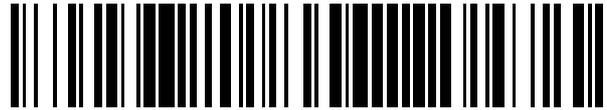


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 569 497**

51 Int. Cl.:

E04H 4/12 (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01)
F04B 49/20 (2006.01)
F04D 15/00 (2006.01)
G05D 7/06 (2006.01)
F04D 13/06 (2006.01)
F04D 15/02 (2006.01)
F04B 49/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.12.2007 E 07862719 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.04.2016 EP 2122171**

54 Título: **Control de flujo**

30 Prioridad:

11.12.2006 US 609101

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

11.05.2016

73 Titular/es:

PENTAIR WATER POOL AND SPA, INC. (50.0%)
1620 Hawkins Avenue
Sanford, NC 27330, US y
DANFOSS LOW POWER DRIVES (50.0%)

72 Inventor/es:

STILES, ROBERT W.;
BERTHELSEN, LARS HOFFMANN;
WESTERMANN-RASMUSSEN, PETER;
KJAER, GERT y
LUNGEANU, FLORIN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 569 497 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

Control de flujo

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere en general al control de una bomba, y más específicamente al control de un sistema de bombeo de velocidad variable para una piscina.

10 Antecedentes de la invención

De manera convencional, una bomba para usar en una piscina puede hacerse funcionar en un número finito de configuraciones de velocidad predeterminadas (por ejemplo, normalmente las configuraciones alta y baja). Normalmente, estas configuraciones de velocidad corresponden al intervalo de demandas de bombeo de la piscina en el momento de la instalación. Factores tales como el caudal volumétrico de agua a bombearse, la presión de carga total necesaria para bombear adecuadamente el volumen de agua, y otros parámetros operacionales determinan el tamaño de la bomba y las configuraciones de velocidad adecuadas para el funcionamiento de la bomba. Una vez que la bomba está instalada, las configuraciones de velocidad normalmente no se cambian fácilmente para adaptarse a los cambios en las condiciones de la piscina y/o a las demandas de bombeo.

20 Durante el uso, es posible que una bomba convencional se ajuste manualmente para funcionar en una de las configuraciones de velocidad finitas. La resistencia al flujo de agua en una entrada de la bomba provoca una disminución en la tasa de bombeo volumétrico si la velocidad de la bomba no se aumenta para superar esta resistencia. Además, el ajuste de la bomba en una de las configuraciones puede provocar que la bomba funcione a una tasa que exceda una tasa necesaria, mientras que el ajuste de la bomba en otra configuración puede provocar que la bomba funcione a una tasa que proporcione una cantidad insuficiente de flujo y/o de presión. En tal caso, la bomba o funcionará de manera ineficiente o funcionará a un nivel por debajo del que se desea.

30 Por consiguiente, sería beneficioso proporcionar una bomba que pudiese adaptarse rápida y fácilmente para proporcionar un suministro adecuado de agua a una presión deseada a las piscinas que tienen una variedad de tamaños y características. La bomba debería poderse personalizar en el lugar para satisfacer las necesidades de la piscina específica y las características asociadas, ser capaz de bombear el agua a una pluralidad de piscinas y características, y debería poderse ajustarse de manera variable en un intervalo de velocidades de funcionamiento para bombear el agua de acuerdo como sea necesario cuando las condiciones cambian. Además, la bomba debería ser sensible a un cambio de las condiciones y/o a las instrucciones de entrada del usuario.

40 Un convertidor de frecuencia de ejemplo para el control de una unidad de potencia se describe en el documento DE 29724347, el convertidor presenta una celda de memoria, en la que se registra la correlación entre la fuerza y la frecuencia, o la potencia eléctrica y la frecuencia. Un aparato de maquinaria de fluidos que tiene un convertidor de frecuencia, un detector para detectar una frecuencia y un valor de corriente y un programa para especificar de antemano la relación entre la frecuencia y el valor actual se desvela en el documento EP 0978657. En otro ejemplo, el documento EP 1134421, se describe una unidad hidráulica autónoma de inversor accionado, que proporciona el control autónomo de tal manera que la presión actual y el caudal actual están localizados en la línea característica de la tasa de presión-flujo objetivo.

45 Sumario de la invención

50 De acuerdo con un aspecto, la presente invención proporciona un sistema de bombeo para mover el agua de una piscina. El sistema de bombeo incluye una bomba de agua para mover el agua en conexión con la realización de una operación en el agua y un motor de velocidad variable conectado operativamente para accionar la bomba. El sistema de bombeo incluye además unos medios para determinar una primera velocidad de motor del motor y unos medios para determinar un valor indicativo de una caudal del agua movida por la bomba. El sistema de bombeo incluye además unos medios para determinar un primer valor de rendimiento del sistema de bombeo, en el que el primer valor de rendimiento se basa en el caudal determinado, unos medios para determinar un segundo valor de rendimiento del sistema de bombeo, unos medios para comparar el primer valor de rendimiento con el segundo valor de rendimiento, y unos medios para determinar un valor de ajuste basándose en la comparación de los valores de rendimiento primero y segundo. El sistema de bombeo incluye además unos medios para determinar una segunda velocidad de motor basándose en el valor de ajuste, y unos medios para controlar el motor en respuesta a la segunda velocidad de motor.

60 De acuerdo con otro aspecto, la presente invención proporciona un sistema de bombeo para mover el agua de una piscina. El sistema de bombeo incluye una bomba de agua para mover el agua en conexión con la realización de una operación de filtrado en el agua a través de un circuito de fluidos que incluye al menos la bomba de agua y la piscina, un motor de velocidad variable conectado operativamente para accionar la bomba, y una disposición de filtro en comunicación de fluidos con el circuito de fluidos y configurado para filtrar el agua movido por la bomba de agua. El sistema de bombeo incluye además unos medios para determinar una primera velocidad de motor del motor, unos

medios para determinar un primer valor de rendimiento del sistema de bombeo, unos medios para determinar un segundo valor de rendimiento del sistema de bombeo, y unos medios para comparar el primer valor de rendimiento con el segundo valor de rendimiento. El sistema de bombeo incluye además unos medios para determinar un valor de ajuste basándose en la comparación de los valores de rendimiento primero y segundo, unos medios para determinar una segunda velocidad de motor basándose en el valor de ajuste, y unos medios para controlar el motor en respuesta a la segunda velocidad de motor.

De acuerdo con otro aspecto, la presente invención proporciona un método para controlar un sistema de bombeo para mover el agua de una piscina que incluye una bomba de agua para mover el agua en conexión con la realización de una operación de filtrado en el agua, una disposición de filtro en comunicación de fluidos con la bomba, un motor de velocidad variable conectado operativamente para accionar la bomba, y un controlador conectado operativamente al motor. El método comprende las etapas de determinar una primera velocidad de motor del motor, determinar un primer valor de rendimiento basándose en la primera velocidad de motor, determinar un segundo valor de rendimiento, y comparar el primer valor de rendimiento con el segundo valor de rendimiento. El método comprende también las etapas de determinar un valor de ajuste basándose en la comparación de los valores de rendimiento primero y segundo, determinar una segunda velocidad de motor basándose en el valor de ajuste, y controlar el motor en respuesta a la segunda velocidad de motor.

Breve descripción de los dibujos

Las anteriores y otras características y ventajas de la presente invención se harán evidentes para los expertos en la materia a la que se refiere la presente invención tras leer la siguiente descripción con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es un diagrama de bloques de un ejemplo de un sistema de bombeo de velocidad variable de acuerdo con la presente invención con un entorno de piscina;
 La figura 2 es otro diagrama de bloques de otro ejemplo de un sistema de bombeo de velocidad variable de acuerdo con la presente invención con un entorno de piscina;
 La figura 3 es un diagrama de bloques de un proceso de control de flujo de ejemplo de acuerdo con un aspecto de la presente invención;
 La figura 4 es un diagrama de bloques de un controlador de ejemplo de acuerdo con un aspecto de la presente invención;
 La figura 5 es un diagrama de bloques de otro proceso de control de flujo de ejemplo de acuerdo con otro aspecto de la presente invención;
 La figura 6 es una vista en perspectiva de una unidad de bomba de ejemplo que incorpora la presente invención;
 La figura 7 es una vista en perspectiva, parcialmente en despiece de una bomba de la unidad mostrada en la figura 6; y
 La figura 8 es una vista en perspectiva de una unidad de control de la unidad de bomba mostrada en la figura 6.

Descripción de las realizaciones de ejemplo

Cierta terminología se usa en el presente documento solo por conveniencia y no debe tomarse como una limitación de la presente invención. Además, en los dibujos, se emplean los mismos números de referencia para designar los mismos elementos en todas las figuras, y con el fin de ilustrar de manera clara y concisa la presente invención, ciertas características pueden mostrarse en forma algo esquemática.

Un sistema de bombeo de velocidad variable 10 de ejemplo de acuerdo con un aspecto de la presente invención se muestra esquemáticamente en la figura 1. El sistema de bombeo 10 incluye una unidad de bomba 12 que se muestra como que se usa con una piscina 14. Debería apreciarse que la unidad de bomba 12 incluye una bomba 16 para mover el agua a través de las líneas de entrada y salida 18 y 20.

La piscina 14 es un ejemplo de una piscina. La definición de "piscina" incluye, pero no se limita a, piscinas, spas y bañeras de hidromasaje, e incluye además características y accesorios asociados con las mismas, tales como chorros de agua, cascadas, fuentes, equipos de filtración de piscina, equipos de tratamiento químico, aspiradoras de piscina, aliviaderos y similares.

Una operación de agua 22 se realiza tras el agua movido por la bomba 16. En el ejemplo mostrado, la operación de agua 22 es una disposición de filtro que está asociada con el sistema de bombeo 10 y la piscina 14 para proporcionar una operación de limpieza (es decir, un filtrado) en el agua dentro de la piscina. La disposición de filtro 22 puede estar conectada operativamente entre la piscina 14 y la bomba 16 en/a lo largo de una línea de entrada 18 de la bomba. Por lo tanto, la bomba 16, la piscina 14, la disposición de filtro 22, y las líneas de interconexión 18 y 20 pueden formar un circuito de fluidos o vía para el movimiento del agua.

Debería apreciarse que la función de filtrado es solo un ejemplo de una operación que puede realizarse en el agua. Otras operaciones que pueden realizarse en el agua pueden ser simplistas, complejas o diversas. Por ejemplo, la

operación realizada en el agua puede ser simplemente solo un movimiento del agua por el sistema de bombeo (por ejemplo, la re-circulación del agua en un entorno de cascada o spa).

5 Volviendo a la disposición de filtro 22, cualquier construcción y configuración adecuada de la disposición de filtro es posible. Por ejemplo, la disposición de filtro 22 puede incluir un conjunto skimmer para recoger los residuos más gruesos del agua que está retirándose de la piscina, y uno o más componentes de filtro para colar el material más fino del agua.

10 La bomba 16 puede tener cualquier una construcción y/o una configuración adecuada para proporcionar la fuerza deseada al agua y mover el agua. En un ejemplo, la bomba 16 es una bomba centrífuga común de tipo conocido que tiene unos impulsores que se extienden radialmente desde un eje central. Unos álabes definidos por los impulsores crean unos pasos interiores a través de los que pasa el agua a medida que se hacen rotar los impulsores. Haciendo rotar los impulsores alrededor del eje central se imparte una fuerza centrífuga en el agua en su interior, y por lo tanto se imparte el flujo de fuerza al agua. Aunque las bombas centrífugas son muy adecuadas para bombear un volumen grande de agua a una tasa continua, pueden usarse otras bombas accionadas por motor también dentro del alcance de la presente invención.

15 La fuerza de accionamiento se proporciona a la bomba 16 a través de un motor de bomba 24. En el ejemplo, la fuerza de accionamiento está en la forma de una fuerza de rotación proporcionada para hacer rotar el impulsor de la bomba 16. En una realización específica, el motor de bomba 24 es un motor de magnetización permanente. En otra realización específica, el motor de bomba 24 es un motor trifásico. En otra realización más, el motor de bomba 24 puede ser un motor síncrono. La operación del motor de bomba 24 es infinitamente variable dentro de un intervalo de operación (es decir, de cero a la operación máxima). En un ejemplo específico, la operación se indica mediante las RPM de la fuerza de rotación proporcionada para hacer rotar el impulsor de la bomba 16. En el caso de un motor síncrono 24, la velocidad de régimen permanente (RPM) del motor 24 puede referenciarse como la velocidad síncrona. Además, en el caso de un motor síncrono 24, la velocidad de régimen permanente del motor 24 puede determinarse también basándose en la frecuencia de operación en hercios (Hz). Por lo tanto, cualquiera o ambos de entre la bomba 16 y/o el motor 24 puede configurarse para consumir una potencia durante la operación.

20 Un controlador 30 proporciona el control del motor de bomba 24 y por lo tanto el control de la bomba 16. En el ejemplo mostrado, el controlador 30 incluye un dispositivo de velocidad variable 32 que proporciona el control infinitamente variable del motor de bomba 24 (es decir, varía la velocidad de motor de bomba). A modo de ejemplo, dentro de la operación del dispositivo de velocidad variable 32, una corriente CA monofásica a partir de una fuente de alimentación se convierte (por ejemplo, quebrada) en una corriente CA trifásica. Cualquier técnica adecuada y una construcción/configuración asociada pueden usarse para proporcionar la corriente CA trifásica. Por ejemplo, la construcción puede incluir condensadores para corregir el suministro de línea sobre o bajo tensiones. El dispositivo de velocidad variable suministra la alimentación eléctrica de CA a una frecuencia variable al motor de bomba para accionar el motor de bomba. La construcción y/o la configuración de la bomba 16, el motor de bomba 24, el controlador 30 como un todo, y el dispositivo de velocidad variable 32 como una parte del controlador 30, no son unas limitaciones de la presente invención. En una posibilidad, la bomba 16 y el motor de bomba 24 están dispuestos dentro de una única carcasa para formar una única unidad, y el controlador 30 con el dispositivo de velocidad variable 32 están dispuestos dentro de otra única carcasa para formar otra única unidad. En otra posibilidad, estos componentes están dispuestos dentro de una única carcasa para formar una única unidad. Más aún, el controlador 30 puede recibir la entrada desde un interfaz de usuario 31 que puede conectarse operativamente al controlador de varias maneras.

25 El sistema de bombeo 10 tiene unos medios usados para controlar la operación de la bomba. De acuerdo con un aspecto de la presente invención, el sistema de bombeo 10 incluye unos medios para detectar, determinar, o similares uno o más parámetros o valores de rendimiento indicativos de la operación realizada en el agua. En un ejemplo específico, el sistema incluye unos medios para detectar, determinar o similares uno o más parámetros o valores de rendimiento indicativos del movimiento del agua dentro del circuito de fluidos.

30 La capacidad de detectar, determinar o similares uno o más parámetros o valores de rendimiento puede tomar una variedad de formas. Por ejemplo, pueden usarse uno o más sensores 34. Tales uno o más sensores 34 pueden referirse como una disposición de sensor. La disposición de sensor 34 del sistema de bombeo 10 detectaría uno o más parámetros indicativos de la operación realizada en el agua. En un ejemplo específico, la disposición de sensor 34 detecta unos parámetros indicativos del movimiento del agua dentro del circuito de fluidos. El movimiento a lo largo del circuito de fluidos incluye el movimiento del agua a través de la disposición de filtro 22. Como tal, la disposición de sensor 34 puede incluir al menos un sensor usado para determinar el caudal del agua que se mueve dentro del circuito de fluidos y/o incluye al menos un sensor usado para determinar la presión del agua que se mueve dentro del circuito de fluidos. En un ejemplo, la disposición de sensor 34 puede estar conectada operativamente con el circuito de agua en/junto a la localización de la disposición de filtro 22. Debería apreciarse que los sensores de la disposición de sensor 34 pueden estar en diferentes localizaciones que las localizaciones presentadas para el ejemplo. Además, los sensores de la disposición de sensor 34 pueden estar en diferentes localizaciones entre sí. Aún más, los sensores pueden estar configurados de tal manera que las diferentes partes del sensor están en diferentes localizaciones dentro del circuito de fluidos. Una disposición de sensor 34 de este tipo

debería conectarse 36 operativamente al controlador 30 para proporcionar la información sensorial al mismo. Más aún, una o más disposiciones de sensor 34 pueden usarse para detectar los parámetros o los valores de rendimiento de los otros componentes, tales como el motor (por ejemplo, la velocidad de motor o el consumo de potencia) o incluso valores dentro de los datos de programa que se ejecuta dentro del controlador 30.

5 Debería observarse que la disposición de sensor 34 puede realizar la tarea de detección a través de diversas metodologías, y/o pueden proporcionarse sensores diferentes y/o adicionales dentro del sistema 10 y la información proporcionada del mismo pueden utilizarse dentro del sistema. Por ejemplo, la disposición de sensor 34 puede permitir que se asocie con la disposición de filtro y que detecte una característica de operación asociada con la disposición de filtro. Por ejemplo, un sensor de este tipo puede monitorizar el rendimiento del filtro. Esta monitorización puede ser tan básica como el caudal de filtro de monitorización, la presión del filtro, o algún otro parámetro que indique el rendimiento de la disposición de filtro. Por supuesto, debería apreciarse que el parámetro detectado de operación puede estar asociado de otro modo con la operación realizada en el agua. Como tal, el parámetro detectado de operación puede ser tan simple como un parámetro indicativo de flujo tal como la tasa, la presión, etc.

Tal información de indicación puede usarse por el controlador 30, a través de la realización de un programa, algoritmo o similares, para realizar diversas funciones, y los ejemplos de las mismas se exponen a continuación. Además, debería apreciarse que las funciones y las características adicionales pueden separarse o combinarse, y que la información del sensor puede obtenerse mediante uno o más sensores.

Con respecto al ejemplo específico del caudal de monitorización y la presión de flujo, la información de la disposición de sensor 34 puede usarse como una indicación del impedimento u obstáculo a través de la obstrucción o condición, ya sea físico, químico o mecánico en naturaleza, que interfiere con el flujo del agua desde la piscina a la bomba tal como la acumulación de residuos o la falta de acumulación, dentro de la disposición de filtro 34. Como tal, la información monitorizada es indicativa de la condición de la disposición de filtro.

El ejemplo de la figura 1 muestra una operación adicional de ejemplo 38 y el ejemplo de la figura 2 muestra una operación adicional de ejemplo 138. Una operación adicional (por ejemplo, 38 o 138) de este tipo puede ser un dispositivo limpiador, ya sea manual o autónomo. Como puede apreciarse, una operación adicional implica el movimiento de agua adicional. También, dentro de los ejemplos presentados de las figuras 1 y 2, el movimiento del agua es a través de la disposición de filtro (por ejemplo, 22 o 122). Tal movimiento de agua adicional puede usarse para suplantar la necesidad de otro movimiento de agua.

Dentro de otro ejemplo (figura 2) de un sistema de bombeo 110 que incluye unos medios para detectar, determinar, o similares uno o más parámetros indicativos de la operación realizada en el agua, el controlador 130 puede determinar el uno o más parámetros a través de detectar, determinar, o similares los parámetros asociados con la operación de una bomba 116 de una unidad de bomba 112. Este enfoque se basa en el entendimiento de que la operación de la bomba en sí tiene una o más relaciones con la operación realizada en el agua.

Debería apreciarse que la unidad de bomba 112, que incluye la bomba 116 y un motor de bomba 124, una piscina 114, una disposición de filtro 122, y unas líneas de interconexión 118 y 120, puede ser idéntica o diferente de los elementos correspondientes dentro del ejemplo de la figura 1. Además, como se ha indicado anteriormente, el controlador 130 puede recibir una entrada desde un interfaz de usuario 131 que puede conectarse operativamente al controlador de varias maneras.

Volviendo al ejemplo de la figura 2, algunos ejemplos del sistema de bombeo 110 y, específicamente, el controlador 130 y las partes asociadas, que utilizan al menos una relación entre la operación de la bomba y la operación realizada en atención del agua se muestran en la patente de los Estados Unidos N.º 6.354.805, de Moller, titulada "Method For Regulating A Delivery Variable Of A Pump", y la patente de los Estados Unidos. N.º 6.468.042, de Moller, titulada "Method For Regulating A Delivery Variable Of A Pump". En un breve resumen, no se realiza la detección directa de la presión y/o el caudal del agua, pero en su lugar uno o más parámetros detectados o determinados asociados con la operación de la bomba se utilizan como una indicación del rendimiento de la bomba. Un ejemplo de un parámetro de bomba o valor de rendimiento de este tipo es el consumo de potencia. La presión y/o el caudal, o similares, también pueden calcularse/determinarse a partir de dicho parámetro(s) de bomba.

Aunque el sistema 110 y el controlador 130 puede ser de construcción, configuración y operación variada, el diagrama de bloques funcional de la figura 2 es en general representativo. En el ejemplo mostrado, un elemento de ajuste 140 está conectado operativamente al motor de bomba y también está conectado operativamente a un elemento de control 142 dentro del controlador 130. El elemento de control 142 opera en respuesta a una función comparativa 144, que recibe una entrada de uno o más valores de rendimiento 146.

El valor(s) de rendimiento 146 puede determinarse utilizando la información de la operación del motor de bomba 124 y controlarse mediante el elemento de ajuste 140. Como tal, una iteración de realimentación puede realizarse para controlar el motor de bomba 124. Además, la operación del motor de bomba y la bomba puede proporcionar la información usada para controlar el motor de bomba/la bomba. Como se ha mencionado, es el entendimiento de que

la operación del motor de bomba/la bomba tiene una relación con el caudal y/o la presión de agua que se utiliza para controlar el caudal y/o la presión a través del control de la bomba.

5 Como se ha mencionado, la información detectada, determinada (por ejemplo, calculada, proporcionada a través de una tabla de consulta, gráfica o curva, tal como una curva de flujo constante o similares, etc.) puede utilizarse para determinar las diversas características de rendimiento del sistema de bombeo 110, tales como la potencia de entrada consumida, la velocidad de motor, el caudal y/o la presión de flujo. En un ejemplo, la operación puede configurarse para evitar daños a un usuario o al sistema de bombeo 10, 110 provocados por una obstrucción. Por lo tanto, el controlador (por ejemplo, 30 o 130) proporciona el control para hacer funcionar el motor de bomba/la bomba en consecuencia. En otras palabras, el controlador (por ejemplo, 30 o 130) puede controlar repetidamente uno o más valores de rendimiento 146 del sistema de bombeo 10, 110, tales como la potencia de entrada consumida por, o la velocidad de, el motor de bomba (por ejemplo, 24 o 124) para detectar o determinar un parámetro indicativo de una obstrucción o similares.

15 Volviendo a la cuestión de la operación del sistema (por ejemplo, 10 o 110) a lo largo de un transcurso de un largo período de tiempo, es normal que se desee un volumen predeterminado de flujo de agua. Por ejemplo, puede ser deseable mover un volumen de agua igual al volumen dentro de la piscina (por ejemplo, una piscina o spa). Tal movimiento del agua se refiere normalmente como una renovación. Puede desearse mover un volumen de agua igual a múltiples renovaciones dentro de un período de tiempo especificado (por ejemplo, un día). En un ejemplo en el que la operación de agua incluye una operación de filtro, el movimiento de agua deseado (por ejemplo, el número específico de renovaciones dentro de un día) puede estar relacionado con la necesidad de mantener una claridad de agua deseada.

25 En otro ejemplo, el sistema (por ejemplo, 10 o 110) puede funcionar para tener diferentes caudales constantes durante diferentes períodos de tiempo. Tales diferentes períodos de tiempo pueden ser subperíodos (por ejemplo, unas horas específicas) dentro de un período de tiempo global (por ejemplo, un día) en el que se desea un número específico de renovaciones de agua. Durante algunos periodos de tiempo puede ser deseable un caudal mayor, y puede ser deseable un caudal menor en otros períodos de tiempo. En el ejemplo de una piscina con una disposición de filtro como una parte de la operación de agua, puede ser deseable tener un caudal mayor durante el tiempo de uso de la piscina (por ejemplo, las horas de luz) para proporcionar una renovación de agua aumentada y por lo tanto un filtrado aumentado del agua. En el mismo ejemplo de la piscina, puede desearse tener un caudal menor cuando no se usa (por ejemplo, las horas de la noche).

35 Dentro de la operación de agua que contiene una operación de filtro, la cantidad de agua que puede moverse y/o la facilidad con la que el agua puede moverse está en función en parte del estado actual (por ejemplo, la calidad) de la disposición de filtro. En general, una disposición de filtro limpio (por ejemplo, nuevo fresco) proporciona un menor impedimento al flujo de agua que una disposición de filtro que ha acumulado materia de filtro (por ejemplo, suciedad). Para un caudal constante a través de una disposición de filtro, se requiere una presión menor para mover el agua a través de una disposición de filtro limpio que una presión que se requiere para mover el agua a través de una disposición de filtro sucio. Otra forma de considerar el efecto de la acumulación de suciedad es que si la presión se mantiene constante, entonces el caudal disminuirá a medida que la suciedad se acumula y dificulta el flujo (por ejemplo, unos bloques de manera progresiva).

45 Volviendo a uno de los aspectos que se proporciona por la presente invención, el sistema puede funcionar para mantener un flujo constante de agua dentro del circuito de fluidos. El mantenimiento del flujo constante es útil en el ejemplo que incluye una disposición de filtro. Por otra parte, la capacidad de mantener un flujo constante es útil cuando es deseable lograr un volumen de flujo específico durante un período específico de tiempo. Por ejemplo, puede ser deseable filtrar el agua de la piscina y alcanzar un número específico de renovaciones de agua dentro de cada día de operación para mantener una claridad de agua deseada a pesar del hecho de que la disposición de filtro aumentará progresivamente la acumulación de suciedad.

55 Debería apreciarse que el mantenimiento de un volumen de flujo constante a pesar de un impedimento aumentado provocado por la acumulación de suciedad de filtro puede requerir una presión aumentada y es el resultado de aumentar la fuerza motriz de la bomba/el motor. Como tal, un aspecto de la presente invención es controlar el motor/la bomba para proporcionar la fuerza motriz aumentada que proporcione la presión aumentada para mantener el flujo constante.

60 Volviendo a un ejemplo específico, la atención se dirige al diagrama de bloques de un sistema de control de ejemplo que se muestra en la figura 3. Debería apreciarse que el diagrama de bloques como se muestra pretende ser solamente un método de ejemplo de operación, y que los elementos pueden incluirse más o menos en diversos órdenes. En aras de la claridad, el diagrama de bloques de ejemplo descrito a continuación puede controlar el flujo del sistema de bombeo basándose en una detección de un valor de rendimiento, tal como un cambio en el consumo de potencia (es decir, vatios) de la unidad de bomba 12, 112 y/o el motor de bomba 24, 124, aunque debería apreciarse que diversos otros valores de rendimiento (es decir, la velocidad de motor, el caudal y/o la presión de flujo de agua movido por la unidad de bomba 12, 112, la carga de filtro, o similares) pueden usarse también ya sea a través de la medición directa o indirecta y/o la determinación. Por lo tanto, en un ejemplo, el caudal de agua a través

del circuito de fluidos puede controlarse en una determinación de un cambio en el consumo de potencia y/u otros valores de rendimiento asociados (por ejemplo, la cantidad relativa de cambio, la comparación de los valores cambiados, el tiempo transcurrido, el número de cambios consecutivos, etc.). El cambio en el consumo de potencia puede determinarse de varias maneras. En un ejemplo, el cambio en el consumo de potencia puede basarse en una medición de la corriente eléctrica y la tensión eléctrica proporcionadas al motor 24, 124. Diversos otros factores pueden incluirse también, tales como el factor de potencia, la resistencia, y/o la fricción de los componentes del motor 24, 124, y/o incluso las propiedades físicas de la piscina, tales como la temperatura del agua. Además, como se ha indicado anteriormente, el caudal del agua puede controlarse por una comparación de los otros valores de rendimiento. Por lo tanto, en otro ejemplo, el caudal del agua a través del sistema de bombeo 10, 110 puede controlarse a través de una determinación de un cambio en un caudal medido. En aún otro ejemplo más, el caudal de agua a través del circuito de fluidos puede controlarse basándose solamente en una determinación de un cambio en el consumo de potencia del motor 24, 124 sin ningunos otros sensores. En un sistema "sin sensores" de este tipo, pueden suministrarse diversas otras variables (por ejemplo, el caudal, la presión de flujo, la velocidad de motor, etc.) ya sea por un usuario, otros elementos del sistema, y/o determinado a partir del consumo de potencia.

Volviendo al diagrama de bloques mostrado en la figura 3, se muestra esquemáticamente un proceso de control de flujo de ejemplo 200. Debería apreciarse que el proceso de control de flujo 200 puede ser un proceso iterativo y/o de repetición, tal como un programa de ordenador o similares. Como tal, el proceso 200 puede estar contenido dentro de un bucle de repetición constante, tal como un bucle "while", un bucle "if-then", o similares, como es bien conocido en la técnica. En un ejemplo, el bucle "while" o "if-then" puede circular a intervalos predeterminados, tal como una vez cada 100 milisegundos. Además, debería apreciarse que el bucle puede incluir diversos métodos de romper el bucle debido a diversas condiciones y/o entradas de usuario. En un ejemplo, el bucle puede romperse (y el programa reiniciarse) si un usuario cambia un valor de entrada o un bloqueo u otra condición de alarma se detecta en el circuito de fluidos.

Por lo tanto, el proceso 200 puede iniciarse con una determinación de una primera velocidad de motor 202 (ω_s) del motor 24, 124. En la realización de ejemplo en la que el motor 24, 124 es un motor síncrono, la primera velocidad de motor (ω_s) puede referirse como la primera velocidad de motor síncrono. Debería apreciarse que, para un ciclo de tiempo/iterativo dado, la primera velocidad de motor 202 se considera que es la velocidad de árbol actual del motor 24, 124. La primera velocidad de motor 202 (ω_s) puede determinarse de varias maneras. En un ejemplo, la primera velocidad de motor 202 puede proporcionarse por el controlador de motor 204. El controlador de motor 204 puede determinar la primera velocidad de motor 202, por ejemplo, por medio de un sensor configurado para medir, directa o indirectamente, las revoluciones por minuto (RPM) de la velocidad de árbol del motor 24, 124. Debería apreciarse que el controlador de motor 204 puede proporcionar un valor directo de la velocidad de árbol (ω_s) en RPM, o puede proporcionarle por medio de un intermediario, tal como, por ejemplo, un valor eléctrico (una tensión eléctrica y/o una corriente eléctrica), el consumo de potencia, o incluso un valor discreto (es decir, un valor entre el intervalo de 1 a 128 o similares). Debería apreciarse también que la primera velocidad de motor 202 puede determinarse de varias otras maneras, como por medio de un sensor (no mostrado) separado y aparte del controlador de motor 204.

A continuación, el proceso 200 puede determinar un primer valor de rendimiento del sistema de bombeo 10, 110. En un ejemplo, como se muestra, el proceso 200 puede usar un estimador de referencia 206 para determinar un consumo de potencia de referencia 208 (Pref) del motor 24, 124. El estimador de referencia 206 puede determinar el consumo de potencia de referencia 208 (Pref) de varias maneras, tales como por un cálculo o por unos valores almacenados en la memoria o encontrados en una tabla de consulta, gráfica, curva o similares. En un ejemplo, el estimador de referencia 206 puede contener una o más curvas de bombeo predeterminadas 210 o tablas asociadas usando diversas variables (por ejemplo, el flujo, la presión, la velocidad, la potencia, etc.). Las curvas o tablas pueden disponerse o convertirse de varias maneras, tales como, por ejemplo, en unas curvas de flujo constante o unas tablas asociadas. Por ejemplo, las curvas 210 pueden disponerse como una pluralidad de curvas de potencia (vatios) frente a la velocidad (RPM) para caudales discretos (por ejemplo, las curvas de flujo para el intervalo de 15 GPM a 130 GPM en incrementos de 1 GPM) y almacenadas en la memoria de programa de ordenador. Por lo tanto, para un caudal dado, puede usarse un valor conocido, tal como la primera velocidad de motor 202 (ω_s) para determinar (por ejemplo, calcular o consultar) el primer valor de rendimiento (es decir, el consumo de potencia de referencia 208 (Pref) del motor 24, 124). Las curvas de bombeo 210 pueden tener los datos dispuestos para ajustarse a diferentes modelos matemáticos, tales como las ecuaciones lineales o polinómicas, que pueden usarse para determinar el valor de rendimiento.

Por lo tanto, cuando las curvas de bombeo 210 se basan en los valores de flujo constante, un caudal de referencia 212 (Qref) para el sistema de bombeo 10, 110 debería determinarse también. El caudal de referencia 212 (Qref) puede determinarse de varias maneras. En un ejemplo, el caudal de referencia 212 puede recuperarse a partir de un menú de programas, tal como a través de una interfaz de usuario 31, 131, o incluso de otras fuentes, tales como otro controlador y/o programa. Además o como alternativa, el caudal de referencia 212 puede calcularse o determinarse de otra manera (por ejemplo, almacenarse en la memoria o encontrarse en una tabla de consulta, una gráfica, una curva o similares) por el controlador 30, 130 basándose en diversos otros valores de entrada. Por ejemplo, el caudal de referencia 212 puede calcularse basándose en el tamaño de la piscina (es decir, el volumen), el número de renovaciones por día requeridas, y el intervalo de tiempo que se permite funcionar al sistema de bombeo 10, 110 (por ejemplo, un tamaño de piscina de 15000 galones (56781 litros) a 1 renovación por día y 5 horas de tiempo de

ejecución equivale a 50 GPM (3,15 l/s). El caudal de referencia 212 puede tomar una variedad de formas y puede tener una variedad de contenidos, tales como una entrada directa del caudal en galones por minuto (GPM) o litros por segundo (l/s).

5 A continuación, el proceso de control de flujo 200 puede determinar un segundo valor de rendimiento del sistema de bombeo 10, 110. De acuerdo con el ejemplo actual, el proceso 200 puede determinar el consumo de potencia actual 214 (Pretroalimentación) del motor 24, 124. Por lo tanto, para el ciclo de tiempo/iterativo actual, el valor (Pretroalimentación) se considera que es el consumo de potencia actual del motor 24, 124. En un ejemplo, el consumo de potencia actual 214 puede basarse en una medición de la corriente eléctrica y la tensión eléctrica proporcionadas al motor 24, 124, aunque otros diversos factores pueden incluirse también, tales como el factor de potencia, la resistencia, y/o la fricción de los componentes del motor 24, 124. El consumo de potencia actual puede medirse directamente o indirectamente, como puede apreciarse. Por ejemplo, el controlador de motor 204 puede determinar el consumo de potencia actual (Pretroalimentación), tal como por medio de un sensor configurado para medir, directa o indirectamente, la tensión eléctrica y la corriente eléctrica consumidas por el motor 24, 124. Debería apreciarse que el controlador de motor 204 puede proporcionar un valor directo del consumo de potencia actual (es decir, vatios), o puede proporcionarle por medio de un intermediario o similares. Debería apreciarse también que el consumo de potencia actual 214 también puede determinarse de varias otras maneras, tal como por medio de un sensor (no mostrado) separado y aparte del controlador de motor 204.

20 A continuación, el proceso de control de flujo 200 puede comparar el primer valor de rendimiento con el segundo valor de rendimiento. Por ejemplo, el proceso 200 puede realizar un cálculo de diferencia 216 para encontrar un valor de diferencia (ϵ) 218 entre los valores de rendimiento primero y segundo. Por lo tanto, como se muestra, el cálculo de diferencia 216 puede restar el consumo de potencia actual 214 del consumo de potencia de referencia 208 (es decir, Pref - Retroalimentación) para determinar el valor de diferencia (ϵ) 218. Debido a que (Pref) 208 y (Pretroalimentación) 214 pueden medirse en vatios, el valor de la diferencia (ϵ) 218 también puede estar en términos de vatios, aunque también puede estar en términos de otros valores y/o señales. Debería apreciarse que diversas otras comparaciones pueden realizarse también basándose en los valores de rendimiento primero y segundo, y tales otras comparaciones también pueden incluir diversos otros valores y etapas, etc. Por ejemplo, el consumo de potencia de referencia 208 puede compararse con un consumo de potencia anterior (no mostrado) de un programa anterior o ciclo de tiempo que puede almacenarse en una memoria (es decir, la determinación de consumo de potencia realizada durante un programa anterior o un ciclo de tiempo, tal como el ciclo de 100 milisegundos anterior).

35 A continuación, el proceso de control de flujo 200 puede determinar un valor de ajuste basándose en la comparación de los valores de comparación primero y segundo. El valor de ajuste puede determinarse por un controlador, tal como una potencia 220, de varias maneras. En un ejemplo, el controlador de potencia 220 puede comprender un programa de ordenador, aunque también puede comprender un controlador basado en hardware (por ejemplo, analógico, analógico/digital, o digital). En una realización más específica, el controlador de potencia 220 puede incluir al menos uno del grupo que consiste en un controlador proporcional (P), un controlador integral (I), un controlador proporcional integral (PI), un controlador proporcional derivativo (PD), y un controlador proporcional integral derivativo (PID), aunque también se contemplan otras configuraciones de controlador que estén dentro del alcance de la invención. En aras de la claridad, el controlador de potencia 220 se describirá en el presente documento de acuerdo con un controlador integral (I).

45 Volviendo ahora al diagrama de bloques de ejemplo de la figura. 4, se muestra con mayor detalle una versión basada en el control integral del controlador de potencia 220. Debería apreciarse que el controlador de potencia mostrado 220 es simplemente un ejemplo de las diversas metodologías de control que pueden emplearse, y como tales, más o menos etapas, variables, entradas y/o salidas también puede usarse. Como se muestra, una entrada al controlador de potencia 220 puede ser el valor de diferencia (ϵ) 218 de la comparación entre los valores de rendimiento primero y segundo. En un ejemplo, el valor de diferencia (ϵ) 218 puede primero limitarse 222 a un intervalo predeterminado para ayudar a estabilizar el esquema de control (es decir, para convertir un valor de error 224). En un ejemplo, el valor de diferencia (ϵ) 218 puede estar limitado a un valor máximo 200 de vatios para inhibir grandes oscilaciones en el control de la velocidad de motor, aunque diversos otros valores también se contemplan para que estén dentro del alcance de la invención. Además o como alternativa, otras diversas modificaciones, correcciones, o similares pueden realizarse en el valor de diferencia (ϵ) 218.

A continuación, de acuerdo con el esquema de control integral, el controlador de potencia 220 puede determinar una constante de integración (K) 226. La constante de integración (K) 226 puede determinarse de varias maneras, tales como calcularse, recuperarse de la memoria, o proporcionarse a través de una tabla de búsqueda, gráfica o curva, etc. En un ejemplo, la constante de integración (K) 226 puede calcularse 228 (o recuperarse a partir de una tabla de consulta) basándose en el valor de error 224 para modificar de ese modo la velocidad de respuesta del controlador de potencia 220 en función de la magnitud del valor de error 224. Como tal, la constante de integración (K) puede aumentarse cuando el valor de error 224 es relativamente más grande para aumentar de este modo la respuesta del controlador de potencia 220 (es decir, para proporcionar unos cambios de velocidad relativamente grandes) y, correspondientemente, la constante de integración (K) puede disminuirse cuando el valor de error 224 es

relativamente menor para disminuir de este modo la respuesta del controlador de potencia 220 (es decir, para lograr un control estable con cambios de velocidad relativamente pequeños). Debería apreciarse que la constante de integración determinada (K) también puede limitarse a un intervalo predeterminado para ayudar a estabilizar el controlador de potencia 220.

Más aún, la constante de integración determinada (K) 226 puede usarse también para otros fines, tales como para determinar un tiempo de espera antes del siguiente ciclo iterativo del proceso 200. En un sistema de bombeo 10, 110 como se describe en el presente documento, el consumo de potencia en la unidad de bomba 12, 112 y/o en el motor de bomba 24, 124 está en función de la velocidad del motor. Por lo tanto, un cambio en la velocidad de motor puede resultar en un cambio correspondiente en el consumo de potencia del motor de bomba 24, 124. Además, durante un cambio de velocidad de motor, el rizado de par de torsión o similares del motor 24, 124 puede influenciar en las determinaciones de consumo de potencia e incluso puede provocar oscilaciones en el consumo de potencia durante las fases de transición y de configuración/estabilización del cambio de velocidad. Por lo tanto, por ejemplo, cuando el valor de error 224 y la constante de integración (K) 226 son relativamente grandes (es decir, lo que resulta en un cambio de velocidad de motor relativamente mayor), el tiempo de ciclo de proceso iterativo puede aumentarse para permitir un tiempo de transición y/o estabilización mayor. Del mismo modo, el tiempo de ciclo de proceso iterativo puede permanecer igual o disminuir cuando el valor de error 224 y la constante de integración (K) 226 son relativamente menores.

A continuación, el controlador de potencia 220 puede determinar un valor de ajuste 230 basándose en el valor de error 224 (que se basa en la comparación mencionada anteriormente entre los valores de rendimiento primero y segundo) y la constante de integración (K) 226. En un ejemplo, el valor de error 224 (es decir, vatios) puede multiplicarse 229 con la constante de integración (K) 226 para determinar el valor de ajuste 230 (ω_{slnc}), aunque pueden realizarse varias otras relaciones y/u operaciones (por ejemplo, otros cálculos, tablas de consulta, etc.) para determinar el valor de ajuste 230 (ω_{slnc}).

A continuación, el controlador de potencia 220 puede determinar una segunda velocidad de motor 236 (ω_{sRef^*}) basándose en el valor de ajuste 230 (ω_{slnc}). En un ejemplo, el controlador de potencia 220 puede realizar un cálculo de suma 232 para sumar el valor de ajuste 230 (ω_{slnc}) a la velocidad de motor 234 ($\omega_{s[n-1]}$) del ciclo de tiempo/iteración anterior. Debería apreciarse que debido a que el valor de error 224 puede ser o positivo o negativo, el valor de ajuste 230 puede ser también o positivo o negativo. Como tal, la segunda velocidad de motor 236 (ω_{sRef^*}) puede ser mayor que, menor que, o igual que la velocidad de motor 234 ($\omega_{s[n-1]}$) del ciclo de tiempo/iteración anterior. Además, la segunda velocidad de motor 236 (ω_{sRef^*}) puede limitarse 238 a un intervalo predeterminado para ayudar a estabilizar el esquema de control. En un ejemplo, la segunda velocidad de motor 236 (ω_{sRef^*}) puede limitarse a un valor mínimo de 800 RPM y a un valor máximo de 3450 RPM para inhibir la velocidad de motor de que exceda su intervalo de funcionamiento, aunque diversos otros valores también se contemplan para que estén dentro del alcance de la invención. En otro ejemplo, la segunda velocidad de motor 236 (ω_{sRef^*}) puede limitarse basándose en un intervalo predeterminado de cambio relativo en la velocidad de motor en comparación con la primera velocidad de motor 202 (ω_s). Además o como alternativa, otras diversas modificaciones, correcciones, o similares pueden realizarse en la segunda velocidad de motor 236 (ω_{sRef^*}).

Volviendo ahora al diagrama de bloques de la figura 3, el controlador de potencia 220 puede por lo tanto emitir la segunda velocidad de motor determinada 240 (ω_{sRef}). El controlador de motor 204 puede usar la segunda velocidad de motor 240 (ω_{sRef}) como un valor de entrada y puede intentarse accionar el motor de bomba 24, 124 a la nueva velocidad de motor 240 (ω_{sRef}) hasta que se alcance una condición de régimen permanente (es decir, la velocidad sincrónica). En un ejemplo, el controlador de motor 204 puede tener un diseño de bucle abierto (es decir, sin sensores de retroalimentación, tales como los sensores de posición localizados en el rotor o similares), aunque otros diseños (es decir, de bucle cerrado) también se contemplan. Más aún, debería apreciarse que el controlador de motor 204 puede garantizar que el motor de bomba 24, 124 está funcionando a la velocidad 240 (ω_{sRef}) proporcionada por el controlador de potencia 220, ya que, en una condición de régimen permanente, la velocidad 240 (ω_{sRef}) será igual a la segunda velocidad de motor determinada actual 202 (ω_s).

Volviendo ahora al diagrama de bloques mostrado en la figura 5, se muestra otro proceso de control de flujo de ejemplo 300 de acuerdo con otro aspecto de la invención. En contraste con el esquema de control anterior, el proceso de control actual 300 puede proporcionar un control de flujo basándose en una comparación de los caudales de agua a través del sistema de bombeo 10, 100. Sin embargo, debería apreciarse que este proceso de control de flujo 300 mostrado puede incluir algunas o todas las características del proceso de control de flujo 200 mencionado anteriormente, y puede incluir también diversas otras características. Por lo tanto, en aras de la brevedad, debería apreciarse que pueden mostrarse diversos detalles con referencia a la exposición del proceso de control anterior 200.

Como anteriormente, el proceso de control actual 300 puede ser un proceso iterativo y/o repetitivo, tal como un programa de ordenador o similares. Por lo tanto, el proceso 300 puede iniciarse con una determinación de una primera velocidad de motor 302 (ω_s) del motor 24, 124. Como anteriormente, el motor 24, 124 puede ser un motor síncrono, y la primera velocidad de motor 302 (ω_s) puede referirse como una velocidad de motor síncrono. Debería

apreciarse que, para un ciclo de tiempo/iterativo dado, la primera velocidad de motor 302 se considera que es la velocidad de árbol actual del motor 24, 124. Además, como anteriormente, la primera velocidad de motor 302 (ω_s) puede determinarse de varias maneras, tales como que se proporcione por el controlador de motor 304. El controlador de motor 304 puede determinar la primera velocidad de motor 302, por ejemplo, por medio de un sensor configurado para medir, directa o indirectamente, las revoluciones por minuto (RPM) del motor 24, la velocidad de árbol 124, aunque puede proporcionarse también por medio de un intermediario o similares, o incluso por medio de un sensor (no mostrado) separado y aparte del controlador de motor 304.

A continuación, el proceso 300 puede determinar un primer valor de rendimiento. Como se muestra, el primer valor de rendimiento puede ser un caudal de referencia 306 (Q_{ref}). El caudal de referencia 306 (Q_{ref}) puede determinarse de varias maneras. En un ejemplo, el caudal de referencia 306 puede recuperarse a partir de un menú de programas, tal como a través de una interfaz de usuario 31, 131. Además o como alternativa, el caudal de referencia 306 puede calcularse o determinarse de otro modo (por ejemplo, almacenarse en la memoria o encontrarse en una tabla de consulta, gráfica, curva o similares) por el controlador 30, 130 basándose en diversos otros valores de entrada (tiempo, renovaciones, tamaño de la piscina, etc.). Como anteriormente, el caudal de referencia 306 puede tomar una variedad de formas y puede tener una variedad de contenidos, tales como una entrada directa del caudal en galones por minuto (GPM) o litros por segundo (l/s).

A continuación, el proceso 300 puede determinar un segundo valor de rendimiento del sistema de bombeo 10, 110. Como se muestra, el proceso 300 puede usar un estimador de retroalimentación 308 (estimador de flujo) para determinar un caudal de agua actual 310 ($Q_{retroalimentación}$) del sistema de bombeo 10, 110. El estimador de retroalimentación 308 puede determinar el caudal actual ($Q_{retroalimentación}$) de varias maneras, tales como por el cálculo o por los valores almacenados en la memoria o encontrados en una tabla de consulta, gráfica, curva o similares. Al igual que anteriormente, en un ejemplo, el estimador de retroalimentación 308 puede contener una o más curvas de bombeo predeterminadas 312 o tablas asociadas usando diversas variables (por ejemplo, el flujo, la presión, la velocidad, la potencia, etc.). Las curvas o tablas pueden disponerse o convertirse de varias maneras, tales como en las curvas de potencia constante o las tablas asociadas. Por ejemplo, las curvas 312 pueden disponerse como una velocidad (RPM) frente a un caudal (Q) unas curvas para los consumos de potencia discretos del motor 24, 124 y almacenadas en la memoria de programa de ordenador. Por lo tanto, para un consumo de potencia dado ($P_{retroalimentación}$), puede usarse un valor conocido, tal como la primera velocidad de motor 302 (ω_s) para determinar (por ejemplo, por el cálculo o la consulta) el segundo valor de rendimiento (es decir, el caudal de agua actual 310 ($Q_{retroalimentación}$) del sistema de bombeo 10, 110). Como anteriormente, las curvas de bombeo 312 pueden tener los datos dispuestos para ajustarse a diferentes modelos matemáticos, tales como las ecuaciones lineales o polinómicas, que pueden usarse para determinar el valor de rendimiento.

De este modo, cuando las curvas de bombeo 312 se basan en los valores de potencia constante, debería determinarse también un consumo de potencia actual 314 ($P_{retroalimentación}$). El consumo de potencia actual 314 ($P_{retroalimentación}$) puede determinarse de varias maneras. En un ejemplo, el consumo de potencia actual 314 ($P_{retroalimentación}$) puede determinarse a partir de una medición de la tensión eléctrica y la corriente eléctrica actuales consumidas por el motor 24, 124, aunque pueden incluirse también otros factores, tales como el factor de potencia, la resistencia, y/o la fricción de los componentes del motor 24, 124. El consumo de potencia actual puede medirse directa o indirectamente, como puede apreciarse, e incluso puede proporcionarse por el control de motor 304 o por otras fuentes.

A continuación, el proceso de control de flujo 300 puede comparar el primer valor de rendimiento con el segundo valor de rendimiento. Por ejemplo, el proceso 300 puede realizar un cálculo de diferencia 316 para encontrar un valor de diferencia (ϵ) 318 entre los valores de rendimiento primero y segundo. Por lo tanto, como se muestra, el cálculo de diferencia 316 puede restar el caudal actual ($Q_{retroalimentación}$) del caudal de referencia 306 (Q_{ref}) (es decir, $Q_{ref} - Q_{retroalimentación}$) para determinar el valor de diferencia (ϵ) 318. Debido a que Q_{ref} 306 y $Q_{retroalimentación}$ 310 pueden medirse en GPM (o litros por segundo), el valor de diferencia (ϵ) 318 también puede estar en términos de GPM (o litros por segundo), aunque también puede ser en términos de otros valores y/o señales. Debería apreciarse que pueden realizarse también diversas otras comparaciones basándose en los valores de rendimiento primero y segundo, y tales otras comparaciones pueden incluir también diversos otros valores y etapas, etc. Por ejemplo, el caudal de referencia 306 puede compararse con un caudal anterior (no mostrado) de un ciclo de programa o de tiempo anterior almacenado en la memoria (es decir, la determinación de consumo de potencia realizado durante un ciclo de programa o de tiempo anterior, tal como el de 100 milisegundos anterior).

A continuación, el proceso de control de flujo 300 puede determinar un valor de ajuste basándose en la comparación de los valores de comparación primero y segundo, y puede determinar posteriormente una segunda velocidad de motor 322 (ω_{sRef}) del mismo. Como anteriormente, el valor de ajuste y la segunda velocidad de motor 322 pueden determinarse por un controlador 320 de varias maneras. En un ejemplo, el controlador 320 puede comprender un programa de ordenador, aunque también puede comprender un controlador basado en hardware. Como anteriormente, en una realización más específica, el controlador de potencia 320 puede incluir al menos uno del grupo que consiste en un controlador proporcional (P), un controlador integral (I), un controlador proporcional integral (PI), un controlador proporcional derivativo (PD), y un controlador proporcional integral derivativo (PID), aunque

también se contemplan diversas otras configuraciones de controlador para que estén dentro del alcance de la invención. En aras de la brevedad, un ejemplo de un controlador integral 320 puede funcionar de manera similar al controlador de potencia 220 descrito anteriormente para determinar la segunda velocidad de motor 322, aunque pueden incluirse más o menos etapas, entradas, salidas, etc.

5 Una vez más, como anteriormente, el controlador de motor 304 puede usar la segunda velocidad de motor 322 (ω_{sRef}) como un valor de entrada y puede intentar accionar el motor de bomba 24, 124 a la nueva velocidad de motor 322 (ω_{sRef}) hasta que se alcanza una condición de régimen permanente (es decir, la velocidad de sincronismo). Más aún, como anteriormente, el controlador de motor 304 puede garantizar que el motor de bomba 10 24, 124 está funcionando a la velocidad 322 (ω_{sRef}) proporcionada por el controlador 320, debido a una condición de régimen permanente, la velocidad 322 (ω_{sRef}) será igual a la velocidad de motor 302 actual (ω_s).

15 Debería apreciarse que aunque se han tratado en el presente documento dos métodos de ejemplo de realizar un control de flujo, (por ejemplo, el control de flujo basado en una determinación de un cambio en el consumo de potencia o en un cambio en el caudal de flujo) otros diversos cambios o comparaciones monitorizados del sistema de bombeo 10, 110 pueden usarse también independientemente o en combinación. Por ejemplo, el control de flujo puede realizarse basándose en los cambios y/o las comparaciones monitorizados basados en la velocidad de motor, la presión de flujo, la carga de filtro, o similares.

20 Debería apreciarse también que el proceso de control de flujo 200, 300 puede configurarse para interactuar con (es decir, enviar o recibir información hacia o desde) un segundo medio para controlar la bomba. El segundo medio para controlar la bomba puede incluir otros elementos, tales como un controlador separado, un sistema de control manual, y/o incluso un programa separado que se ejecuta en el primer controlador 30, 130. El segundo medio para controlar la bomba puede proporcionar una información para las diversas variables descritas anteriormente. Por 25 ejemplo, la información proporcionada puede incluir la velocidad de motor, el consumo de potencia, el caudal o la presión de flujo, o cualquier modificación de los mismos, o incluso cualquier cambio en los ciclos de características adicionales del sistema de bombeo 10, 110 o similares. Por lo tanto, por ejemplo, aunque el controlador 30, 130 ha determinado un caudal de referencia (Q_{ref}) basándose en unos parámetros tales como el tamaño de piscina, las renovaciones, y el tiempo de operación del motor, el caudal determinado puede hacerse cambiar debido a una variedad de factores. En un ejemplo, un usuario podría aumentar manualmente el caudal. En otro ejemplo, una característica de agua específica (por ejemplo, un modo de filtro, un modo de vacío, un modo de lavado a 30 contracorriente, o similares) podría exigir un caudal mayor que el caudal de referencia. En tal caso, el controlador 30, 130 puede configurarse para monitorizar un volumen total de agua movido por la bomba durante un período de tiempo (es decir, un período de tiempo de 24 horas) y para reducir el caudal de referencia en consecuencia si el volumen total de agua necesaria para moverse (es decir, el número necesario de renovaciones) se ha realizado antes de lo previsto. Por lo tanto, el proceso de control de flujo 200, 300 puede configurarse para recibir caudales de referencia actualizados a partir de una variedad de fuentes y para alterar el funcionamiento del motor 24, 124 en respuesta a esto.

40 Más aún, de acuerdo con otro aspecto más de la invención, se proporciona un método de controlar el sistema de bombeo 10, 110 descrito en el presente documento. El método puede incluir todas o algunas de las características mencionadas anteriormente del proceso de control 200, 300, aunque pueden incluirse más o menos etapas también para adaptarse a las varias otras características descritas en el presente documento. En un método de ejemplo de controlar el sistema de bombeo 10, 110, el método puede comprender las etapas de determinar una primera 45 velocidad de motor del motor, determinar un primer valor de rendimiento basándose en la primera velocidad de motor, determinar un segundo valor de rendimiento, y comparar el primer valor de rendimiento con el segundo valor de rendimiento. El método también puede comprender las etapas de determinar un valor de ajuste basándose en la comparación de los valores de rendimiento primero y segundo, determinar una segunda velocidad de motor basándose en el valor de ajuste, y controlar el motor en respuesta a la segunda velocidad de motor.

50 Debería apreciarse también que el controlador (por ejemplo, 30 o 130) puede tener varias formas para realizar las funciones deseadas. En un ejemplo, el controlador 30 puede incluir un procesador de ordenador que hace funcionar un programa. En la alternativa, el programa puede considerarse como un algoritmo. El programa puede estar en la forma de macros. Además, el programa puede ser cambiable, y por lo tanto el controlador 30, 130 puede 55 programarse.

60 Además, debería apreciarse que puede variar el aspecto físico de los componentes del sistema (por ejemplo, 10 o 110). Como algunos ejemplos de los componentes, se dirige la atención a las figuras 6-8. La figura 6 es una vista en perspectiva de la unidad de bomba 112 y del controlador 130 para el sistema 110 mostrado en la figura 2. La figura 7 es una vista en perspectiva en despiece de algunos de los componentes de la unidad de bomba 112. La figura 8 es una vista en perspectiva del controlador 130 y/o de la interfaz de usuario 131.

65 Debe ser evidente que esta divulgación es a modo de ejemplo y que pueden hacerse diversos cambios añadiendo, modificando o eliminando detalles sin alejarse del alcance de la enseñanza contenida en esta divulgación. Como tal, debería apreciarse que los expertos en la materia percibirán los cambios, las modificaciones, y las mejoras en el

ejemplo desvelado en el presente documento. Tales cambios, modificaciones y mejoras están destinados a estar dentro del alcance de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de bombeo (10) para mover el agua de una piscina (14), comprendiendo el sistema de bombeo:
- 5 una bomba (12);
un motor (24) conectado operativamente para accionar la bomba (12); y
un controlador (30) conectado operativamente al motor,
determinando el controlador una primera velocidad de motor,
obteniendo el controlador (30) un caudal de referencia,
10 usando el controlador (30) un estimador de referencia para determinar un consumo de potencia de referencia del motor usando la primera velocidad de motor, el caudal de referencia, y las curvas de bombeo predeterminadas de consumo de potencia frente a la velocidad de motor a caudales discretos incluidos en el estimador de referencia, determinando el controlador (30) un consumo de potencia actual del motor (24),
15 calculando el controlador (30) un valor de diferencia entre el consumo de potencia de referencia y el consumo de potencia actual,
usando el controlador (30) al menos uno de entre un control integral, proporcional, integral proporcional, derivado proporcional y derivado proporcional integral para generar una segunda velocidad de motor basándose en el valor de diferencia, e
20 intentando el controlador (30) accionar el motor (24) en la segunda velocidad de motor hasta que se alcance un régimen permanente.
2. El sistema de bombeo de la reivindicación 1, en el que la primera velocidad de motor se determina a partir de una velocidad de árbol actual de un motor síncrono.
- 25 3. El sistema de bombeo de la reivindicación 1, en el que el consumo de potencia actual se basa en una medición de la corriente y de la tensión suministradas al motor (24).
4. El sistema de bombeo de la reivindicación 3, en el que el consumo de potencia actual se basa, además, en al menos uno de entre un factor de potencia, una resistencia, y una fricción del motor (24).
- 30 5. El sistema de bombeo de la reivindicación 1, en el que el valor de diferencia se limita a un intervalo predeterminado para generar un valor de error.
6. El sistema de bombeo de la reivindicación 5, en el que un valor de error máximo es de 200 vatios.
- 35 7. El sistema de bombeo de la reivindicación 5, en el que el valor de error se multiplica por una constante de integración para generar un valor de ajuste.
8. El sistema de bombeo de la reivindicación 7, en el que se aumenta la constante de integración cuando el valor de error es mayor con el fin de proporcionar unos cambios de velocidad más grandes y se disminuye cuando el valor de error es menor con el fin de proporcionar unos cambios de velocidad más pequeños.
- 40 9. El sistema de bombeo de la reivindicación 7, en el que se aumenta la constante de integración para aumentar un tiempo de ciclo de proceso iterativo y se disminuye para reducir el tiempo de ciclo de proceso iterativo.
- 45 10. El sistema de bombeo de la reivindicación 7, en el que el controlador (30) realiza un cálculo de suma para añadir el valor de ajuste a una velocidad de motor anterior para generar la segunda velocidad de motor.
- 50 11. El sistema de bombeo de la reivindicación 10, en el que la segunda velocidad de motor está limitada a un valor máximo de 3450 revoluciones por minuto y a un valor mínimo de 800 revoluciones por minuto.

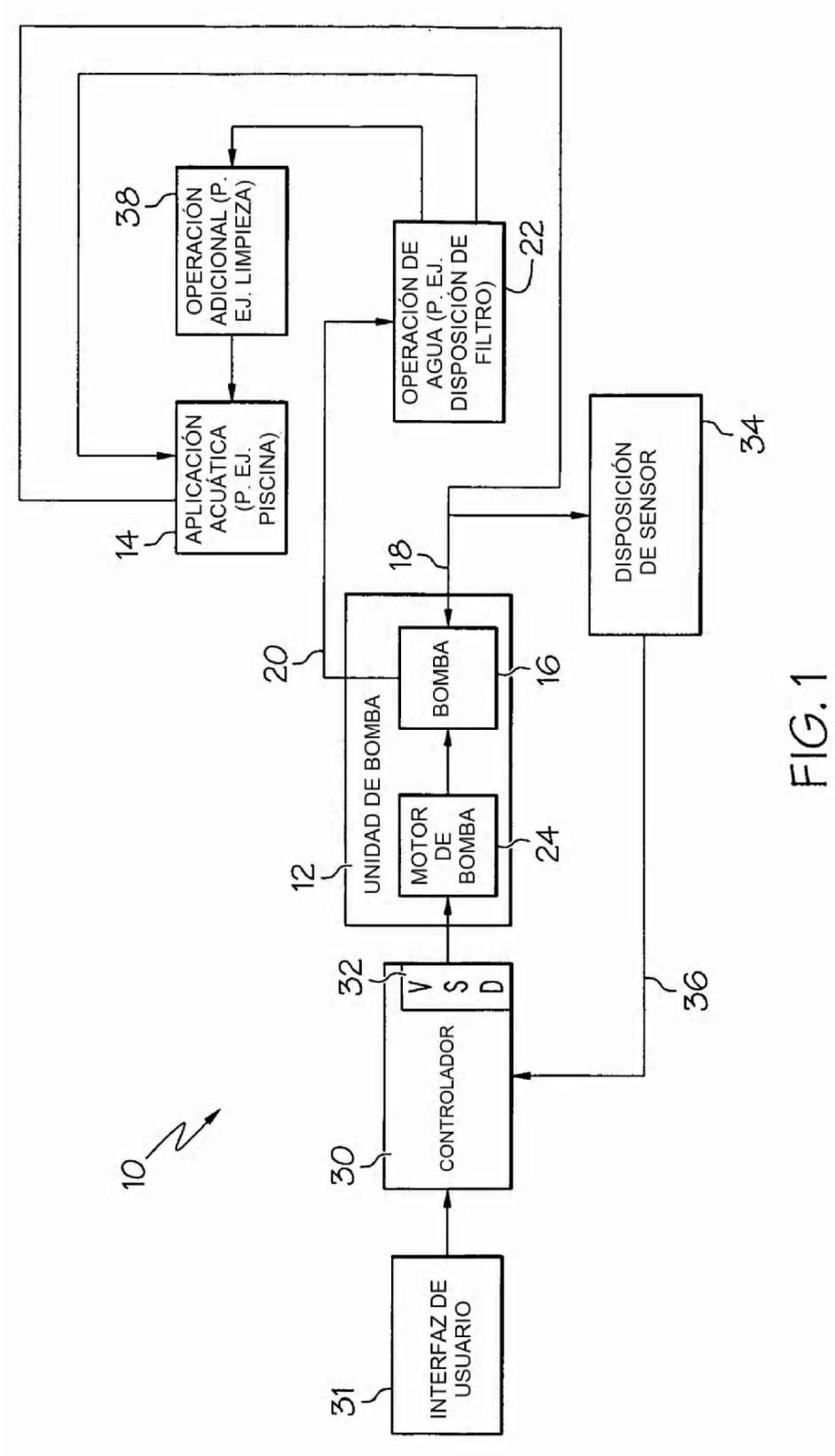


FIG. 1

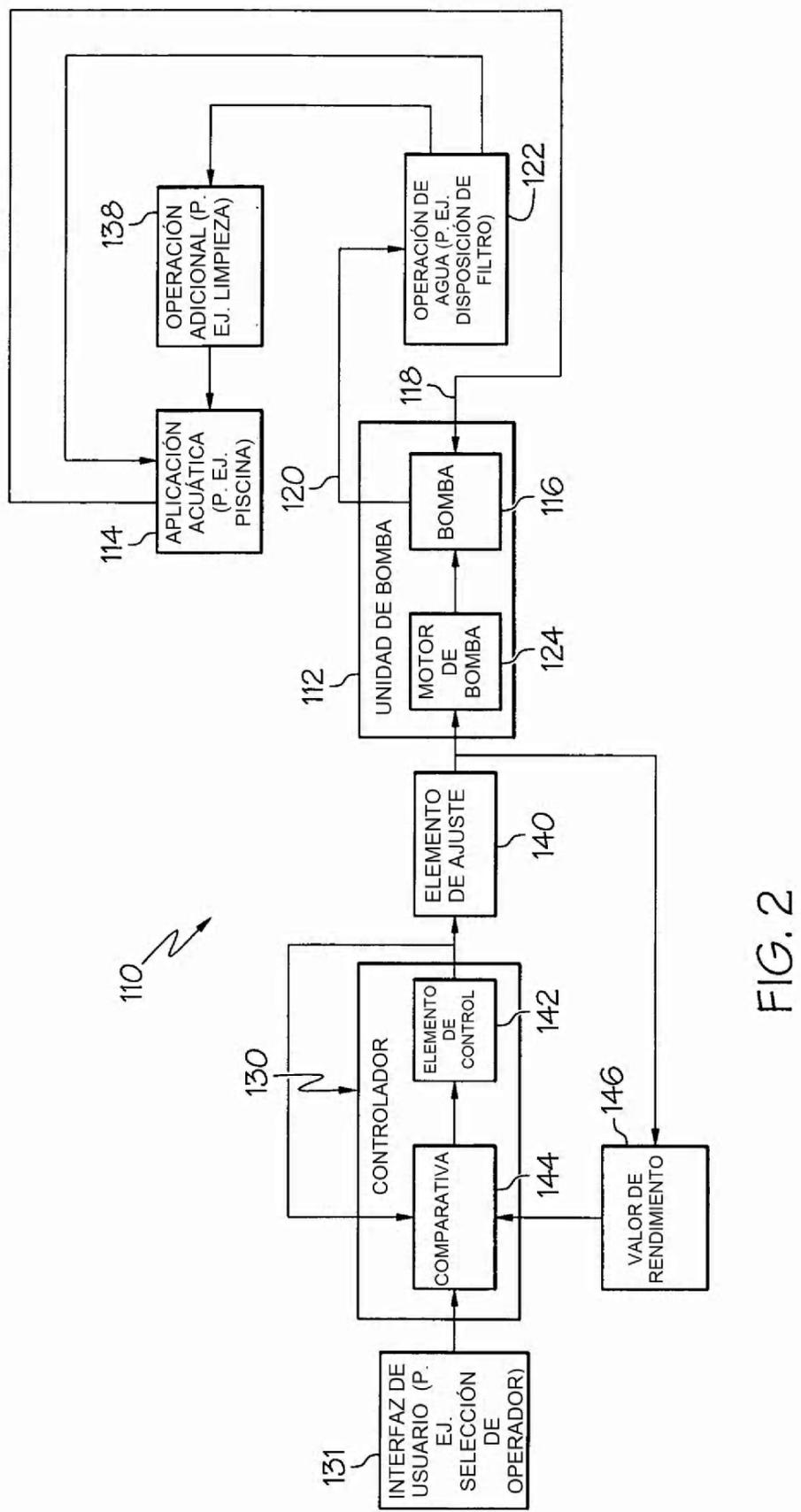
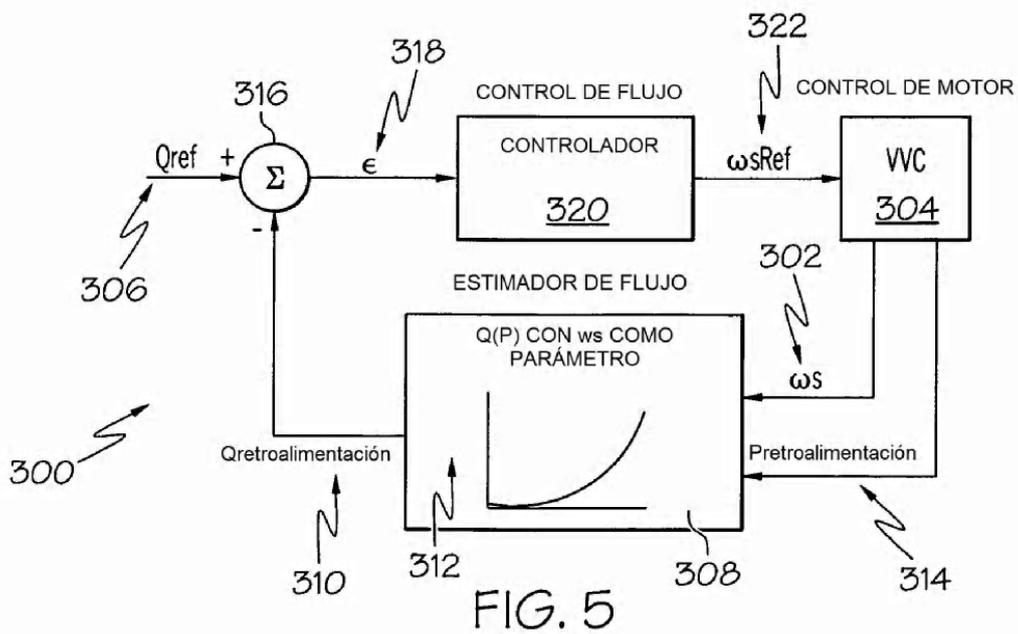
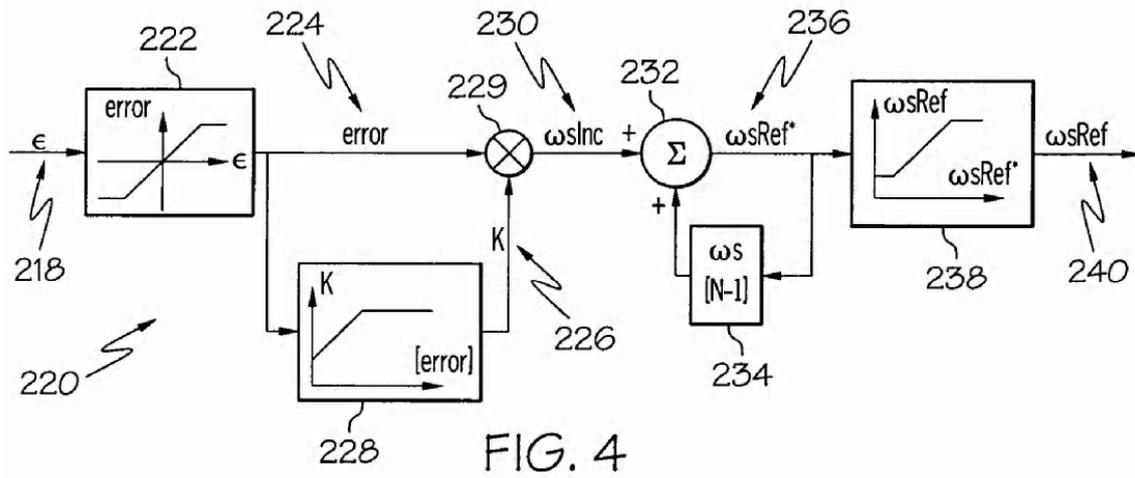
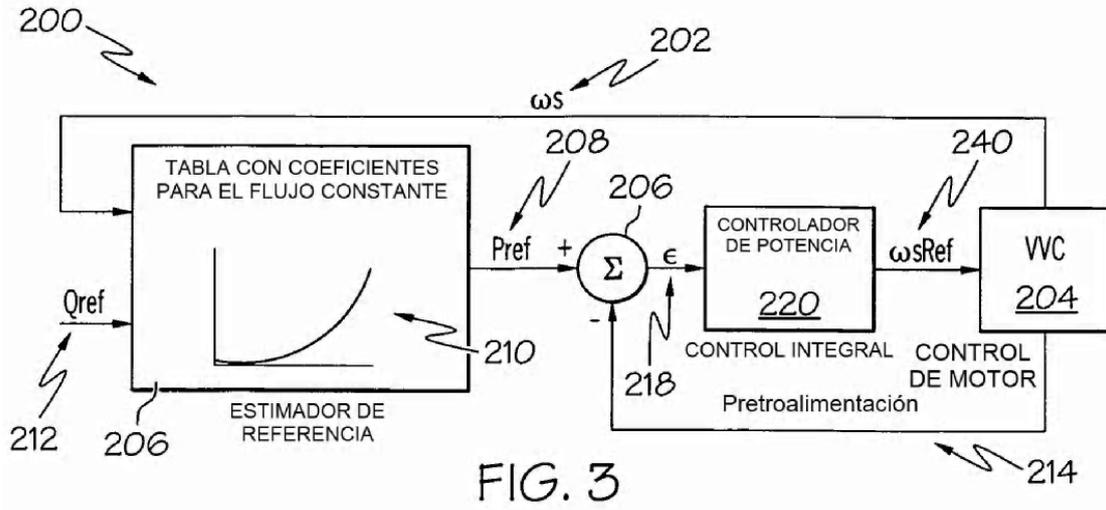


FIG. 2



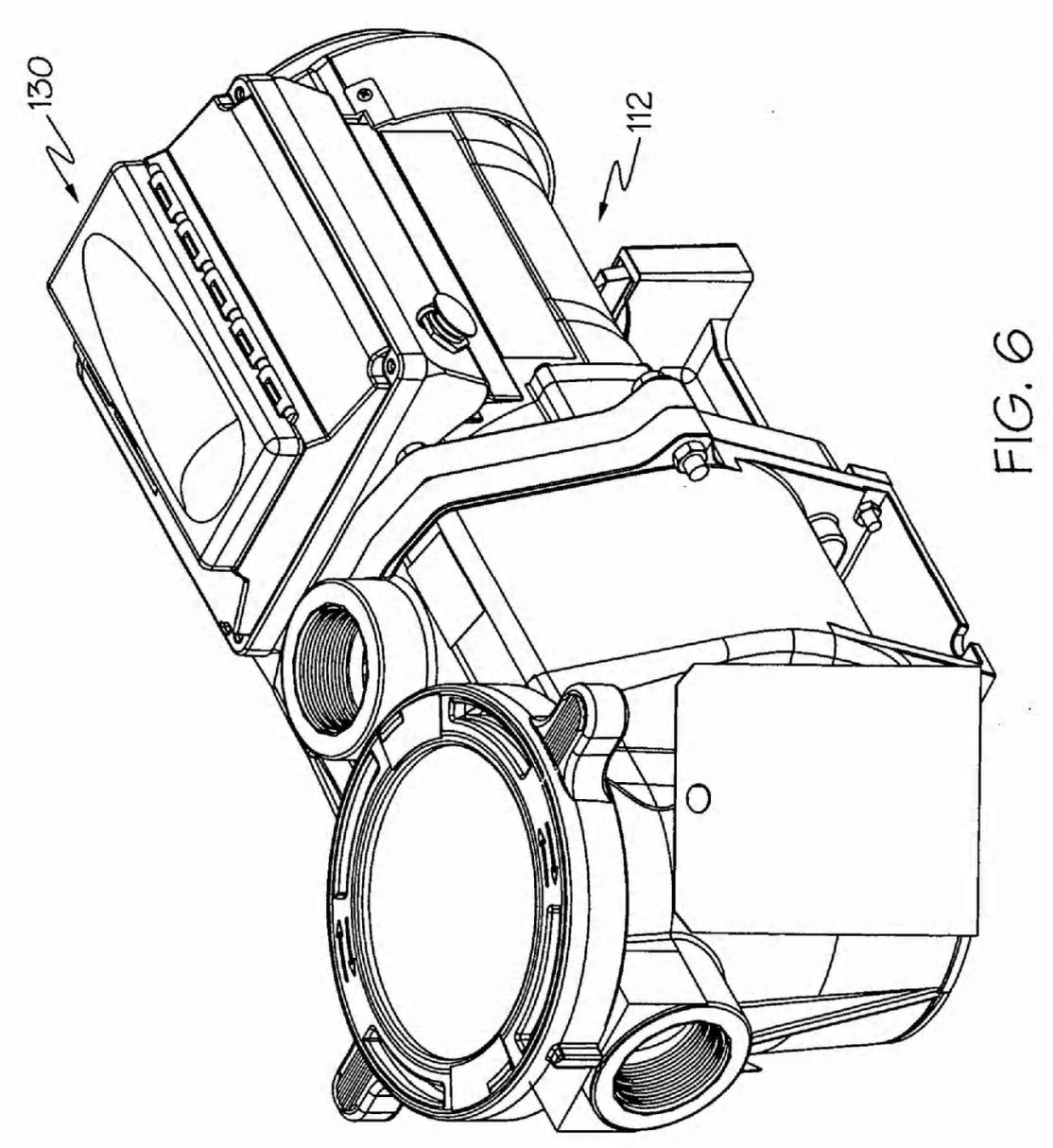


FIG. 6

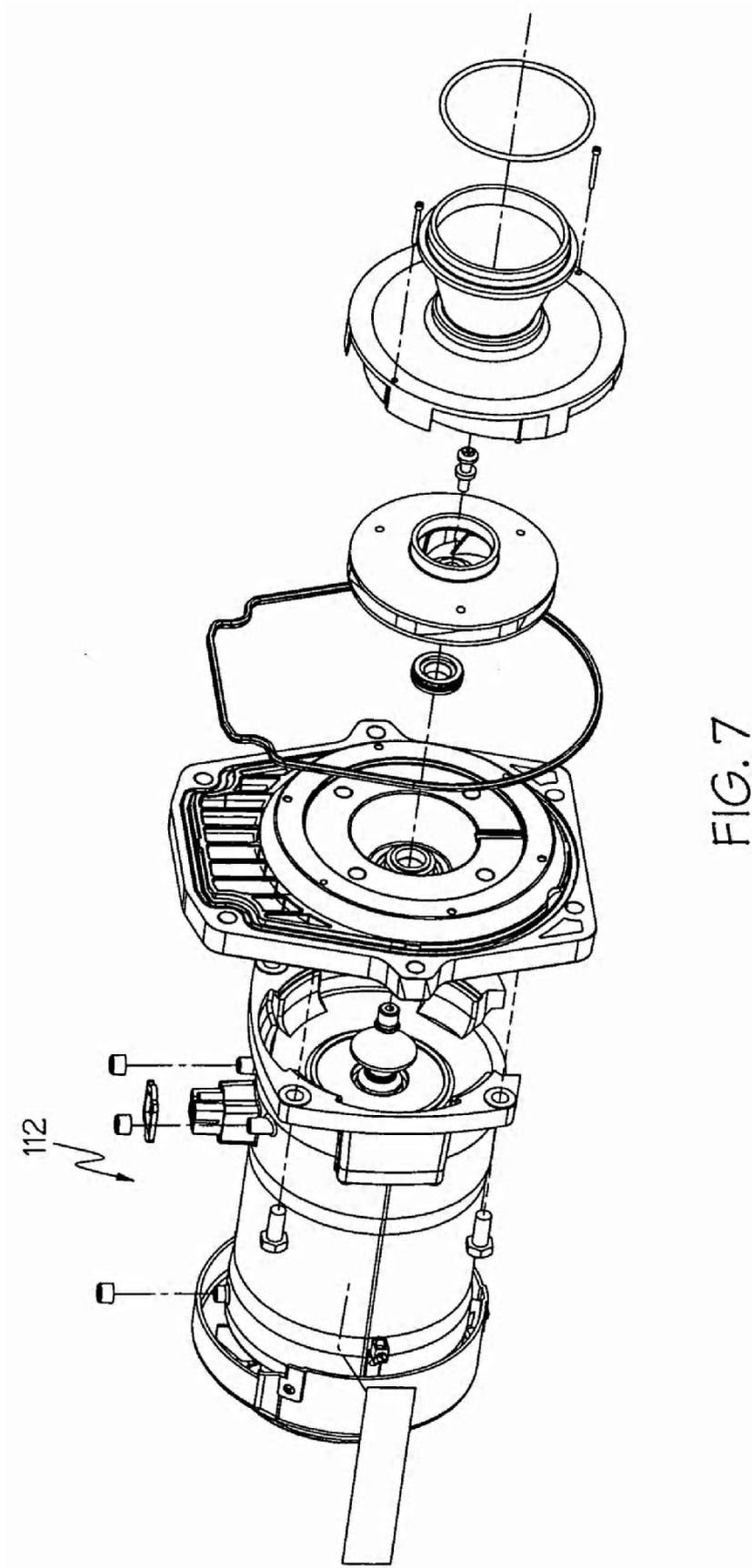


FIG. 7

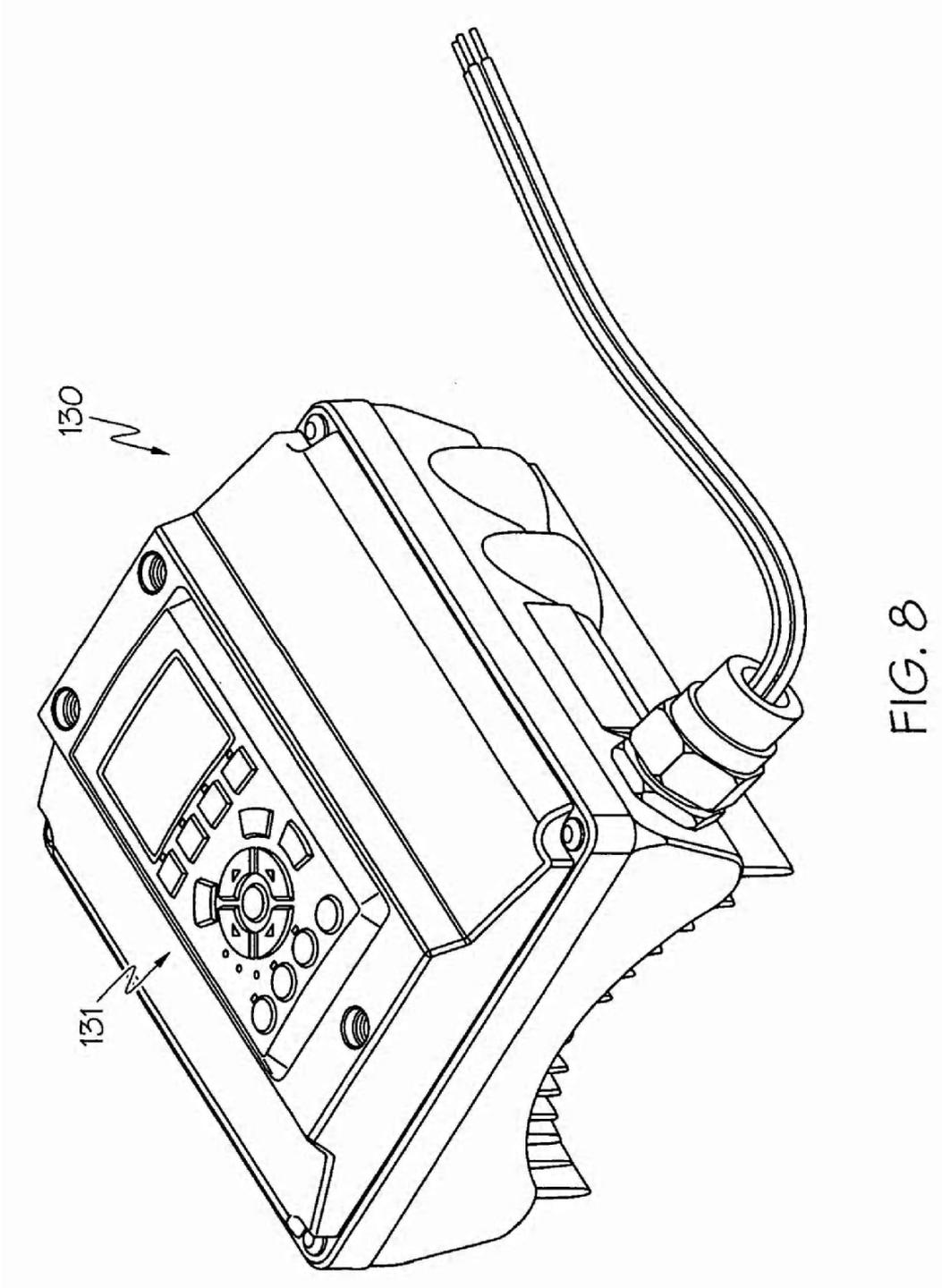


FIG. 8