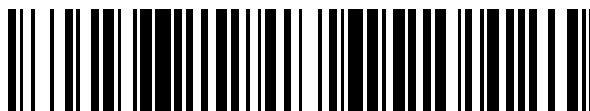


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 715 680**

51 Int. Cl.:

**F04D 15/00** (2006.01)

**F04D 15/02** (2006.01)

**F04D 29/70** (2006.01)

**F04D 7/04** (2006.01)

**F04D 13/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.06.2015 PCT/IB2015/054145**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.12.2015 WO15186046**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.06.2015 E 15727736 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3152442**

54 Título: **Método para controlar un sistema de bomba tras atascamiento de una bomba**

30 Prioridad:

**03.06.2014 SE 1450673**

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

**05.06.2019**

73 Titular/es:

**XYLEM EUROPE GMBH (100.0%)**

**Bleicheplatz 6**

**8200 Schaffhausen, CH**

72 Inventor/es:

**FULLEMANN, ALEXANDER**

74 Agente/Representante:

**ELZABURU, S.L.P**

ES 2 715 680 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 controlar un sistema de bomba tras atascamiento de una bomba

5 Campo técnico de la Invención

La presente invención está relacionada en general con un método para controlar un sistema de bomba que comprende una bomba y una unidad de control, comprendiendo la bomba un motor, y estando la unidad de control diseñada para accionar a dicho motor. En especial la invención está relacionada con un método para controlar un sistema de bomba, estando el motor asociado durante su funcionamiento con un parámetro operacional a partir del cual se puede derivar el par del motor, teniendo dicho parámetro operacional un valor normal  $P_N$  durante el funcionamiento normal en una primera dirección.

15 Antecedentes de la Invención y técnica anterior

Tras bombeo de un líquido, por ejemplo, agua residual que comprende materia sólida, por medio de por ejemplo una bomba sumergible, la materia sólida tendrá antes o después una influencia negativa sobre la capacidad de la bomba para transportar el líquido. La materia sólida se adhiere fuertemente dentro de la unidad hidráulica de la bomba y se fija lentamente al impulsor de la bomba, así como a la cara interior de la carcasa de bomba de la bomba, y de ese modo la eficiencia hidráulica de la bomba se ve afectada negativamente y la bomba funcionará en una condición de funcionamiento forzado debido a la mayor resistencia a la rotación, al mayor par y a las propiedades hidráulicas deterioradas. Hoy en día existen varias formas conocidas de limpiar de forma más o menos automática una bomba cuando la bomba, o más exactamente la unidad hidráulica de la bomba, empieza a atascarse. La condición de funcionamiento forzado no es directamente perjudicial para la bomba, sin embargo se obtiene un mayor consumo de energía y unas peores prestaciones de la bomba, lo cual es costoso para el propietario de la planta y lo cual puede producir como resultado efectos relacionados negativamente tales como que la estación de bomba se inunde cuando la capacidad accesible de la bomba no es suficiente para vaciar la estación de bomba.

Métodos de limpieza conocidos, o métodos para controlar un sistema de bomba, detectan que es necesaria una limpieza y después de ello realizan una secuencia de limpieza estándar predeterminada, que al menos conlleva que el motor de la bomba se decelere haciendo que la velocidad del motor sufra una reducción en rampa larga predeterminada impulsado por la unidad de control. Es conocido que uno no deberá detener el motor de la bomba directamente, especialmente debido a requisitos de evitar el denominado golpe de ariete en el sistema de tuberías aguas abajo de la bomba, pero también debido al elevado par y a la gran cantidad de movimiento que el impulsor de la bomba tiene durante el funcionamiento normal. Si se detiene el motor directamente se producirá inevitablemente efecto de golpe de ariete cuando la energía cinética y el momento de inercia del líquido dentro de las tuberías aguas abajo de la bomba provocan vibraciones que suponen un riesgo de destrucción de las tuberías y otros elementos de construcción, para ello es un riesgo inminente de que el impulsor se afloje, el eje motriz de la bomba resulte dañado, etc. De esta forma, siempre tiene lugar una reducción en rampa larga y controlada de la velocidad del motor.

Una consecuencia directa de la ausencia de inteligencia en el método de limpieza es que la secuencia de limpieza estándar utilizada, y que es adecuada durante una condición de funcionamiento forzado como se ha descrito anteriormente, incrementa drásticamente la carga de la bomba cuando un objeto grande y/o duro entra en la unidad hidráulica de la bomba y se encaja, es decir, cuando se ha producido una condición de funcionamiento perjudicial para el sistema de bomba. Una condición de funcionamiento perjudicial significa una condición de funcionamiento que inmediatamente o en un corto periodo de tiempo conllevará que la bomba y/o la unidad de control se rompan. Cuando la unidad de control, por ejemplo en la forma de un convertidor de frecuencia (VFD), realiza dicha reducción en rampa cuando un objeto grande y/o duro se ha quedado encajado y frena mecánicamente al impulsor, la reducción en rampa larga y controlada del motor fuerzan al impulsor a rotar y el objeto se encaja con más fuerza/de forma más severa. Esto conlleva a su vez que el impulsor, el motor del eje motriz, etc. de la bomba o la unidad de control resultarán excesivamente forzados y resultarán dañados.

Para impedir que la bomba y/o la unidad de control resulten dañadas diferentes sistemas de seguridad/equipos protectores, tales como un interruptor de desconexión de seguridad, fusibles, etc., los cuales están diseñados para proteger a los equipos y dispararse antes de que el equipo resulte dañado. De manera habitual para las condiciones de funcionamiento perjudiciales anteriormente descritas, es decir, si el sistema de seguridad se dispara y/o el sistema de bomba se rompe, personal de servicio realiza un apagado de emergencia y se ocupa del fallo/atascamiento. Estos apagados son caros y para ello una bomba inactiva es cara para el propietario de la planta.

Un método de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 para controlar un sistema de bomba tras el atascamiento de una bomba es conocido del documento US 2005 123408 A1.

60 Breve descripción del objeto de la Invención

La presente invención tiene como objetivo obviar los inconvenientes y fallos anteriormente mencionados de métodos de limpieza conocidos previamente y proporcionar un método mejorado para controlar un sistema de bomba. Un objeto básico de la invención es proporcionar un método mejorado para controlar un sistema de bomba de acuerdo

con el tipo definido inicialmente, el cual incrementará de forma prominente el número de atascamientos que el sistema de bomba resolverá por su cuenta.

5 Otro objeto de la presente invención es proporcionar un método para controlar un sistema de bomba, el cual impide de forma bastante perfecta la necesidad de personal de mantenimiento para realizar apagados de emergencia.

Breve descripción de los rasgos de la Invención

10 De acuerdo con la invención al menos el objeto básico de la invención se conseguirá mediante el método definido inicialmente que tiene los rasgos definidos por la reivindicación independiente. Realizaciones preferibles de la presente invención se definen con mayor detalle en las reivindicaciones dependientes.

De acuerdo con la presente invención se proporciona un método de acuerdo con la reivindicación 1 para controlar un sistema de bomba tras atascamiento de una bomba.

15 De esta manera, la presente invención está basada en la comprensión de que al detener el accionamiento del motor en la primera dirección a un par menor que el par al cual se detiene el accionamiento del motor en la segunda dirección, es decir, para tener un mayor par disponible para desenganchar el material encajado que el par que encajó el material, el sistema de bomba se salva y el número de apagados de emergencia se eliminará de forma más o menos total.

20 De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el método después del paso de detener el motor si un valor real  $P$  del parámetro operacional supera un límite de atascamiento  $P_1$  predeterminado, donde  $P_1 \geq 1,05 \cdot P_N$ , comprende para ello los pasos de:

- 25
- accionar el motor en la primera dirección durante un tiempo de control  $T_K$  predeterminado por medio de la unidad de control,
  - detener el motor si el valor real  $P$  del parámetro operacional durante el tiempo de control  $T_K$  supera un límite de control de falsa alarma  $P_F$ , donde  $P_F \geq P_1$ .

30 De este modo se consigue una función de falsa alarma después de la cual se puede evitar funcionamiento innecesario de la bomba hacia atrás.

35 De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el método después del paso de detener el motor si el valor absoluto del valor real  $P$  del parámetro operacional supera el valor absoluto de un primer límite de desenganchado  $P_{L1}$ , donde  $|P_{L1}| \geq 1,1 \cdot P_1$ , comprende para ello los pasos de:

- 40
- accionar el motor en la primera dirección durante un tiempo de enjuague  $T_R$  predeterminado por medio de la unidad de control,
  - detener el motor si el valor real  $P$  del parámetro operacional supera un segundo límite de desenganchado  $P_{L2}$ , donde  $P_{L2} \geq P_1$  y  $P_{L2} \geq 0,95 \cdot |P_{L1}|$ .

45 De este modo el sistema de bomba intenta, cuando ha fallado en el primer intento de desenganchado hacia atrás, desenganchar el material encajado por medio de un intento de desenganchado hacia adelante utilizando un par disponible que es mayor que el par disponible durante el funcionamiento normal hacia adelante pero menor que el par disponible durante desenganchado hacia atrás.

De acuerdo con una realización preferida de la presente invención, el parámetro operacional está constituido por el consumo de energía del motor.

50 Otras ventajas y rasgos de la invención son evidentes a partir de las otras reivindicaciones dependientes y a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas.

Breve descripción de los dibujos

55 Una comprensión más completa de los rasgos antes mencionados y otros de la presente invención resultará evidente a partir de la siguiente descripción detallada de realizaciones preferidas con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- 60
- La Figura 1 es una ilustración esquemática de una estación de bomba que comprende un sistema de bomba,
  - La Figura 2 es un diagrama de flujo que describe una primera realización del método innovador,
  - La Figura 3 es un diagrama de flujo que describe una segunda realización del método innovador,
  - La Figura 4 es un diagrama de flujo que describe una tercera realización del método innovador,
  - La Figura 5 es un diagrama que describe esquemáticamente cómo se altera con el tiempo el consumo de energía de la bomba, durante una limpieza/desenganchado exitoso en la segunda dirección,

La Figura 6 es un diagrama que describe esquemáticamente cómo se altera con el tiempo el consumo de energía de la bomba, durante un desenganchado exitoso en la segunda dirección después de varios intentos de desenganchado no exitosos, y

La Figura 7 es un diagrama que describe esquemáticamente cómo se altera con el tiempo el consumo de energía de la bomba, durante un falso atascamiento.

Descripción detallada de realizaciones preferidas

En la Figura 1 se muestra una estación de bomba, designada de manera general 1, que comprende al menos una bomba 2 controlada en velocidad, normalmente dos bombas sumergibles, dispuestas en un estado activo para bombear líquido desde un cárter 3 comprendido en la estación 1 de bomba hasta una tubería 4 de salida y a puntos más alejados de la estación 1 de bomba. Para ello la estación 1 de bomba comprende de una manera convencional al menos un sensor 5 de nivel diseñado para determinar el nivel de líquido en la estación 1 de bomba. Se señalará que el sensor 5 de nivel puede ser un dispositivo independiente que está conectado operativamente a una unidad 6 de control externa, conectada operativamente a dicha al menos una bomba 2 controlada en velocidad, puede estar integrado en dicha al menos una bomba 2 controlada en velocidad, etc. Dicha al menos una bomba 2 controlada en velocidad está preferiblemente conectada operativamente a la unidad 6 de control externa para admitir control de la velocidad de la bomba, de forma alternativa dicha al menos una bomba 2 controlada en velocidad puede comprender una unidad de control integrada (no mostrada). En lo que sigue en esta memoria el término unidad 6 de control se utilizará con independencia de su ubicación física.

La bomba 2 y la unidad 6 de control constituyen en conjunto al menos una parte del sistema de bomba, en la cual la bomba 2 comprende un motor 7 eléctrico que está diseñado para ser accionado por dicha unidad 6 de control, y un impulsor 8 que está conectado con el motor 7 a través de un eje motriz 9 de una manera convencional. Preferiblemente el impulsor 8 es un impulsor abierto, y lo más preferiblemente un impulsor que es desplazable axialmente dentro de la bomba 2, en relación con una tapa de succión/inserto anular a la entrada de la bomba, durante el funcionamiento.

Mediante el término “controlada en velocidad” se cubren todas las formas concebibles de alterar la velocidad de la bomba, o más exactamente la velocidad de rotación/ velocidad operacional del motor 7. Sobre todo esto se refiere a control de frecuencia del suministro de corriente por medio de un convertidor de frecuencia (Accionamiento de Frecuencia Variable), el cual está integrado en una bomba o es externo, y el cual constituye un ejemplo en dicha unidad 6 de control, siendo la velocidad de rotación proporcional a la frecuencia del suministro de corriente durante funcionamiento normal. Sin embargo, esto se refiere también a suministro de tensión controlado internamente o externamente. De esta forma, en un nivel global de la invención, no es esencial cómo se controla la velocidad de rotación de la bomba, sólo que la velocidad de rotación de la bomba 2 se puede controlar/ajustar.

El método innovador está dirigido a controlar un sistema de bomba que comprende una bomba 2 que tiene un motor 7 y una unidad 6 de control diseñada para controlar a dicho motor 7, a fin de lograr una limpieza eficiente de la bomba tras un atascamiento. En este contexto la estación 1 de bomba deberá verse como una planta delimitada a la cual llega líquido entrante y desde la cual se bombea líquido saliente. La estación de bomba deberá, en lo que respecta a la presente invención, ser considerada con independencia del tipo de líquido y con independencia de dónde se origina el líquido y a dónde se bombea el líquido. En caso de que la estación de bomba comprenda varias bombas 2 pueden tener lugar alteraciones adecuadas entre ellas, sin embargo esto no es descrito con mayor detalle por la presente solicitud.

Para ello la bomba 2 se arranca y se detiene durante el funcionamiento normal conforme a métodos conocidos y no se describe en esta memoria.

En la Figura 2 se muestra una realización predeterminada de un método, designado de manera general 10, para el control de un sistema de bomba que comprende una bomba 2 y una unidad 6 de control. Se señalará que el método 10 innovador se puede expandir con uno o más submétodos, y/o puede ser accionado en paralelo/secuencialmente con otros métodos de control.

El método 10 innovador para control de un sistema de bomba es en la práctica un método de limpieza para una bomba que está enteramente o parcialmente atascada, es decir, un material extraño ha entrado en la bomba 2 y ha atascado el impulsor 8.

El grado de atascamiento y/o el tipo de atascamiento provocan una carga sobre el motor 7 de la bomba 2 e indican una condición operacional del sistema de bomba. De esta forma el motor 7 en cada punto de tiempo individual, cuando la bomba 2 está en un estado activo y el motor 7 es accionado en una primera dirección por la unidad 6 de control, está asociado con un nivel de carga que corresponde a una condición operacional del sistema de bomba. El sistema de bomba también comprende medios para, de forma intermitente o continua, monitorizar al menos un parámetro operacional a partir del cual se puede derivar el par del motor 7, ya sea por medición directa o derivándose a partir de la medición de otro parámetro/cantidad operacional. Dicho parámetro P operacional está constituido preferiblemente por consumo de corriente o por par, pero también son concebibles otros parámetros

operacionales tales como consumo de energía. En realidad, el nivel de carga del motor 7 cambiará, cambiando de este modo el par y la velocidad operacional/de rotación, cuando la unidad hidráulica de la bomba 2 está enteramente o parcialmente atascada. Un efecto directo de esto es que el consumo de corriente, consumo de energía, etc. de la bomba se modifica de forma correspondiente, por lo cual el par del motor 7 se puede derivar por ejemplo del consumo de corriente del motor. Preferiblemente el consumo de corriente real de la bomba 2, o más exactamente del motor 7, se monitoriza cuando la bomba 2 está en el estado activo anteriormente mencionado, y en lo que sigue la invención se describirá teniendo esto como base. Sin embargo, se observará que la invención no está delimitada a la medición del consumo de corriente como el parámetro operacional. Dicho parámetro operacional tiene un valor normal  $P_N$  durante el funcionamiento normal del motor 7 en una primera dirección. Por la primera dirección se entiende que el impulsor 8 es impulsado hacia adelante, es decir, bombea líquido hacia fuera a través de la tubería 4 de salida.

Se describirá ahora el método 10 innovador en su forma más básica con referencia a la figura 2.

El método 10 comienza a partir del momento en que la bomba 2 está en su estado activo y el motor 7 es accionado en una primera dirección por la unidad 6 de control. En conexión con esto y durante el funcionamiento normal dicha primera dirección es la dirección que produce como resultado que líquido sea transportado por el impulsor 8 desde el cárter 3 a través de la tubería 4 de salida, es decir, el motor 7 es accionado en la dirección hacia adelante. Tras el arranque de la bomba 2, es decir, empezando desde un estado inactivo de la bomba 2, la unidad 6 de control realiza un aumento en rampa controlado, por ejemplo lineal, de la velocidad  $F$  operacional/de rotación real del motor 7 desde 0 hasta una velocidad operacional  $F_N$  que se utilizará durante el funcionamiento normal, que por ejemplo constituye aproximadamente 75-85% de la así llamada velocidad  $F_{MAX}$  máxima de rotación del motor 7. La velocidad máxima de rotación del motor 7 es la velocidad de rotación que el motor 7 tiene si la bomba 2 estuviera conectada directamente a la red eléctrica (es decir, normalmente una frecuencia de suministro de corriente de 50 Hz ó 60 Hz). La velocidad operacional normal  $F_N$  puede ser por ejemplo un valor constante o un valor que cambia a lo largo del tiempo, puede ser por ejemplo un valor establecido manualmente o un valor optimizado automáticamente basado en el consumo de energía instantáneo, etc. Esto también conlleva que el valor normal  $P_N$  del parámetro operacional puede ser constante o cambiante con el tiempo en línea con el estado en ese momento de la velocidad operacional normal  $F_N$ . También se señalará que diferente naturaleza del líquido bombeado conlleva diferente carga sobre la bomba 2 a velocidad operacional normal  $F_N$  no modificada, lo cual conlleva que el valor normal  $P_N$  del parámetro operacional es también dependiente de la carga sobre la bomba 2 en la aplicación específica, es decir, diferentes estaciones de bomba reciben líquido con diferentes características. Para ello el líquido que entra en la misma estación de bomba puede presentar diferentes características durante diferentes horas del día.

Cuando la bomba 2 está en dicho estado activo se determina/monitoriza un valor real  $P$  de dicho al menos un parámetro operacional, y en la realización descrita se determina el consumo de corriente real. El consumo de corriente/energía real varía durante el funcionamiento normal alrededor de un valor nominal del consumo de corriente debido al hecho de que materia sólida encontrada en el líquido bombeado entra, tiene influencia sobre y es transportada a través de la unidad hidráulica de la bomba 2 y de ese modo tiene una influencia momentánea sobre el nivel de carga/par del motor 7.

Durante la monitorización de dicho valor real  $P$  de dicho al menos un parámetro operacional se puede determinar si una fuerza aplicada externamente actúa contra el motor 7 en un grado tal que se inicia una condición de funcionamiento perjudicial del sistema de bomba, lo cual es verdad si el nivel de carga/ par del motor 7 supera un nivel perjudicial para el sistema de bomba. Por condición operacional perjudicial se entiende una condición operacional que inmediatamente o en un corto espacio de tiempo producirá como resultado que a la bomba 2 y/o a la unidad 6 de control se le haga trabajar demasiado y se rompa si el funcionamiento del motor 7 permanece sin cambios, o producirá de forma alternativa el disparo de los sistemas de seguridad / equipos de protección. Una condición operacional perjudicial está presente si un objeto grande y/o duro entra en la unidad hidráulica de la bomba 2 y se encaja entre el impulsor 8 y la carcasa de la bomba o la tapa de succión/inserto anular.

El método 10, cuando el motor 7 es accionado en la primera dirección, comprende el paso de determinar si el valor real  $P$  del parámetro operacional supera un límite de atascamiento  $P_I$  predeterminado, donde  $P_I$  es mayor o igual que un factor 1,05 veces el valor normal  $P_N$  del parámetro operacional. Si  $P > P_I$  el motor 7 se detiene y si no continúa el funcionamiento normal. Preferiblemente la relación entre el parámetro operacional  $P_I$  y el valor normal  $P_N$  del parámetro operacional es:  $P_I \geq 1,1 * P_N$ , y lo más preferiblemente  $P_I \geq 1,2 * P_N$ .

Se señalará que debido al hecho de que el valor normal  $P_N$  del parámetro operacional puede variar durante el funcionamiento el límite de atascamiento  $P_I$  del parámetro operacional también variará, sin embargo la relación mutua proporcionada anteriormente entre ellos permanece.

Por la expresión detener el motor se entiende realizar un cambio de estado del estado activo de la bomba al estado inactivo de la bomba 2. El paso de detener el motor 7 preferiblemente incluye en conexión con esto que la unidad 6 de control inmediatamente después de la determinación del atascamiento interrumpe directamente el accionamiento del motor 7 en la primera dirección. El rasgo de interrumpir directamente el accionamiento, se realiza haciendo que

la velocidad operacional  $F_N$  del motor 7 sea igual a cero en la unidad 6 de control, es decir, no tiene lugar ninguna reducción en rampa de la velocidad de rotación del motor 7, o haciendo que la velocidad operacional  $F_N$  del motor 7 sea igual a cero desengranando el motor 7, es decir, el motor 7 se desenergiza completamente. Esto conlleva que el objeto extraño que entró y atascó la unidad hidráulica de la bomba 2, no se encaja con más fuerza/de forma más severa.

Después de que se detecta un atascamiento y se detiene el motor 7, el método 10 inicia una secuencia de limpieza. Después del paso en que se detiene el motor 7, se realiza un paso de accionar el motor 7 en la segunda dirección opuesta a la primera dirección durante un tiempo de enjuague  $T_R$  predeterminado por medio de la unidad 6 de control. Por la expresión accionar el motor 7 en una segunda dirección se entiende que el motor 7 es accionado en la dirección hacia atrás. Durante el tiempo de enjuague  $T_R$  el sistema de bomba intenta enjuagar el objeto que se ha quedado encajado de vuelta al interior del cárter 3.

Durante el tiempo de enjuague  $T_R$  y el accionamiento del motor 7 en la segunda dirección, la unidad 6 de control intenta generar una velocidad de limpieza hacia atrás  $F_{RB}$  del motor 7. El valor absoluto de la velocidad de limpieza hacia atrás  $F_{RB}$  está preferiblemente dentro del rango 75-85% de la velocidad de rotación máxima  $F_{MAX}$  del motor 7. Durante el tiempo de enjuague  $T_R$  el método realiza el paso de determinar si el valor absoluto del valor real  $P$  del parámetro operacional supera el valor absoluto del primer límite de desenganchado  $P_{L1}$ , donde el valor absoluto del primer límite de desenganchado  $P_{L1}$  del parámetro operacional es mayor o igual que un factor 1,1 veces el límite de atascamiento  $P_i$  del parámetro operacional. Si  $|P| > |P_{L1}|$  se detiene el motor 7, lo que significa que el material que se ha encajado no se suelta y no es expulsado por enjuague en el primer intento de desenganchado hacia atrás. Si  $|P| < |P_{L1}|$  se detiene el motor 7 después de dicho tiempo de enjuague  $T_R$  y a continuación se retorna al funcionamiento normal, lo que significa que el material que se ha quedado encajado es expulsado por enjuague de vuelta al interior del cárter 3 durante el primer intento de desenganchado hacia atrás. Preferiblemente la relación entre el primer límite de desenganchado  $P_{L1}$  del parámetro operacional y el límite de atascamiento  $P_i$  del parámetro operacional es:  $|P_{L1}| \geq 2 * P_i$ , y lo más preferiblemente  $|P_{L1}| \geq 3 * P_i$ .

Después del paso en que el motor 7 se detiene después de que se determina que el valor real  $P$  del parámetro operacional supera el límite de atascamiento  $P_i$ , el método también comprende preferiblemente el paso de retener la bomba 2 en el estado inactivo durante un tiempo de espera  $T_V$  predeterminado. Dicho de otra manera, la bomba 2 se mantiene inactiva durante un tiempo de espera  $T_V$  antes de que se inicie el primer intento de desenganchado hacia atrás, o antes de un control de falsa alarma que se describirá más adelante en esta memoria.

Después del paso en que el motor 7 se detiene después del tiempo de enjuague  $T_R$ , el método también comprende preferiblemente el paso de retener la bomba 2 en el estado inactivo durante un tiempo de espera  $T_V$  predeterminado. Dicho de otra manera, la bomba 2 se mantiene inactiva durante un tiempo de espera  $T_V$  antes de que se reanude el funcionamiento normal.

Se hace referencia ahora a la Figura 3, en la cual se describe una adición al método de acuerdo con la figura 2 en la forma de un control de falsa alarma, otras partes del método 10 permanecen sin modificaciones y no se describen más adelante en esta memoria.

Después del paso en que el motor 7 se detiene después de que se determina que el valor real  $P$  del parámetro operacional supera el límite de atascamiento  $P_i$ , el método comprende el paso de accionar el motor 7 en la primera dirección durante un tiempo de control  $T_K$  predeterminado por medio de la unidad 6 de control. Durante el tiempo de control  $T_K$  el método realiza el paso de determinar si el valor real  $P$  del parámetro operacional supera un límite de control de falsa alarma  $P_F$ , donde el límite de control de falsa alarma  $P_F$  del parámetro operacional es menor o igual que el límite de atascamiento  $P_i$  del parámetro operacional. El control de falsa alarma se realiza una o varias veces. Si  $P > P_F$  deteniendo el motor, lo cual significa que no es una falsa alarma sino que se confirma el atascamiento. Durante el control de falsa alarma el material que ha provocado la parada por atascamiento del motor 7 es expulsado por enjuague algunas veces a través de la tubería 4 de salida. Preferiblemente la relación entre el límite de control de falsa alarma  $P_F$  del parámetro operacional y el valor normal  $P_N$  del parámetro operacional es:  $P_F \geq P_N$ . Durante el tiempo de control  $T_K$  y durante el accionamiento del motor 7 en la primera dirección, la unidad 6 de control intenta generar una velocidad de falsa alarma  $F_F$  del motor 7 que preferiblemente es igual a la velocidad operacional normal  $F_N$ .

Después del tiempo de control  $T_K$  la unidad 6 de control puede seguir accionando el motor 7 en la primera dirección de acuerdo con funcionamiento normal, de forma alternativa el motor 7 se puede detener y la bomba 2 es retenida en el estado inactivo durante un tiempo de espera  $T_V$  predeterminado antes de que se reanude el funcionamiento normal.

Después del paso en que se detiene el motor 7 después de que se determina que el valor real  $P$  del parámetro operacional supera el límite de control de falsa alarma  $P_F$ , el método preferiblemente comprende también el paso de retener la bomba 2 en el estado inactivo durante un tiempo de espera  $T_V$  predeterminado. Dicho de otra manera la

bomba 2 se mantiene inactiva durante un tiempo de espera  $T_V$  antes de que se inicie el primer intento de desenganchado hacia atrás.

5 Se hace referencia ahora a la Figura 4 en la cual se describe una adición al método de acuerdo con la Figura 2 en la forma de un intento de desenganchado hacia adelante, las otras partes del método 10 permanece sin modificaciones y no se describen más adelante en esta memoria.

10 Después del paso en que se detiene el motor 7 después de que se determina que el valor absoluto del valor real  $P$  del parámetro operacional supera el valor absoluto del primer límite de desenganchado  $P_{L1}$ , el método comprende el paso de accionar el motor 7 en la primera dirección durante un tiempo de enjuague  $T_R$  predeterminado por medio de la unidad 6 de control. Durante el tiempo de enjuague  $T_R$  y el accionamiento del motor 7 en la primera dirección, la unidad 6 de control intenta generar una velocidad  $F_{RF}$  de limpieza hacia adelante del motor 7.

15 La velocidad  $F_{RF}$  de limpieza hacia adelante está preferiblemente dentro del rango 75-100% de la velocidad  $F_{MAX}$  de rotación máxima del motor 7. Durante el tiempo de enjuague  $T_R$  el método realiza el paso de determinar si el valor real  $P$  del parámetro operacional supera un segundo límite de desenganchado  $P_{L2}$ , donde el segundo límite de desenganchado  $P_{L2}$  es mayor o igual que el límite de atascamiento  $P_I$  del parámetro operacional y es menor o igual que un factor 0,95 veces el valor absoluto del primer límite de desenganchado  $P_{L1}$ . Si  $P > P_{L2}$  deteniendo el motor 7, lo que significa que el material que se ha quedado encajado no se suelta y no es expulsado por enjuague durante el primer intento de desenganchado hacia adelante. Si  $P < P_{L2}$  y después del tiempo de enjuague  $T_R$  la unidad 6 de control puede continuar accionando el motor 7 en la primera dirección de acuerdo con funcionamiento normal, de forma alternativa el motor 7 se puede detener y la bomba 2 siendo retenida en el estado inactivo durante un tiempo de espera  $T_V$  predeterminado antes de que se reanude el funcionamiento normal.  $P < P_{L2}$  conlleva que el material que se ha quedado encajado es expulsado por enjuague a través de la tubería 4 de salida durante el primer intento de desenganchado hacia adelante. Preferiblemente la relación entre el primer límite de desenganchado  $P_{L1}$  del parámetro operacional y el segundo límite de desenganchado  $P_{L2}$  del parámetro operacional es:  $P_{L2} \leq 0,85 * |P_{L1}|$ , y lo más preferiblemente  $P_{L2} = 0,8 * |P_{L1}|$ .

20 Se señalará que después del primer intento de desenganchado hacia atrás aún se pueden realizar uno o más intentos de desenganchado hacia atrás antes de que se realice el primer intento de desenganchado hacia adelante. Para ello el método 10 puede realizar varias alternancias entre intentos de desenganchado hacia atrás e intentos de desenganchado hacia adelante antes de que personal de mantenimiento sea llamado a la planta, en donde cada intento de desenganchado hacia atrás puede comprender uno o más intentos de desenganchado y en donde cada intento de desenganchado hacia adelante puede comprender uno o más intentos de desenganchado. Por ejemplo el primer límite de desenganchado  $P_{L1}$  puede aumentar después de cada intento de desenganchado fallido, y por ejemplo el segundo límite de desenganchado  $P_{L2}$  puede aumentar después de cada intento de desenganchado fallido.

30 El método 10 también puede, cuando el material encajado se ha liberado y antes de que se reanude el funcionamiento normal, comprender un enjuague de la bomba 2 accionando el motor 7 en la primera dirección a la velocidad  $F_{MAX}$  de rotación máxima durante un tiempo de enjuague  $T_R$  por medio de la unidad 6 de control.

35 Se hace referencia finalmente a las figuras 5-7, que describen esquemáticamente diferentes secuencias de limpieza por medio de una gráfica superior que describe la velocidad operacional/rotacional real de la bomba/motor y cómo ésta cambia a lo largo del tiempo, y una gráfica inferior que describe el consumo real de par/ corriente de la bomba/motor y cómo éste cambia a lo largo del tiempo.

40 En la Figura 5 se detecta un atascamiento tras lo cual se realiza un control de falsa alarma confirmando el atascamiento. Después de esto se realiza un primer intento de desenganchado hacia atrás, el cual es exitoso. Después de esto se realiza un enjuague hacia adelante, teniendo un tiempo de espera subsiguiente opcional durante el cual la bomba está inactiva, antes de que se reanude el funcionamiento normal.

45 En la Figura 6 se detecta un atascamiento tras lo cual se realiza un control de falsa alarma confirmando el atascamiento. Después de esto se realiza un primer intento de desenganchado hacia atrás, el cual no es exitoso. Un primer intento de desenganchado hacia adelante, el cual no es exitoso. Un segundo intento de desenganchado hacia atrás, el cual es exitoso. Después de eso se realiza un enjuague hacia adelante, que tiene un tiempo de espera subsiguiente opcional durante el cual la bomba está inactiva, antes de que se reanude el funcionamiento normal.

50 En la Figura 7 se detecta un atascamiento tras lo cual se realiza un control de falsa alarma que confirma la falsa alarma y se reanuda el funcionamiento normal.

#### Modificaciones factibles de la Invención

55 La invención no está limitada sólo a las realizaciones descritas anteriormente y mostradas en los dibujos, los cuales principalmente tienen un fin ilustrativo y ejemplificante. Esta solicitud de patente está concebida para cubrir todos los

ajustes y variantes de las realizaciones preferidas descritas en esta memoria, de esta forma la presente invención está definida por la redacción de las reivindicaciones adjuntas y de esta forma, el equipo se puede modificar en todo tipo de maneras dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

5 Se señalará que incluso de esta forma no se indica de forma explícita que rasgos de una realización específica se pueden combinar con rasgos de otra realización, la combinación se considerará obvia, si la combinación es posible dentro del alcance de las reivindicaciones.

10 Se observará que el tiempo de espera  $T_V$  puede tener diferentes longitudes durante diferentes fases del método, sin embargo, una y la misma referencia se utiliza en la descripción así como en las reivindicaciones para mayor claridad. El tiempo de espera  $T_V$  está dentro del rango de tres segundos.

15 Se observará que el tiempo de enjuague  $T_R$  puede tener diferentes longitudes durante diferentes fases del método, sin embargo, la misma referencia se utiliza en la descripción así como en las reivindicaciones para mayor claridad. El tiempo de enjuague  $T_{VR}$  está dentro del rango de tres segundos.

20 Valores exactos de los límites mencionados en este documento son dependientes del sistema de bomba específico y sus alrededores durante funcionamiento y por lo tanto no se mencionan, en vez de esto las relaciones mutuas entre los mencionados límites son lo esencial en este documento.

25 A lo largo de esta especificación y de las reivindicaciones adjuntas, a menos que el contexto requiera otra cosa, se deberá observar que se entenderá que la palabra "comprender", y variaciones tales como "comprende" o "que comprende", implican la inclusión de un número entero indicado o paso o grupo de números enteros o pasos, pero no la exclusión de ningún otro número entero o paso o grupo de números enteros o pasos.

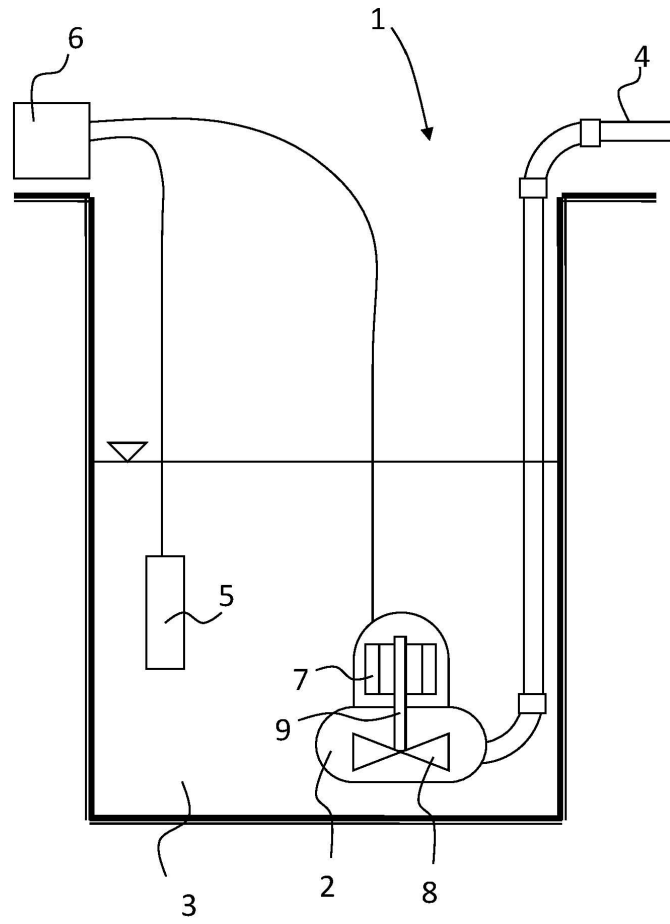


REIVINDICACIONES

1. Un método para controlar un sistema de bomba tras atascamiento de una bomba, comprendiendo el sistema de bomba una bomba (2) y una unidad (6) de control, comprendiendo la bomba (2) un motor (7), y estando la unidad (6) de control diseñada para accionar dicho motor (7), estando el motor (7) durante su funcionamiento asociado con un parámetro operacional a partir del cual se puede derivar el par del motor (7), teniendo dicho parámetro operacional un valor normal  $P_N$  durante un funcionamiento normal del motor (7) en una primera dirección, comprendiendo el método los pasos de:
- 5
- 10       - accionar el motor (7) en una primera dirección por medio de la unidad (6) de control, y si un valor real  $P$  del parámetro operacional supera un límite de atascamiento  $P_i$  predeterminado:
- 15       - detener el motor (7),
- 15       - accionar el motor (7) en una segunda dirección opuesta a la primera dirección durante un tiempo de enjuague  $T_R$  predeterminado por medio de la unidad (6) de control, y
- 20       - detener el motor (7) si el valor absoluto del valor real  $P$  del parámetro operacional durante el tiempo de enjuague  $T_R$  supera el valor absoluto de un primer límite de desenganchado  $P_{L1}$ , deteniendo si no el motor (7) después de dicho tiempo de enjuague  $T_R$  y retornando a un funcionamiento normal, estando el método **caracterizado por que**  $P_i \geq 1,05 * P$  y  $|P_{L1}| \geq 1,1 * P_i$ .
- 20       2. El método de acuerdo con la reivindicación 1, en el cual la relación entre el límite de atascamiento  $P_i$  del parámetro operacional y el valor normal  $P_N$  del parámetro operacional es:  $P_i \geq 1,1 * P_N$ , preferiblemente  $P_i \geq 1,2 * P_N$ .
- 25       3. El método de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2, en el cual la relación entre el primer límite de desenganchado  $P_{L1}$  del parámetro operacional y el límite de atascamiento  $P_i$  del parámetro operacional es:  $|P_{L1}| \geq 2 * P_i$ , preferiblemente  $|P_{L1}| \geq 3 * P_i$ .
- 30       4. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el cual el método después del paso de detener el motor (7) si un valor real  $P$  del parámetro operacional supera un límite de atascamiento  $P_i$  predeterminado, donde  $P_i \geq 1,05 * P_N$ , comprende para ello el paso de:
- 35       - retener la bomba (2) en un estado inactivo durante un tiempo de espera  $T_V$  predeterminado.
- 35       5. El método de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-4, en el cual el método después del paso de detener si no el motor (7) después de dicho tiempo de enjuague  $T_R$ , comprende para ello el paso de:
- 40       - retener la bomba (2) en un estado inactivo durante un tiempo de espera  $T_V$  predeterminado.
- 40       6. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el cual el método después del paso de detener el motor (7) si un valor real  $P$  del parámetro operacional supera un límite de atascamiento  $P_i$  predeterminado, donde  $P_i \geq 1,05 * P_N$ , comprende para ello los pasos de:
- 45       - accionar el motor (7) en la primera dirección durante un tiempo de control  $T_K$  predeterminado por medio de la unidad (6) de control,
- 45       - detener el motor (7) si el valor real  $P$  del parámetro operacional durante el tiempo de control  $T_K$  supera un límite de control de falsa alarma  $P_F$ , donde  $P_F \geq P_i$ .
- 50       7. El método de acuerdo con la reivindicación 6, en el cual la relación entre el límite de control de falsa alarma  $P_F$  del parámetro operacional y el valor normal  $P_N$  del parámetro operacional es:  $P_F \geq P_N$ .
- 55       8. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el cual el método después del paso de detener el motor (7) si el valor absoluto del valor real  $P$  del parámetro operacional supera el valor absoluto de un primer límite de desenganchado  $P_{L1}$ , donde  $|P_{L1}| \geq 1,1 * P_i$ , comprende para ello los pasos de:
- 60       - accionar el motor (7) en la primera dirección durante un tiempo de enjuague  $T_R$  predeterminado por medio de la unidad (6) de control,
- 60       - detener el motor (7) si el valor real  $P$  del parámetro operacional supera un segundo límite de desenganchado  $P_{L2}$ , donde  $P_{L2} \geq P_i$  y  $P_{L2} \geq 0,95 * |P_{L1}|$ .
9. El método de acuerdo con la reivindicación 8, en el cual la relación entre el segundo límite de desenganchado  $P_{L2}$  y el primer límite de desenganchado  $P_{L1}$  es:  $P_{L2} \leq 0,85 * |P_{L1}|$ , preferiblemente  $P_{L2} = 0,8 * |P_{L1}|$ .

10. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el cual el parámetro operacional está constituido por el consumo de energía del motor (7).

5 11. El método de acuerdo con cualquier reivindicación precedente, en el cual el subpaso de detener el motor (7) en el paso de detener el motor (7) si un valor real P del parámetro operacional supera un límite de atascamiento  $P_1$  predeterminado, donde  $P_1 \geq 1,05 \cdot P_N$ , incluye que la unidad (6) de control inmediatamente después de que se determina que el valor real P del parámetro operacional supera el límite de atascamiento  $P_1$  directamente interrumpe el accionamiento del motor (7) en dicha primera dirección.



**Fig. 1**

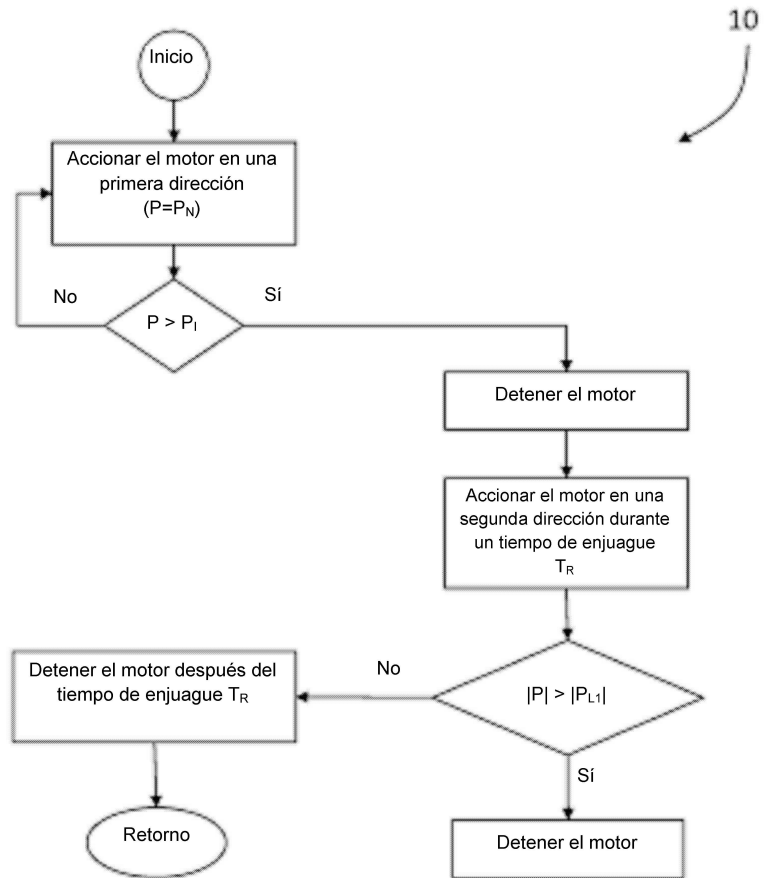


Fig. 2

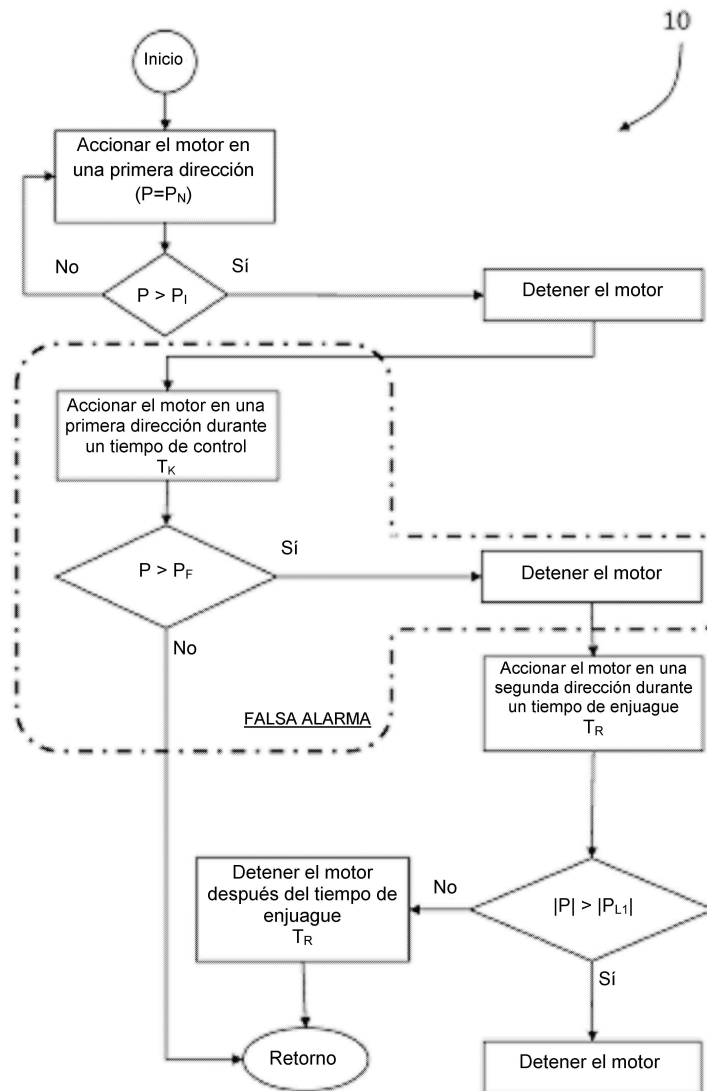


Fig. 3

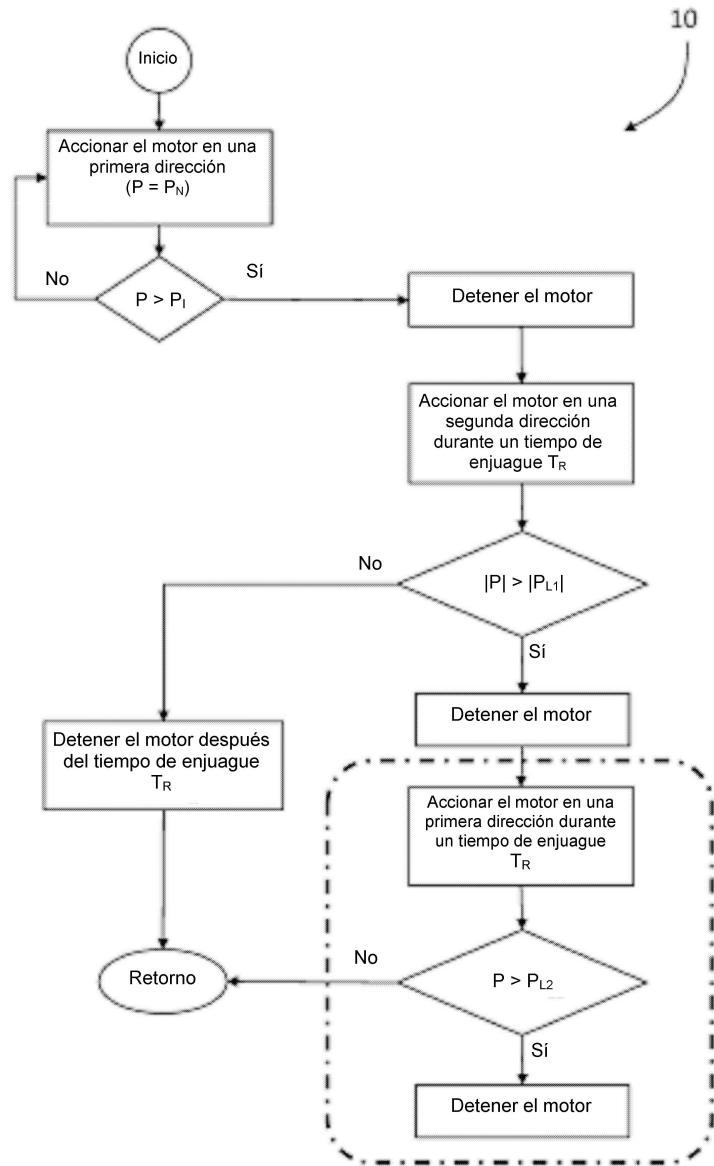


Fig. 4

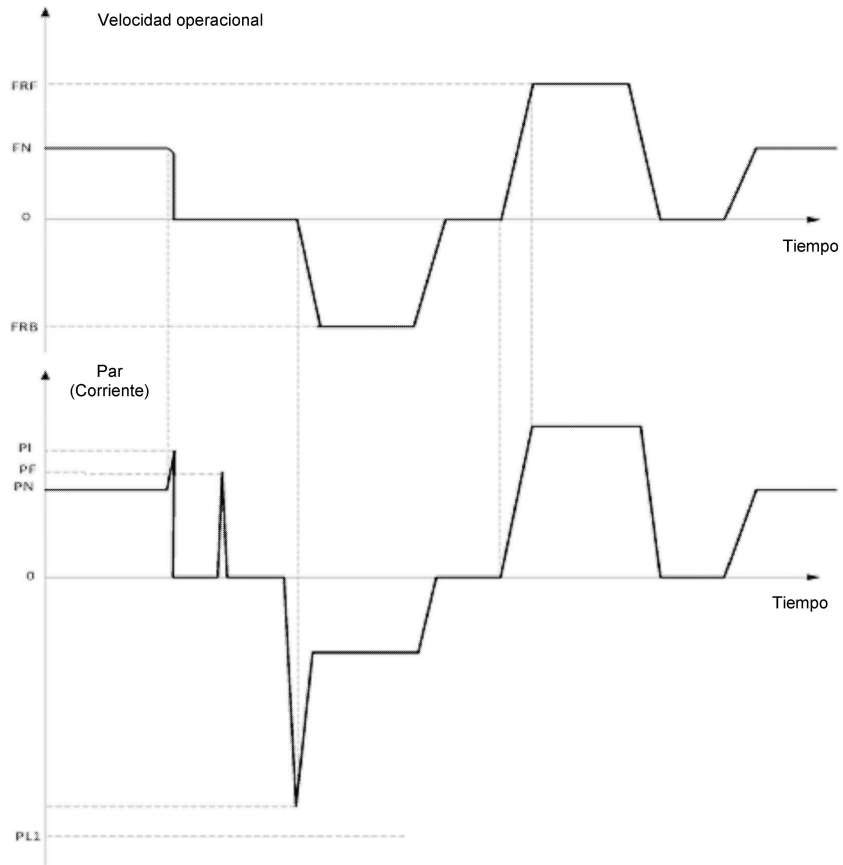
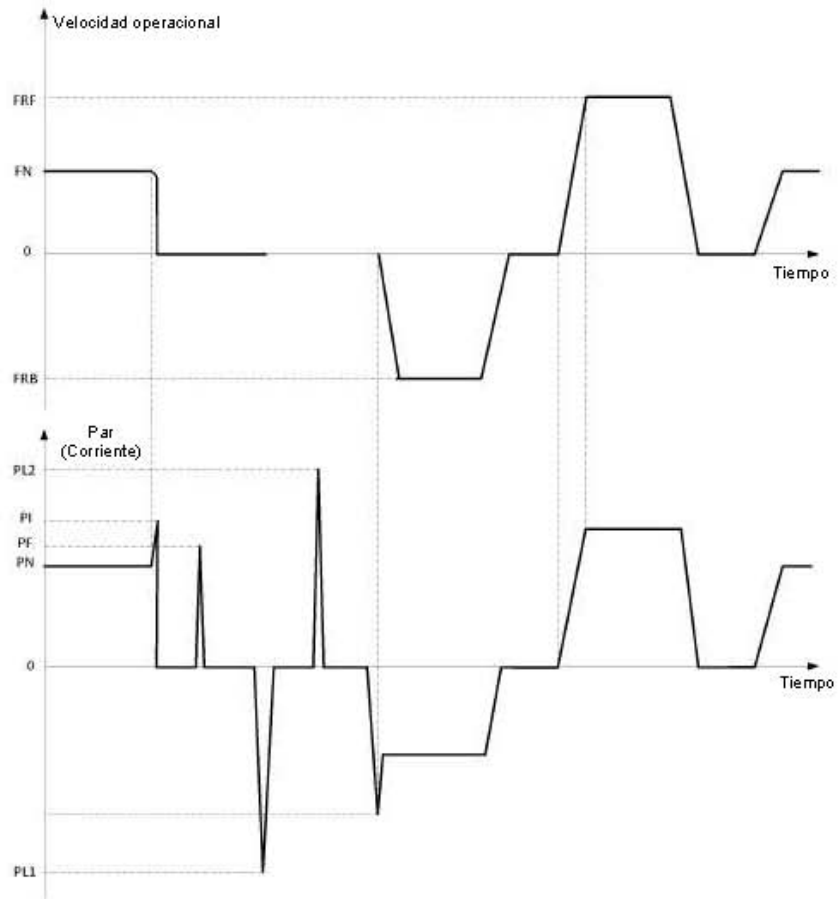
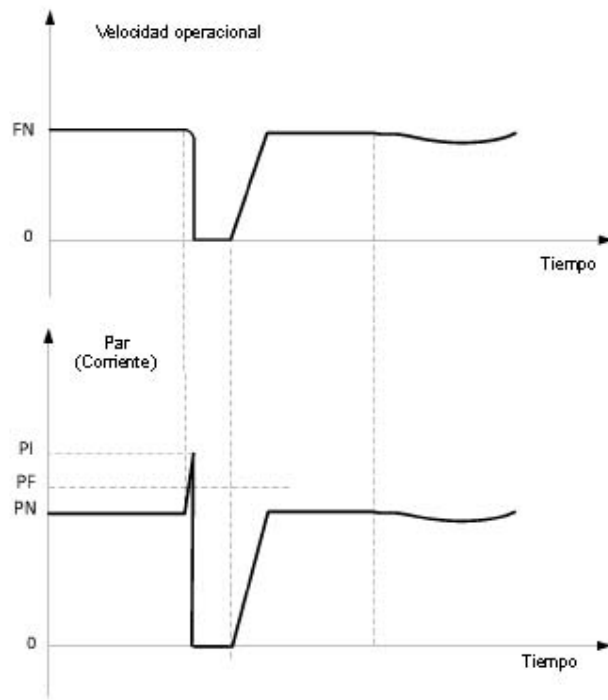


Fig. 5



**Fig. 6**





**Fig. 7**