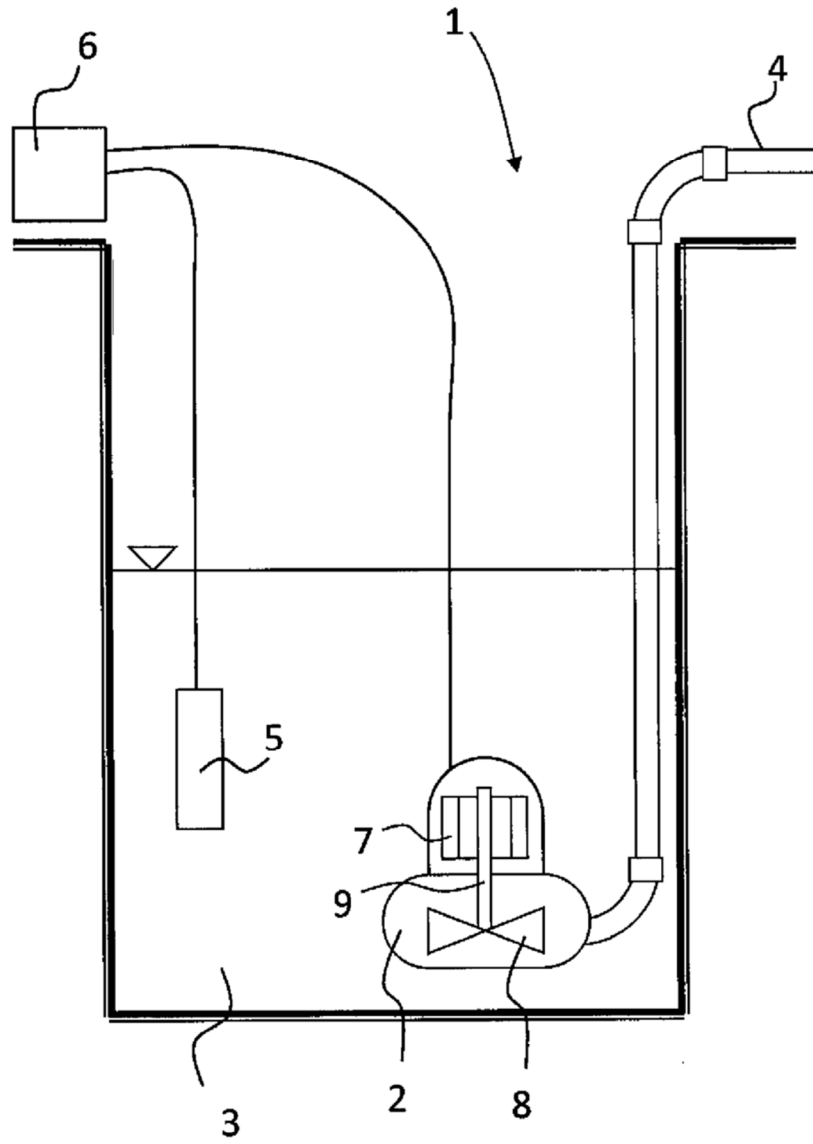
10 La invención no se limita solo a las realizaciones descritas anteriormente y mostradas en los dibujos, que principalmente tienen un objetivo ilustrativo y ejemplificador. Esta solicitud de patente pretende cubrir todos los ajustes y variantes de las realizaciones preferidas descritas en el presente documento, por lo que la presente invención se define mediante la formulación de las reivindicaciones adjuntas y por consiguiente, el equipo se puede modificar de cualquier modo dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

15 Cabe destacar también que toda la información sobre/relativa a términos como anterior, posterior, superior, inferior, etc., se debe interpretar/leer con el equipo orientado según las figuras, habiendo orientado los dibujos de tal forma que las referencias puedan leerse adecuadamente. Así, dichos términos solo indican relaciones mutuas de las realizaciones mostradas, relaciones que podrían cambiarse si el equipo de la invención se proporciona con otra estructura/diseño.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un método para cerrar una bomba (2) configurada para bombear líquido a través de un conducto (4), siendo la bomba (2) accionada, antes de ser cerrada, a una frecuencia operativa ( $F_N$ ) por medio de una unidad de control (6), comprendiendo el método los siguientes pasos:
- 5       - por medio de la unidad de control (6), disminuir progresivamente la frecuencia de la bomba (2) debido a una instrucción de cierre, y
- por medio de la unidad de control (6), detener la bomba (2) tras dicha disminución progresiva,
- estando el método caracterizado porque una frecuencia terminal de la disminución progresiva es igual a la frecuencia operativa ( $F_N$ ) de la bomba (2) disminuida en al menos 10 Hz y el tiempo de disminución progresiva es al menos un tiempo de reflexión ( $T_R$ ) para el conducto en cuestión, y la frecuencia terminal de la disminución progresiva no es inferior a 10 Hz, y porque la detención de la bomba (2) tras dicha disminución progresiva incluye la desconexión de la bomba (2) por medio de la unidad de control (6) para permitir al impulsor (8) de la bomba (2) girar libremente hasta su detención.
- 10
2. El método según la reivindicación 1, en el que la frecuencia terminal de la disminución progresiva es inferior o igual a 40 Hz.
- 15
3. El método según la reivindicación 2, en el que la frecuencia terminal de la disminución progresiva es inferior o igual a 35 Hz.
4. El método según cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la frecuencia terminal de la disminución progresiva es superior o igual a 20 Hz.
- 20
5. El método según la reivindicación 4, en el que la frecuencia terminal de la disminución progresiva es superior o igual a 25 Hz.
6. El método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el tiempo de disminución progresiva es de al menos 10 segundos.
7. El método según la reivindicación 6, en el que el tiempo de disminución progresiva es de al menos 15 segundos.
- 25
8. Una disposición de una estación de bombeo que comprende una bomba (2), una unidad de control (6) y un conducto (4) conectado a la salida de la bomba (2), en la que la unidad de control (6), debido a una instrucción de cierre, está configurada para disminuir progresivamente la frecuencia de la bomba (2) desde una frecuencia operativa ( $F_N$ ), siendo la frecuencia terminal de la disminución progresiva igual a la frecuencia operativa ( $F_N$ ) de la bomba (2) disminuida en al menos 10 Hz y siendo el tiempo de disminución progresiva al menos un tiempo de reflexión ( $T_R$ ) para el conducto en cuestión, y no siendo la frecuencia terminal de la disminución progresiva inferior a 10 Hz, estando además la unidad de control (6) configurada para detener la bomba (2), tras la disminución progresiva, mediante la desconexión de la bomba (2) con el fin de permitir al impulsor (8) de la bomba (2) girar libremente hasta su detención.
- 30



**Fig. 1**



**Fig. 2**





**Fig. 3**

Técnica anterior