



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 363 808**

51 Int. Cl.:
F04D 15/00 (2006.01)
F04D 15/02 (2006.01)
H02H 3/00 (2006.01)
H02H 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07118064 .0**
96 Fecha de presentación : **08.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **1914427**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **23.04.2008**

54 Título: **Dispositivo de control de un motor y método para controlar dicho motor.**

30 Prioridad: **13.10.2006 US 549499**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
17.08.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
17.08.2011

73 Titular/es: **A.O. SMITH CORPORATION**
11270 West Park Place
Milwaukee, Wisconsin 53224, US

72 Inventor/es: **Bartos, Ronald P.;**
Branecky, Brian Thomas y
Richardson, Howard

74 Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

ES 2 363 808 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

Dispositivo de control de un motor y método para controlar dicho motor

ANTECEDENTES

5 **[0001]** La invención se refiere a un dispositivo de control de un motor, y concretamente, a un dispositivo de control para un motor que impulsa una bomba.

10 **[0002]** Ocasionalmente, en una piscina, dispositivo de hidroterapia, o una aplicación similar para lanzar fluidos en chorro, el desagüe principal puede obstruirse con un objeto, como una toalla o un juguete para piscinas. Cuando esto sucede, la fuerza de succión de la bomba se aplica a la obstrucción, y el objeto se pega al desagüe. A esto se le denomina atrapamiento por succión. Si el objeto tapa sustancialmente el desagüe (como una toalla que cubra el desagüe), se bombeará el agua, que saldrá de la bomba por el lado del desagüe. Finalmente, la bomba se vaciará, los cierres estancos se fundirán y la bomba podrá sufrir daños.

15 **[0003]** Hay otro tipo de atrapamiento al que se denomina atrapamiento mecánico. El atrapamiento mecánico se produce cuando un objeto, tal como una toalla o un juguete para piscinas, se atasca en la tapadera del desagüe. El atrapamiento mecánico también puede afectar al funcionamiento de la bomba.

20 **[0004]** Se han propuesto diversas soluciones para el atrapamiento mecánico y el atrapamiento por succión. Por ejemplo, cuando se construyen nuevas piscinas, estas pueden disponer de dos desagües, de forma que si un desagüe se atasca, el otro pueda seguir fluyendo libremente y no produciéndose un atrapamiento por vacío. Sin embargo, esto no sirve de ayuda en el caso de las piscinas existentes, ya que el añadir un segundo desagüe a una piscina excavada en el suelo y que sólo tenga un desagüe resulta muy difícil y costoso. Las modernas tapaderas de desagüe de las piscinas también están diseñadas de forma que no pueda quedarse ningún objeto atrapado en la tapadera.

25 **[0005]** Como ejemplo adicional, varios fabricantes ofrecen sistemas conocidos como Sistemas de Seguridad de Liberación de Vacío (SVRS). Los sistemas SVRS suelen incluir varias capas de protección, para impedir tanto el atrapamiento por succión como el mecánico. La mayor parte de las SVRS utilizan válvulas hidráulicas de seguridad que se acoplan al lado de succión de la bomba. La válvula está diseñada para liberar fluido (abrirse a la atmósfera) en el caso de que el vacío (o la presión) en el interior de la tubería de desagüe supere un umbral predeterminado, liberando de este modo la obstrucción. Estas válvulas pueden resultar muy eficaces para liberar la succión desarrollada en estas circunstancias. Desgraciadamente, presentan una serie de problemas técnicos que limitan su utilización.

30 **[0006]** El documento EP 0246769 A2 describe un aparato de bombeo que presenta las características del preámbulo de la reivindicación 1.

[0007] La invención proporciona un aparato de bombeo y un método para controlar un motor para impulsar un aparato de bombeo, de acuerdo con lo definido en las reivindicaciones adjuntas.

35 **[0008]** Se apreciarán otras características y aspectos de la invención tras el estudio de la descripción detallada y de las figuras adjuntas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0009] La figura 1 es una representación esquemática de un dispositivo de hidroterapia con surtidores que incorpora la invención.

40 **[0010]** La figura 2 es un organigrama de un primer dispositivo de control que puede utilizarse con el dispositivo de hidroterapia de la figura 1.

[0011] Las figuras 3A y 3B son esquemas eléctricos del primer dispositivo de control mostrado en la figura 2.

[0012] La figura 4 es un organigrama de un segundo dispositivo de control que puede utilizarse con el dispositivo de hidroterapia mostrado en la figura 1.

45 **[0013]** Las figuras 5A y 5B son esquemas eléctricos del segundo dispositivo de control que se muestra en la figura 4.

[0014] La figura 6 es un organigrama de un tercer dispositivo de control capaz de utilizarse con el dispositivo de hidroterapia mostrado en la figura 1.

[0015] La figura 7 es un gráfico que muestra una señal de potencia de entrada y una señal de potencia derivada respecto del tiempo.

50 **[0016]** La figura 8 es un organigrama que muestra un diagrama de observación del modelo.

[0017] La figura 9 es un gráfico que muestra una señal de potencia de entrada y una señal de potencia procesada respecto del tiempo.

[0018] La figura 10 es un gráfico que muestra un las lecturas de un promedio de la señal de potencia de entrada y un valor de umbral en función del tiempo.

5 **[0019]** La figura 11 es un gráfico que muestra los datos de caracterización y los datos de presión del fluido a partir del caudal.

[0020] La figura 12 es es una tabla que muestra una relación numérica entre la potencia de entrada y el par.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

10 **[0021]** Antes de comentar en mayor detalle las realizaciones de la invención, debe entenderse que la aplicación de la invención no se limita a los detalles de construcción ni a la disposición de los componentes que se recoge en la siguiente descripción o que se muestra en las siguientes figuras. La invención es susceptible de otras realizaciones y de ejecutarse o llevarse a la práctica de diversas formas. Asimismo, debe entenderse que la fraseología y la terminología utilizadas en este documento tienen una finalidad descriptiva, y no deberían considerarse como limitativas. La utilización en este documento de las formas “incluyendo”, “comprendiendo” o “teniendo” y de las variaciones de estos vocablos pretende incluir los elementos que se relacionan a continuación, y sus equivalentes, así como otros elementos adicionales. A menos que se limite o especifique en otro sentido, los términos “montado”, “conectado”, “soportado”, y “acoplado” y las variaciones de los mismos se utilizan en una forma muy amplia e incluyen montajes, conexiones, soportes y acoplamientos directos e indirectos. Asimismo, “conectado” y “acoplado” no se limitan a conexiones o acoplamientos físicos o mecánicos.

20 **[0022]** La figura 1 representa esquemáticamente un dispositivo de hidroterapia 100 que incorpora la invención. No obstante, la invención no se limita al dispositivo de hidroterapia 100 y puede utilizarse con otros sistemas de fluidos a presión (por ejemplo, piscinas, “jacuzzis”, bañeras de hidromasaje, etc.). También se ha previsto que la invención pueda utilizarse en otras aplicaciones (por ejemplo, aplicaciones de bombeo de fluidos).

25 **[0023]** Como se muestra en la figura 1, el dispositivo de hidroterapia 100 incluye un vaso 105. Tal y como se utiliza en el presente documento, el vaso 105 es una vasija hueca, tal como una bañera, piscina, depósito o tanque que alberga una carga. La carga incluye un fluido, tal como agua clorada, y puede incluir uno o más ocupantes u objetos. El dispositivo de hidroterapia incluye también un sistema de impulsión de fluido 110 acoplado al vaso 105. El sistema de impulsión de fluido 110 incluye un desagüe 115, un aparato de bombeo 120 con una entrada 125 acoplada al desagüe y una salida 130, y un retorno 135 acoplado a la salida 130 del aparato de bombeo 120. El aparato de bombeo 120 incluye una bomba 140, un motor 145, acoplado a la bomba 140, y un dispositivo de control 150 para el control del motor 145. En el caso de las construcciones que se definen en este documento, la bomba 140 es una bomba centrífuga, y el motor 145 es un motor de inducción (por ejemplo, un motor de condensador de arranque o un motor de inducción con condensador; un motor de inducción de fase partida; un motor de inducción trifásico; etc.). No obstante, la invención no se limita a este tipo de bomba o motor. Por ejemplo, puede utilizarse un motor de corriente continua (CC) sin escobillas en una aplicación de bombeo diferente. En el caso de otras construcciones, un sistema de hidroterapia puede incluir múltiples desagües, múltiples retornos o incluso múltiples sistemas de desplazamiento de fluidos.

35 **[0024]** Haciendo nuevamente referencia a la figura 1, el vaso 105 alberga un fluido. Cuando el sistema de impulsión de fluido 110 está activo, la bomba 140 hace que el fluido se desplace desde el desagüe 115, a través de la bomba 140, y se lance en chorro en el vaso 105. Esta operación de bombeo tiene lugar cuando el dispositivo de control 150 suministra de forma controlada energía al motor 145, lo que produce un movimiento mecánico del motor 145. El acoplamiento del motor 145 (por ejemplo, un acoplamiento directo o un acoplamiento indirecto a través de un sistema de acoplamiento) a la bomba 140 hace que el motor 145 que impulsa mecánicamente la bomba 140 desplace el fluido. El funcionamiento del dispositivo de control 150 puede iniciarse mediante un interfaz de usuario, que puede ser simplemente un conmutador de encendido.

40 **[0025]** La figura 2 es un diagrama de bloques de una primera construcción del dispositivo de control 150, y las Figuras 3A y 3B son esquemas eléctricos del dispositivo de control 150. Como se muestra en la figura 2, el dispositivo de control 150 está conectado eléctricamente a una fuente de alimentación 155 y al motor 145.

50 **[0026]** Haciendo referencia a la figura 2 y a la figura 3B, el dispositivo de control 150 incluye una fuente de alimentación 160. La fuente de alimentación 160 incluye resistencias R46 y R56; condensadores C13, C14, C16, C18, C19, y C20; diodos D10 y D11; diodos Zener D12 y D13; un dispositivo de control de la fuente de alimentación U7; un regulador U6; y un conmutador óptico U8. La fuente de alimentación 160 se alimenta de la fuente 155 y proporciona la tensión CC adecuado (por ejemplo, ± 5 VCC y ± 12 VCC) para el funcionamiento del dispositivo de control 150.

55 **[0027]** En el caso del dispositivo de control 150 que se muestra en las figuras 2 y 3A, el dispositivo de control 150 supervisa la potencia de entrada del motor y la presión de entrada de la bomba para determinar si se ha producido

una obstrucción del desagüe. Si el desagüe 115 o las conducciones se encuentran obstruidos en el lado de succión de la bomba 140, aumentará la presión en dicho lado de la bomba 140. Simultáneamente, dado que la bomba 140 ha dejado de bombear agua, la potencia de entrada al motor 145 experimenta una caída. Si se produce cualquiera de estas condiciones, el dispositivo de control 150 experimenta un fallo, el motor 145 se detiene y se enciende el indicador de avería.

[0028] La supervisión de la potencia de entrada se lleva a cabo mediante un circuito detector y de promedio de tensión 165, un circuito detector y de promedio de corriente 170, un circuito detector de tensión de línea 175, un circuito detector de tensión Triac 180, así como el microdispositivo de control 185. En la figura 3A se muestra un ejemplo de circuito detector y de promedio de tensión 165. El circuito detector y de promedio de tensión 165 incluye resistencias R34, R41, y R42; el diodo D9; el condensador C10; y el amplificador operativo U4A. El circuito detector y de promedio de tensión 165 rectifica la tensión procedente de la fuente de alimentación 155 y después lleva a cabo un promediado en CC de la tensión rectificado. La CC promediada se suministra entonces al microdispositivo de control 185.

[0029] Un ejemplo de circuito detector y de promedio de corriente 170 se muestra en la figura 3A. El circuito detector y de promedio de la corriente 170 incluye un transformador T1 y una resistencia R45, que actúa como detector de corriente para detectar la corriente aplicada al motor. El circuito detector y de promedio de corriente también incluye las resistencias R25, R26, R27, R28, y R33; los diodos D7 y D8; el condensador C9; y los amplificadores operacionales U4C y U4D, que rectifican y promedian el valor que representa la corriente detectada. Por ejemplo, el escalado resultante del circuito detector y de promedio de la corriente 170 puede ser un valor negativo de cinco a cero voltios que corresponde a un valor RMS de cero a veinticinco amperios. La CC media resultante se suministra al microdispositivo de control 185.

[0030] En la figura 3A se muestra un ejemplo de circuito detector de tensión de línea 175. El circuito detector de tensión de línea 175 incluye las resistencias R23, R24, y R32; el diodo D5; el diodo Zener D6; el transistor Q6; y la puerta NAND U2B. El circuito detector de la tensión de línea 175 incluye un detector de paso por cero que genera una señal de impulso. La señal de impulso incluye impulsos que se generan cada vez que la tensión de línea cruza los cero voltios.

[0031] Un ejemplo del circuito detector de tensión Triac 180 se muestra en la figura 3A. El circuito detector de tensión Triac 180 incluye las resistencias R1, R5, y R6; el diodo D2; el diodo Zener D1; el transistor Q1; y la puerta NAND U2A. El circuito detector de tensión Triac incluye un detector de paso por cero que genera una señal de impulso. La señal de impulso incluye impulsos que se generan cada vez que la corriente del motor cruza el nivel cero.

[0032] Un ejemplo de microdispositivo de control 185 que puede utilizarse con la invención es un microdispositivo de control de la marca Motorola, modelo N° MC68HC908QY4CP. El microdispositivo de control 185 incluye un procesador y una memoria. La memoria incluye instrucciones de software leídas, interpretadas y ejecutadas por el procesador para manipular datos o señales. La memoria también incluye una memoria de almacenamiento de datos. El microdispositivo de control 185 puede incluir otro tipo de circuitos (por ejemplo, un convertidor analógico-digital) necesaria para el funcionamiento del microdispositivo de control 185. En general, el microdispositivo de control 185 recibe entradas (señales o datos), ejecuta instrucciones de software para analizar las entradas, y genera salidas (señales o datos) basadas en los análisis. Aunque se muestra y se describe el microdispositivo de control 185, las funciones del microdispositivo de control 185 pueden implementarse con otros dispositivos, incluyendo diversos circuitos integrados (por ejemplo, un circuito integrado específico de la aplicación), dispositivos programables, y/o dispositivos discretos, como será evidente para cualquier persona versada en la materia. Adicionalmente, se ha previsto que el microdispositivo de control 185 o un circuito similar pueda distribuirse entre múltiples microdispositivo de controles 185 o unos circuitos similares. También se ha previsto que el microdispositivo de control 185 o un circuito similar, pueda realizar las funciones de algunos de los otros circuitos (por ejemplo, los circuitos 165-180) descritos anteriormente para el dispositivo de control 150. Por ejemplo, el microdispositivo de control 185, en algunas construcciones, puede recibir una tensión detectada y/o una corriente detectada y determinar una tensión promedio, una intensidad promedio, los pasos por cero de la tensión detectada, y/o los pasos por cero de la intensidad detectada.

[0033] El microdispositivo de control 185 recibe las señales que representan la tensión media aplicado al motor 145, la corriente media que atraviesa el motor 145, los pasos por cero de la tensión del motor, y los pasos por cero de la intensidad del motor. A partir de los pasos por cero, el microdispositivo de control 185 puede determinar un factor de potencia. El factor de potencia puede calcularse utilizando unas ecuaciones matemáticas conocidas o utilizando una tabla de búsquedas basada en las ecuaciones matemáticas. El microdispositivo de control 185 puede calcular entonces una potencia con la tensión promedio, la intensidad promedio y el factor de potencia conocidos. Como se comentará más adelante, el microdispositivo de control 185 compara la potencia calculada con un valor de calibrado de la potencia, para determinar si se está dando una condición de funcionamiento de fallo (por ejemplo, causada por una obstrucción).

[0034] Haciendo de nuevo referencia a las figuras 2 y 3A, un circuito detector de presión (o de vacío) 190 y el microdispositivo de control 185 supervisan la presión del lado de entrada de la bomba. Un ejemplo de circuito

detector de presión 190 se muestra en la figura 3A. El circuito detector de presión 190 incluye resistencias R16, R43, R44, R47, y R48; condensadores C8, C12, C15, y C17; un diodo Zener D4, un detector piezoresistente U9, y un amplificador operativo U4-B. El detector piezoresistente U9 se acopla en el lado de succión de la bomba 140. El circuito detector de presión 190 y el microdispositivo de control 185 convierten y amplifican la señal generada por el detector piezoresistente U9 en un valor que representa la presión de entrada. Como se comentará más adelante, el microdispositivo de control 185 compara el valor de la presión resultante con un valor de calibrado de la presión para determinar si se da una condición de funcionamiento de fallo (por ejemplo, causada por una obstrucción).

[0035] El calibrado del dispositivo de control 150 se produce cuando el usuario activa un conmutador de calibrado 195. Un ejemplo de conmutador de calibrado 195 se muestra en la figura 3A. El conmutador de calibrado 195 incluye una resistencia R18 y un conmutador de efecto Hall U10. Cuando un imán atraviesa el conmutador de efecto Hall U10, el conmutador 195 genera una señal que se suministra al microdispositivo de control 185. Cuando se recibe la señal, el microdispositivo de control 185 almacena un valor de calibrado de la presión captando la presión actual y almacena un valor de calibrado de potencia del motor mediante el cálculo de la potencia actual.

[0036] Como se ha indicado anteriormente, el dispositivo de control 150 suministra potencia al motor 145 de forma controlable. Haciendo referencia a las figuras 2 y 3A, el dispositivo de control 150 incluye un circuito re-armable para generación de impulsos 200. El circuito re-armable para generación de impulsos 200 incluye una resistencia R7, un condensador C1, y un generador de impulsos U1A, y suministra un valor a la puerta NAND U2D si el circuito re-armable para generación de impulsos 200 recibe una señal con una frecuencia de impulso superior a una frecuencia específica determinada por la resistencia R7 y el condensador C1. La puerta NAND U2D también recibe una señal procedente del circuito de retardo de disparo 205, que impide el disparo accidental del relé durante el encendido. La salida de la puerta NAND U2D se suministra al circuito de control del relé 210. El circuito de control del relé 210 mostrado en la figura 3A incluye las resistencias R19, R20, R21, y R22; el condensador C7; el diodo D3; y los conmutadores Q5 y Q4. El circuito de control del relé 210 controla el relé K1.

[0037] El microdispositivo de control 185 también proporciona una salida al circuito de control Triac 215, que controla el Triac Q2. Como se muestra en la figura 3A, el circuito de control Triac 215 incluye las resistencias R12, R13, y R14; el condensador C11; y el conmutador Q3. Para que fluya la corriente al motor, el relé K1 debe cerrarse y el Triac Q2 debe dispararse.

[0038] El dispositivo de control 150 también incluye un conmutador térmico S I para la supervisión del disipador de calor del Triac, un monitor de la fuente de alimentación 220 para supervisar las tensiones generadas por la fuente de alimentación 160, y una pluralidad de LEDs DS1, DS2, y DS3 para proporcionar información al usuario. En la construcción que se muestra, un LED verde DS1 indica que se está aplicando corriente al dispositivo de control 150, un LED rojo DS2 indica que se ha producido un fallo y un tercer LED DS3 es un LED de funcionamiento que indica que el microdispositivo de control 185 está funcionando. Por supuesto, pueden utilizarse otros interfaces para facilitar información al operador.

[0039] A continuación se describe la secuencia normal de eventos correspondiente a un método de funcionamiento del dispositivo de control 150. Cuando el sistema de impulsión de fluido 110 se activa inicialmente, el sistema 110 puede verse obligado a extraer aire de las conducciones del lado de succión y hacer que el fluido fluya suavemente. Este período de “cebado” suele durar tan sólo unos segundos, pero podría durar un minuto o más si hay mucho aire en el sistema. Tras el cebado, el flujo de agua, la presión del lado de succión y la potencia de entrada del motor permanecen relativamente constantes. Es durante este período de funcionamiento normal cuando el circuito es efectivo a la hora de detectar un evento anormal. El microdispositivo de control 185 incluye una función de bloqueo durante el arranque que evita que el monitor detecte las condiciones anormales durante el periodo de cebado.

[0040] Una vez que el sistema 110 está funcionando sin complicaciones, el operador del dispositivo de hidroterapia puede calibrar el dispositivo de control 150 de acuerdo con las actuales condiciones de funcionamiento del dispositivo de hidroterapia. Los valores de calibrado se almacenan en la memoria del microdispositivo de control 185, y se utilizarán como base para controlar el dispositivo de hidroterapia 100. Si por cualquier causa cambiasen las condiciones de funcionamiento del dispositivo de hidroterapia, el operador puede recalibrar el dispositivo de control 150. No obstante, si en cualquier momento a lo largo del funcionamiento normal la presión del lado de succión aumentase sustancialmente (por ejemplo, un 12%) con respecto al valor de calibrado de la presión, o si se produce una caída en la potencia de entrada al motor (por ejemplo, un 12%) con respecto al valor de calibrado de la potencia, la bomba se detendrá y se encenderá un indicador de fallo.

[0041] Como ya se ha comentado anteriormente, el dispositivo de control 150 mide la potencia de entrada del motor, y no tan sólo el factor de potencia del motor o de la corriente de entrada. Algunos motores tienen características eléctricas, de forma que el factor de potencia permanezca constante cuando se descarga el motor. Otros motores tienen una característica eléctrica que hace que la intensidad permanezca relativamente constante cuando se descarga la bomba. No obstante, la potencia de entrada de los sistemas de bombeo cae cuando se obstruye el desagüe y se impide la circulación del agua.

[0042] El circuito detector y de promediado de tensión 165 genera un valor que representa la tensión media de la línea de potencia, y el circuito detector y de promedio de corriente 170 genera un valor que representa la intensidad

media del motor. El factor de potencia del motor se obtiene a partir de la diferencia entre los eventos de paso por cero de la línea de alimentación. El circuito detector de tensión de línea 175 proporciona una señal que representa los pasos por cero de la línea de potencia. Los pasos por cero del Triac se producen en los pasos por cero de la corriente del motor. El circuito detector de tensión del Triac 180 proporciona una señal que representa los pasos por cero del Triac. La diferencia en el tiempo de los eventos de paso por cero se utiliza para realizar la búsqueda del factor de potencia del motor en una tabla almacenada en el microdispositivo de control 185. A continuación, estos datos se utilizan para calcular la potencia de entrada del motor utilizando la ecuación e1.

$$[e1] \quad V_{avg} * I_{avg} * PF = Potencia_Entrada_Motor$$

[0043] A continuación, el valor calculado de potencia_entrada_motor se compara con el valor calibrado para determinar si se ha producido un fallo. En caso de que se haya producido un fallo, el motor se parará y se encenderá el LED DS2 de indicación de fallos.

[0044] La figura 4 es un diagrama de bloques de una segunda construcción del dispositivo de control 150a, y las figuras 5A y 5B muestran un esquema eléctrico del dispositivo de control 150a. Como se muestra en la figura 4, el dispositivo de control 150a está conectado eléctricamente a una fuente de alimentación 155 y al motor 145.

[0045] Haciendo referencia a la figura 4 y a la figura 5B, el dispositivo de control 150a incluye una fuente de alimentación 160a. La fuente de alimentación 160a incluye unas resistencias R54, R56 y R76; condensadores C16, C18, C20, C21, C22, C23 y C25; diodos D8, D10 y D11; diodos Zener D6, D7 y D9; un dispositivo de control de la fuente de alimentación U11; un regulador U9; inductores L1 y L2, supresores de sobretensión MOV1 y MOV2, y un conmutador óptico U10. La fuente de alimentación 160a se alimenta a través de la fuente de alimentación 155 y proporciona la adecuada tensión de CC (por ejemplo, +5 VCC y +12 VCC) para el funcionamiento del dispositivo de control 150a.

[0046] En el caso del dispositivo de control 150a que se muestra en la figura 4, la figura 5A, y la figura 5B, el dispositivo de control 150a controla la potencia de entrada del motor para determinar si se ha producido una obstrucción del desagüe. De forma similar a la construcción descrita anteriormente, si el desagüe 115 o las conducciones se atascan en el lado de succión de la bomba 140, la bomba 140 dejará de bombear agua, cayendo la potencia de entrada al motor 145. Cuando se produce esta situación, el dispositivo de control 150a anuncia un fallo, se detiene el motor 145 y se enciende el testigo indicador de fallos.

[0047] Un circuito detector y de promedio de tensión 165a, un circuito detector y de promedio de corriente 170a, y el microcontrolador 185a se encargan de supervisar la potencia de entrada. Un ejemplo del circuito detector y de promedio de tensión 165a se muestra en la figura 5A. El circuito detector y de promedio de la tensión 165a incluye unas resistencias R2, R31, R34, R35, R39, R59, R62, y R63; unos diodos D2 y D12; un condensador C14; y unos amplificadores operacionales U5C y U5D. El circuito detector y de promedio de la tensión 165a rectifica la tensión procedente de la fuente de alimentación 155 y lleva entonces a cabo un promedio de la CC de la tensión rectificado. La CC promediada se alimenta entonces al microdispositivo de control 185a. El circuito detector y de promedio de la tensión 165a también incluye unas resistencias R22, R23, R27, R28, R30, y R36; un condensador C27; y un comparador U7A que proporciona el signo de la onda de tensión (es decir, que actúa como un detector de paso por cero) al microdispositivo de control 185a.

[0048] Un ejemplo del circuito detector y de promedio de la corriente 170a se muestra en la figura 5B. El circuito detector y de promedio de la corriente 170a incluye un transformador T1 y una resistencia R53, que actúa como detector de corriente que detecta la corriente aplicada al motor 145. El circuito detector y de promedio de la corriente 170a también incluye las resistencias R18, R20, R21, R40, R43, y R57; los diodos D3 y D4; el condensador C8; y los amplificadores operacionales U5A y U5B, que rectifican y promedian el valor que representa la corriente detectada. Por ejemplo, el escalado resultante del circuito detector y de promedio de la corriente 170a puede ser un valor positivo de entre cinco y cero voltios, que se corresponde con un valor RS de entre cero y veinticinco amperios. El promedio de CC resultante se suministra entonces al microdispositivo de control 185a. El circuito detector y de promedio de la corriente 170a incluye también las resistencias R24, R25, R26, R29, R41, y R44; el condensador C11; y el comparador U7B, que proporciona el signo de la onda de la intensidad (es decir, que actúa como un detector de paso por cero) al microdispositivo de control 185a.

[0049] Un ejemplo de un microdispositivo de control 185a que puede utilizarse con la invención es un microdispositivo de control de la marca Motorola, modelo N° MC68HC908QY4CP. Similarmente a lo que se ha comentado en el caso de la anterior construcción, el microdispositivo de control 185a incluye un procesador y una memoria. La memoria incluye instrucciones de software que son leídas, interpretadas y ejecutadas por el procesador para manipular datos o señales. La memoria también incluye una memoria de almacenamiento de datos. El microdispositivo de control 185a puede incluir otros circuitos (por ejemplo, un convertidor analógico/digital) necesario para el funcionamiento del microdispositivo de control 185a y/o puede realizar las funciones de otros de los circuitos que se han descrito anteriormente para el dispositivo de control 150a. En general, el microdispositivo de control 185a recibe entradas (señales o datos), ejecuta instrucciones de software para analizar las entradas y genera salidas (señales o datos) basadas en los análisis.

[0050] El microdispositivo de control 185a recibe las señales que representan la tensión media aplicado al motor 145, la intensidad media que atraviesa el motor 145, los pasos por cero de la tensión del motor, y los pasos por cero de la intensidad del motor. A partir de los pasos por cero, el microdispositivo de control 185a puede determinar un factor de potencia y una potencia, como se ha descrito anteriormente. El microdispositivo de control 185a puede comparar entonces la potencia calculada con un valor de calibración de potencia para determinar si se da una situación de fallo (por ejemplo, causada por una obstrucción).

[0051] El calibrado del dispositivo de control 150a se produce cuando el usuario activa un conmutador de calibrado 195a. Se muestra un ejemplo de conmutador de calibrado 195a en la figura 5A, que es similar al conmutador de calibrado 195 que se muestra en la figura 3A. Por supuesto, pueden utilizarse otros conmutadores de calibrado. En un método de funcionamiento del conmutador de calibrado 195a, un fob (sic) de calibrado debe mantenerse cerca del conmutador 195a cuando el dispositivo de control 150a recibe la potencia inicial. Después de retirar el imán y efectuar un ciclo de potencia, el dispositivo de control 150a efectúa el cebado y pasa al modo de calibrado automático como se comenta a continuación).

[0052] El dispositivo de control 150a aporta potencia de forma controlada al motor 145. Haciendo referencia a las figuras 4 y 5A, el dispositivo de control 150a incluye un circuito para generación de impulsos re-armable 200a. El circuito de generación de impulsos re-armable 200a incluye resistencias R15 y R16, condensadores C2 y C6, y generadores de impulsos U3A y U3B, y suministra un valor al circuito dispositivo de control del relé 210a si el circuito para generación de impulsos re-armable 200a recibe una señal cuya frecuencia de impulso es superior a una frecuencia establecida determinada por las resistencias R15 y R16, y los condensadores C2 y C6. Los generadores de impulsos re-armables U3A y U3B también reciben una señal procedente del circuito de retardo de encendido 205a, que impide el disparo accidental de los relés durante la puesta en marcha. Los circuitos de control de relés 210a mostrados en la Figura 5A incluyen las resistencias R1, R3, R47, y R52; los diodos D1 y D5; y los conmutadores Q1 y Q2. Los circuitos de control del relé 210a controlan los relés K1 y K2. Para que fluya la corriente al motor, ambos relés, K1 y K2 deben “cerrarse”.

[0053] El dispositivo de control 150a incluye también dos detectores de tensión 212a y 214a. El primer detector de tensión 212a incluye las resistencias R71, R72, y R73; el condensador C26; el diodo D14; y el conmutador Q4. El primer detector de tensión 212a detecta la presencia de una tensión en el relé K1, y verifica el adecuado funcionamiento de los relés antes de permitir el accionamiento del motor. El segundo detector de tensión 214a incluye las resistencias R66, R69, y R70; el condensador C9; el diodo D13; y el conmutador Q3. El segundo detector de tensión 214a detecta si un motor de dos velocidades está funcionando a alta o a baja velocidad. Los valores de desconexión de la potencia de entrada al motor se fijan a partir de la velocidad a la que está funcionando el motor. También está previsto que el dispositivo de control 150a pueda utilizarse con un motor de una sola velocidad sin el segundo detector de tensión 214a (por ejemplo, el dispositivo de control 150b se muestra en la figura 6).

[0054] El dispositivo de control 150a también incluye un circuito detector de temperatura ambiente 216a para supervisar la temperatura de funcionamiento del dispositivo de control 150a, un monitor de la fuente de alimentación 220a para supervisar las tensiones generadas por la fuente de alimentación 160a, y una pluralidad de LEDs DS1 y DS3 para aportar información al usuario. En la construcción mostrada, un LED verde DS2 indica que se ha aplicado una potencia al dispositivo de control 150a, y un led rojo LED DS3 indica que se ha producido un fallo. Por supuesto, pueden utilizarse otros interfaces para facilitar información al operador.

[0055] El dispositivo de control 150a también incluye un conmutador de modo de limpieza 218a, que comprende un conmutador U4 y una resistencia R10. El conmutador de modo de limpieza puede ser accionado por un operador (por ejemplo, la persona encargada del mantenimiento) para desactivar la función de supervisión de potencia descrita en este documento durante un período de tiempo (por ejemplo, 30 minutos, para que el encargado del mantenimiento pueda limpiar el vaso 105). Además, el LED rojo DS3 se puede utilizar para indicar que el dispositivo de control 150a se encuentra en modo de limpieza. Tras el período de tiempo, el dispositivo de control 150a vuelve a su funcionamiento normal. En algunas construcciones, el encargado del mantenimiento puede accionar el conmutador de modo de limpieza 218a para que el dispositivo de control 150a salga del modo de limpieza antes de que haya transcurrido el período de tiempo prefijado.

[0056] En algunos casos, puede resultar deseable desactivar la función de supervisión de la alimentación por un motivo distinto de la realización de las operaciones de limpieza del vaso 105. Puede denominarse a estos casos como “modo de desactivación”, “modo desactivado”, “modo no protegido”, o similares. Independientemente de su nombre, este último modo de funcionamiento puede caracterizarse al menos parcialmente por las instrucciones definidas anteriormente para el funcionamiento en modo de limpieza. Además, al hacer referencia al modo de limpieza y su funcionamiento en el presente documento, la discusión también se aplica a estos últimos modos de desactivación de la función de supervisión de la alimentación y viceversa.

[0057] A continuación se describe la secuencia normal de eventos correspondiente a un método de funcionamiento del dispositivo de control 150a, algunos de los cuales pueden ser similares al método de funcionamiento del dispositivo de control 150. Cuando el sistema de impulsión de fluido 110 se activa por primera vez, el sistema 110 puede tener que cebar (como se ha comentado anteriormente) las conducciones del lado de succión, y hacer que el fluido fluya con suavidad (lo que se define como el “período de funcionamiento normal”). Durante el período de

funcionamiento normal es cuando el circuito resulta más eficaz para detectar un evento anormal.

[0058] Durante el encendido del sistema, el sistema 110 puede entrar en un período de cebado. El período de cebado puede preseleccionarse para una duración establecida (por ejemplo, un período de 3 minutos), o durante un período determinado por una situación detectada. Tras el período de cebado, el sistema 110 pasa al modo de funcionamiento normal. El dispositivo de control 150a puede incluir instrucciones para la realización de un calibrado automático que determine uno o más valores de calibrado tras el primer encendido del sistema. Un ejemplo de valor de calibrado es un valor de calibrado de potencia. En algunos casos, el valor de calibrado de la potencia es una media de los valores de potencia supervisados a lo largo de un período de tiempo predeterminado. El valor de calibrado de la potencia se almacena en la memoria del microdispositivo de control 185, y se utilizará como base para supervisar el vaso 105.

[0059] Si por cualquier motivo cambiasen las condiciones de funcionamiento del vaso 105, el dispositivo de control 150a puede ser nuevamente calibrado por el operador. En algunas construcciones, el operador acciona el conmutador de calibrado 195a para borrar el valor o valores de calibrado existentes en la memoria del microdispositivo de control 185. El operador apaga entonces el sistema 110, especialmente el motor 145, y lleva a cabo un encendido del sistema. El sistema 110 pone en marcha el proceso de calibrado automático comentado anteriormente para determinar uno o más valores nuevos de calibrado. Si en cualquier momento a lo largo del funcionamiento normal la potencia supervisada varía con respecto al valor de calibrado de la potencia (por ejemplo, varía con respecto a una ventana del 12,5% en torno al valor de calibrado de la potencia), el motor 145 se apagará y se encenderá el LED de fallo DS3.

[0060] En una construcción, las instrucciones de calibrado automático incluyen la no supervisión de la potencia del motor 145 durante un período de puesta en marcha, que por lo general se predetermina para una duración preestablecida (por ejemplo, 2 segundos), cuando se pone en marcha el sistema. En el caso de que el sistema 110 esté funcionando por primera vez, el sistema 110 entrará en el período de cebado, una vez completado el período de puesta en marcha, y se supervisará la potencia del motor 145 para determinar el valor de calibrado de potencia. Como se ha indicado anteriormente, el valor de calibrado de potencia se almacena en la memoria del microdispositivo de control 185. Una vez finalizados los 3 minutos del período de cebado, el sistema 110 pasa al período de funcionamiento normal. En los posteriores encendidos del sistema, la potencia supervisada se compara con el valor de calibrado de la potencia almacenado en la memoria del microdispositivo de control 185 durante el período de cebado. Más concretamente, el sistema 110 pasa al modo de funcionamiento normal cuando la potencia supervisada supera el valor de calibrado de la potencia durante el período de cebado. En algunos casos, la potencia supervisada no supera el valor de calibrado de la potencia en el transcurso de los tres minutos del período de cebado. Como consecuencia de ello, se detendrá el motor 145 y se encenderá el testigo de indicación de fallos.

[0061] En otras construcciones, el período de cebado del calibrado automático puede incluir una mayor duración predeterminada (por ejemplo, 4 minutos) o ser ajustable. Adicionalmente, el dispositivo de control 150a puede incluir instrucciones que realicen las operaciones de acondicionamiento de la señal de acuerdo con la potencia supervisada. Por ejemplo, el dispositivo de control 150a puede incluir instrucciones para la realización de un filtrado IIR para acondicionar la potencia supervisada. En algunos casos, el filtro IIR se puede aplicar a la potencia supervisada durante el período de cebado y el período de funcionamiento normal. En otros casos, el filtro IIR puede aplicarse a la potencia supervisada en el momento de la determinación del valor de calibrado de potencia con posterioridad al período de cebado.

[0062] De forma similar al dispositivo de control 150, el dispositivo de control 150a mide la potencia de entrada del motor, y no tan sólo el factor de potencia del motor o la intensidad de entrada. No obstante, está previsto que los dispositivos de control 150 o 150a puedan modificarse para supervisar otros parámetros del motor (por ejemplo, tan sólo la corriente del motor, tan sólo el factor de potencia del motor o la velocidad del motor). Pero la potencia de entrada al motor constituye el parámetro preferido para que el dispositivo de control 150a determine si se impide la circulación del agua. Asimismo, está previsto que el dispositivo de control 150a pueda modificarse para supervisar otros parámetros (por ejemplo, la presión en el lado de succión) del sistema 110.

[0063] En algunas construcciones del dispositivo de control 150a, el microdispositivo de control 185a supervisa la potencia de entrada del motor para detectar una situación de exceso de potencia o una situación de potencia insuficiente. La supervisión de una situación de exceso de potencia ayuda a reducir la posibilidad de que el dispositivo de control 150a se hubiese calibrado incorrectamente, y/o también ayuda a detectar si la bomba está sobrecargada (por ejemplo, la bomba está desplazando demasiado fluido).

[0064] El circuito detector y de promedio de tensión 165a genera un valor que representa la tensión promedio de la línea de potencia, y el circuito detector y de promedio de la intensidad 170a genera un valor que representa la intensidad promedio del motor. El factor de potencia del motor se obtiene de la diferencia de tiempos entre el signo de la señal de tensión y el signo de la señal de intensidad. Esta diferencia de tiempos se utiliza para buscar el factor de potencia del motor en una tabla almacenada en el microdispositivo de control 185a. La tensión de línea de potencia promedio, la intensidad del motor promedio y el factor de potencia del motor se utilizan para calcular la potencia de entrada del motor utilizando la ecuación e1, como se ha comentado anteriormente. La potencia de entrada del motor calculada se compara entonces con el valor calibrado, a fin de determinar si se ha producido un

fallo. En caso de producirse un fallo, el motor se detiene y se enciende el testigo de indicación de fallos.

[0065] También se recurre a la redundancia para los conmutadores de encendido del dispositivo de control 150a. Dos relés, K1 y K2, se utilizan en serie para realizar esta función. De este modo, el fallo de alguno de los componentes seguirá dejando un conmutador para el apagado del motor 145. Como medida de seguridad adicional, el funcionamiento adecuado de ambos relés se comprueba mediante el microdispositivo de control 185a cada vez que se pone en marcha el motor 145, mediante el circuito detector de tensión del relé 212a.

[0066] Otro aspecto del microdispositivo de control 185a es que proporciona impulsos a una frecuencia superior a una frecuencia establecida (determinada por los circuitos re-armables para generación de impulsos) para efectuar el cierre de los relés K1 y K2. Si los generadores de impulsos U3A y U3B no se disparan a la frecuencia adecuada, se abrirán los relés K1 y K2 y se parará el motor.

[0067] Como se ha indicado anteriormente, el microdispositivo de control 185, 185a puede calcular una potencia de entrada a partir de parámetros como la tensión promedio, la intensidad promedio y el factor de potencia. A continuación, el microdispositivo de control 185, 185a compara la potencia de entrada calculada con el valor de calibrado de la potencia, a fin de determinar si se da una condición de funcionamiento de fallo (por ejemplo, provocada por una obstrucción). Otras construcciones pueden incluir variaciones del microdispositivo de control 185, 185a y del dispositivo de control 150, 150a que funcionen de forma que reciban otros parámetros y determinen si se da una condición de funcionamiento de fallo.

[0068] Un aspecto del dispositivo de control 150, 150a es que el microdispositivo de control 185, 185a puede supervisar el cambio de la potencia de entrada a lo largo de un período de tiempo predeterminado. Más concretamente, el microdispositivo de control 185, 185a determina y supervisa un valor de derivada de la potencia equivalente a una variación en la potencia de entrada dividida por una variación en el tiempo. En los casos en los que la derivada de la potencia sobrepasa un valor de umbral, el dispositivo de control 150, 150a controla el motor 145 para cerrar la bomba 140. Este aspecto del dispositivo de control 150, 150a puede darse en sustitución de, o en conjunción con, otros aspectos similares del dispositivo de control 150, 150a, como el apagado del motor 145 cuando el nivel de potencia del motor 145 supera un valor predeterminado.

[0069] Por ejemplo, la figura 7 muestra un gráfico que indica la potencia de entrada y la derivada de la potencia a partir del tiempo. Más concretamente, la figura 7 muestra una lectura de la potencia (línea 300) y un valor de la derivada de la potencia (línea 305), a lo largo de un período de tiempo de 30 segundos, de un motor 145 calibrado a un valor de umbral de potencia de 5000 y un valor de umbral de la derivada de la potencia de -100. En este ejemplo concreto, el agua se bloquea en el sistema de impulsión de fluido 110 (que se muestra en la figura 1) en la marca correspondiente a los 20 segundos. En la figura 7 se puede observar que la lectura de la potencia 300 indica una caída del nivel de potencia por debajo del valor de umbral de 5000 en la marca correspondiente a 27 segundos, lo que hace que el dispositivo de control 150, 150a desconecte la bomba 140 aproximadamente en la marca correspondiente a 28 segundos. También puede observarse que el valor de la derivada de la potencia 305 cae por debajo del valor de umbral -100 en la marca correspondiente a 22 segundos, lo que hace que el dispositivo de control 150, 150a desconecte la bomba 140 aproximadamente en la marca de 23 segundos. El microdispositivo de control 185, 185a, puede supervisar otros parámetros del motor 145 (por ejemplo, el par) para determinar una posible situación de atasco.

[0070] En otro aspecto del dispositivo de control 150, 150a, el microdispositivo de control 185, 185a puede incluir instrucciones correspondientes a un observador de modelo, como el ejemplo de observador de modelo 310 que se muestra en la figura 8. El observador de modelo 310 incluye un primer filtro 315, un regulador 325 de ganancia variable 326 y una función de transferencia 327, un modelo del sistema de fluido 330 con un parámetro de ganancia (que se muestra en la figura 8 con el valor de 1), y un segundo filtro 335. Concretamente, el modelo del sistema de fluido 330 está configurado para simular el sistema de impulsión de fluido 110. Adicionalmente, el primer filtro 315 y el segundo filtro 335 pueden incluir diversos tipos de filtros analógicos y digitales, como por ejemplo, sin limitación, filtro de paso bajo, filtro de paso alto, filtro de paso banda, filtro de anti-solapamiento, y filtros IIR y/o FIR.

[0071] Debe entenderse que el observador de modelo 310 no se limita a los elementos descritos más anteriormente. Dicho de otro modo, el observador de modelo 310 puede no incluir necesariamente todos los elementos anteriormente descritos y/o puede incluir otros elementos o una combinación de elementos no explícitamente descritos en este documento. Haciendo referencia específicamente al modelo del sistema de fluido 330, puede definirse un modelo de sistema de fluido utilizando diversos procedimientos. En algunos casos, puede generarse un modelo para este aspecto específico del dispositivo de control 150, 150a a partir de otro modelo correspondiente a una simulación de otro sistema, que puede no ser necesariamente un sistema de fluido. En otros casos, se puede generar un modelo basándose exclusivamente en el conocimiento de los controles de los sistemas de bucle cerrado o de realimentación y en las fórmulas de caudal de fluido y potencia. Y en otros casos, puede generarse un modelo por experimentación con un prototipo del sistema de fluido que va a modelarse.

[0072] Haciendo referencia al observador de modelo 310 de la figura 8, el primer filtro 315 recibe una señal (P) correspondiente a un parámetro del motor 145 determinado y supervisado por el microdispositivo de control 185, 185a (por ejemplo, potencia de entrada, par, intensidad, factor de potencia, etc.). Por lo general, el primer filtro 315

está configurado para eliminar sustancialmente el ruido de la señal recibida (P), generando así una señal filtrada (PA). No obstante, el primer filtro 315 puede realizar otras funciones, como el anti-solapamiento o el filtrado de la señal recibida a una gama de frecuencias determinada. La señal filtrada (PA) accede a un bucle de realimentación 340 del observador de modelo 310 y es procesada por el regulador 325. El regulador 325 genera una señal regulada (ro) relacionada con el caudal y/o la presión del fluido a través del sistema de impulsión de fluido 110, a partir del parámetro monitorizado. La señal regulada puede interpretarse como un caudal modelado o presión modelada. El modelo del sistema del fluido 330 procesa la señal regulada (ro) para generar una señal de modelo (Fil), que se compara con la señal filtrada (PA) a través del bucle de realimentación 340. La señal regulada (ro) también se suministra al segundo filtro 335, generando una señal de control (roP), que es posteriormente utilizada por el microdispositivo de control 185, 185a al menos para controlar el funcionamiento del motor 145.

[0073] Como se muestra en la figura 8, la señal regulada (ro), que indica el caudal y/o la presión del fluido, está relacionada con el parámetro supervisado, como se indica en la ecuación [e2].

$$[e2] \quad ro = (PA - Fil) * regulador$$

La relación que se muestra en la ecuación [e2] permite a un usuario controlar el motor 145 basándose en una relación directa entre la potencia o par de entrada y un parámetro del flujo del fluido, como el caudal y la presión del fluido, sin tener que medir directamente el parámetro del flujo del fluido.

[0074] La figura 9 es un gráfico que muestra una potencia de entrada (línea 345) y una potencia procesada o unidad de caudal (línea 350) a partir del tiempo. Más concretamente, el gráfico de la figura 9 muestra el funcionamiento del sistema de impulsión de fluido 110 asignando al motor 145 un valor de umbral de 5000. Para este ejemplo concreto la figura 9 muestra que la entrada de la bomba 125 se ha bloqueado en la marca correspondiente a 5 segundos. La potencia de entrada cae por debajo de la marca de umbral de 5000, y por lo tanto, el dispositivo de control 150, 150a cierra la bomba 140 aproximadamente en la marca de 12,5 segundos. Alternativamente, la señal de la potencia procesada cae por debajo de la marca de umbral correspondiente a 5000 en la marca de los 6 segundos, y por lo tanto, el dispositivo de control 150, 150a desconecta la bomba 140 aproximadamente en la marca de los 7 segundos.

[0075] En este ejemplo concreto, el parámetro de ganancia del modelo del sistema de fluido 330 se configura a un valor de 1, midiendo de este modo una unidad de presión con la misma escala que la unidad de potencia. En otros ejemplos, el usuario puede fijar el parámetro de ganancia a un valor diferente, al menos para controlar aspectos del funcionamiento del motor 145, como el tiempo de parada.

[0076] En otro aspecto del dispositivo de control 150, 150a, el microdispositivo de control 185, 185a puede configurarse para determinar de forma flotante el valor de umbral o valor de desconexión que indica la lectura del parámetro, como la potencia o par de entrada a los que el dispositivo de control 150, 150a desconecta la bomba 140. Debe entenderse que el término "flotante" se refiere a la variación o al ajuste de una señal o valor. En un ejemplo, el microdispositivo de control 185, 185a ajusta continuamente el valor de desconexión basándose en el promedio de las lecturas de la potencia de entrada, como se muestra en la figura 10. Más concretamente, la figura 10 muestra un gráfico que indica una señal promedio de potencia de entrada (línea 355) determinada y supervisada por el microdispositivo de control 185, 185a, una señal de desconexión (línea 360) que indica un valor de desconexión variable, y un valor umbral de aproximadamente 4500 (mostrado en la figura 10 mediante la flecha 362) a partir del tiempo. En este caso concreto, el valor de umbral 362 es un parámetro que indica el valor mínimo al que puede ajustarse el valor de desconexión.

[0077] El microdispositivo de control 185, 185a puede calcular la potencia de entrada media 355 utilizando diversos métodos. En una construcción, el microdispositivo de control 185, 185a puede determinar un promedio de funcionamiento a partir de, al menos, las señales generadas por el circuito de promediado y detección de la intensidad 170, 170a y las señales generadas por el circuito detector y de promedio de la tensión 165, 165a. En otra construcción, el microdispositivo de control 185, 185a puede determinar una potencia de entrada media a lo largo de períodos de tiempo relativamente cortos. Como se muestra en la figura 10, la potencia media determinada por el microdispositivo de control 185, 185a baja de alrededor de 6000 a alrededor de 5000 de una forma sustancialmente progresiva a lo largo de un período de tiempo de 80 unidades de tiempo. También se puede observar que la señal 360 que indica el valor de desconexión se ajusta a la baja hasta aproximadamente un 10% desde el valor que tenía en la marca correspondiente a la unidad de tiempo 0 hasta el correspondiente a la unidad de tiempo 80 y es sustancialmente paralelo a la potencia media 355. Más concretamente, el microdispositivo de control 185, 185a ajusta el valor de desconexión basándose en la supervisión de la media de la potencia de entrada 355.

[0078] En determinados casos, la señal de potencia media 355 puede definir un comportamiento, como el que se muestra en la figura 10, causado por un continuo atasco del sistema de impulsión de fluido 110 a lo largo de un período de tiempo, por ejemplo, desde la marca correspondiente a la unidad de tiempo 0 a la marca correspondiente a la unidad de tiempo 80. Dicho de otro modo, el atasco continuo del sistema de impulsión de fluido 110 puede ser determinado y supervisado mediante el microdispositivo de control 185, 185a en forma de la señal media de potencia 355. En estos casos, el microdispositivo de control 185, 185a también puede determinar un porcentaje o valor que indiquen una potencia media de entrada mínima que se permite suministrar al motor 145, o un valor

umbral mínimo permitido como el valor de umbral 362. Cuando el sistema de impulsión de fluido 110 se somete a retro-lavado para desatascar el sistema de impulsión de fluido 110, la señal de potencia media 355 regresa a un caudal de fluido normal y sin restricciones (como se muestra en la figura 10 entre aproximadamente la marca de la unidad de tiempo 84 y aproximadamente la marca de la unidad de tiempo 92, por ejemplo). Como se muestra en la figura 10, el desatasco del sistema de impulsión de fluido 110 puede hacer que el fluido circule a través del sistema de impulsión de fluido 110. Como consecuencia de ello, el microdispositivo de control 185, 185a detecta un cambio en la potencia media como se indica cerca de la marca de la unidad de tiempo 80 de la figura 10, en la que se muestra cómo la potencia media regresa al valor de calibrado.

[0079] En otros casos, el microdispositivo de control 185, 185a puede determinar y controlar la potencia media de entrada a lo largo de un período de tiempo relativamente corto. Por ejemplo, el microdispositivo de control 185, 185a puede supervisar la potencia media a lo largo de un primer período de tiempo (por ejemplo, 5 segundos). El dispositivo de control 185, 185a puede también determinar un valor de desconexión variable a partir de un porcentaje predeterminado (por ejemplo, 6,25%) de caída de la potencia media calculada a lo largo del primer período de tiempo. Dicho de otro modo, el valor variable de desconexión se ajusta a partir del porcentaje predeterminado cuando el microdispositivo de control 185, 185a determina la potencia media. El dispositivo de control 150, 150a puede desconectar la bomba 140 cuando la potencia media cae a un valor sustancialmente igual o inferior al valor de desconexión variable y mantiene esta situación a lo largo de un segundo período de tiempo (por ejemplo, 1 segundo).

[0080] En otro aspecto del dispositivo de control 150, 150a, el microdispositivo de control 185, 185a puede configurarse para determinar una relación entre un parámetro del motor 145 (como una potencia o par) y una presión/caudal a través del sistema de impulsión de fluido 110 para una combinación específica de motor/bomba. Más concretamente, el dispositivo de control 150, 150a controla el motor 145 para calibrar el sistema de impulsión de fluido 110 a partir del entorno en el que impulsa el sistema de impulsión de fluido 110. El entorno en el que impulsa el sistema de impulsión de fluido 110 puede ser definido por la capacidad del vaso 105, la configuración de las conducciones entre el desagüe 115 y la entrada 125, la configuración de las conducciones entre la salida 130 y el retorno 135 (mostrado en la figura 1), el número de desagües y retornos, y otros factores que no se comentan explícitamente en este documento.

[0081] El calibrado del sistema de impulsión de fluidos 110 suele llevarse a cabo la primera vez que el sistema se pone en funcionamiento tras su instalación. Debe entenderse que los procesos que se describen en este documento también son de aplicación a los procedimientos de recalibrado. En un ejemplo, el calibrado del sistema de desplazamiento de fluido 110 incluye la determinación de un valor de umbral a partir de la caracterización de una combinación específica de motor/bomba y el establecimiento de una relación entre, por ejemplo, la presión de entrada y la potencia a través de una tabla de búsquedas previamente almacenada o una ecuación. La figura 11 muestra un diagrama que comprende datos de caracterización (línea 365), medidos en kilowatios y obtenidos mediante un proceso de calibrado, y una curva de la bomba (línea 370) que indica la presión de descarga. Los datos de caracterización 365 y la curva de la bomba 370 se representan gráficamente a partir del caudal medido en galones por minuto (GPM). En el ejemplo concreto que se muestra en la figura 11, es posible que un usuario (o el microdispositivo de control 185, 185a en un proceso automatizado) establezca un valor de desconexión a partir de una reducción en el porcentaje de caudal o presión, en lugar de una reducción porcentual de la potencia de entrada.

[0082] Haciendo referencia específicamente a los datos de caracterización 365 mostrados en la figura 11, si se determina un punto de funcionamiento para el sistema de impulsión de fluido 110 en el punto 1 de los datos de caracterización 365, El microdispositivo de control 185, 185a supervisará una reducción del caudal del 30%, pasando de 100 GPM a 70 GPM (punto 2 de los datos de caracterización 365) a través del sistema de impulsión de fluido 110, indicando una reducción del 7% en la potencia de entrada. Para un entorno diferente del sistema de impulsión de fluido 110, El punto de configuración del funcionamiento puede fijarse en el punto 2, por ejemplo. Concretamente, el microdispositivo de control 185, 185a supervisa una reducción del 30% en el caudal, que pasa de 70 GPM a 50 GPM (punto 3 de los datos de caracterización 365) a través del sistema de impulsión de fluido 110, indicando una reducción de la potencia del 11%. En los dos casos descritos anteriormente, es posible que una reducción del 30% en el caudal sea una condición de funcionamiento de funcionamiento deseada, por lo que un usuario (o el microdispositivo de control 185, 185a) puede fijar un valor o porcentaje de desconexión a partir de la reducción porcentual (por ejemplo, una reducción del caudal del 30%) independiente de la potencia determinada y supervisada.

[0083] En otro aspecto del dispositivo de control 150, 150a, el microdispositivo de control 185, 185a puede incluir una función de temporizador que ponga en funcionamiento el sistema de impulsión de fluido 110. En un ejemplo, la función de temporizador del microdispositivo de control 185, 185a ejecuta un modo RUN del dispositivo de control 150, 150a. Más concretamente, en lo que respecta al modo RUN, el dispositivo de control 150, 150a está configurado para impulsar automáticamente el motor 145 durante períodos de tiempo predeterminados. Dicho de otro modo, el dispositivo de control 150, 150a está configurado para controlar el motor 145 a partir de unos períodos predeterminados programados en el microdispositivo de control 185, 185a durante su fabricación o programados por un usuario. En otro ejemplo, la función de temporización del microdispositivo de control 185, 185a ejecuta un modo OFF del dispositivo de control 150, 150a. Más concretamente, en lo que respecta al modo OFF, el dispositivo de control 150, 150a está configurado para impulsar el motor 145 tan sólo como resultado de una interacción directa del

usuario. Dicho de otro modo, el dispositivo de control 150, 150a está configurado para mantener el motor 145 apagado hasta que un usuario opere directamente el dispositivo de control 150, 150a mediante el interfaz del dispositivo de control 150, 150a. En un ejemplo adicional, la función de temporización del microdispositivo de control 185, 185a ejecuta un modo PROGRAM del dispositivo de control 150, 150a. Más concretamente, en lo que respecta al modo PROGRAM, el dispositivo de control 150, 150a está configurado para mantener el motor 145 apagado hasta que el usuario accione uno de los interruptores (por ejemplo, el interruptor de calibrado 195, 195a, el conmutador de modo de limpieza 218a) del dispositivo de control 150, 150a indicando el deseo de hacer funcionar puntualmente el motor 145. Por ejemplo, el usuario puede accionar un interruptor tres veces, indicando al dispositivo de control 150, 150a que accione el motor 145 durante un período de tres horas. En algunas construcciones, el dispositivo de control 150, 150a incluye un programa run-off para el funcionamiento del dispositivo de control 150, 150a entre los modos RUN, OFF, y PROGRAM. Debe entenderse que estos mismos u otros modos de funcionamiento del dispositivo de control 150, 150a pueden definirse de forma diferente. Adicionalmente, no todos los modos descritos anteriormente son necesarios, y el dispositivo de control 150, 150a puede incluir un número diferente de combinaciones y modalidades de funcionamiento.

[0084] En otro aspecto del dispositivo de control 150, 150a, el microdispositivo de control 185, 185a puede configurarse para determinar y supervisar un valor correspondiente al par del motor 145. Más concretamente, el microdispositivo de control 185, 185a recibe señales procedentes de al menos el circuito detector y de promedio de la tensión 165, 165a o del circuito detector y de promedio de la intensidad 170, 170a para ayudar a determinar el par del motor 145. Como se ha explicado anteriormente, el microdispositivo de control 185, 185a también puede configurarse para determinar y supervisar la velocidad del motor 145, permitiendo que el microdispositivo de control 185, 185a determine un valor indicativo del par del motor 145 y una relación entre el par y la potencia de entrada. En algunas construcciones, la velocidad del motor 145 permanece sustancialmente constante a lo largo del funcionamiento del motor 145. En estos casos particulares, el microdispositivo de control 185, 185a puede incluir instrucciones relacionadas con fórmulas o búsquedas. La determinación y supervisión del par motor 145 permite que el microdispositivo de control 185, 185a establezca un valor o porcentaje de desconexión a partir de el par, para la desconexión del motor 145 en caso de situación no deseada del motor 145. Por ejemplo, la figura 12 muestra un diagrama que indica una relación entre la potencia de entrada y el par de un motor 145, tras observar que la velocidad del motor 145 cambia menos de un 2%. De este modo, el microdispositivo de control 185, 185a puede determinar y supervisar el par a partir de la potencia de entrada y suponiendo una velocidad constante.

[0085] En algunas construcciones, el sistema de impulsión de fluido 110 puede operar dos o más vasos 105. Por ejemplo, el sistema de impulsión de fluido 110 puede incluir un sistema de conducciones para controlar el caudal del fluido en una piscina, y un segundo sistema de conducciones para controlar el caudal de aporte a un dispositivo de hidroterapia. Para este ejemplo específico, los requisitos de caudal de la piscina y del dispositivo de hidroterapia son por lo general diferentes o requerir unos ajustes diferentes del dispositivo de control 150, 150a para que el dispositivo de control 150, 150a opere el motor 145 de forma que controle el caudal de la piscina, del dispositivo de hidroterapia o de ambos. El sistema de impulsión de fluido 110 puede incluir una o más válvulas que pueden accionarse manual o automáticamente para dirigir el caudal del fluido de la forma deseada. En un ejemplo en el que el sistema de impulsión de fluido 110 incluye una válvula solenoide, un usuario puede accionar la válvula de forma que dirija el caudal hacia la piscina o el dispositivo de hidroterapia. Adicionalmente, el dispositivo de control 150, 150a puede incluir un detector o receptor acoplado a la válvula para determinar la posición de la válvula. En las condiciones que acabamos de mencionar, el dispositivo de control 150, 150a puede ejecutar una secuencia de calibrado y determinar los ajustes individuales y valores de desconexión para el sistema de fluido que comprende la piscina, el dispositivo de hidroterapia o ambos. Otras construcciones pueden incluir un número diferente de vasos 105, y el caudal del fluido que se dirige a las diferentes vasos 105 puede ser controlado por uno o más sistemas de movimiento de fluidos 110.

[0086] Aunque se han comentado anteriormente numerosos aspectos del dispositivo de control 150, 150a, no todos los aspectos y características comentadas son necesarios para la invención. Asimismo, pueden añadirse otros aspectos y prestaciones al dispositivo de control 150, 150a mostrado en las figuras.

[0087] Las construcciones anteriormente descritas y que se muestran en las figuras se presentan exclusivamente a título de ejemplo.

REIVINDICACIONES

1. Aparato de bombeo (120) para un sistema de surtidores de fluidos (100) que comprende un vaso (105) que contiene un fluido, un desagüe (115) y un retorno (135), pudiendo conectarse el aparato de bombeo a una fuente de alimentación (155) que comprende:
- 5 - una bomba (140) que comprende un orificio de entrada (125) que puede conectarse al desagüe, y una salida (130) que puede conectarse al retorno, estando la bomba adaptada para recibir el fluido procedente del desagüe y lanzar el fluido en chorro a través del retorno;
- un motor (145) acoplado a la bomba y que impulsa la bomba;
- un detector (170) acoplado al motor y configurado para generar una señal relacionada con la potencia del motor; un conmutador (K1) acoplado al motor y configurado para controlar el menos una característica del motor;
- 10 **caracterizado porque**
- un dispositivo de derivar (150) se encuentra acoplado al detector y al conmutador, estando configurado el dispositivo de derivar para generar un valor de derivada matemática de un parámetro a partir de la señal y controlar el motor basándose en el valor de derivada.
- 15 2. Aparato de bombeo de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de derivar incluye un microdispositivo de control (185).
3. Aparato de bombeo de la reivindicación 1, en el que el dispositivo de derivar está configurado para calcular una pluralidad de valores indicativos del parámetro, y en el que el dispositivo de derivar genera valor de derivada mediante generación de una aproximación discreta del valor de derivada, a partir de la pluralidad de valores.
- 20 4. Aparato de bombeo de la reivindicación 1, en el que el detector incluye un detector de tensión (165) configurado para generar una primera señal relacionada con la tensión aplicada al motor, y un detector de corriente (170) configurado para generar una segunda señal relacionada con la corriente aplicada al motor, y en el que el dispositivo de derivar está configurado para generar el valor de derivada a partir de la primera y de la segunda señales.
- 25 5. Aparato de bombeo de la reivindicación 1, en el que el detector incluye un detector de tensión (165) y un detector de corriente (170) incluyendo el parámetro una potencia de entrada al motor, e incluyendo el valor de derivada un valor de derivada matemática de la potencia de entrada al motor.
6. Aparato de bombeo de la reivindicación 5, en el que el dispositivo de derivar está configurado para determinar la potencia de entrada al motor a partir de las señales procedentes de los detectores de tensión y corriente, y para determinar el valor de derivada a partir de la potencia de entrada al motor.
- 30 7. Aparato de bombeo de la reivindicación 1, en el que el valor de derivada está configurado adicionalmente para supervisar el valor de derivada, determinar si el valor de derivada supervisado indica la existencia de un caudal de fluido no deseado a través de la bomba y controlar el motor para interrumpir el funcionamiento de la bomba cuando dicha determinación indica un flujo no deseado de fluido a través de la bomba y se da un valor cero u otras condiciones adicionales.
- 35 8. Método para controlar un motor (145) que impulsa un aparato de bombeo (120) en una aplicación para bombear fluidos, incluyendo el aparato de bombeo una bomba (140) con una entrada (125) para recibir un fluido y una salida (130) para vaciar el fluido, y el motor acoplado a la bomba para impulsar la bomba, incluyendo dicho método:
- detectar una corriente del motor;
- detectar una tensión del motor; **caracterizado por**
- 40 - generar un valor de derivada matemática de la potencia del motor, a partir de la tensión y de la corriente detectadas;
- determinar si el valor de derivada indica una condición de funcionamiento de la bomba; y
- controlar el motor que impulsa la bomba a partir de dicha condición de funcionamiento de la bomba.
- 45 9. Método de la reivindicación 8, que comprende asimismo obtener un valor de la potencia del motor a partir de la tensión y de la intensidad detectadas, y en el que el valor de derivada incluye un valor de derivada matemática de la potencia del motor.
10. Método de la reivindicación 8, en el que la condición de funcionamiento de la bomba es un caudal no deseado de fluido circulante a través de la bomba.
11. Método de la reivindicación 8, en el que el aparato de bombeo comprende un detector de tensión (165) y un

detector de corriente (170), en el que la detección de una tensión del motor comprende detectar una tensión aplicada al motor con el detector de tensión, y en el que detección de la corriente del motor comprende detectar una corriente que circula a través del motor mediante el detector de corriente.

- 5 **12.** Aparato de bombeo de la reivindicación 1, en el que el parámetro incluye un par motor o un factor de potencia del motor, y el valor de derivada incluye un valor de derivada matemática del par motor o del factor de potencia del motor.

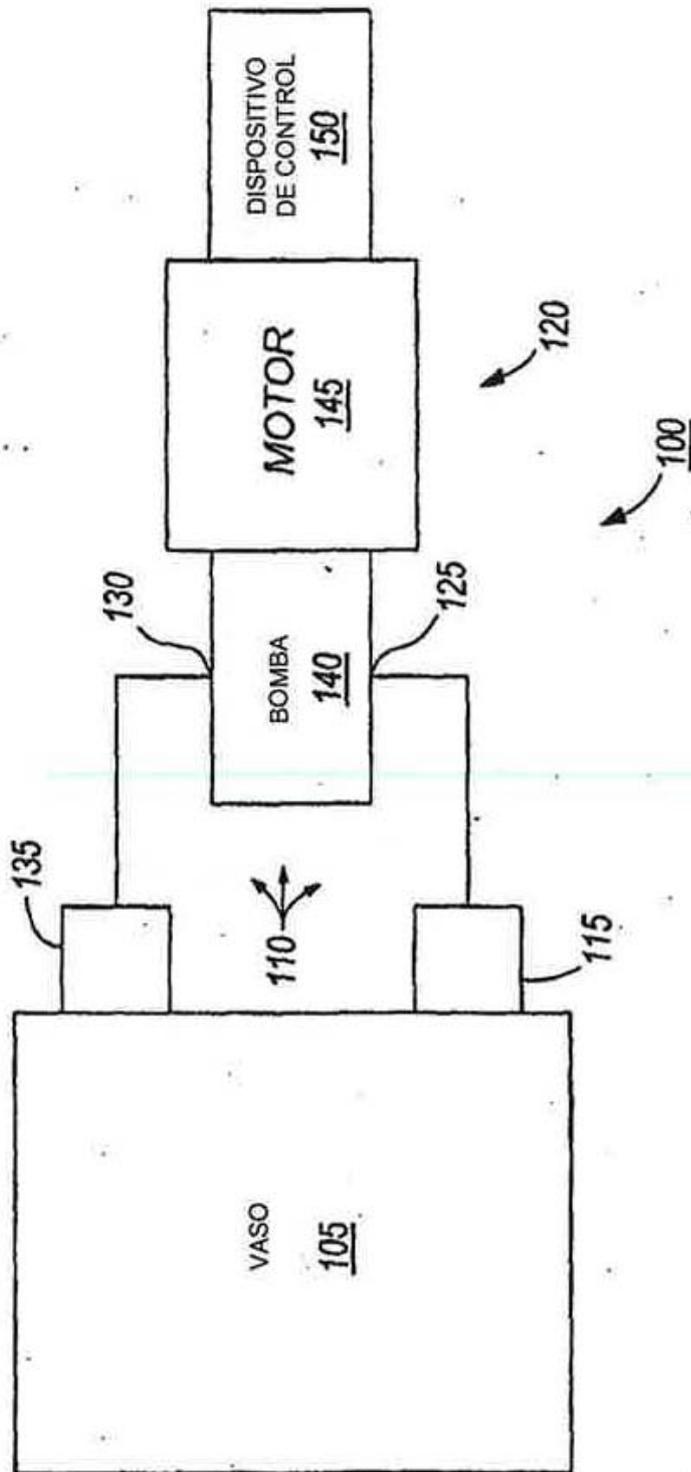


FIG. 1

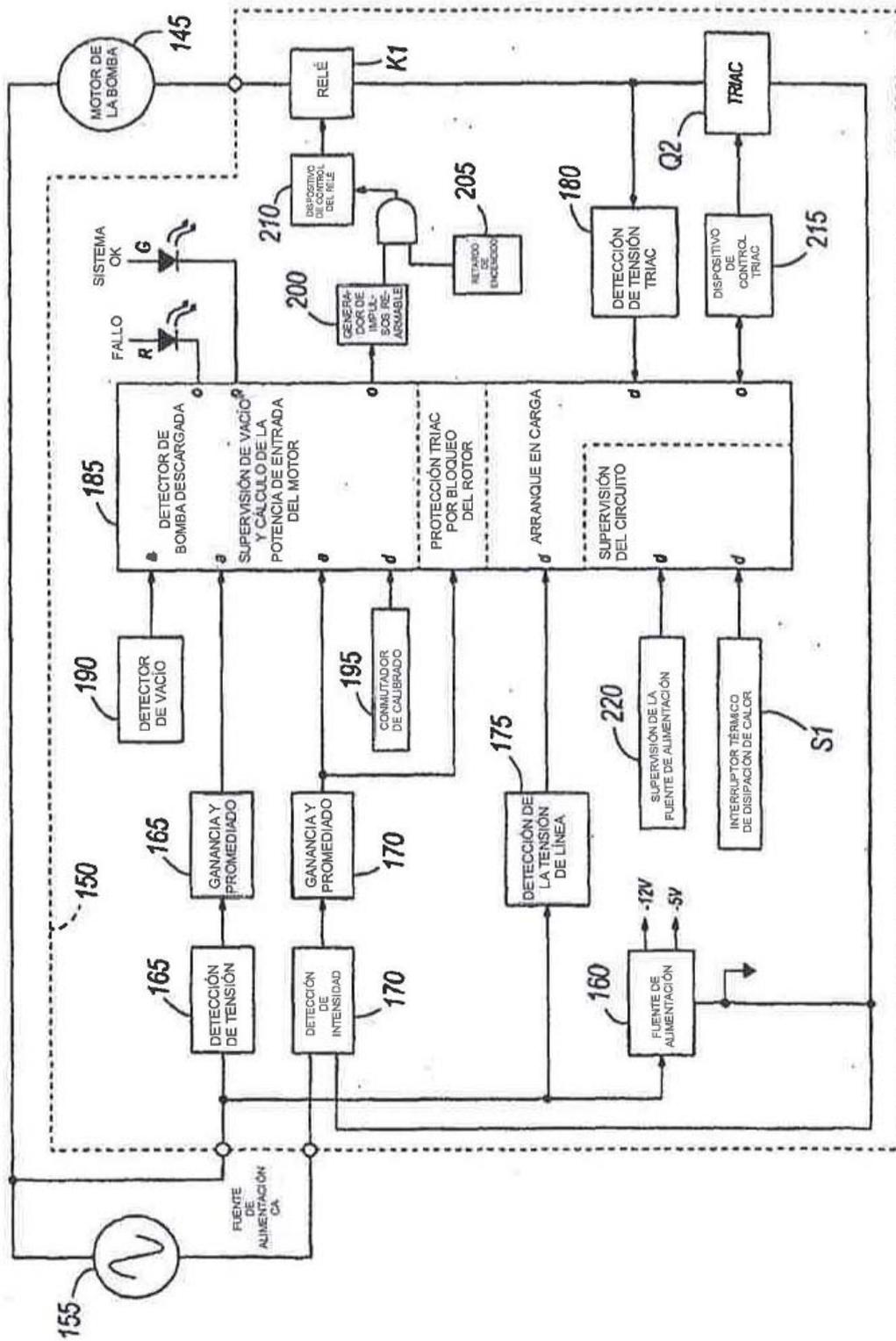


FIG. 2

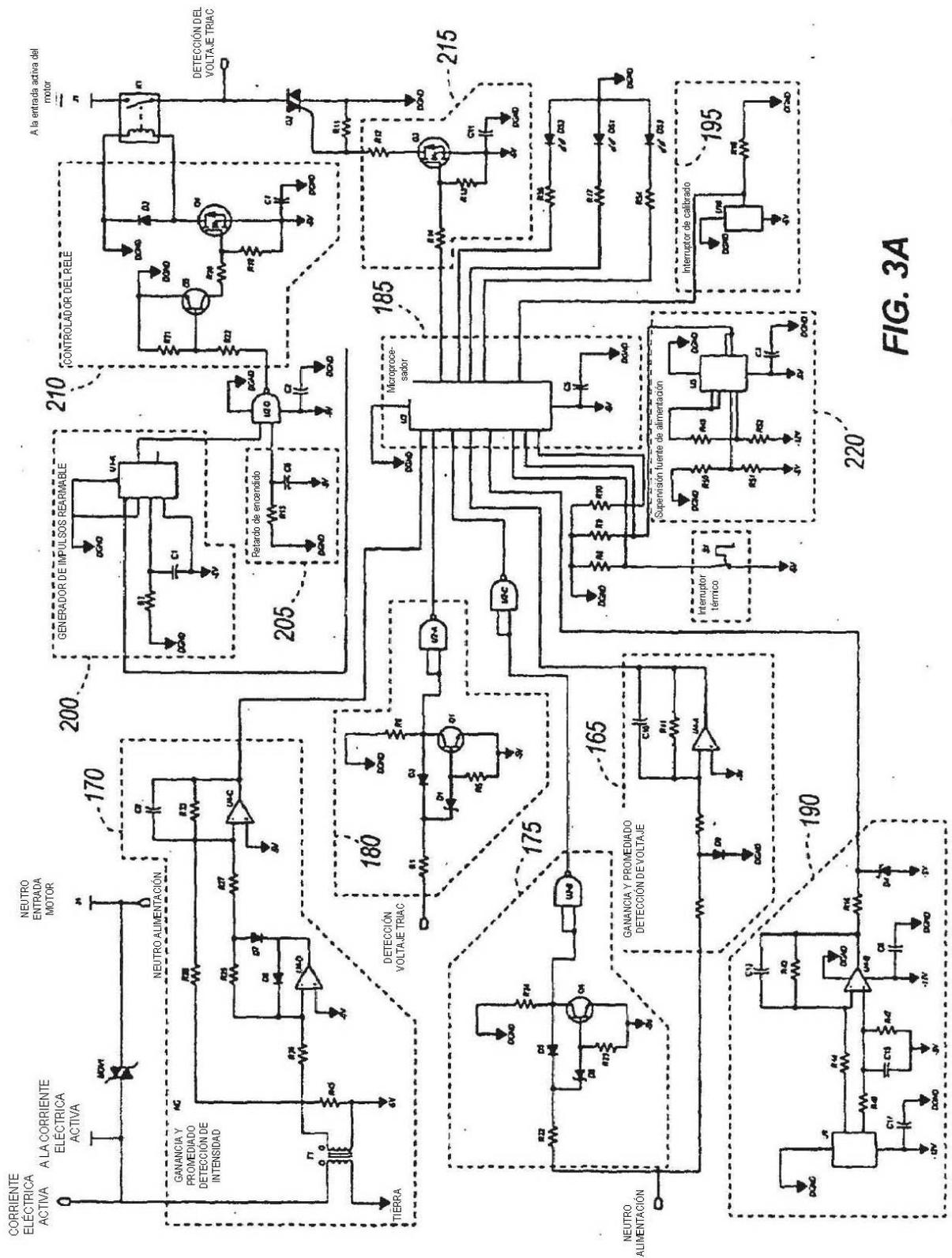


FIG. 3A

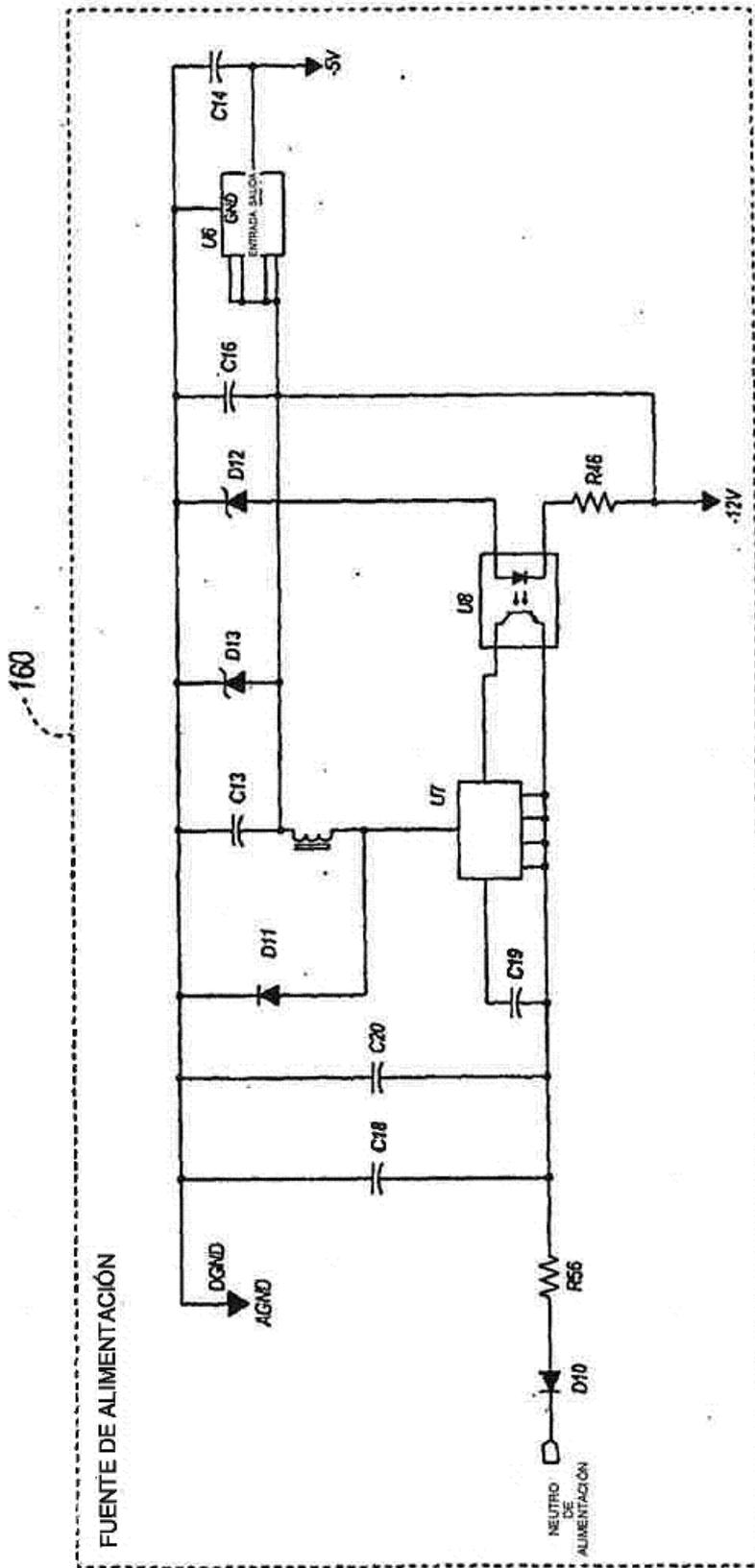


FIG. 3B

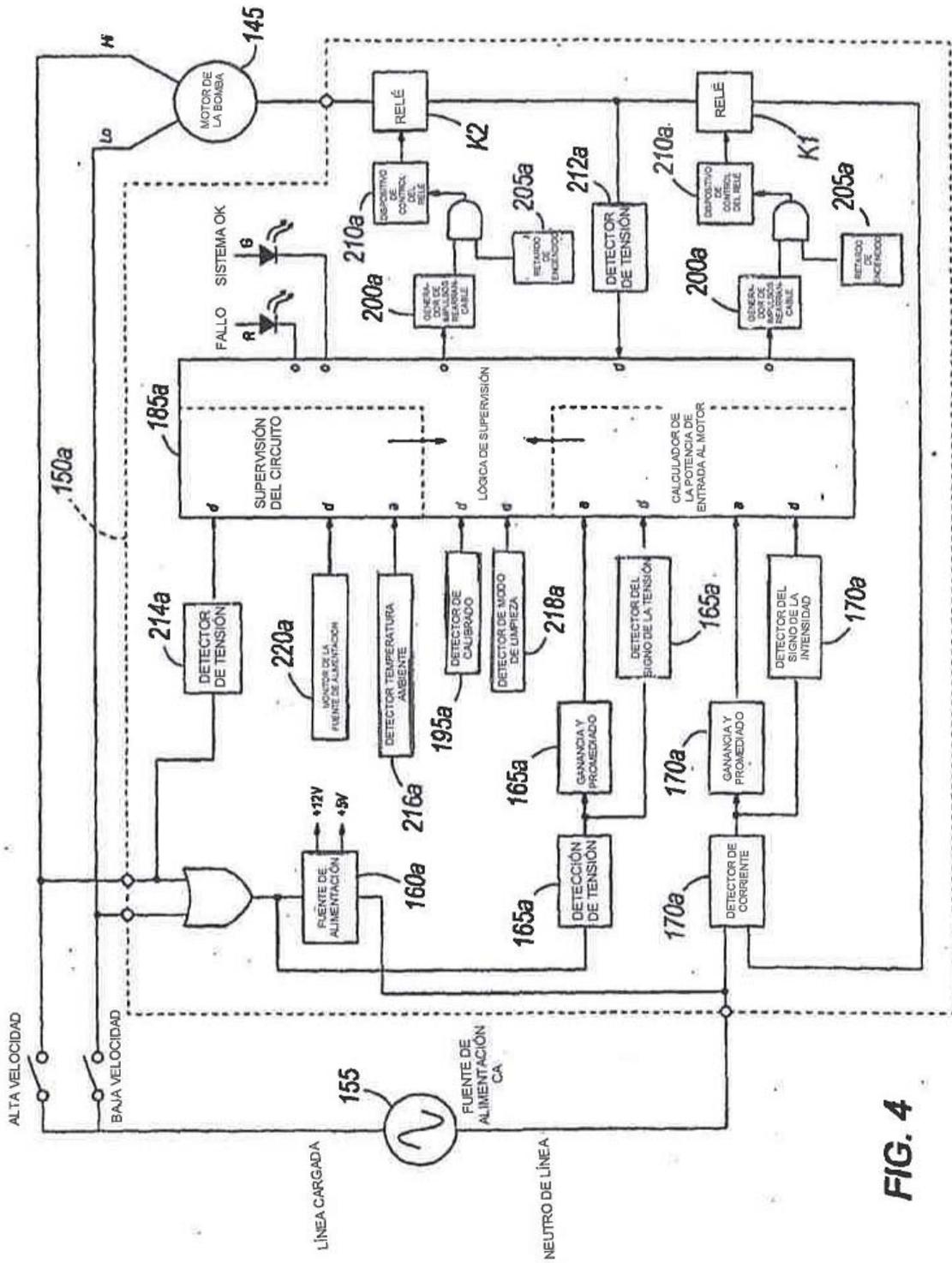


FIG. 4

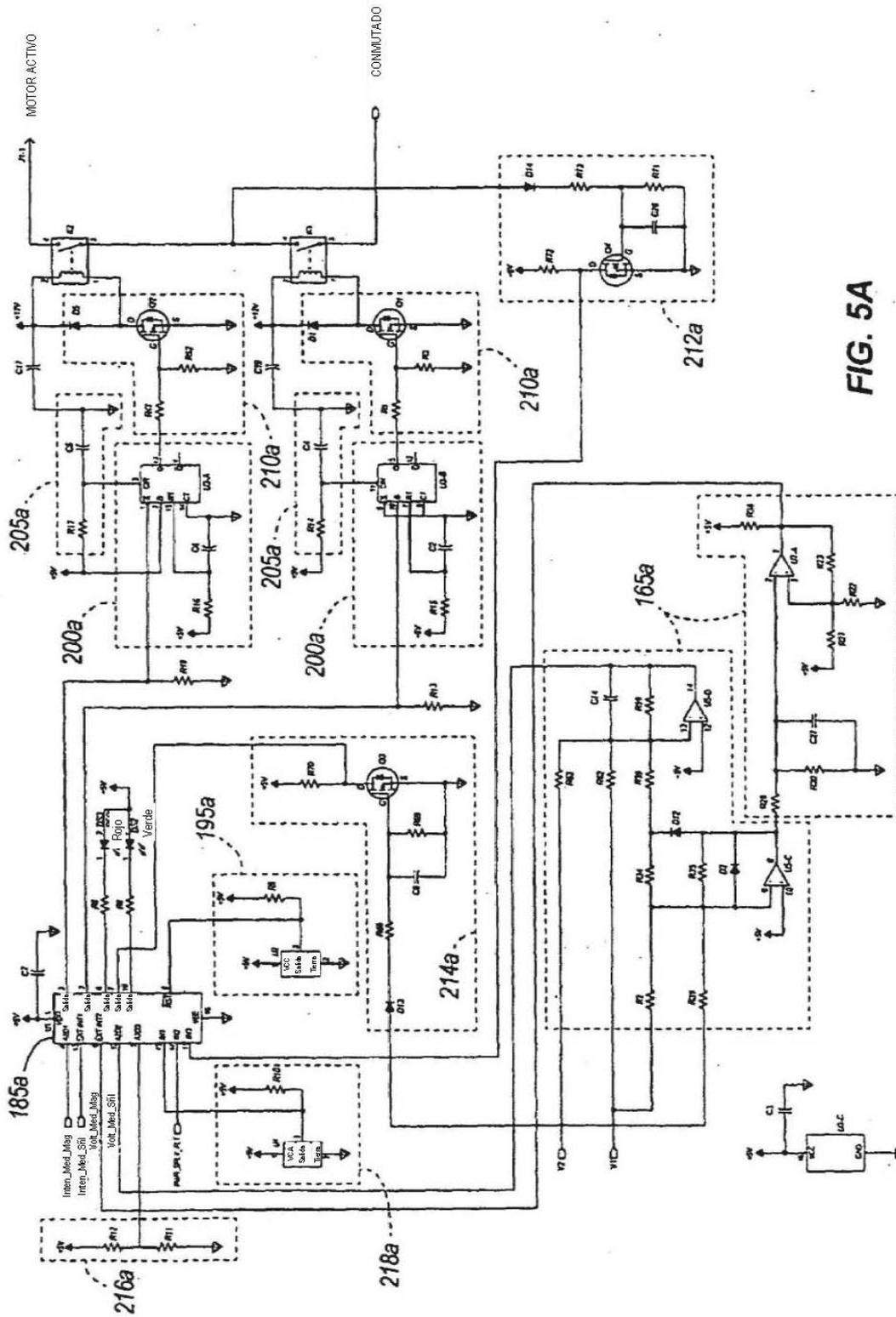


FIG. 5A

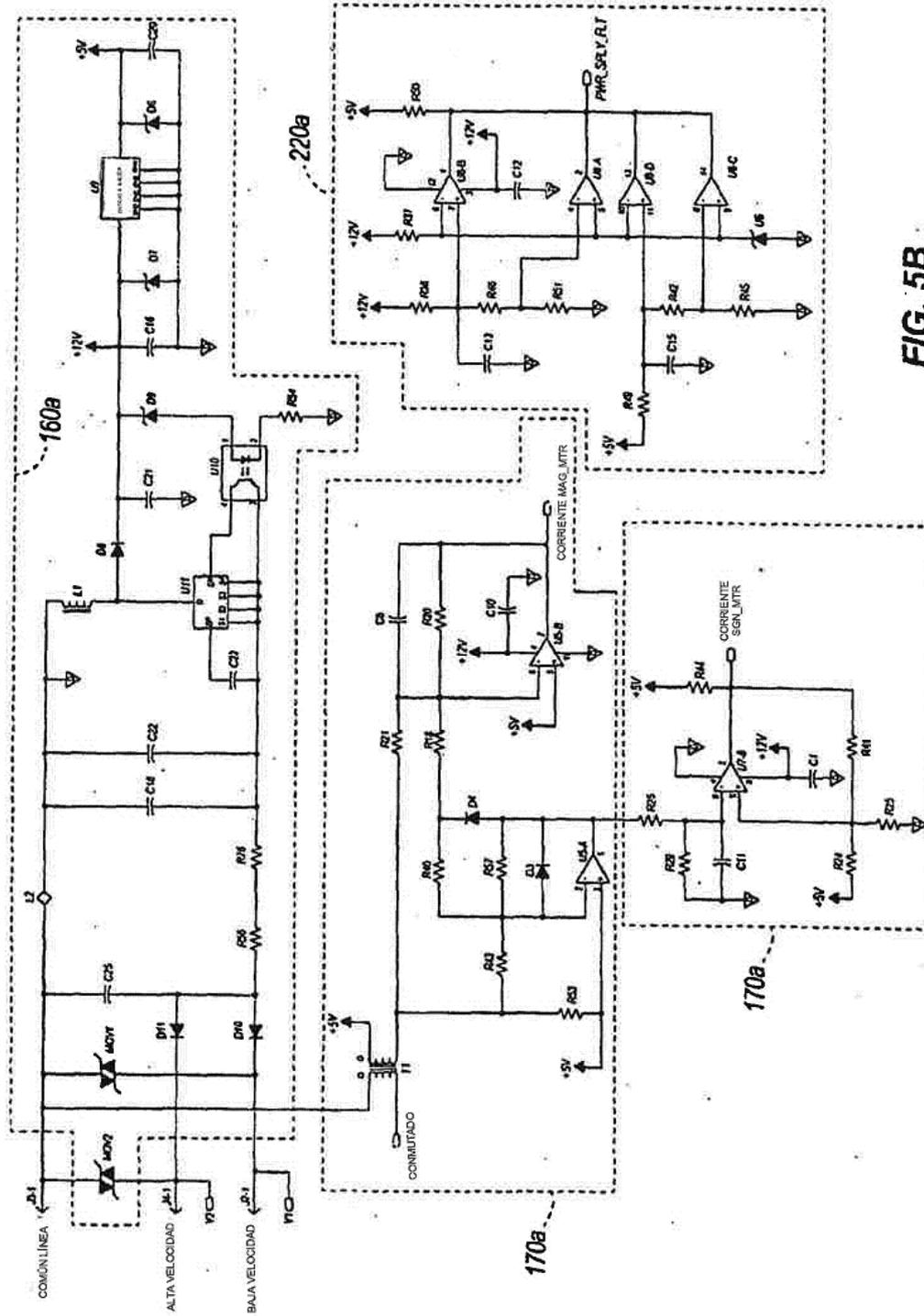


FIG. 5B

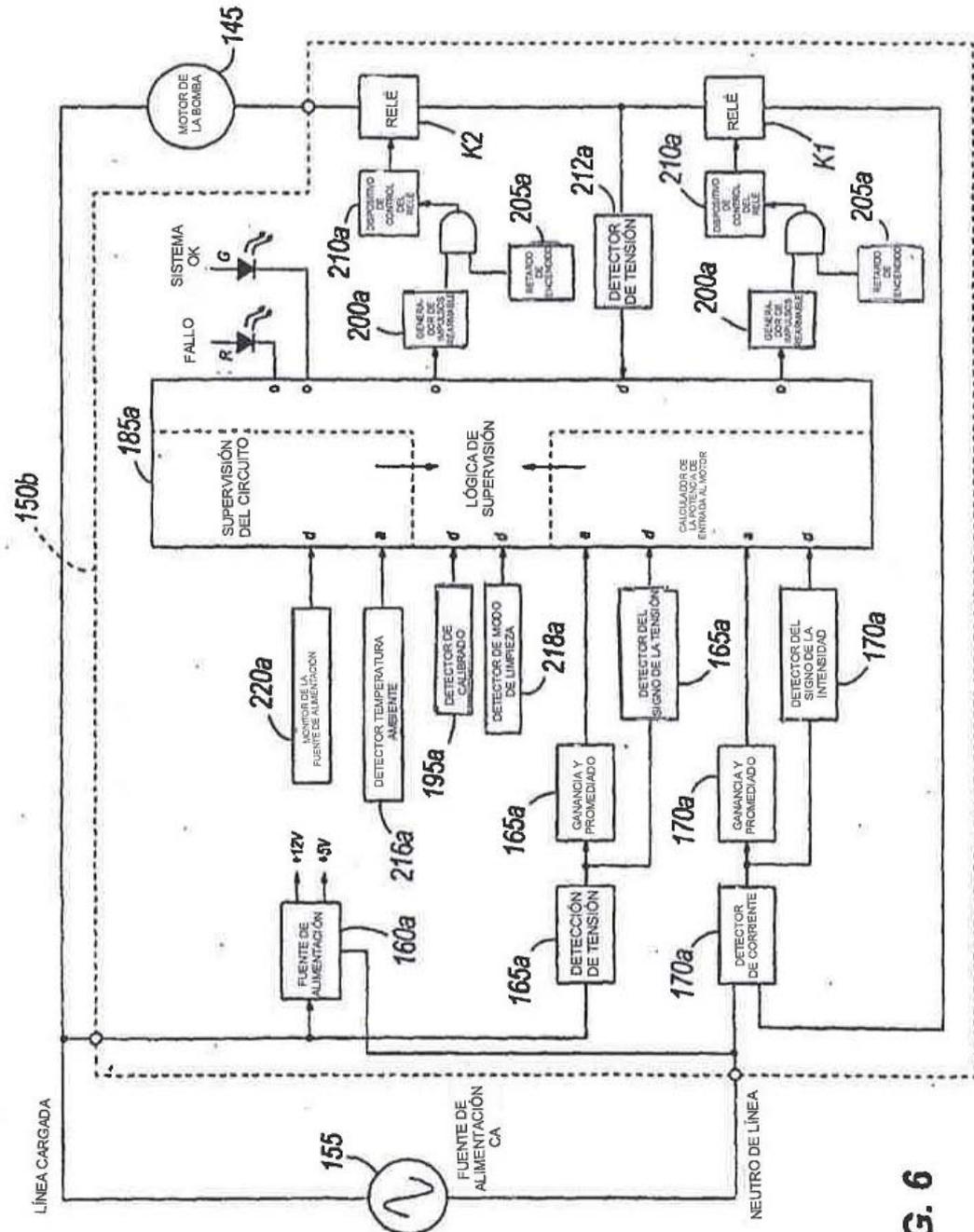


FIG. 6

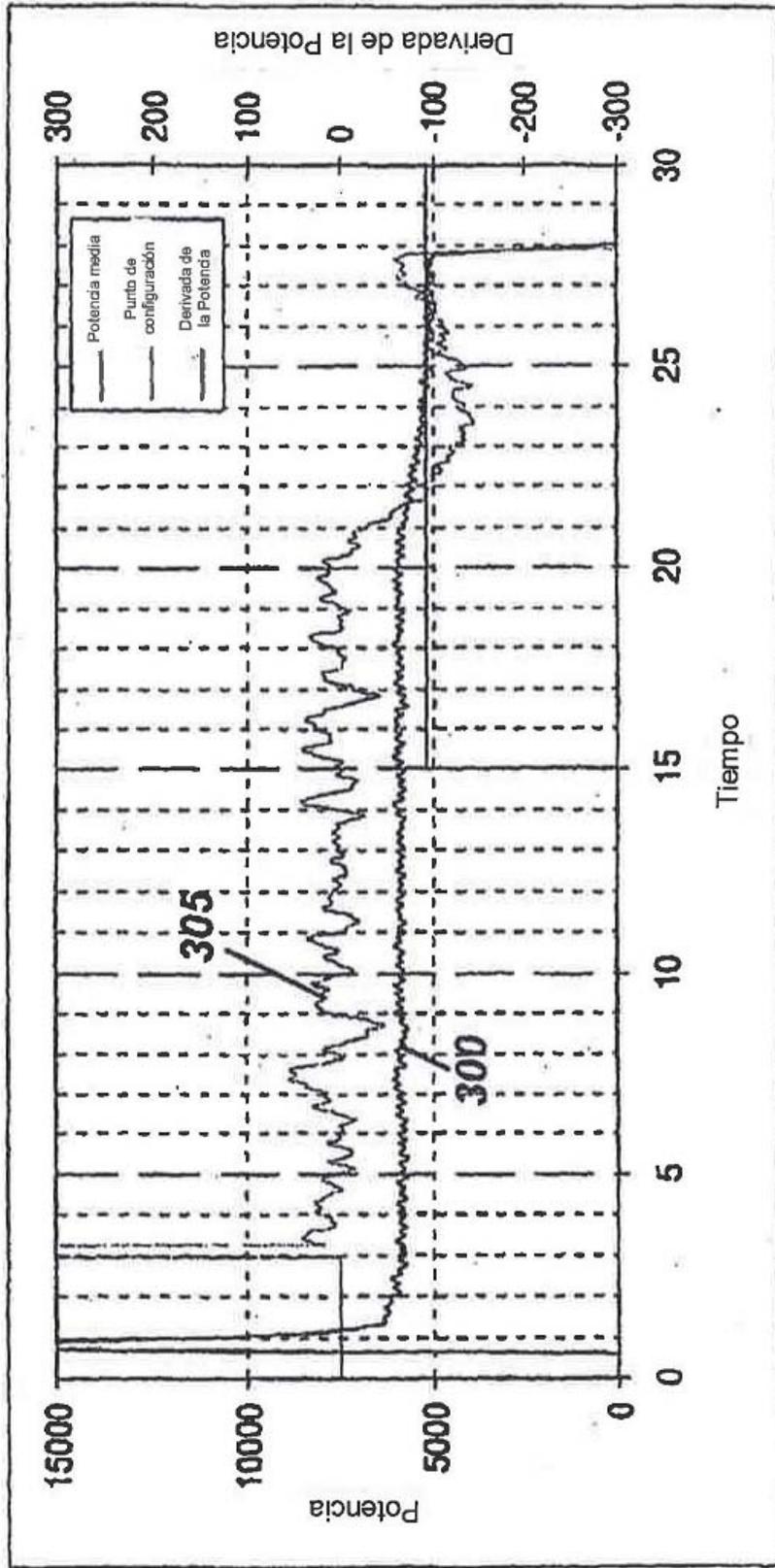


FIG. 7

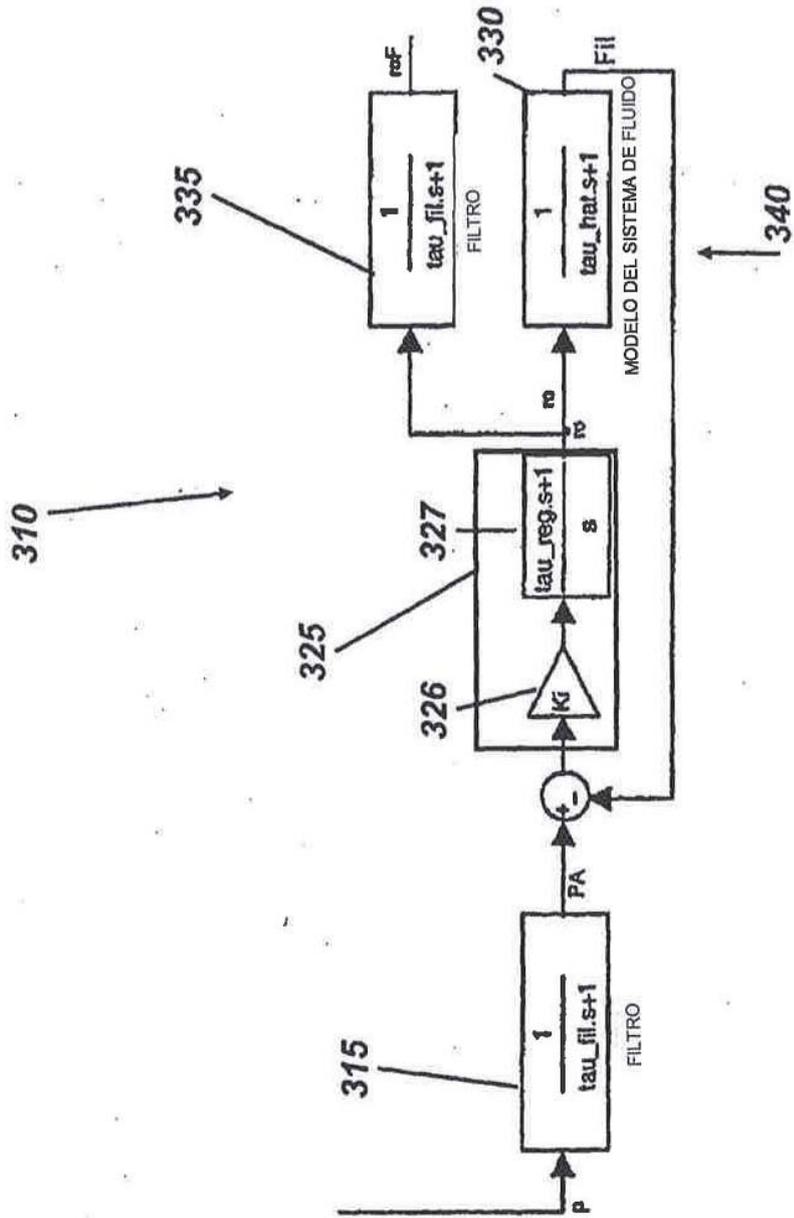


FIG. 8

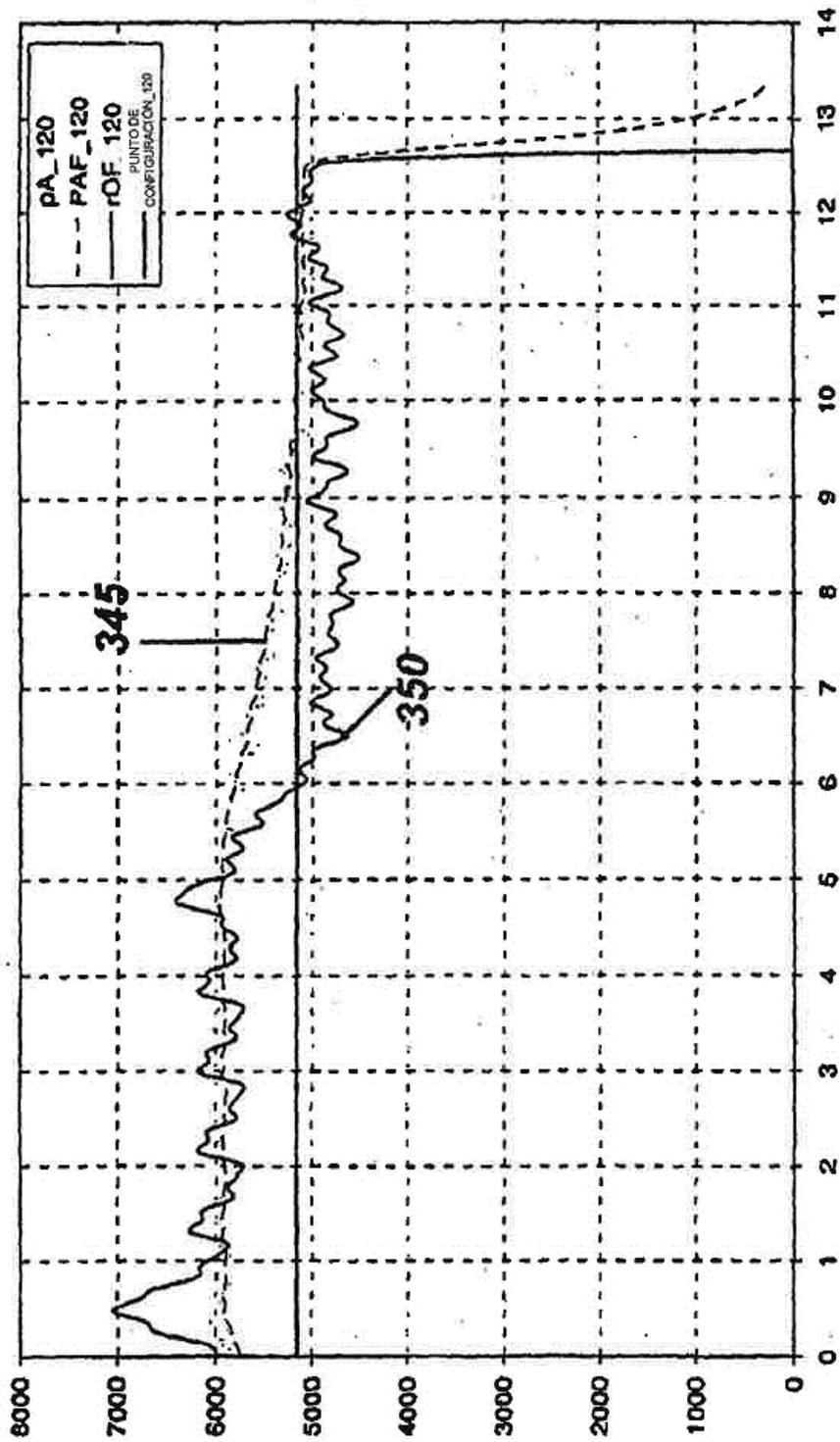


FIG. 9

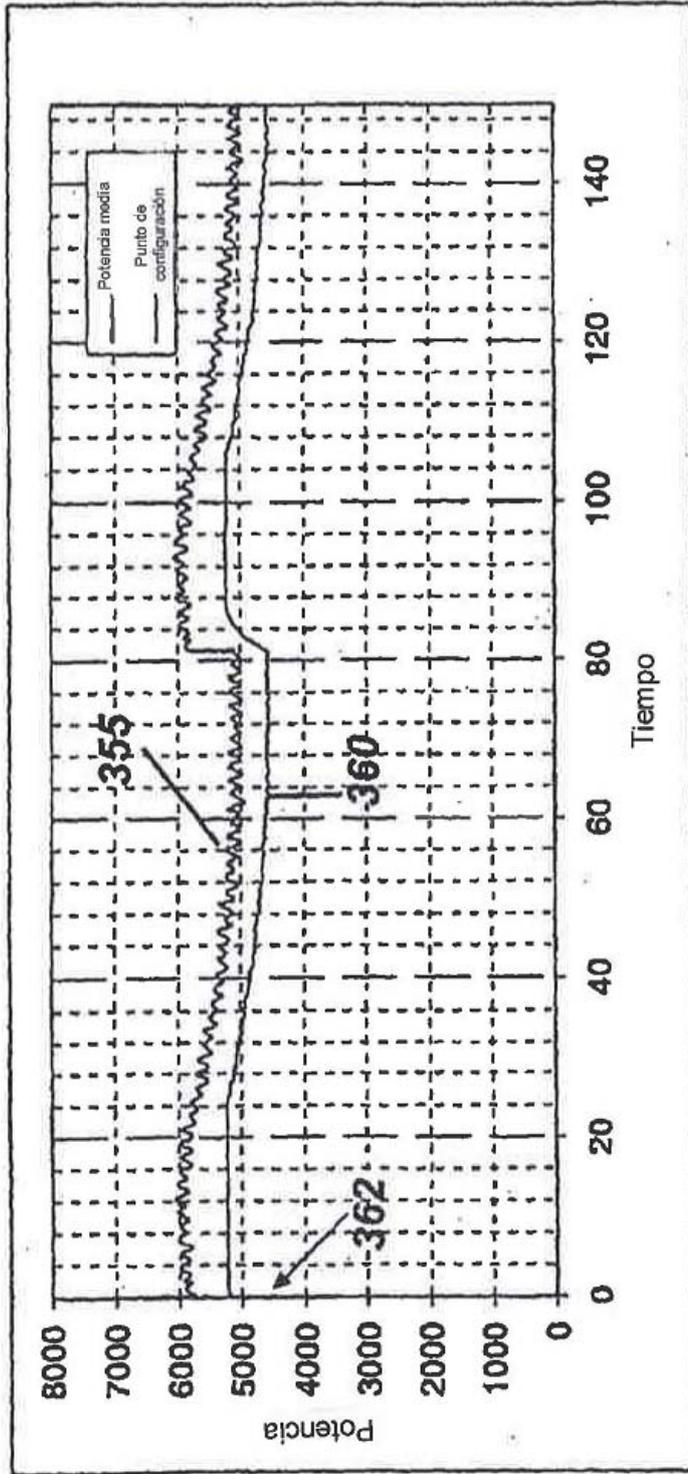


FIG. 10

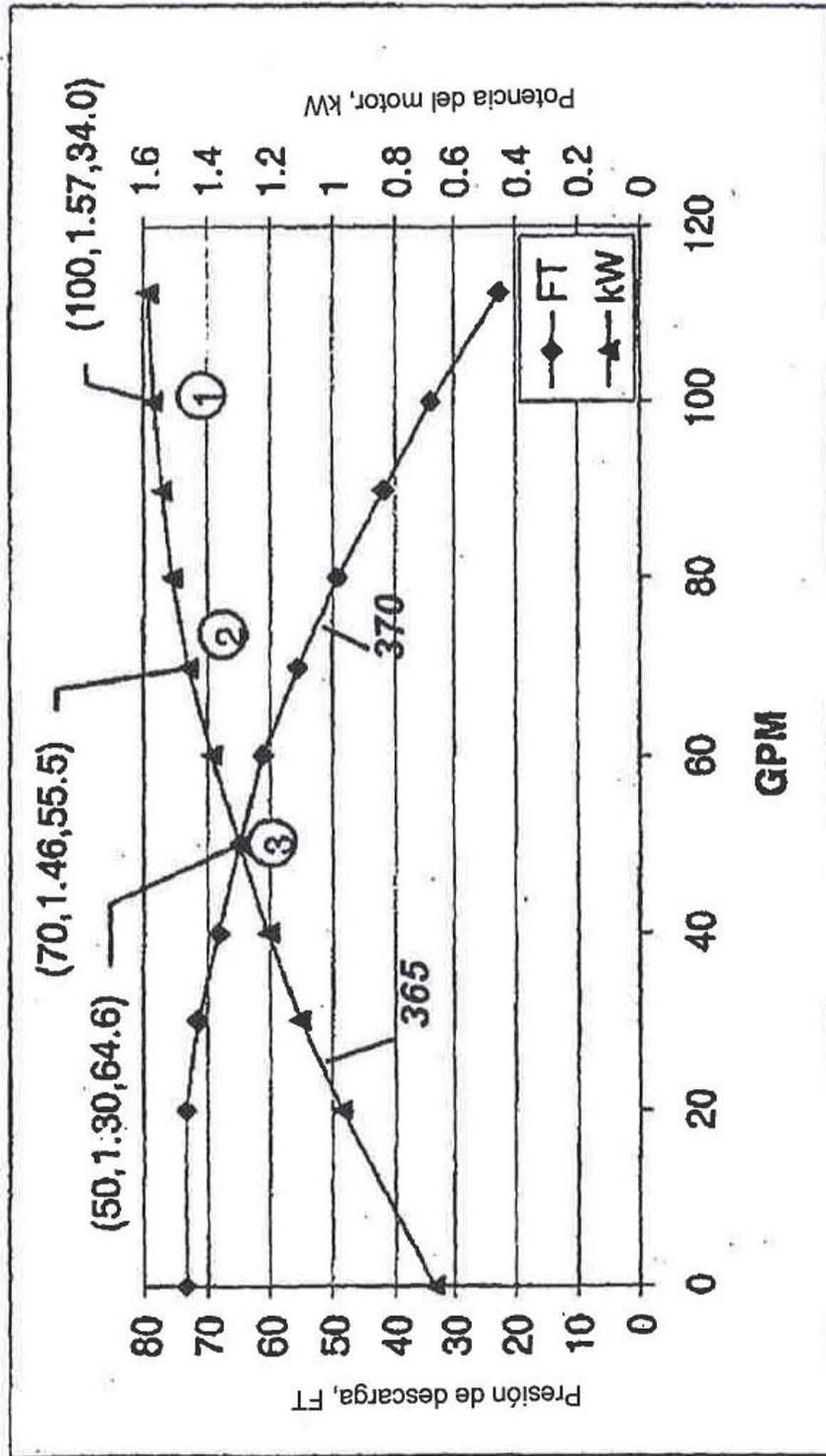


FIG. 11

RPM	GPM	FT	HP	KW
3567.45	0	73.37	0.636	0.67
3549.82	20	73.29	0.998	0.966
3541.26	30	71.33	1.161	1.104
3534.74	40	68.2	1.277	1.205
3528.5	50	64.59	1.382	1.298
3522.5	60	60.91	1.477	1.384
3517.21	70	55.48	1.555	1.457
3513.32	80	49.1	1.611	1.509
3510.71	90	41.85	1.646	1.543
3508.61	100	33.95	1.674	1.57
3507.67	112.4	22.77	1.687	1.582

FIG. 12

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

5

Documentos de patente citados en la descripción

- EP 0246769 A2 [0006]