

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 385**

51 Int. Cl.:

F04B 49/06 (2006.01)

F04B 49/10 (2006.01)

F04D 15/00 (2006.01)

E04H 4/12 (2006.01)

E04H 4/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **02.10.2009** **PCT/US2009/059387**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.04.2010** **WO10042406**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **02.10.2009** **E 09819691 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.06.2018** **EP 2342402**

54 Título: **Método para operar un sistema de seguridad de liberación de vacío**

30 Prioridad:

06.10.2008 US 102935 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
02.11.2018

73 Titular/es:

PENTAIR WATER POOL AND SPA, INC. (50.0%)
400 Regency Forest Drive
Cary, NC 27518, US y
DANFOSS LOW POWER DRIVES (50.0%)

72 Inventor/es:

STILES, ROBERT W. y
BERTHELSEN, LARS HOFFMANN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 688 385 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 operar un sistema de seguridad de liberación de vacío

5 Antecedentes

Las bombas de piscina se usan para mover el agua en una o más aplicaciones acuáticas, como piscinas, spas e instalaciones acuáticas. Las aplicaciones acuáticas incluyen una o más entradas de agua y una o más salidas de agua. Las salidas de agua están conectadas a una entrada de la bomba de piscina. La bomba de piscina generalmente impulsa el agua a través de un filtro y la devuelve a las aplicaciones acuáticas a través de las entradas de agua. Para piscinas grandes, la bomba de piscina debe proporcionar caudales altos para poder filtrar de manera efectiva todo el volumen de agua de la piscina. Estos altos caudales pueden dar lugar a altas velocidades en el sistema de tuberías que conecta las salidas de agua y la bomba de piscina. Si una porción del sistema de tuberías está obstruida o bloqueada, esto puede dar lugar a una gran fuerza de succión cerca de las salidas de agua de las aplicaciones acuáticas. Como resultado, los objetos extraños pueden quedar atrapados contra las salidas de agua, que a menudo están cubiertas por rejillas en el fondo o en los laterales de la piscina. Se han desarrollado sistemas para intentar apagar rápidamente la bomba de piscina cuando un objeto extraño está obstruyendo las salidas de agua de las aplicaciones acuáticas. Sin embargo, estos sistemas a menudo dan lugar a paradas molestas (es decir, la bomba de piscina se apaga con demasiada frecuencia cuando no hay obstrucciones reales).

A continuación se divulgan ejemplos de sistemas de bombeo y de métodos para controlar motores para aparatos de bombeo conocidos. En el documento EP1816352, un aparato de bombeo incluye una bomba que tiene una entrada para recibir un fluido y una salida para extraer el fluido. Un motor acoplado a la bomba opera la bomba. El método asociado controla el motor para operar la bomba y monitoriza la operación de la bomba. La acción de monitorización incluye monitorizar la potencia del motor y determinar si la potencia monitorizada indica un flujo no deseado de fluido a través de la bomba. El método incluye además el acto de controlar el motor para detener la operación de la bomba cuando la determinación indica un flujo no deseado de fluido a través de la bomba y existen cero o más otras condiciones. En la patente de Estados Unidos 2006/090255, un motor con un sensor de carga asociado está conectado a una bomba de circulación de un sistema de circulación de piscinas. El sensor de carga realiza la función de un sistema de seguridad de liberación de vacío detectando la carga insuficiente del motor. Ahora se descubre que una carga insuficiente es indicativa de forma fiable de bloqueo en el lado de admisión de una bomba de circulación. Un interruptor controlado por el sensor de carga apaga el motor en respuesta a una carga insuficiente adecuada. El vacío en el lado de admisión de la bomba de circulación se neutraliza, liberando así a una persona u objeto que bloquea la línea de succión. En la patente de Estados Unidos 2007/183902, un sistema de bombeo incluye una bomba de agua para mover agua. El sistema de bombeo incluye medios para determinar un valor indicativo de un bloqueo que inhibe el movimiento de agua a través del sistema de bombeo, y medios para determinar un valor de rendimiento del sistema de bombeo. En un ejemplo, el sistema de bombeo incluye medios para comparar el valor de rendimiento con el valor indicativo de un bloqueo y medios para controlar la bomba en respuesta a la comparación.

40 Sumario

La invención se refiere a un método para operar un sistema de seguridad de liberación de vacío (SVRS, por sus siglas en inglés, safety vacuum release system) de acuerdo con la reivindicación 1 con un controlador para una bomba que incluye un motor. El método incluye medir el consumo de potencia real del motor necesario para bombear agua y superar pérdidas, calcular una variación de potencia absoluta basada en el consumo de potencia real e incrementar un valor de contador dinámico si la variación de potencia absoluta es negativa. El método también incluye calcular una variación de potencia relativa basada en el consumo de potencia real e identificar un bloqueo de succión dinámico si el contador dinámico excede un valor umbral de contador dinámico y/o la variación de potencia relativa está por debajo de un umbral negativo. El método incluye además activar el SVRS cuando se identifica el bloqueo de succión dinámico para apagar la bomba de forma sustancialmente inmediata.

Algunas realizaciones de la invención proporcionan un método que incluye filtrar el consumo de potencia real con un filtro de paso bajo rápido para obtener un consumo de potencia actual e incrementar un valor de contador absoluto si el consumo de potencia real y/o el consumo de potencia actual son mayores que una curva de potencia umbral. El método también puede incluir identificar una condición de trabajo en vacío si el valor de contador absoluto excede un valor umbral de contador absoluto y activar el sistema de succión de liberación de vacío cuando se identifica la condición de trabajo en vacío para apagar la bomba de manera sustancialmente inmediata.

60 Descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en perspectiva de una bomba de piscina de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 2 es una vista en perspectiva despiezada de la bomba de piscina de la figura 1.

La figura 3A es una vista frontal de un controlador de a bordo de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 3B es una vista en perspectiva de un controlador externo de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 4 es un diagrama de flujo de ajustes del controlador de a bordo de la figura 3A y/o del controlador externo de la figura 3B de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 5A es un gráfico de una variación de potencia absoluta de la bomba de piscina cuando se produce una tubería de succión atascada en un momento determinado.

La figura 5B es un gráfico de una variación de potencia relativa de la bomba de piscina cuando se produce una tubería de succión atascada o una salida de agua en un momento determinado.

La figura 5C es un gráfico de un contador relativo para la variación de potencia relativa de la figura 5B.

La figura 6 es un gráfico de un consumo de potencia frente a la velocidad de la bomba de piscina de acuerdo con una realización de la invención.

La figura 7 es una ilustración esquemática de un sistema de piscina con una persona que bloquea una salida de agua de la piscina.

Descripción detallada

Antes de que se explique en detalle cualquier realización de la invención, debe entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de los componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los siguientes dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones y de practicarse o de llevarse a cabo de varias maneras. Además, debe entenderse que la fraseología y la terminología utilizadas en el presente documento son para el fin de la descripción y no deben considerarse como limitantes. El uso de "que incluye", "que comprende" o "que tiene" y variaciones de los mismos en el presente documento pretende abarcar los artículos enumerados a continuación y los equivalentes de los mismos, así como artículos adicionales. A menos que se especifique o limite de otra forma, los términos "montado", "conectado", "soportado" y "acoplado" y sus variaciones se usan ampliamente y abarcan montajes, conexiones, soportes y acoplamientos directos e indirectos. Además, "conectado" y "acoplado" no están restringidos a conexiones o acoplamientos físicos o mecánicos.

El siguiente análisis se presenta para permitir que un experto en la materia haga y use realizaciones de la invención. Para los expertos en la materia serán fácilmente evidentes diversas modificaciones a las realizaciones ilustradas, y los principios genéricos del presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones y aplicaciones sin apartarse de las realizaciones de la invención. Por lo tanto, las realizaciones de la invención no están destinadas a limitarse a las realizaciones mostradas, sino que se les debe otorgar el alcance más amplio consistente con los principios y características divulgados en el presente documento. La siguiente descripción detallada debe leerse con referencia a las figuras, en las cuales los elementos similares en diferentes figuras tienen los mismos números de referencia. Las figuras, que no están necesariamente a escala, representan realizaciones seleccionadas y no pretenden limitar el alcance de las realizaciones de la invención. Los expertos en la materia reconocerán que los ejemplos proporcionados en el presente documento tienen muchas alternativas útiles y entran dentro del alcance de las realizaciones de la invención.

La figura 1 ilustra una bomba de piscina 10 de acuerdo con una realización de la invención. La bomba de piscina 10 puede usarse para cualquier aplicación acuática adecuada, como piscinas, spas e instalaciones acuáticas. La bomba de piscina 10 puede incluir una carcasa 12, un motor 14 y un controlador de a bordo 16. En algunas realizaciones, el motor 14 puede ser un motor de velocidad variable. En una realización, el motor 14 puede accionarse a cuatro o más velocidades diferentes. La carcasa 12 puede incluir una entrada 18, una salida 20, una cesta 22, una tapa 24 y un soporte 26. El soporte 26 puede soportar el motor 14 y puede usarse para montar la bomba de piscina 10 sobre una superficie adecuada (no mostrada).

En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede estar encerrado en una caja 28. La caja 28 puede incluir un compartimiento de cableado de campo 30 y una cubierta 32. La cubierta 32 puede abrirse y cerrarse para permitir el acceso al controlador de a bordo 16 y protegerlo de la humedad, del polvo y de otras influencias ambientales. La caja 28 puede montarse en el motor 14. En algunas realizaciones, el compartimiento de cableado de campo 30 puede incluir una fuente de alimentación para proporcionar potencia al motor 14 y al controlador de a bordo 16.

La figura 2 ilustra los componentes internos de la bomba de piscina 10 de acuerdo con una realización de la invención. La bomba de piscina 10 puede incluir una placa de estanquidad 34, un impulsor 36, una junta 38, un difusor 40 y un tamiz 42. El tamiz 42 puede insertarse en la cesta 22 y puede asegurarse mediante la tapa 24. En algunas realizaciones, la tapa 24 puede incluir un tapón 44, una junta tórica 46 y una tuerca 48. El tapón 44 y la junta tórica 46 pueden acoplarse a la cesta 22 atornillando la tuerca 48 en la cesta 22. La junta tórica 46 puede sellar la conexión entre la cesta 22 y la tapa 24. Una entrada 52 del difusor 40 puede sellarse de forma fluida a la cesta 22 con un sello 50. En algunas realizaciones, el difusor 40 puede encerrar el impulsor 36. Una salida 54 del difusor 40 puede sellarse de manera fluida a la placa de estanquidad 34. La placa de estanquidad 34 puede sellarse a la carcasa 12 con la junta 38. El motor 14 puede incluir un árbol 56, que puede acoplarse al impulsor 36. El motor 14 puede hacer girar el impulsor 36, extrayendo fluido desde la entrada 18 a través del tamiz 42 y del difusor 40 a la salida 20.

En algunas realizaciones, el motor 14 puede incluir un acoplamiento 58 para conectarse al controlador de a

bordo 16. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede operar automáticamente la bomba de piscina 10 de acuerdo con al menos un horario. Si se programan dos o más horarios en el controlador de a bordo 16, la programación que ejecuta la bomba de piscina 10 a la velocidad más alta puede tener prioridad sobre las programaciones restantes. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede permitir una operación manual de la bomba de piscina 10. Si la bomba de piscina 10 se opera manualmente y se solapa con una ejecución programada, la ejecución programada puede tener prioridad sobre la operación manual independientemente de la velocidad de la bomba de piscina 10. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede incluir una anulación manual. La anulación manual puede interrumpir la operación programada y/o manual de la bomba de piscina 10 para permitir, por ejemplo, procedimientos de limpieza y mantenimiento. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede monitorizar la operación de la bomba de piscina 10 y puede indicar condiciones anormales de la bomba de piscina 10.

La figura 3A ilustra una interfaz de usuario 60 para el controlador de a bordo 16 de acuerdo con una realización de la invención. La interfaz de usuario 60 puede incluir un visualizador 62, al menos un botón de velocidad 64, botones de navegación 66, un botón de arranque y parada 68, un botón de reinicio 70, un botón de anulación manual 72 y un botón de "limpieza rápida" 74. El botón de anulación manual 72 también puede llamarse botón de "pausa". En algunas realizaciones, los botones de navegación 66 pueden incluir un botón de menú 76, un botón de selección 78, un botón de escape 80, un botón de flecha hacia arriba 82, un botón de flecha hacia abajo 84, un botón de flecha hacia la izquierda 86, un botón de flecha hacia la derecha 88 y un botón de entrada 90. Los botones de navegación 66 y los botones de velocidad 64 pueden usarse para programar un horario en el controlador de a bordo 16. En algunas realizaciones, el visualizador 62 puede incluir una sección inferior 92 para mostrar información sobre un parámetro y una sección superior 94 para visualizar un valor asociado con ese parámetro. En algunas realizaciones, la interfaz de usuario 60 puede incluir diodos emisores de luz (LED) 96 para indicar la operación normal y/o un error detectado de la bomba de piscina 10.

El controlador de a bordo 16 opera el motor 14 para proporcionar un sistema de seguridad de liberación de vacío (SVRS) para las aplicaciones acuáticas. Si el controlador de a bordo 16 detecta una entrada 18 obstruida, el controlador de a bordo 16 puede apagar rápidamente la bomba de piscina 10. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede detectar la entrada 18 obstruida basándose únicamente en mediciones y cálculos relacionados con el consumo de potencia del motor 14 (por ejemplo, la potencia necesaria para hacer girar el árbol 56 del motor). En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede detectar la entrada 18 obstruida sin ninguna entrada adicional (por ejemplo, sin presión, caudal del fluido bombeado, velocidad o par del motor 14).

La figura 3B ilustra un controlador externo 98 para la bomba de piscina 10 de acuerdo con una realización de la invención. El controlador externo 98 puede comunicarse con el controlador de a bordo 16. El controlador externo 98 puede controlar la bomba de piscina 10 sustancialmente de la misma manera que el controlador de a bordo 16. El controlador externo 98 puede usarse para operar la bomba de piscina 10 y/o para programar el controlador de a bordo 16, si la bomba de piscina 10 está instalada en un lugar en el que la interfaz de usuario 60 no es accesible de manera conveniente.

La figura 4 ilustra un menú 100 para el controlador de a bordo 16 de acuerdo con una realización de la invención. En algunas realizaciones, el menú 100 puede usarse para programar diversas características del controlador de a bordo 16. En algunas realizaciones, el menú 100 puede incluir una jerarquía de categorías 102, parámetros 104 y valores 106. Desde una pantalla principal 108, un operario puede, en algunas realizaciones, entrar al menú 100 presionando el botón de menú 76. El operario puede desplazarse a través de las categorías 102 usando el botón de flecha hacia arriba 82 y el botón de flecha hacia abajo 84. En algunas realizaciones, las categorías 102 pueden incluir los ajustes 110, la velocidad 112, el control externo 114, las características 116, el cebado 118 y la anticongelación 120. En algunas realizaciones, el operario puede entrar a una categoría 102 presionando el botón de selección 78. El operario puede desplazarse a través de los parámetros 104 dentro de una categoría 102 específica usando el botón de flecha hacia arriba 82 y el botón de flecha hacia abajo 84. El operario puede seleccionar un parámetro 104 presionando el botón de selección 78 y puede ajustar el valor 106 del parámetro 104 con el botón de flecha hacia arriba 82 y el botón de flecha hacia abajo 84. En algunas realizaciones, el valor 106 puede ajustarse mediante un incremento específico o el usuario puede seleccionarlo de una lista de opciones. El usuario puede guardar el valor 106 presionando el botón de entrada 90. Al presionar el botón de escape 80, el usuario puede salir del menú 100 sin guardar ningún cambio.

En algunas realizaciones, la categoría de ajustes 110 puede incluir un ajuste de tiempo 122, un ajuste de velocidad mínima 124, un ajuste de velocidad máxima 126 y un ajuste de reinicio automático 128 del SVRS. El ajuste de tiempo 122 puede usarse para hacer funcionar la bomba de piscina 10 en un horario particular. El ajuste de velocidad mínima 124 y el ajuste de velocidad máxima 126 pueden ajustarse de acuerdo con el volumen de las aplicaciones acuáticas. Un instalador de la bomba de piscina 10 puede proporcionar el ajuste de velocidad mínima 124 y el ajuste de velocidad máxima 126. El controlador de a bordo 16 puede evitar automáticamente que el ajuste de velocidad mínima 124 sea más alto que el ajuste de velocidad máxima 126. La bomba de piscina 10 no operará fuera de estas velocidades para proteger los dispositivos dependientes del flujo con velocidades mínimas y los dispositivos sensibles a la presión (por ejemplo, filtros) con velocidades máximas. El ajuste de reinicio automático 128 del SVRS puede proporcionar un período de tiempo antes de que el controlador de a bordo 16 reanude la

operación normal de la bomba de piscina 10 después de que se haya detectado una entrada 18 obstruida y se haya detenido la bomba de piscina 10. En algunas realizaciones, puede haber dos ajustes de velocidad mínima: uno para detección de trabajo en vacío (velocidad más alta) y uno para detección dinámica (velocidad más baja).

- 5 En algunas realizaciones, la categoría de velocidad 112 puede usarse para introducir datos para hacer funcionar la bomba de piscina 10 de forma manual y/o automática. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede almacenar varias velocidades manuales 130 y varias ejecuciones programadas 132. En algunas realizaciones, las velocidades manuales 130 pueden programarse en el controlador de a bordo 16 usando el botón de flecha hacia arriba 82, el botón de flecha hacia abajo 84 y el botón de entrada 90. Una vez programadas, puede accederse a las
- 10 velocidades manuales 130 presionando uno de los botones de velocidad 64 en la interfaz de usuario 60. Las ejecuciones programadas 132 pueden programarse en el controlador de a bordo 16 utilizando el botón de flecha hacia arriba 82, el botón de flecha hacia abajo 84 y el botón de entrada 90. Para las ejecuciones programadas 132, puede programarse una velocidad, una hora de inicio y una hora de parada. En algunas realizaciones, las ejecuciones programadas 132 pueden programarse usando una velocidad, una hora de inicio y una duración. En
- 15 algunas realizaciones, la bomba de piscina 10 puede programarse para funcionar de forma continua.

La categoría de control externo 114 puede incluir diversos programas 134. El controlador externo 98 puede acceder a los programas 134. La cantidad de programas 134 puede ser igual al número de ejecuciones programadas 132.

- 20 La categoría de características 116 puede usarse para programar una anulación manual. En algunas realizaciones, los parámetros pueden incluir un programa de "limpieza rápida" 136 y un programa de "pausa" 138. El programa de "limpieza rápida" 136 puede incluir un ajuste de velocidad 140 y un ajuste de duración 142. El programa de "limpieza rápida" 136 puede seleccionarse presionando el botón de "limpieza rápida" 74 ubicado en la interfaz de usuario 60. Cuando se presiona, el programa de "limpieza rápida" 136 puede tener prioridad sobre la ejecución programada y/o
- 25 manual de la bomba de piscina 10. Después de que la bomba de piscina 10 haya operado durante el período de tiempo del ajuste de duración 142, la bomba de piscina 10 puede reanudar la operación programada y/o manual. Si el SVRS se ha activado previamente y el período de tiempo para el reinicio automático 128 del SVRS aún no ha transcurrido, el controlador de a bordo 16 puede no iniciar el programa de "limpieza rápida" 136. El programa de "pausa" 138 puede interrumpir la operación de la bomba de piscina 10 durante una cierta cantidad de tiempo, que
- 30 puede programarse en el controlador de a bordo 16. El programa de "pausa" 138 puede seleccionarse presionando el botón de "pausa" 72 en la interfaz de usuario 60. El programa de "pausa" 138 puede usarse para limpiar la aplicación acuática y/o para realizar procedimientos de mantenimiento.

- 35 En la categoría de cebado 118, el cebado de la bomba de piscina 10 puede activarse o desactivarse. Si el cebado está activado, puede programarse una duración para la secuencia de cebado en el controlador de a bordo 16. En algunas realizaciones, la secuencia de cebado puede ejecutarse a la velocidad máxima 126. La secuencia de cebado puede eliminar sustancialmente todo el aire para permitir que el agua fluya a través de la bomba de piscina 10 y/o de los sistemas de tuberías conectados.

- 40 En algunas realizaciones, un sensor de temperatura (no mostrado) puede conectarse al controlador de a bordo 16 para proporcionar una operación anticongelación para el sistema de bombeo y la bomba de piscina 10. En la categoría de anticongelación 120, en el controlador de a bordo 16 pueden programarse un ajuste de velocidad 144 y un ajuste de temperatura 146 en los que puede activarse la bomba de piscina 10 para evitar que el agua se congele en el sistema de bombeo. Si el sensor de temperatura detecta una temperatura inferior al ajuste de temperatura 146,
- 45 la bomba de piscina 10 puede operar de acuerdo con el ajuste de velocidad 144. Sin embargo, la operación de anticongelación también puede desactivarse.

- Las figuras 5A-5C ilustran las curvas de consumo de potencia asociadas con el árbol del motor 56 de la bomba de piscina 10. En el presente documento y en las reivindicaciones adjuntas se hará referencia al consumo de potencia del motor necesario para bombear agua y superar las pérdidas como uno cualquiera de "curvas de consumo de potencia", "valores de consumo de potencia" o simplemente "consumo de potencia". La figura 5A ilustra las curvas de consumo de potencia para el árbol del motor 56 cuando la entrada 18 está obstruida en un momento particular 200. La figura 5A ilustra una curva de consumo de potencia real 202, una curva de consumo de potencia
- 50 actual 204 y una curva de consumo de potencia desfasado 206. El consumo de potencia real 202 puede evaluarse mediante el controlador de a bordo 16 durante un cierto intervalo de tiempo (por ejemplo, aproximadamente 20 milisegundos).

- En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede filtrar el consumo de potencia real 202 usando un filtro de paso bajo rápido para obtener el consumo de potencia actual 204. El consumo de potencia actual 204 puede
- 60 representar el consumo de potencia real 202; sin embargo, el consumo de potencia actual 204 puede ser sustancialmente más suave que el consumo de potencia real 202. Este tipo de filtrado de señal puede dar como resultado una "detección rápida" (también denominada "detección dinámica") de cualquier obstrucción en el sistema de bombeo (por ejemplo, basándose en el comportamiento dinámico de la potencia del árbol cuando la entrada 18 está bloqueada repentinamente). En algunas realizaciones, el filtro de paso bajo rápido puede tener una constante
- 65 de tiempo de aproximadamente 200 milisegundos.

En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede filtrar la señal para el consumo de potencia real 202 usando un filtro de paso bajo lento para obtener el consumo de potencia desfasado 206. El consumo de potencia desfasado 206 puede representar el consumo de potencia real de un período de tiempo anterior. Si la entrada 18 está obstruida en el momento de tiempo 200, el consumo de potencia real 202 disminuirá rápidamente. El consumo de potencia actual 204 puede seguir sustancialmente a la disminución del consumo de potencia real 202. Sin embargo, el consumo de potencia desfasado 206 disminuirá de forma sustancialmente más lenta que el consumo de potencia real 202. Como resultado, el consumo de potencia desfasado 206 generalmente será mayor que el consumo de potencia real 202. Este tipo de filtrado de señal puede dar como resultado una "detección lenta" (también conocida como "detección de trabajo en vacío" o "detección estática") de cualquier obstrucción en el sistema de bombeo (por ejemplo, cuando hay una obstrucción en el sistema de bombeo y la bomba de piscina 10 funciona en seco durante algunos segundos). En algunas realizaciones, el filtro de paso bajo lento puede tener una constante de tiempo de aproximadamente 1400 milisegundos.

El filtrado de señal del consumo de potencia real 202 puede realizarse durante un intervalo de tiempo de aproximadamente 2,5 segundos, dando lugar a un tiempo de reacción entre aproximadamente 2,5 segundos y aproximadamente 5 segundos, dependiendo de cuándo se produce la condición de trabajo en vacío durante el ciclo de filtrado de señal. En algunas realizaciones, la detección estática puede tener una sensibilidad del 50 % que puede definirse como la curva de consumo de potencia calculada a partir de una potencia medida mínima más un 5 % de compensación de potencia en todas las velocidades desde aproximadamente 1500 RPM hasta aproximadamente 3450 RPM. Cuando la sensibilidad se establece en 0 %, la detección estática puede desactivarse.

La figura 5B ilustra una curva de consumo de potencia relativo 208 de la bomba de piscina 10 para el mismo escenario de la figura 5A. En algunas realizaciones, el consumo de potencia relativo 208 puede calcularse calculando la diferencia entre el consumo de potencia actual 204 y el consumo de potencia desfasado 206 (es decir, la "variación de potencia absoluta") dividido por el consumo de potencia actual 204. Cuanto mayor es la diferencia entre las constantes de tiempo de los filtros rápido y lento, mayor será la franja de tiempo para la que puede calcularse la variación de potencia absoluta. En algunas realizaciones, la variación de potencia absoluta puede actualizarse aproximadamente cada 20 milisegundos para la detección dinámica de obstrucciones en el sistema de bombeo. Debido a que el consumo de potencia desfasado 206 es mayor que el consumo de potencia actual 204, el SVRS del controlador de a bordo 16 puede utilizar un consumo de potencia relativo 208 negativo para identificar una entrada 18 obstruida.

El consumo de potencia relativo 208 también puede usarse para determinar una "variación de potencia relativa" (también denominada "porcentaje de variación de potencia"). La variación de potencia relativa puede calcularse restando el consumo de potencia desfasado 206 del consumo de potencia actual 204 y dividiendo por el consumo de potencia desfasado 206. Cuando se bloquea la entrada 18, la variación de potencia relativa será negativa puesto que la potencia del árbol disminuye rápidamente en el tiempo. Puede establecerse un umbral negativo para la variación de potencia relativa. Si la variación de potencia relativa excede el umbral negativo, el SVRS puede identificar una entrada 18 obstruida y apagar la bomba de piscina 10 de manera sustancialmente inmediata. En una realización, el umbral negativo para la variación de potencia relativa puede proporcionarse para una velocidad de aproximadamente 2200 RPM y puede proporcionarse como un porcentaje multiplicado por diez para una resolución aumentada. El umbral negativo para otras velocidades puede calcularse suponiendo una variación de curva de segundo orden y multiplicando el porcentaje a 800 RPM por seis y multiplicando el porcentaje a 3450 RPM por dos. En algunas realizaciones, la sensibilidad del SVRS puede alterarse cambiando los porcentajes o los factores de multiplicación.

En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede incluir un contador dinámico. En una realización, un valor de contador dinámico 210 puede aumentarse en un valor si la variación de potencia absoluta es negativa. El valor de contador dinámico 210 puede reducirse en un valor si la variación de potencia absoluta es positiva. En algunas realizaciones, si el valor de contador dinámico 210 es más alto que un umbral (por ejemplo, un valor de aproximadamente 15 de modo que el contador necesita exceder de 15 para activar una alarma de entrada obstruida), se detecta un bloqueo de succión dinámico y la bomba de piscina 10 se apaga de manera sustancialmente inmediata. El valor de contador dinámico 210 puede ser cualquier número igual o mayor que cero. Por ejemplo, el valor de contador dinámico 210 puede permanecer en cero indefinidamente si la potencia del árbol continúa aumentando durante un período de tiempo prolongado. Sin embargo, en el caso de un bloqueo repentino de la entrada, el valor de contador dinámico 210 aumentará rápidamente, y una vez que aumente más allá del valor umbral de 15, la bomba de piscina 10 se apagará de manera sustancialmente inmediata. En algunas realizaciones, el umbral para el valor de contador dinámico 210 puede depender de la velocidad del motor 14 (es decir, los umbrales seguirán una curva de umbral frente a la velocidad del motor). En una realización, la detección dinámica puede monitorizar la variación de la potencia del árbol durante aproximadamente un segundo en un tiempo de muestreo de 20 milisegundos para proporcionar un control y una monitorización rápidas. La figura 5C ilustra el valor de contador dinámico 210 del contador dinámico para el consumo de potencia relativo 208 de la figura 5B.

En una realización, el SVRS puede determinar que hay una entrada 18 obstruida cuando se producen los dos siguientes eventos: (1) la variación de potencia relativa excede un umbral negativo; y (2) el valor de contador dinámico 210 excede un umbral positivo (por ejemplo, un valor de 15). Cuando se producen estos dos eventos, el

controlador de a bordo 16 puede apagar la bomba de piscina 10 de manera sustancialmente inmediata. Sin embargo, en algunas realizaciones, uno de estos umbrales puede desactivarse. El umbral de variación de potencia relativa puede desactivarse si el umbral de variación de potencia relativa solo necesita ser negativo para activar la alarma de entrada obstruida. Por el contrario, el contador dinámico puede desactivarse si el valor de contador dinámico solo necesita ser positivo para activar la alarma de entrada obstruida.

El controlador de a bordo 16 puede evaluar el consumo de potencia relativo 208 en un cierto intervalo de tiempo. El controlador de a bordo 16 puede ajustar el valor de contador dinámico 210 del contador dinámico para cada intervalo de tiempo. En algunas realizaciones, el intervalo de tiempo puede ser de aproximadamente 20 milisegundos. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede activar el SVRS en función de uno o ambos del consumo de potencia relativo 208 y el valor de contador dinámico 210 del contador relativo. Los valores para el consumo de potencia relativo 208 y el valor de contador dinámico 210 cuando el controlador de a bordo 16 activa el SVRS pueden programarse en el controlador de a bordo 16.

La figura 6 ilustra una curva de consumo de potencia máximo 212 y una curva de consumo de potencia mínimo 214 frente a la velocidad de la bomba de piscina 10 de acuerdo con una realización de la invención. En algunas realizaciones, la curva de consumo de potencia máximo 212 y/o la curva de consumo de potencia mínimo 214 pueden determinarse empíricamente y programarse en el controlador de a bordo 16. La curva de consumo de potencia máximo 212 y la curva de consumo de potencia mínimo 214 pueden variar dependiendo del tamaño del sistema de tuberías acoplado a la bomba de piscina 10 y/o del tamaño de las aplicaciones acuáticas. En algunas realizaciones, la curva de consumo de potencia mínimo 214 puede definirse como aproximadamente la mitad de la curva de consumo de potencia máximo 212.

La figura 6 también ilustra varias curvas de potencia intermedias. La curva de consumo de potencia máximo 212 puede escalarse con diferentes factores para generar las curvas de potencia intermedias 216. La curva de potencia intermedia 216 que resulta de dividir la curva de consumo de potencia máximo 212 por la mitad puede ser sustancialmente la misma que la curva de consumo de potencia mínimo 214. El factor de escala para el consumo de potencia máximo 212 puede programarse en el controlador de a bordo 16. Una o más de las curvas de consumo de potencia máximo 212 y de las curvas de potencia intermedia 216 pueden usarse como valor umbral para detectar una entrada 18 obstruida. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede activar el SVRS si uno o ambos del consumo de potencia real 202 y el consumo de potencia actual 204 están por debajo del valor umbral.

En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede incluir un contador absoluto. Si el consumo de potencia real 202 y/o el consumo de potencia actual 204 están por debajo del valor umbral, puede aumentarse un valor del contador absoluto. Un límite inferior para el contador absoluto puede establecerse en cero. En algunas realizaciones, el contador absoluto puede usarse para activar el SVRS. El valor umbral para el contador absoluto antes de que se active el SVRS puede programarse en el controlador de a bordo 16. En algunas realizaciones, si el valor de contador absoluto es mayor que un umbral (por ejemplo, un valor de aproximadamente 10, de modo que el contador necesita exceder de 10 para activar una alarma de entrada obstruida), se detecta una obstrucción de trabajo en vacío y la bomba de piscina 10 se apaga de manera sustancialmente inmediata. En otras palabras, si el consumo de potencia real 202 se mantiene por debajo de una curva de potencia umbral (como se describe a continuación) durante 10 veces seguidas, el contador absoluto alcanzará el valor umbral de 10 y la alarma de entrada obstruida se activará para una condición de trabajo en vacío.

Para su uso con el contador absoluto, el valor umbral para el consumo de potencia real 202 puede ser una curva de potencia umbral con una sensibilidad que tiene un porcentaje multiplicado por diez. Por ejemplo, un valor de 500 puede significar un 50 % de sensibilidad y puede corresponder a la curva de potencia mínima medida calculada utilizando la aproximación de segundo orden. Un valor de 1000 puede significar un 100 % de sensibilidad y puede corresponder al doble de la curva de potencia mínima. En algunas realizaciones, el contador absoluto puede desactivarse estableciendo el valor umbral para el consumo de potencia real 202 en cero. La sensibilidad en la mayoría de las aplicaciones puede ser superior al 50 % para detectar una obstrucción de trabajo en vacío dentro de un período de tiempo aceptable. La sensibilidad en aplicaciones típicas de piscinas y spas puede ser de alrededor del 65 %.

En algunas realizaciones, el SVRS basado en el contador absoluto puede detectar una entrada 18 obstruida cuando la bomba de piscina 10 está arrancando contra una entrada 18 ya bloqueada o en el caso de un atasco lento de la entrada 18. La sensibilidad del SVRS puede ajustarse mediante el factor de escala para el consumo de potencia máximo 212 y/o el valor del contador absoluto. En algunas realizaciones, el contador absoluto puede usarse como un indicador para sustituir y/o limpiar el tamiz 42 y/u otros filtros instalados en el sistema de tuberías de las aplicaciones acuáticas.

En algunas realizaciones, el contador dinámico y/o el contador absoluto pueden reducir el número de viajes molestos del SVRS. El contador dinámico y/o el contador absoluto pueden reducir el número de veces que el SVRS apaga accidentalmente la bomba de piscina 10 sin que la entrada 18 esté realmente obstruida. Un cambio en el caudal a través de la bomba de piscina 10 puede dar como resultado variaciones en el consumo de potencia absoluto 202 y/o en el consumo de potencia relativo 208 que pueden ser suficientemente altas para activar el SVRS.

Por ejemplo, si un nadador salta dentro de la piscina, las olas pueden cambiar el caudal a través de la bomba de piscina 10, lo que puede activar el SVRS, aunque en realidad no se produzca ningún bloqueo. En algunas realizaciones, el contador relativo y/o el contador absoluto pueden evitar que el controlador de a bordo 16 active el SVRS si el controlador de a bordo 16 cambia la velocidad del motor 14. En algunas realizaciones, el controlador 16 puede almacenar si el tipo de entrada obstruida era una entrada bloqueada dinámica o una entrada obstruida en trabajo en vacío.

El consumo de potencia real 202 varía con la velocidad del motor 14. Sin embargo, el consumo de potencia relativo 208 puede ser sustancialmente independiente del consumo de potencia real 202. Como resultado, el parámetro de consumo de potencia del árbol del motor 56 en sí mismo puede ser suficiente para que el SVRS detecte una entrada 18 obstruida en un amplio intervalo de velocidades del motor 14. En algunas realizaciones, el parámetro de consumo de potencia puede usarse para todas las velocidades del motor 14 entre el ajuste de velocidad mínima 124 y el ajuste de velocidad máxima 126. En algunas realizaciones, los valores de consumo de potencia pueden escalarse por un factor para ajustar la sensibilidad del SVRS. Un técnico puede programar el parámetro de consumo de potencia y el factor de escala en el controlador de a bordo 16.

La figura 7 ilustra una piscina o spa 300 con un vaso 302, un tubo de salida 304, un tubo de entrada 306 y un sistema de filtro 308 acoplado a la bomba de piscina 10. El vaso 302 puede incluir una salida 310 y una entrada 312. El tubo de salida 304 puede acoplar la salida 310 con la entrada 18 de la bomba de piscina 10. El tubo de entrada 306 puede acoplar la salida 20 de la bomba de piscina 10 con la entrada 312 del vaso 302. El tubo de entrada 306 puede acoplarse al sistema de filtro 308.

Un objeto en el vaso 302, por ejemplo una persona 314 o un objeto extraño, puede obstruir accidentalmente la salida 310 o la entrada 18 puede obstruirse con el tiempo. El controlador de a bordo 16 puede detectar la entrada 18 bloqueada de la bomba de piscina 10 en función de uno o más del consumo de potencia real 202, el consumo de potencia actual 204, el consumo de potencia relativo 208, el contador dinámico y el contador absoluto. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede activar el SVRS basándose en el parámetro más sensible (por ejemplo, el que se ha detectado más pronto). Una vez que se ha detectado una entrada 18 obstruida, el SVRS puede apagar la bomba de piscina 10 de manera sustancialmente inmediata. El controlador de a bordo 16 puede iluminar un LED 96 en la interfaz de usuario 60 y/o puede activar una alarma audible. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede reiniciar automáticamente la bomba de piscina 10 después de que haya transcurrido el período de tiempo para el reinicio automático 128 del SVRS. En algunas realizaciones, el controlador de a bordo 16 puede retrasar la activación del SVRS durante el arranque de la bomba de piscina 10. En algunas realizaciones, el retraso puede ser de aproximadamente dos segundos.

Si la entrada 18 todavía está obstruida cuando se reinicia la bomba de piscina 10, el SVRS se activará nuevamente. Debido a que la bomba de piscina 10 se arranca contra una entrada 18 obstruida, el consumo de potencia relativo 208 puede no ser concluyente para activar el SVRS. Sin embargo, el controlador de a bordo 16 puede usar el consumo de potencia real 202 y/o el consumo de potencia actual 204 para activar el SVRS. En algunas realizaciones, el SVRS puede activarse basándose tanto en el consumo de potencia relativo 208 como en el consumo de potencia real 202.

En algunas realizaciones, el SVRS puede activarse por razones distintas de una obstrucción de la entrada 18 de la bomba de piscina 10. Por ejemplo, el controlador de a bordo 16 puede activar el SVRS si uno o más del consumo de potencia real 202, el consumo de potencia actual 204 y el consumo de potencia relativo 208 de la bomba de piscina 10 varía más de un intervalo aceptable por cualquier motivo. En algunas realizaciones, una salida 20 obstruida de la bomba de piscina 10 puede activar el SVRS. En algunas realizaciones, la salida 20 puede estar obstruida en cualquier punto a lo largo del tubo de entrada 306 y/o en la entrada 312 de la piscina o spa 300. Por ejemplo, la salida 20 podría estar obstruida por un tamiz 42 y/o sistema de filtro 308 cada vez más atascado.

En algunas realizaciones, el número de reinicios de la bomba de piscina 10 después del período de tiempo para el reinicio automático 128 del SVRS se ha limitado para evitar ciclos excesivos de la bomba de piscina 10. Por ejemplo, si el sistema de filtro 308 está atascado, el sistema de filtro 308 atascado puede activar el SVRS cada vez que la bomba de piscina 10 se reinicia mediante el controlador de a bordo 16. Después de una cierta cantidad de reinicios fallidos, el controlador de a bordo 16 puede programarse para detener el reinicio de la bomba de piscina 10. La interfaz de usuario 60 también puede indicar el error en el visualizador 62. En algunas realizaciones, la interfaz de usuario 60 puede mostrar una sugerencia para sustituir y/o verificar el tamiz 42 y/o el sistema de filtro 308 en el visualizador 62.

REIVINDICACIONES

1. Un método para operar un sistema de seguridad de liberación de vacío con un controlador (16) para una bomba (10) que incluye un motor (14), comprendiendo el método:
5
 medir un consumo de potencia real (202) del motor (14) necesario para bombear agua y superar las pérdidas;
 calcular una variación de potencia absoluta en función del consumo de potencia real (202);
 aumentar un valor de contador dinámico (210) si la variación de potencia absoluta es negativa;
10 calcular una variación de potencia relativa en función del consumo de potencia real (202);
 identificar un bloqueo de succión dinámico si al menos uno del valor de contador dinámico (210) excede un valor umbral de contador dinámico y la variación de potencia relativa está por debajo de un umbral negativo; y
 activar el sistema de seguridad de liberación de vacío cuando se identifica el bloqueo de succión dinámico para apagar la bomba (10) inmediatamente.
- 15 2. El método de la reivindicación 1 y que comprende además:
 filtrar el consumo de potencia real (202) con un filtro de paso bajo rápido para obtener un consumo de potencia actual;
 filtrar el consumo de potencia real (202) con un filtro de paso bajo lento para obtener un consumo de potencia desfasado; y
20 calcular la variación de potencia absoluta restando el consumo de potencia desfasado del consumo de potencia actual.
- 25 3. El método de la reivindicación 2, en el que el filtro de paso bajo rápido tiene una constante de tiempo de aproximadamente 200 milisegundos y el filtro de paso bajo lento tiene una constante de tiempo de aproximadamente 1400 milisegundos.
- 30 4. El método de la reivindicación 2 y que comprende además aumentar un valor de contador absoluto si al menos uno del consumo de potencia real (202) y del consumo de potencia actual es mayor que una curva de potencia umbral.
- 35 5. El método de la reivindicación 4 y que comprende además identificar una condición de trabajo en vacío si el valor de contador absoluto excede un valor de umbral de contador absoluto.
- 40 6. El método de la reivindicación 2, en el que el consumo de potencia real se filtra durante aproximadamente 2,5 segundos.
- 45 7. El método de la reivindicación 2, en el que la variación de potencia absoluta se actualiza aproximadamente cada 20 milisegundos para proporcionar una detección de bloqueo de succión dinámico.
- 50 8. El método de la reivindicación 2 y que comprende además calcular un consumo de potencia relativo dividiendo la variación de potencia absoluta entre el consumo de potencia actual.
9. El método de la reivindicación 5, en el que el valor umbral de contador absoluto es 10.
10. El método de la reivindicación 5 y que comprende además reiniciar la bomba (10) después de que haya transcurrido un período de tiempo.
11. El método de la reivindicación 10 y que comprende además evitar que la bomba (10) se reinicie si se identifica de nuevo la condición de trabajo en vacío.
12. El método de la reivindicación 1, en el que el valor umbral del contador dinámico es 15.

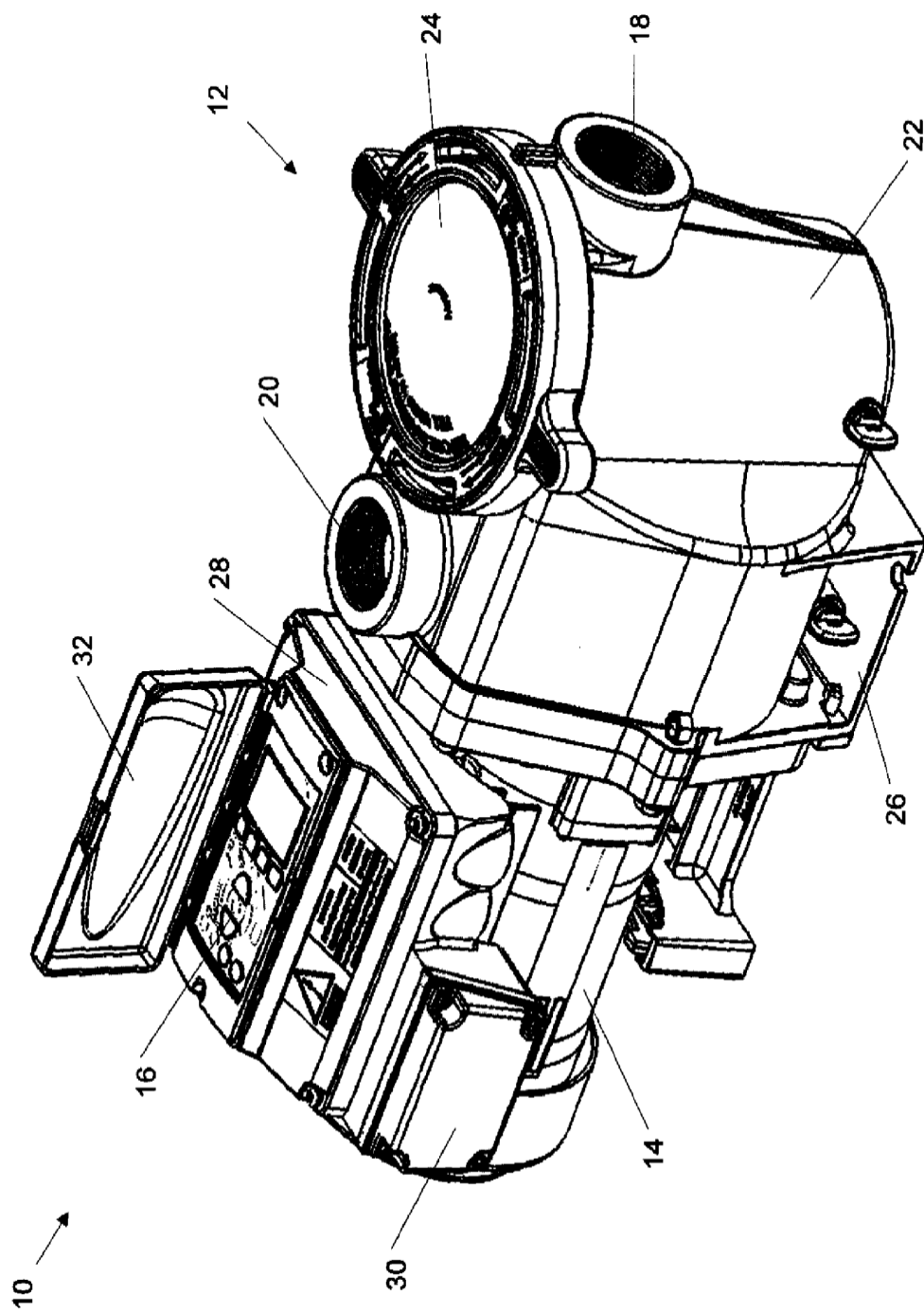


FIG. 1

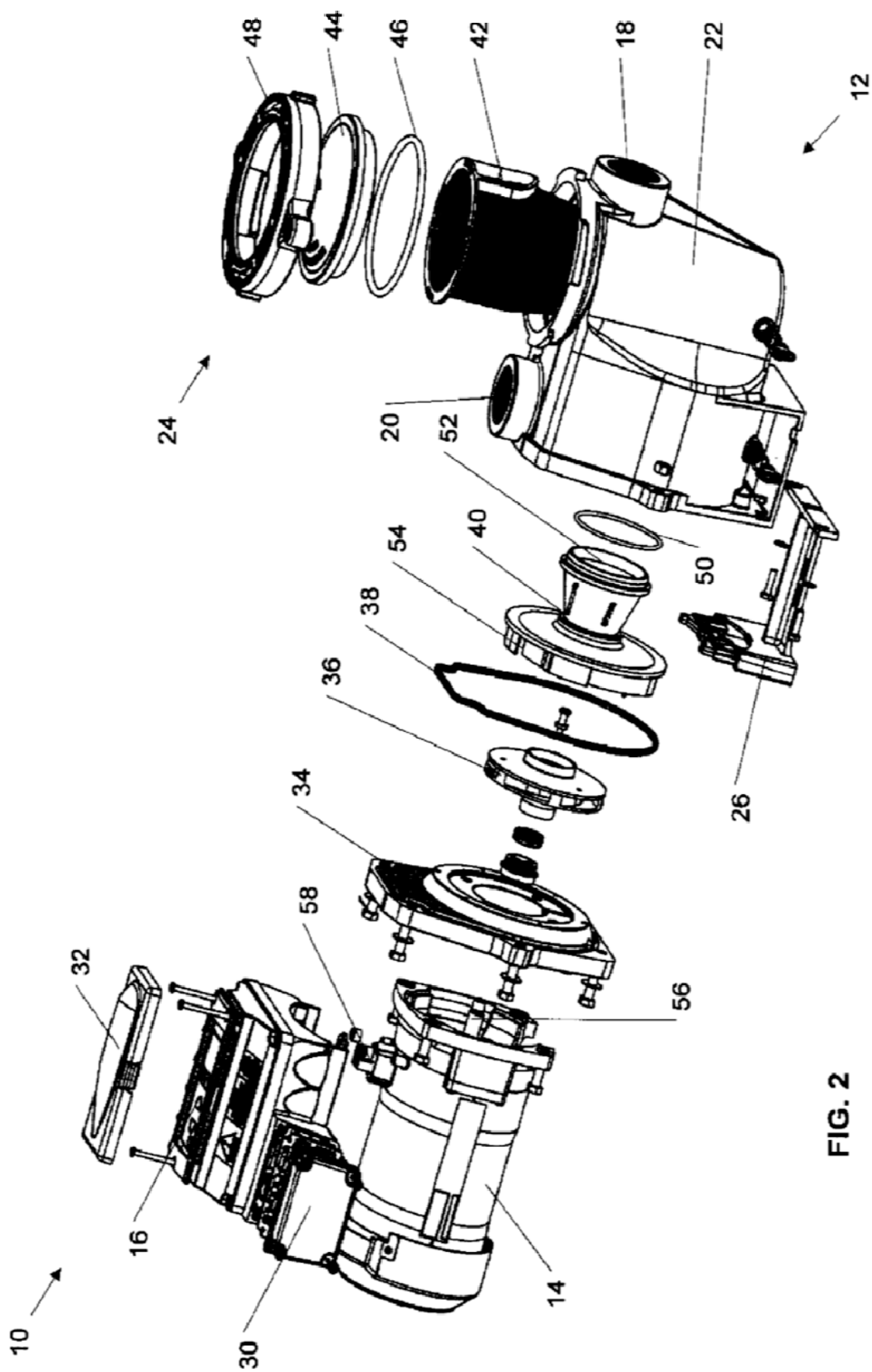


FIG. 2

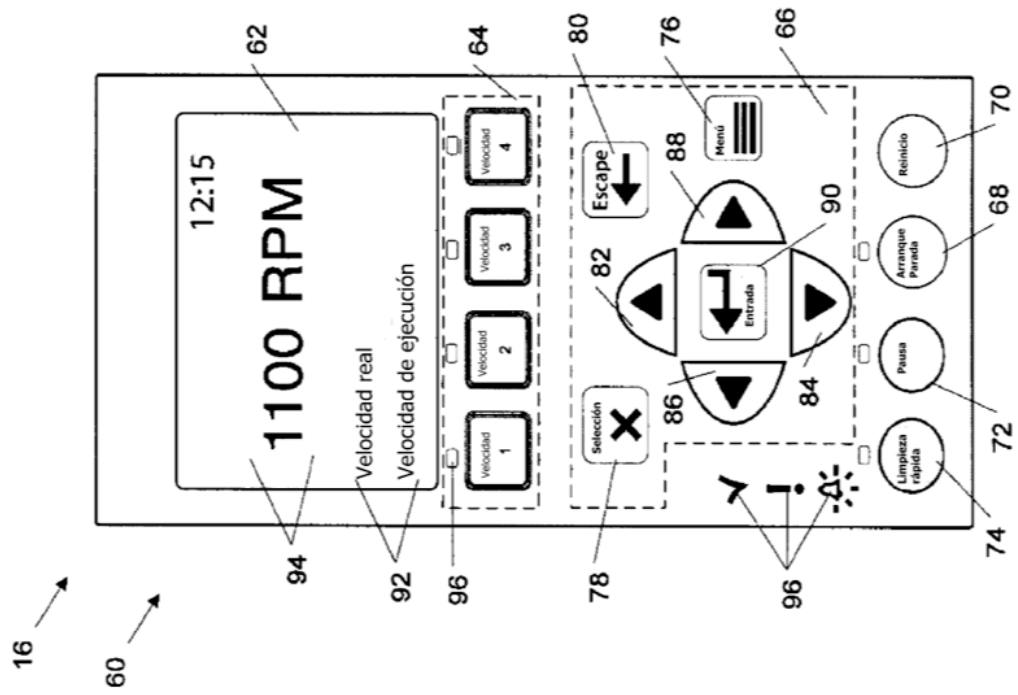


FIG. 3A

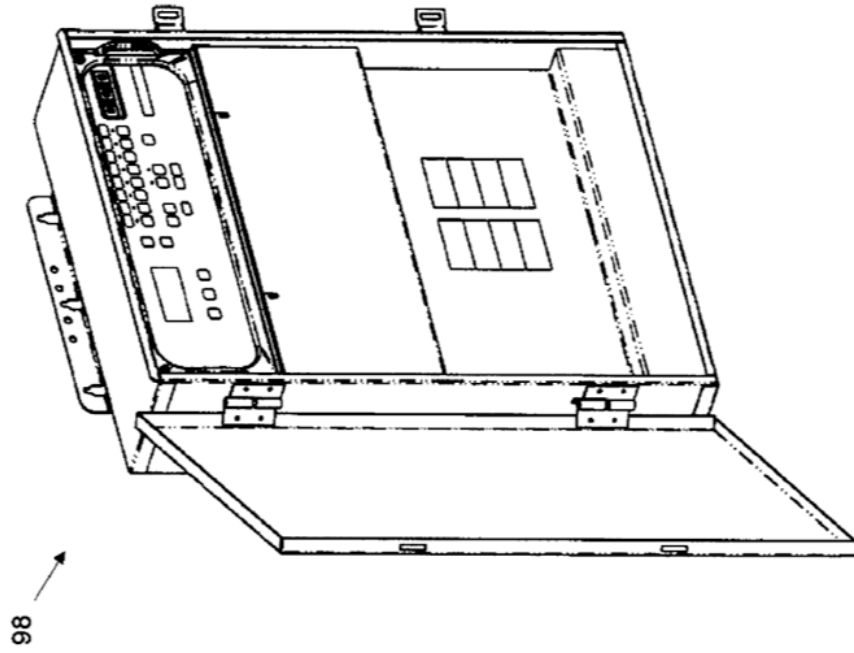
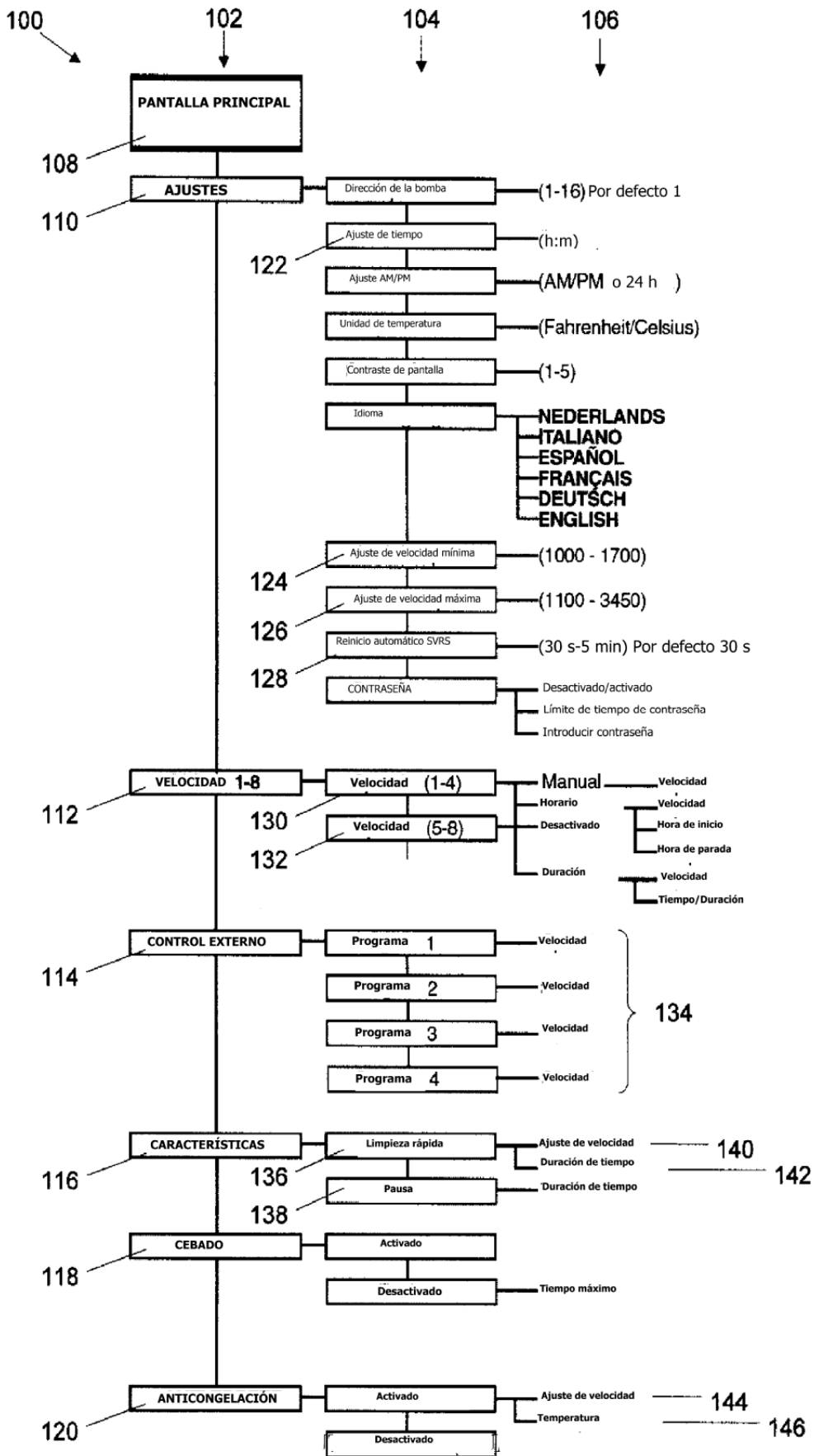
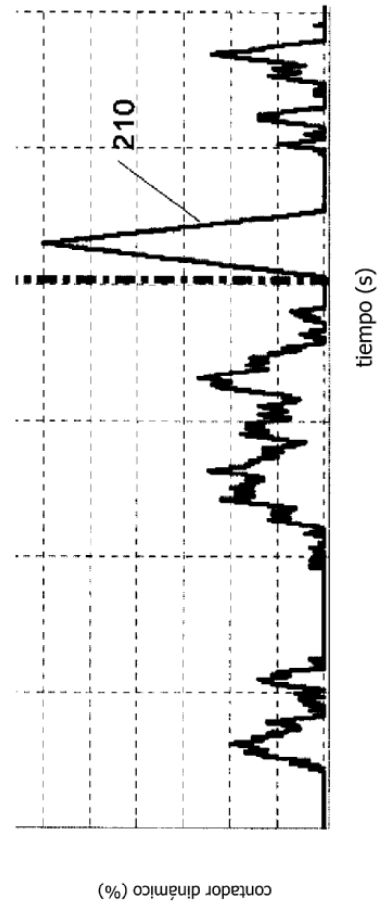
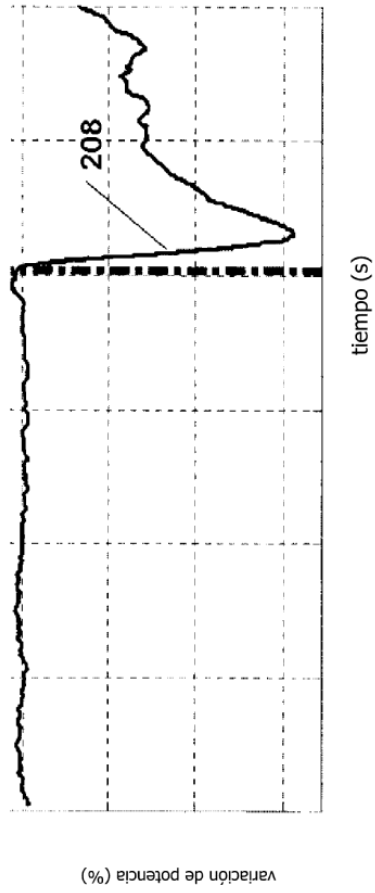
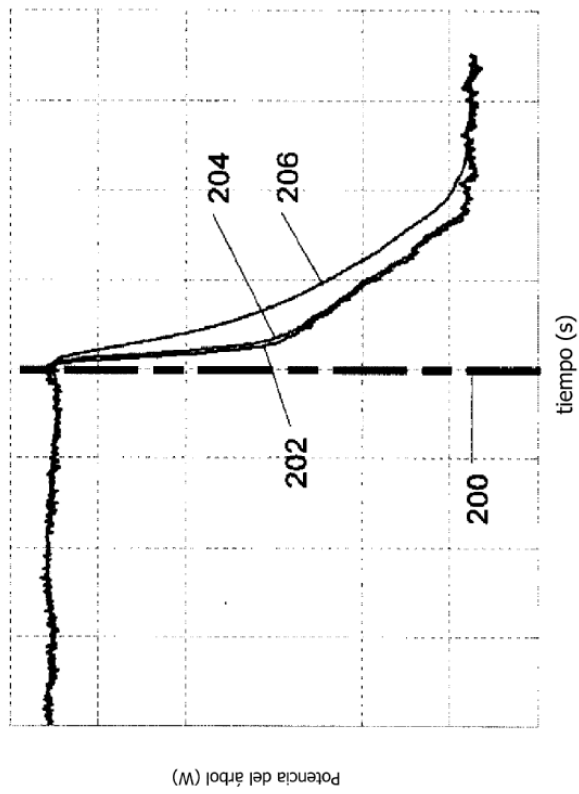


FIG. 3B





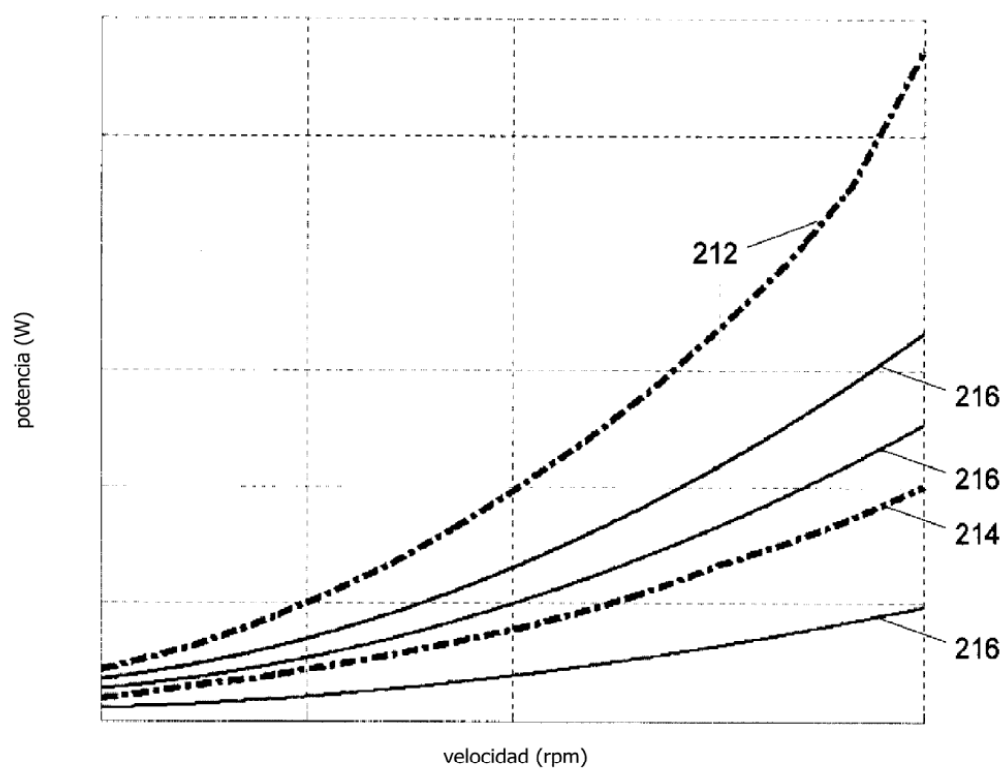


FIG. 6

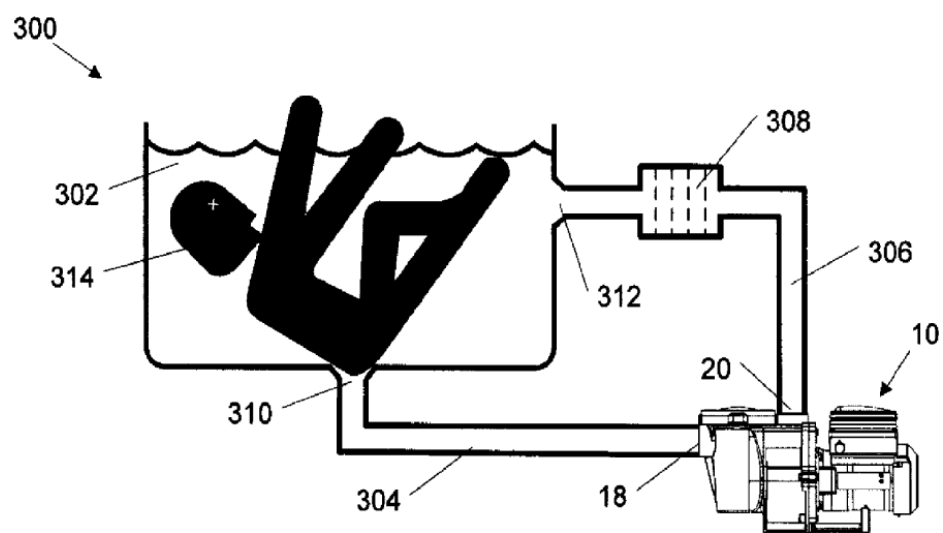


FIG. 7