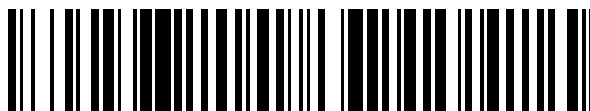


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 828 633**

51 Int. Cl.:

F04D 15/00 (2006.01)

F04D 15/02 (2006.01)

F04D 13/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.04.2018 E 18167714 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.08.2020 EP 3557068**

54 Título: **Conjunto de bomba de drenaje y método para controlar una bomba de drenaje**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
27.05.2021

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

WIKSTRÖM, JAN

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 828 633 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

Conjunto de bomba de drenaje y método para controlar una bomba de drenaje

5 Campo técnico de la Invención

La invención presente se refiere generalmente al campo de las bombas configuradas para bombear líquido que contiene materia sólida. Además, la invención presente se refiere específicamente al campo de los conjuntos de bombas de drenaje especialmente configurados para bombear líquidos que contienen arena y material de piedra, tales como el agua de perforación en aplicaciones de minería/tunelización o agua superficial en obras de construcción, es decir, en aplicaciones de desagüe. La bomba de drenaje/desagüe comprende una unidad de accionamiento que tiene un motor eléctrico y un eje de accionamiento y que comprende una unidad hidráulica que tiene un impulsor conectado funcionalmente a dicho motor eléctrico por medio de dicho eje de accionamiento. La bomba de drenaje está configurada para ser operada a una velocidad de funcionamiento variable [rpm]. La invención se refiere además a un método para controlar dicha bomba de drenaje.

15 Antecedentes de la Invención

En las minas, túneles, canteras, en sitios de construcción, y en aplicaciones similares, casi siempre existe la necesidad de eliminar el agua no deseada con el fin de asegurar un ambiente lo suficientemente seco en el sitio de trabajo. En las aplicaciones de minería/tunelización/canteras se usa una gran cantidad de agua de perforación cuando se prepara para la carga antes de la voladura, y el agua es usada también para impedir que el polvo se propague después de la voladura, y si el agua de producción no es retirada al menos el sitio de la explosión y las partes inferiores de la mina se inundan. El agua superficial y las aguas subterráneas se suman también a la acumulación de agua no deseada que debe ser eliminada. Es habitual usar bombas de drenaje/desagüe para elevar el agua de la mina a una cuenca de sedimentación situada sobre el suelo, y el agua es elevada paso a paso desde las partes inferiores de la mina a diferentes cuencas/pozos situados a diferentes profundidades de la mina. Cada paso/elevación puede estar, por ejemplo, dentro del intervalo de 25 - 50 metros en la dirección vertical, y la longitud del conducto de salida, es decir, la distancia de transporte, en cada paso/elevación puede, por ejemplo, estar dentro del intervalo 100 - 300 metros. En aplicaciones mineras hay una cantidad considerable de arena y material de piedra suspendida en el agua, que en algunas aplicaciones llega hasta un 10%.

30 Generalmente, el administrador del sitio y el proceso en el sitio de trabajo, requiere un nivel de líquido bajo constante y por tanto la bomba de drenaje está en funcionamiento constante incluso aunque sólo haya poca agua disponible en la cavidad/cuencas. Por tanto, en muchas aplicaciones las bombas de drenaje están en funcionamiento constante, independientemente de que se esté bombeando agua o no esté siendo bombeada. El funcionamiento constante de la bomba de drenaje puede dañar la bomba de drenaje y provocar un consumo excesivo de energía. Si no hay o hay poca entrada de agua a la cavidad que aloja la bomba de drenaje, la bomba de drenaje comienza a calentar el agua, un modo de operación conocido como ebullición. Durante la ebullición, la temperatura elevada de la bomba de drenaje y del agua es especialmente perjudicial para los sellos, y finalmente toda el agua se evapora. La combinación de alta velocidad de funcionamiento y ronquidos (ruidos sordos) acelera el desgaste de la bomba y acorta significativamente la vida operativa de la bomba de drenaje.

40 En otras aplicaciones, véase, por ejemplo, el documento WO 2006/136202 A1, la bomba de drenaje es operada de forma ON/OFF (activada/desactivada), es decir, es parada cuando el nivel de agua en el alojamiento específica de la cuenca de la bomba de drenaje es bajo, por ejemplo, la bomba de drenaje es parada cuando la bomba de drenaje está roncando. La bomba de drenaje ronca cuando una mezcla de aire y agua es aspirada por la bomba de drenaje. La bomba de drenaje es parada para disminuir el consumo de energía cuando la bomba de drenaje no puede realizar ningún trabajo positivo, es decir, cuando ronca. Sin embargo, se presenta una gran desventaja cuando hay que volver a arrancar la bomba y, en este caso, el nuevo arranque de la bomba de drenaje implica un pico de potencia inicial.

50 Objetivo de la Invención

La invención presente tiene como objetivo impedir las desventajas y fallos antes mencionados de las bombas de drenaje previamente conocidas, y proporcionar una bomba de drenaje mejorada. Un objetivo principal de la invención presente es proporcionar una bomba de drenaje mejorada del tipo definido inicialmente que está configurada para ser operada en un modo de funcionamiento que reduce significativamente el desgaste de la bomba de drenaje, al mismo tiempo que asegura un bajo nivel de líquido en la cavidad/cuenca. Es otro objetivo de la invención presente proporcionar una bomba de drenaje que está configurada para ser operada en un modo de funcionamiento que reduce el consumo de energía.

60 Compendio de la Invención

Según la invención, el objetivo principal es conseguido al menos por medio del conjunto y método de la bomba de drenaje definidos inicialmente, con las características definidas en las reivindicaciones independientes. Las realizaciones preferidas de la invención presente están definidas más detalladamente en las reivindicaciones dependientes.

Según un primer aspecto de la invención presente, se proporciona un método del tipo definido inicialmente, que está caracterizado por los pasos de funcionamiento continuo de la bomba de drenaje a una velocidad de funcionamiento positiva, el impulsor es accionado en giro por dicho motor eléctrico en un sentido de giro positivo, la bomba de drenaje opera por defecto a una velocidad de funcionamiento igual a una velocidad de funcionamiento al ralentí predeterminada (OPidle), y se aumenta periódicamente la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje desde la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle) hasta un umbral de detección de ronquidos predeterminado (OPdetect) y se detecta si la bomba de drenaje está roncando o no en el umbral de detección de ronquidos (OPdetect). Cuando se detectan ronquidos en el umbral de detección de ronquidos (OPdetect), la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje es reducida a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle) por lo que la operación predeterminada de la bomba de drenaje es reanudada a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle), y cuando no se detectan ronquidos en el umbral de detección de ronquidos (OPdetect), se procede a cambiar escalonadamente la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje y a cada nueva velocidad de funcionamiento se detecta si la bomba de drenaje está roncando o no, en donde el cambio escalonado de la velocidad de funcionamiento implica: aumentar la velocidad de funcionamiento un paso cada vez que no se detectan ronquidos, como máximo hasta una velocidad de funcionamiento máxima predeterminada (OPmax), y disminuir la velocidad de funcionamiento un paso cada vez que se detectan ronquidos, como máximo hasta la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle) por lo que se reanuda la operación predeterminada de la bomba de drenaje a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle).

Según un segundo aspecto de la invención presente, se proporciona un conjunto de bomba de drenaje que comprende una bomba de drenaje y una unidad de control configurada para ejecutar los pasos del método de la invención.

Por tanto, la invención presente está basada en el conocimiento del uso de la detección de ronquidos en combinación con un accionamiento inteligente para variar la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje para que sea lo más baja posible a la vista de la cantidad disponible de líquido/agua, y de esta manera la bomba de drenaje está sujeta a menos desgaste y el consumo de energía disminuye.

Según una realización preferida de la invención presente, el umbral de detección de ronquidos (OPdetect) es igual o superior a una velocidad de funcionamiento mínima predeterminada (OPmin), la bomba de drenaje está configurada para transportar líquido a velocidades operativas iguales o superiores a la velocidad de funcionamiento mínima (OPmin), es decir, puede realizar un trabajo positivo. De esta manera, se realiza una detección rápida de si la bomba de drenaje está roncando o no.

Según una realización preferida de la invención presente, la bomba de drenaje, cada vez que la velocidad de funcionamiento disminuye hasta la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle), opera a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle) durante un período de tiempo igual o superior a 5 segundos e igual o menor a 60 segundos. El tiempo entre el aumento de la entrada de agua puede variar y ser minutos o varias horas, pero cuando la entrada de agua comienza a aumentar la bomba de drenaje tiene que reaccionar/responder con prontitud, casi instantáneamente.

Según una realización preferida de la invención presente, el paso de la detección de si la bomba de drenaje está roncando o no durante el cambio escalonado de la velocidad de funcionamiento es realizado en o después de 1 segundo desde el momento en que la velocidad de funcionamiento comienza a disminuir o aumentar y dentro de 10 segundos desde el momento en que la velocidad de funcionamiento comienza a disminuir o aumentar. El tiempo más corto dentro del intervalo implica que el impulsor de la bomba de drenaje, después de un cambio de velocidad, tiene tiempo para alcanzar la nueva velocidad de funcionamiento antes de que se realice una nueva detección de ronquidos, pero la bomba de drenaje puede no haber alcanzado un estado estable. Cada cambio de la velocidad de funcionamiento es realizado aumentando o disminuyendo para impedir el martilleo del agua. Un tiempo más largo implica que la bomba de drenaje alcanza un nuevo estado estacionario antes de que sea realizada una nueva detección de ronquidos con el fin de filtrar los falsos ronquidos. Sin embargo, un tiempo demasiado largo implica que el nivel del líquido puede ser demasiado alto y/o el tiempo de la operación de los ronquidos y la nueva velocidad de funcionamiento conduce a un aumento del agua.

Según una realización preferida de la invención presente, la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle) de la bomba de drenaje es igual o superior a 1 [rpm] e igual o inferior a 100 [rpm]. Una velocidad de funcionamiento al ralentí lo más baja posible disminuye aún más el desgaste de la bomba de drenaje y disminuye aún más el consumo de energía.

Según una realización preferida, el motor eléctrico de la bomba de drenaje está conectado funcionalmente a una unidad de control, y más preferentemente dicha unidad de control está integrada en la bomba de drenaje. Esto significa que la bomba de drenaje sólo necesita ser conectada a una red eléctrica por medio de un cable eléctrico, y es autónoma respecto al control la bomba de drenaje.

Otras ventajas y características de la invención resultarán evidentes de las otras reivindicaciones dependientes, así como de la siguiente descripción detallada de las realizaciones preferidas.

Descripción breve de los dibujos

Una comprensión más completa de las características y ventajas antes mencionadas y otras características y ventajas de la invención presente resultará evidente de la descripción detallada siguiente de las realizaciones preferidas junto con los dibujos adjuntos, en donde:

5

La Figura 1 es una ilustración esquemática de una bomba de drenaje de la invención situada en una mina, y La Figura 2 es un diagrama de flujo esquemático del método de la invención.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la Invención

10 La invención presente se refiere específicamente al campo de las bombas de drenaje especialmente configuradas para bombear líquido que contiene materia sólida, tal como el agua que contiene arena y material de piedra. Una expresión equivalente a la bomba de drenaje es la de bomba de desagüe.

15 Se hace referencia ahora a la Figura 1, que ilustra una realización esquemática de un conjunto de bomba de drenaje, generalmente designado por 1. El conjunto de la bomba de drenaje 1 comprende una bomba de drenaje 2 y un conducto de salida 3 que está conectado de forma desmontable a la bomba de drenaje 2. La bomba de drenaje 2 es preferentemente del tipo de bomba centrífuga.

20 La bomba de drenaje descrita 2 comprende una entrada 4, un alojamiento de bomba 5 y una salida de bomba 6. En ella, la bomba de drenaje 2 comprende de forma convencional una unidad hidráulica que tiene una cámara de bomba/voluta (no mostrada) y comprende una unidad de accionamiento. La unidad de accionamiento y la cámara de la bomba están dispuestas en el alojamiento de la bomba 5. La unidad de accionamiento comprende un motor eléctrico 7 dispuesto en el alojamiento de la bomba hermética líquida 5, y un eje de accionamiento 8 que se extiende desde el motor eléctrico 7. La unidad hidráulica comprende un impulsor 9 que está dispuesto en la cámara de la bomba y es conectado y accionado en giro por el eje de accionamiento 8 durante la operación de la bomba de drenaje 2, en donde el líquido es aspirado por dicha entrada 4 y es bombeado fuera de dicha salida 6 cuando la bomba de drenaje 2 está activa. El alojamiento de la bomba 5 y el impulsor 9, y otros componentes esenciales, son preferentemente de metal, tal como aluminio y acero. El motor eléctrico 7 es alimentado por medio de un cable de alimentación eléctrica que se extiende desde un suministro de energía, y la bomba de drenaje 2 comprende un conducto hermético pasante que recibe el cable de alimentación eléctrica. Según una realización alternativa, la unidad de accionamiento comprende un motor de combustión interna y una disposición adecuada de la caja de cambios, en donde el eje de transmisión es accionado en giro por el motor de combustión interna por medio de dicha disposición de la caja de engranajes. Las disposiciones de la bomba de drenaje que comprenden motores de combustión interna son convencionalmente usadas en instalaciones secas, es decir, toda la bomba se encuentra por encima de la superficie líquida y un tubo de entrada se extiende desde la entrada de la bomba hacia el líquido.

35 La bomba de drenaje 2, más precisamente el motor eléctrico 7, está conectada funcionalmente a una unidad de control 10, tal como una unidad inteligente que comprende un actuador de frecuencia variable (VFD). Por tanto, dicha bomba de drenaje 2 está configurada para ser operada a una velocidad de funcionamiento variable [rpm], por medio de dicha unidad de control 10. Según la realización descrita y preferida, la unidad de control se encuentra dentro del alojamiento de la bomba hermética líquida 5, es decir, se prefiere que la unidad de control 10 esté integrada en la bomba de drenaje 2. La unidad de control 10 está configurada para controlar la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2. Según una realización alternativa, la unidad de control es una unidad de control exterior. La velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 es con mayor precisión las rpm del motor eléctrico 7 y del impulsor 9, y se corresponde/está relacionada con una frecuencia de salida de la unidad de control 10.

40 Los componentes de la bomba de drenaje 2 suelen ser enfriados por medio del líquido/agua que rodea la bomba de drenaje 2. La bomba de drenaje 2 está diseñada y configurada para operar en una configuración/posición sumergida, es decir, durante la operación, se encuentra completamente por debajo de la superficie líquida. No obstante, resultará evidente que la bomba de drenaje sumergible 2 no debe estar situada completamente durante la operación por debajo de la superficie líquida, sino que puede estar situada de forma continua u ocasional parcialmente por encima de la superficie líquida.

50 La bomba de drenaje 2 se encuentra en la aplicación descrita situada en una primera/cuenca más baja 11 y está destinada a transportar/bombear líquido que comprende materia sólida desde dicha primera/cuenca más baja 11 a una segunda/más alta cuenca 12. En ella, se deberá tener en cuenta que es concebible que otra bomba de drenaje esté dispuesta en la segunda cuenca 12 y esté destinada a transportar el líquido desde la segunda cuenca 12 a una tercera cuenca, etc. Las cuencas pueden ser huecos naturales/cavidades/fosas o huecos/cavidades/fosas preparadas.

60 La invención presente está basada en la idea de operar continuamente la bomba de drenaje 2 a una velocidad de funcionamiento positiva, detectar intermitentemente si la bomba de drenaje 2 está roncando o no, en donde la velocidad de funcionamiento (OP) de la bomba de drenaje 2 es reducida un paso cada vez que se detectan ronquidos y es aumentada un paso cada vez que no se detectan ronquidos.

La invención es un ejemplo de un modo de accionamiento adaptado a ahorrar energía y reducir el desgaste, sin embargo, debe tenerse en cuenta que la bomba de drenaje puede ser activada con otros modos de accionamiento, tales como el funcionamiento constante a la potencia nominal.

5 El método de la invención para controlar una bomba de drenaje 2 se describe esquemáticamente en la Figura 2 y comprende los pasos esenciales de:

- funcionamiento continuo de la bomba de drenaje 2 a una velocidad de funcionamiento positiva, el impulsor 9 es accionado en giro por dicho motor eléctrico 7 en un sentido positivo de giro,
- 10 - funcionamiento predeterminado de la bomba de drenaje 2 a una velocidad de funcionamiento igual a una velocidad de funcionamiento al ralentí predeterminada (OPidle), y
- aumento periódico de la velocidad de funcionamiento (OP) de la bomba de drenaje 2 desde la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle) hasta un umbral de detección de ronquidos predeterminado (OPdetect) y detección de si la bomba de drenaje 2 está roncando o no en el umbral de detección de ronquidos (OPdetect).

15 Cuando se detectan ronquidos en el umbral de detección de ronquidos (OPdetect), la velocidad de funcionamiento (OP) de la bomba de drenaje 2 es reducida a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle) por lo que se reanuda la operación predeterminada de la bomba de drenaje 2 a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle).

20 Cuando no se detectan ronquidos en el umbral de detección de ronquidos (OPdetect), se procede a cambiar escalonadamente la velocidad de funcionamiento (OP) de la bomba de drenaje 2 y a cada nueva velocidad de funcionamiento (OP) se detecta si la bomba de drenaje 2 está roncando o no, en donde el cambio escalonado de la velocidad de funcionamiento (OP) implica:

- i) aumentar la velocidad de funcionamiento (OP) un paso cada vez que no se detectan ronquidos, como máximo hasta una velocidad máxima de funcionamiento predeterminada (OPmax), y
- 25 ii) disminuir la velocidad de funcionamiento (OP) un paso cada vez que se detectan ronquidos, como máximo hasta la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle) por lo que se reanuda la operación predeterminada de la bomba de drenaje 2 a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPidle).

30 Resulta de fundamental importancia que la bomba de drenaje 2 esté en funcionamiento continuo, es decir, que el impulsor 9 esté girando en un sentido positivo. El sentido positivo del giro del impulsor 9 es igual al sentido de giro usado para bombear líquido desde la entrada 4 hacia la salida 6 de la bomba de drenaje 2. Aumentar la velocidad de funcionamiento de una bomba de drenaje 2 bombear líquido/agua que comprende materia sólida, es decir, una suspensión, a partir de una baja velocidad de giro en el sentido positivo requiere mucha menos energía que aumentar la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 al mismo nivel desde el reposo, especialmente debido al gran momento de inercia que debe ser superado al arrancar una bomba de drenaje de este tipo 2 desde el reposo. Una situación aún peor es aumentar la velocidad de funcionamiento de una bomba de drenaje 2 en el sentido positivo a partir de un giro forzado en el sentido negativo. Esta situación se produce si se deja que la bomba de drenaje 2 gire libremente y el líquido fluye hacia atrás a través del conducto de salida 3 y a través de la bomba de drenaje 2 en la primera cuenca 11, de esta manera el impulsor 9 se ve obligado a girar en el sentido negativo, como una turbina de agua. Si se indica a la bomba de drenaje 2 que aumente la velocidad de funcionamiento en el sentido positivo, directamente desde un giro negativo, el interruptor del motor protector es liberado/disparado. Para esto es un requisito explícito de los operadores/clientes que la bomba de drenaje 2 esté siempre operando/funcionando, ya que una parada en la mina debido a una galería horizontal inundada resulta extremadamente costosa y por tanto los operadores/clientes prefieren tener un desgaste excesivo de las bombas de drenaje que una parada de la producción.

50 El paso/actividad de detectar si la bomba de drenaje 2 está roncando o no, puede ser realizado usando diferentes técnicas, de forma independiente o combinadas entre sí. La expresión "ronquido" implica que la bomba de drenaje 2 sea operada en un modo operativo con ronquidos, es decir, la bomba de drenaje 2 aspira una mezcla de aire y líquido por la entrada 4. La unidad de control 10 controla la bomba de drenaje 2, en cada momento/tiempo, para que tenga una velocidad de funcionamiento predeterminada.

55 Una realización preferida para detectar los ronquidos es monitorizar el consumo de energía o de corriente de la bomba de drenaje 2 usando la unidad de control 10. Si la potencia o el consumo de corriente de la bomba de drenaje 2 comienza a fluctuar ampliamente fuera de un intervalo predeterminado y/o disminuye por debajo de un umbral predeterminado, la bomba de drenaje 2 comienza a roncar y la unidad de control 10 detecta una condición de ronquido.

60 Una realización alternativa para detectar ronquidos es monitorizar el par de la bomba de drenaje 2 usando la unidad de control 10. Si el par de la bomba de drenaje 2 comienza a fluctuar ampliamente fuera de un intervalo predeterminado y/o disminuye por debajo de un umbral predeterminado, la bomba de drenaje 2 comienza a roncar y la unidad de control 10 detecta una condición de ronquido.

65 Otras realizaciones alternativas para detectar ronquidos comprenden la monitorización de uno o más sonidos, vibraciones, presión en la salida 6, etc. de la bomba de drenaje 2.

La expresión "operación predeterminada" es usada para resaltar que el método de la invención trata de operar la bomba de drenaje 2 a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) siempre y cuando el nivel de agua sea lo suficientemente bajo.

La expresión "periódicamente", en relación con el aumento recurrente y temporal al umbral de detección de ronquidos (OPdetect), implica que haya un intervalo de tiempo entre cada aumento hasta el umbral de detección de ronquidos (OPdetect). Según una realización preferida, el intervalo de tiempo es el mismo durante toda la operación de la bomba de drenaje 2. Según una realización alternativa, el intervalo de tiempo puede diferir a lo largo del día y/o de la semana para que coincida con la obra realizada en el sitio de trabajo, es decir, si se suponen/esperan variaciones mayores y más frecuentes del nivel de líquido, entonces el intervalo de tiempo puede ser más corto.

El umbral de detección de ronquidos (OPdetect) puede estar situado en cualquier nivel entre la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) y la velocidad de funcionamiento máxima (OPmax). Cuanto mayor sea el umbral de detección de ronquidos (OPdetect), más eficiente y fiable será la detección de ronquidos, pero al mismo tiempo se produce más desgaste y más consumo de energía. Según una realización preferida, el umbral de detección de ronquidos (OPdetect) es igual o superior a la velocidad de funcionamiento mínima (OPmin), con el fin de obtener una detección fiable de ronquidos. Según una realización alternativa, el umbral de detección de ronquidos (OPdetect) es inferior a la velocidad de funcionamiento mínima (OPmin) para limitar el desgaste y el consumo de energía. Preferentemente, el umbral de detección de ronquidos (OPdetect) es lo suficientemente alto para comenzar a mover agua a través de la bomba de drenaje 2 y dentro del conducto de salida 3 que está más o menos vacío si hay agua en la entrada 4. Se debe tener en cuenta que la velocidad de funcionamiento que puede llevar agua dentro del conducto de salida vacío 3 no es necesariamente lo suficientemente alta para que pueda transportar agua a través de todo el conducto de salida 3, por ejemplo, cuando el umbral de detección de ronquidos (OPdetect) es inferior a la velocidad de funcionamiento mínima (OPmin).

Se debe tener en cuenta que la monitorización real de cualquier modo operativo de ronquidos puede ser continua, pero las acciones específicas de detección están mutuamente espaciadas en el tiempo. Preferentemente, el paso de detección de si la bomba de drenaje 2 está roncando o no durante el cambio escalonado de la velocidad de funcionamiento (OP) es realizado en o después de 1 segundo desde el momento en que la velocidad de funcionamiento (OP) comienza a disminuir o aumentar, y dentro de 10 segundos desde el momento en que la velocidad de funcionamiento (OP) comienza a disminuir o aumentar, preferentemente dentro de 5 segundos. Cuando la velocidad de funcionamiento es cambiada, la disminución o el aumento se realiza mediante una rampa, es decir, una disminución o aumento gradual durante un tiempo de rampa. Después del tiempo de rampa se prefiere dejar que la bomba de drenaje alcance un estado estable para minimizar el riesgo de tomar determinaciones incorrectas respecto a si hay ronquidos o no. En algunas aplicaciones es mejor tomar una decisión rápida, es decir, después de 1 segundo, y con menos certeza respecto a la detección de ronquidos, y en otras aplicaciones es mejor tener mayor certeza respecto a la detección de ronquidos y esperar un tiempo más largo, es decir, 5 o 10 segundos.

Según una realización preferida, el tiempo predeterminado entre el inicio de la disminución o el aumento y la detección de si la bomba de drenaje está roncando durante el cambio escalonado, es el mismo durante toda la operación de la bomba de drenaje 2. Según una realización alternativa, el tiempo puede diferir a lo largo del día y/o de la semana para que coincida con el trabajo realizado en el sitio de trabajo, es decir, si se suponen/esperan variaciones mayores y más frecuentes del nivel de líquido, entonces el tiempo es más corto.

Las características más esenciales del método de la invención son que, cada vez que se detectan ronquidos la velocidad de funcionamiento (OP) de la bomba de drenaje 2 es reducida un paso y cada vez que no se detectan ronquidos la velocidad de funcionamiento (OP) de la bomba de drenaje 2 es aumentada un paso. Más precisamente, la frecuencia de salida de la unidad de control 10 al motor eléctrico 7 es reducida un paso o aumentada un paso, respectivamente, es decir, el cambio escalonado de la velocidad de funcionamiento. Por tanto, la esencia de la invención es la disminución escalonada de la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 cuando se detectan ronquidos y el aumento escalonado de la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 cuando no se detectan ronquidos. Por tanto, durante el cambio escalonado de la velocidad de funcionamiento el método de la invención realiza un paso de detección intermitente tanto si la bomba de drenaje 2 está roncando como si no.

Cada paso de la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 es igual o superior a 100 rpm, preferentemente igual o superior a 200 rpm. Respecto a esto, cada paso de la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 es igual o inferior a 500 rpm, preferentemente igual o inferior a 400 rpm.

Según una realización, dicho paso de la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 es el mismo durante toda la operación de la bomba de drenaje 2. Según una realización alternativa dicho paso de la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 puede diferir a lo largo del día y/o semana para que coincida con el trabajo realizado en el sitio de trabajo, es decir, si se sospecha que hay variaciones mayores y más frecuentes del nivel de líquido el paso es mayor. Respecto a esto, debe entenderse que según una realización preferida, el tamaño del paso de la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 durante la disminución de la velocidad de funcionamiento

puede ser el mismo que o puede diferir del paso de la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 durante el aumento de la velocidad de funcionamiento. Preferentemente el paso de disminución es igual a 2, 3 o 4 veces el paso de aumento con el fin de llegar lo más rápidamente posible a la velocidad de funcionamiento al ralentí OPIdle cuando el nivel de agua es bajo.

5 Durante una operación típica de la bomba de drenaje 2 el cambio de la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 alterna a veces entre un paso de aumento y un paso de disminución, y a veces se producen varios pasos de aumento o varios pasos de disminución.

10 Durante la operación de la bomba de drenaje 2 se permite que la velocidad de funcionamiento disminuya escalonadamente como máximo hasta una velocidad de funcionamiento al ralentí predeterminada (OPIdle). Durante la operación normal de la bomba de drenaje 2 la disminución escalonada de la velocidad de funcionamiento es realizada hasta una velocidad de funcionamiento mínima predeterminada (OPmin), y si la bomba de drenaje 2 es operada a la velocidad de funcionamiento mínima (OPmin) y se detectan ronquidos, entonces la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 es reducida a la velocidad de funcionamiento al ralentí OPIdle. Sin embargo, 15 resultará evidente que la velocidad de funcionamiento no debe alcanzar la velocidad de funcionamiento mínima OPmin antes de que la velocidad de funcionamiento sea reducida a la velocidad de funcionamiento al ralentí OPIdle, sino que puede ser reducida a la velocidad de funcionamiento al ralentí OPIdle debido a velocidades operativas superiores a la velocidad de funcionamiento mínima OPmin. Durante la operación normal de la bomba de drenaje 2 se permite el aumento escalonado de la velocidad de funcionamiento como máximo hasta una velocidad máxima de funcionamiento predeterminada (OPmax). Por tanto, si la bomba de drenaje 2 es operada a la velocidad máxima de funcionamiento (OPmax) y no se detectan ronquidos, entonces la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 no es cambiada. 20

25 La velocidad de funcionamiento mínima (OPmin) es una velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 a la que la bomba de drenaje 2 puede bombear/transportar líquido todavía, es decir, por lo menos impedir que el líquido en el conducto de salida 3 corra de nuevo en la primera cuenca 11. Preferentemente, la velocidad mínima de operación predeterminada (OPmin) de la bomba de drenaje 2 es igual o superior a 500 rpm, preferentemente igual o superior a 1000 rpm. Preferentemente, la velocidad mínima de operación predeterminada (OPmin) de la bomba de drenaje 2 es igual o inferior a 2000 rpm, preferentemente igual o inferior a 1800 rpm. 30

La velocidad máxima de funcionamiento (OPmax) es preferentemente una velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 a la que la bomba de drenaje 2 es operada a la velocidad máxima nominal/operativa, es decir, correspondiente a la conexión directa en línea de la bomba de drenaje 2. Según una realización alternativa, la velocidad máxima de funcionamiento (OPmax) es una velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 a la que la bomba de drenaje 2 es operada a una frecuencia mayor o menor que la frecuencia nominal. Preferentemente, la velocidad máxima de operación predeterminada (OPmax) de la bomba de drenaje 2 es igual o superior a 2000 rpm, preferentemente igual o superior a 3000 rpm. La velocidad máxima de funcionamiento predeterminada (OPmax) es preferentemente igual o inferior a 5000 rpm, preferentemente igual o inferior a 4500 rpm. Cuanto más altas sean las rpm, más desgaste hay debido a las partículas desgastadas en el líquido/medios bombeados. 35 40

En relación con la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle), la bomba de drenaje 2 no realiza ningún trabajo positivo, es decir, el impulsor 9 de la bomba gira todavía en el sentido positivo, pero no es bombeado/transportado líquido. Por el contrario, el líquido en el conducto de salida 3 puede correr de nuevo a la primera cuenca 11 a través de la bomba de drenaje 2. La velocidad de funcionamiento al ralentí es usada para reducir el desgaste y el consumo de energía de la bomba de drenaje 2. Si allí ha quedado aire atrapado en el impulsor 9, este cojín de aire puede engañar a la unidad de control 10 en la detección de los ronquidos aunque el nivel de líquido sea lo suficientemente alto, y cuando la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje 2 es temporalmente reducida a la velocidad de funcionamiento al ralentí, la amortiguación del aire es eliminada por el líquido que descarga la cámara de la bomba 2. 45 50

Según una realización preferida, la bomba de drenaje 2 es operada a dicha velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) durante 5 segundos o más, preferentemente 10 segundos o más. Preferentemente, la bomba de drenaje 2 funciona a dicha velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) 60 segundos o menos, preferentemente 20 segundos o menos. La operación a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) puede ser de hasta 20 minutos durante las horas del día/semana sin que haya producción en el sitio de la bomba de drenaje 2. 55

Durante la operación al ralentí acelerado (OPIdle) no se realiza ninguna detección de ronquidos. Según una realización preferida, la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) de la bomba de drenaje 2 es igual o inferior a 500 rpm. Preferentemente igual o inferior a 300 rpm, y más preferentemente igual o inferior a 100 rpm. La velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) es preferentemente lo más baja posible para ahorrar tanta energía como sea posible. Según una realización preferida, la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) de la bomba de drenaje 2 es igual o superior a 20 rpm, preferentemente igual o superior a 1 rpm. La velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) es preferentemente igual a la frecuencia mínima nominal/velocidad de funcionamiento del actuador de frecuencia variable de la unidad de control 10. 60 65

Al arrancar la bomba de drenaje 2, la velocidad de funcionamiento está preferentemente entre la velocidad de funcionamiento mínima (OPmin) y la velocidad máxima de funcionamiento (OPmax), es realizada una detección inicial de ronquidos y a partir de entonces se inicia el método de la invención.

5 El conjunto de la bomba de drenaje comprende medios adaptados para ejecutar los pasos del método anterior. Muchos de los pasos del método anterior son realizados/controlados preferentemente por la unidad de control 10, y por tanto la expresión "el conjunto de la bomba de drenaje comprende medios..." no implica necesariamente que dichos medios deben estar situados dentro del alojamiento de la bomba de la bomba de drenaje 2. Por tanto, la expresión incluye además medios accesibles/disponibles/conectados funcionalmente a la bomba de drenaje 2.

10 Un producto/paquete de programa informático que comprende instrucciones para hacer que la bomba de drenaje 2 ejecute los pasos del método anterior, está funcionalmente accesible/disponible/conectado a la bomba de drenaje 2. Dicho producto de programa informático se encuentra/es ejecutado preferentemente en la unidad de control 10. Por tanto, la unidad de control está configurada para realizar el método de la invención.

15 Aquí, cabe señalar que preferentemente la bomba de drenaje, mediante la elección del operador, está dispuesta para ser operada alternativamente en un modo de accionamiento ON/OFF común, es decir, la bomba de drenaje está controlada por sensores de nivel para iniciar el bombeo a un nivel de arranque del líquido y detener el bombeo a un nivel de parada del líquido.

20 La expresión "cambiar la velocidad de funcionamiento de la bomba de drenaje" puede ser llevada a cabo cambiando la frecuencia de salida del actuador de frecuencia variable un paso específico mediante el cambio de la frecuencia de salida del actuador de frecuencia variable de manera que la energía proporcionada a la bomba de drenaje sea cambiada un paso específico.

25 Modificaciones factibles de la Invención

La invención no está limitada únicamente a las realizaciones descritas anteriormente y mostradas en los dibujos, que tienen principalmente un propósito ilustrativo y ejemplificador. Esta solicitud de patente tiene por objeto abarcar todos los ajustes y variantes de las modalidades preferidas descritas en la memoria presente, por tanto la invención presente está definida por la redacción de las reivindicaciones anexas y, por tanto, el equipo puede ser modificado de cualquier manera dentro del alcance de aplicación de las reivindicaciones anexas.

35 Se debe tener en cuenta además que toda la información sobre/respecto a expresiones como los anteriores, inferior, inferior, etc., debe ser interpretada/leída teniendo el equipo orientado según las Figuras, los dibujos deben estar orientados de manera que las referencias puedan ser leídas adecuadamente. Por tanto, dichas expresiones solamente indican relaciones mutuas de las realizaciones mostradas, dichas relaciones pueden ser cambiadas si el equipo de la invención es proporcionado con otra estructura/diseño.

40 Se debe tener en cuenta también, aunque no esté explícitamente indicado, que las características de una realización específica pueden ser combinadas con características de otra realización, la combinación se considera obvia, si la combinación es posible.

REIVINDICACIONES

1. Un método de control de una bomba de drenaje (2), comprendiendo la bomba de drenaje (2) una unidad de accionamiento que tiene un motor eléctrico (7) y un eje de accionamiento (8) y comprendiendo una unidad hidráulica que tiene un impulsor (9) conectado funcionalmente a dicho motor eléctrico (7) por medio de dicho eje de accionamiento (8), estando configurada dicha bomba de drenaje (2) para ser operada a una velocidad de funcionamiento variable [rpm], donde dicho método **se caracteriza por** los pasos de:
- funcionamiento continuo de la bomba de drenaje (2) a una velocidad de funcionamiento positiva, siendo el impulsor (9) accionado en giro por dicho motor eléctrico (7) en un sentido positivo de giro,
 - funcionamiento predeterminado de la bomba de drenaje (2) a una velocidad de funcionamiento igual a una velocidad de funcionamiento al ralentí predeterminada (OPIdle), y
 - aumento periódico de la velocidad de funcionamiento (OP) de la bomba de drenaje (2) desde la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) hasta un umbral de detección de ronquidos predeterminado (OPdetect) y detección de si la bomba de drenaje (2) está roncando o no en el umbral de detección de ronquidos (OPdetect):
 - a) cuando se detectan ronquidos en el umbral de detección de ronquidos (OPdetect), la velocidad de funcionamiento (OP) de la bomba de drenaje (2) es reducida a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) por lo que se reanuda la operación predeterminada de la bomba de drenaje (2) a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle), y
 - b) cuando no se detectan ronquidos en el umbral de detección de ronquidos (OPdetect), se procede a cambiar escalonadamente la velocidad de funcionamiento (OP) de la bomba de drenaje (2) y a cada nueva velocidad de funcionamiento (OP) se detecta si la bomba de drenaje (2) está roncando o no, en donde el cambio escalonado de la velocidad de funcionamiento (OP) implica:
 - i) aumentar la velocidad de funcionamiento (OP) un paso cada vez que no se detectan ronquidos, como máximo hasta una velocidad de funcionamiento máxima predeterminada (OPmax), y
 - ii) disminuir la velocidad de funcionamiento (OP) un paso cada vez que se detectan ronquidos, como máximo hasta la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) por lo que se reanuda la operación predeterminada de la bomba de drenaje (2) a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle).
2. El método según la reivindicación 1, en donde la bomba de drenaje (2) está configurada para transportar líquido a velocidades operativas (OP) iguales o superiores a una velocidad de funcionamiento mínima predeterminada (OPmin).
3. El método según la reivindicación 2, en donde el umbral de detección de ronquidos (OPdetect) es igual o superior a la velocidad de funcionamiento mínima (OPmin).
4. El método según la reivindicación 2, en donde el umbral de detección de ronquidos (OPdetect) es inferior a la velocidad de funcionamiento mínima (OPmin).
5. El método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la bomba de drenaje (2), cada vez que la velocidad de funcionamiento (OP) es reducida a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle), es operada a la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) durante un tiempo igual o superior a 5 segundos e igual o inferior a 60 segundos, preferentemente igual o inferior a 10 segundos y preferentemente igual o inferior a 20 segundos.
6. El método según la reivindicación 5, en donde la velocidad de funcionamiento (OP) de la bomba de drenaje (2) es alternada entre la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) y el umbral de detección de ronquidos (OPdetect) siempre y cuando se detecten ronquidos en el umbral de detección de ronquidos (OPdetect).
7. El método según la reivindicación 1, en donde el paso de la detección de si la bomba de drenaje (2) está roncando o no durante el cambio escalonado de la velocidad de funcionamiento (OP) es realizado en o después de 1 segundo desde el momento en que la velocidad de funcionamiento (OP) comienza a disminuir o aumentar, y dentro de 10 segundos desde el momento en que la velocidad de funcionamiento (OP) comienza a disminuir o aumentar, preferentemente dentro de 5 segundos.
8. El método según la reivindicación 2, en donde la velocidad de funcionamiento (OP) es reducida desde dicha velocidad de funcionamiento mínima (OPmin) hasta la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle), cuando se detectan ronquidos a dicha velocidad de funcionamiento mínima (OPmin).
9. El método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la velocidad de funcionamiento al ralentí (OPIdle) de la bomba de drenaje (2) es igual o superior a 1 [rpm] e igual o inferior a 100 [rpm] .
10. El método según la reivindicación 2, en donde la velocidad de funcionamiento mínima (OPmin) de la bomba de drenaje (2) es igual o superior a 500 [rpm] e igual o inferior a 2000 [rpm].

- 5
11. El método según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde la velocidad máxima de funcionamiento (OPmax) de la bomba de drenaje (2) es igual o superior a 2000 [rpm], preferentemente igual o superior a 2500 [rpm].
- 10
12. Un conjunto de bomba de drenaje compuesto por una bomba de drenaje (2), en donde la bomba de drenaje (2) comprende una unidad de accionamiento con un motor eléctrico (7) y un eje de accionamiento (8) y que comprende una unidad hidráulica con un impulsor (9) conectado funcionalmente a dicho motor eléctrico (7) por medio de dicho eje de accionamiento (8), estando configurada dicha bomba de drenaje (2) para ser operada a una velocidad de funcionamiento variable [rpm], **caracterizado por que** el conjunto de la bomba de drenaje comprende una unidad de control (10) conectada funcionalmente al motor eléctrico (7) de la bomba de drenaje (2), en donde la unidad de control (10) está configurada para ejecutar los pasos del método según la reivindicación 1.
- 15
13. El conjunto de la bomba de drenaje según la reivindicación 12, en donde dicha unidad de control (10) está integrada en la bomba de drenaje (2).
- 20
14. El conjunto de la bomba de drenaje según la reivindicación 12 o 13, en donde la unidad de control (10) comprende un actuador de frecuencia variable (VFD).
15. Un producto de programa informático que comprende instrucciones para causar que el ensamblaje de la bomba de drenaje según la reivindicación 12 ejecute los pasos del método según la reivindicación 1.

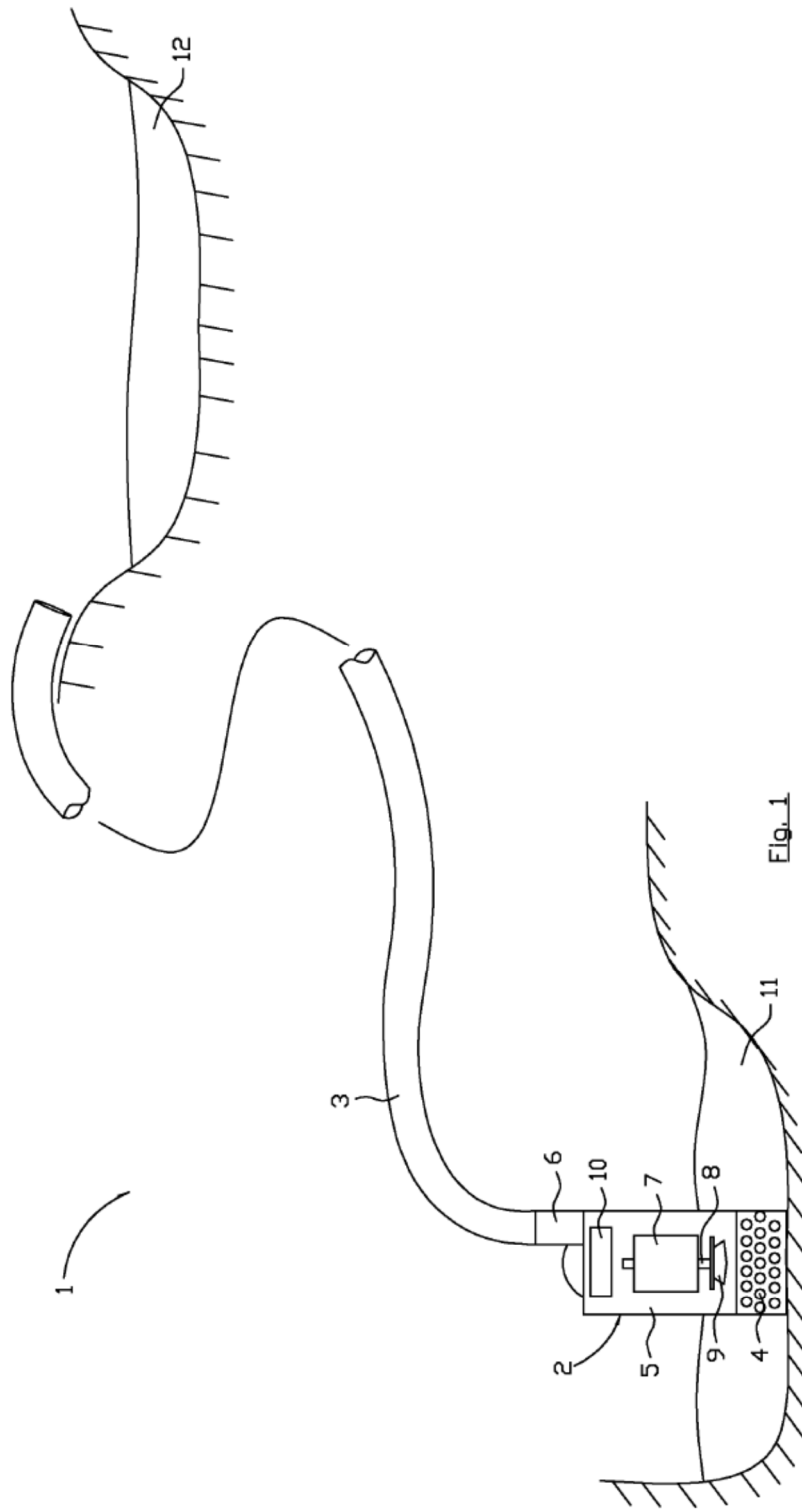


Fig. 1

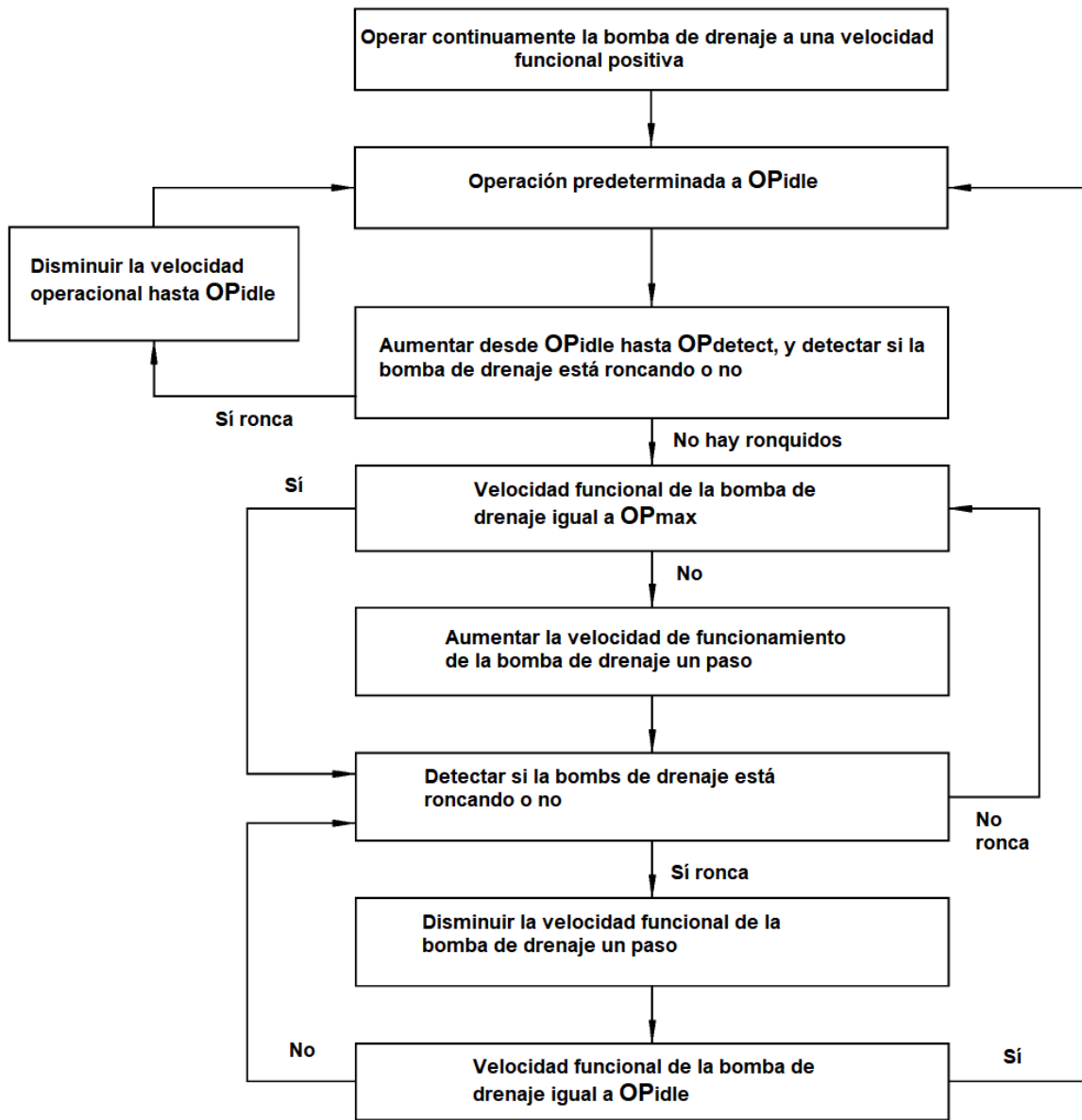


Fig. 2