

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 734 902**

51 Int. Cl.:

F04D 15/00 (2006.01)

F04D 15/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.10.2007** **E 07118177 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019** **EP 1914428**

54 Título: **Controlador para un motor y un procedimiento para controlar el motor**

30 Prioridad:

13.10.2006 US 549537

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

12.12.2019

73 Titular/es:

REGAL BELOIT AMERICA, INC. (100.0%)
200 State Street
Beloit, WI 53511, US

72 Inventor/es:

BRANECKY, BRIAN THOMAS y
MEHLHORN, WILLIAM LOUIS

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 734 902 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

Controlador para un motor y un procedimiento para controlar el motor

Antecedentes

5 La invención se refiere a un controlador para un motor y, particularmente, a un controlador para un motor que opera una bomba.

10 Ocasionalmente, en una piscina, spa o una aplicación similar de fluido a chorro, el desagüe principal puede resultar obstruido con un objeto, tal como una toalla o un juguete de piscina. Cuando esto sucede, la fuerza de succión de la bomba es aplicada a la obstrucción y el objeto se pega al desagüe. Esto se denomina atrapamiento por succión. Si el objeto cubre sustancialmente el desagüe (tal como una toalla que cubre el desagüe), el agua es bombeada desde el lado del desagüe de la bomba. Eventualmente, la bomba se seca, las juntas se quemán y la bomba puede resultar dañada.

Otro tipo de atrapamiento se denomina atrapamiento mecánico. El atrapamiento mecánico ocurre cuando un objeto, tal como una toalla o un juguete de piscina, se enreda en la tapa del desagüe. El atrapamiento mecánico puede afectar también al funcionamiento de la bomba.

15 Se han propuesto diversas soluciones para los atrapamientos por succión y mecánico. Por ejemplo, las nuevas construcciones de piscina deben tener dos desagües, de manera que, si un desagüe se tapona, el otro todavía permite un flujo libre y no puede producirse un atrapamiento por vacío. Sin embargo, esto no ayuda a las piscinas existentes, ya que la adición de un segundo desagüe a una piscina enterrada de un único desagüe es muy difícil y costoso. Las modernas cubiertas de desagüe de piscina están diseñadas también de manera que los diversos elementos no puedan entrelazarse con la cubierta. El documento EP 1564411 A1 se refiere a un método para determinar los fallos durante el funcionamiento de la bomba con valores almacenados predefinidos.

20 Como otro ejemplo, varios fabricantes ofrecen sistemas conocidos como sistemas de seguridad de liberación de vacío (SVRS, Safety Vacuum Release Systems). Frecuentemente, los SVRS contienen varias capas de protección para ayudar a prevenir el atrapamiento mecánico y de succión. La mayoría de los SVRS usan válvulas de liberación hidráulicas que están conectadas al lado de succión de la bomba. La válvula está diseñada para liberarse (abrirse a la atmósfera) si el vacío (o la presión) en el interior de la tubería de desagüe excede un umbral establecido, liberando de esta manera la obstrucción. Estas válvulas pueden ser muy efectivas para liberar la succión desarrollada bajo estas circunstancias. Desafortunadamente, presentan varios problemas técnicos que han limitado su uso.

Sumario

30 En una realización, la invención proporciona un método para controlar un motor que opera un aparato de bombeo de un sistema. El aparato de bombeo incluye una bomba y el motor acoplado a la bomba para operar la bomba. El método de control del motor incluye determinar un valor de disparo para un parámetro, hacer flotar el valor de disparo y supervisar el funcionamiento de la bomba. En el que la supervisión incluye determinar un valor para el parámetro, comparar el valor con el valor de disparo y determinar si la comparación indica una condición de la bomba. El método de control del motor incluye también controlar el motor para operar la bomba en base a la condición de la bomba.

40 En otra realización, la invención proporciona un aparato de bombeo para un sistema de fluido a chorro que tiene un recipiente para contener un fluido, un desagüe y un retorno. El aparato de bombeo está conectado a una fuente de alimentación e incluye una bomba que tiene una entrada conectable al desagüe y una salida conectable al retorno. La bomba está adaptada para recibir el fluido desde el desagüe y el fluido a chorro a través del retorno. El aparato de bombeo incluye también un motor acoplado a la bomba para operar la bomba, y un controlador soportado por el motor. El controlador está configurado para al menos controlar el motor. El controlador incluye una función de temporizador configurada para recibir instrucciones que indican períodos de tiempo relacionados con al menos un modo operativo del controlador.

45 En otra realización, la invención proporciona un método de control de un motor que opera un aparato de bombeo de un sistema de fluido a chorro que tiene un primer recipiente para contener un primer fluido, un primer desagüe soportado por el primer recipiente, un primer retorno soportado por el primer recipiente, un segundo recipiente para contener un segundo fluido, un segundo desagüe soportado por el segundo recipiente y un segundo retorno soportado por el segundo recipiente. El aparato de bombeo tiene una bomba con una entrada conectable al primer desagüe y al segundo desagüe, y una salida conectable al primer retorno y al segundo retorno. La bomba está adaptada para recibir el primer fluido y el segundo fluido desde el primer desagüe y el segundo desagüe, respectivamente, y emitir fluido a chorro a través del primer retorno y del segundo retorno. El aparato de bombeo incluye también que el motor esté acoplado a la bomba para operar la bomba. El método de control del motor incluye operar el sistema en uno de al menos dos estados. El primer estado incluye recibir el primer fluido desde el primer desagüe, y el segundo estado

5 incluye recibir el segundo fluido desde el segundo desagüe. El método incluye también determinar un primer valor de disparo, determinar un segundo valor de disparo, determinar un valor relacionado con un parámetro para el motor y comparar el valor con el primer valor de disparo cuando se encuentra en el primer estado. El método incluye también comparar el valor con el segundo valor de disparo cuando se encuentra en el segundo estado, determinar si al menos una de las comparaciones indica una condición de la bomba y controlar el motor para operar la bomba según la condición de la bomba.

Otras características y aspectos de la invención serán evidentes tras considerar la descripción detallada y los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

- 10 La Fig. 1 es una representación esquemática de un spa de hidromasaje que incorpora la invención.
- La Fig. 2 es un diagrama de bloques de un primer controlador que puede ser usado en el spa de hidromasaje mostrado en la Fig. 1.
- Las Figs. 3A y 3B son esquemas eléctricos del primer controlador mostrado en la Fig. 2.
- 15 La Fig. 4 es un diagrama de bloques de un segundo controlador que puede ser usado en el spa de hidromasaje mostrado en la Fig. 1.
- Las Figs. 5A y 5B son esquemas eléctricos del segundo controlador mostrado en la Fig. 4.
- La Fig. 6 es un diagrama de bloques de un tercer controlador que puede ser usado en el spa de hidromasaje mostrado en la Fig. 1.
- 20 La Fig. 7 es un gráfico que muestra una señal de potencia de entrada y una señal de potencia derivada en función del tiempo.
- La Fig. 8 es un diagrama de flujo que ilustra un observador modelo.
- La Fig. 9 es un gráfico que muestra una señal de potencia de entrada y una señal de potencia procesada en función del tiempo.
- 25 La Fig. 10 es un gráfico que muestra una señal de potencia de entrada promedio y una lectura de valor de umbral como una función del tiempo.
- La Fig. 11 es un gráfico que muestra los datos de caracterización y los datos de presión del fluido como una función del caudal.
- La Fig. 12 es un gráfico que muestra una relación numérica entre la potencia de entrada y el par.

Descripción detallada

- 30 Antes de una explicación detallada de cualquier realización de la invención, debe entenderse que la aplicación de la invención no está limitada a los detalles constructivos ni a la disposición de componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los siguientes dibujos. La invención es capaz de otras realizaciones y de ser llevada a la práctica o realizada de diversas maneras. Además, debe entenderse que la fraseología y la terminología usadas en la presente memoria tienen propósito descriptivo y no deberían considerarse como limitativas. El uso de "que incluye",
- 35 "que comprende" o "que tiene" y las variaciones de los mismos en la presente memoria pretende abarcar los elementos enumerados a continuación y sus equivalentes, así como elementos adicionales. A menos que se especifique o se limite de otra manera, los términos "montado", "conectado", "soportado" y "acoplado" y sus variaciones se usan de manera amplia e incluyen montajes, conexiones, soportes y acoplamientos directos e indirectos. Además, "conectado" y "acoplado" no están restringidos a conexiones o acoplamientos físicos o mecánicos.
- 40 La Fig. 1 representa esquemáticamente un spa 100 de hidromasaje que incorpora la invención. Sin embargo, la invención no está limitada al spa 100 de hidromasaje y puede ser usada en otros sistemas de fluido a chorro (por ejemplo, piscinas, jacuzzis, bañeras de chorro de agua, etc.). Se prevé también que la invención pueda ser usada en otras aplicaciones (por ejemplo, aplicaciones de bombeo de fluido).
- 45 Tal como se muestra en la Fig. 1, el spa 100 incluye un recipiente 105. Tal como se usa en la presente memoria, el recipiente 105 es un contenedor hueco, tal como una tina, una piscina, un tanque o una cuba que contiene una carga. La carga incluye un fluido, tal como agua clorada, y puede incluir uno o más ocupantes o elementos. El spa incluye además un sistema 110 de movimiento de fluido acoplado al recipiente 105. El sistema 110 de movimiento de fluido incluye un desagüe 115, un aparato 120 de bombeo que tiene una entrada 125 acoplada al desagüe y una salida 130,

y un retorno 135 acoplado a la salida 130 del aparato 120 de bombeo. El aparato 120 de bombeo incluye una bomba 140, un motor 145 acoplado a la bomba 140 y un controlador 150 para controlar el motor 145. Para las construcciones descritas en la presente memoria, la bomba 140 es una bomba centrífuga y el motor 145 es un motor de inducción (por ejemplo, motor de inducción con arranque con condensador y funcionamiento con condensador; motor de inducción de fase dividida; motor de inducción trifásico; etc.). Sin embargo, la invención no está limitada a este tipo de bomba o de motor. Por ejemplo, en una aplicación de bombeo diferente puede usarse un motor de corriente continua (CC) sin escobillas. Para otras construcciones, un sistema de fluido a chorro puede incluir múltiples desagües, múltiples retornos o incluso múltiples sistemas de movimiento de fluido.

Con referencia de nuevo a la Fig. 1, el recipiente 105 contiene un fluido. Cuando el sistema 110 de movimiento de fluido está activo, la bomba 140 causa que el fluido se mueva desde el desagüe 115, a través de la bomba 140, y sea emitido en forma de chorro al interior del recipiente 105. Esta operación de bombeo ocurre cuando el controlador 150 proporciona de manera controlable una potencia al motor 145, lo que resulta en un movimiento mecánico por parte 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 resulta en que el motor 145 opere mecánicamente la bomba 140 para mover el fluido. La operación del controlador 150 puede ser mediante una interfaz de operador, que puede ser tan simple como un interruptor de ENCENDIDO.

La Fig. 2 es un diagrama de bloques de una primera construcción del controlador 150, y las Figs. 3A y 3B son esquemas eléctricos del controlador 150. Tal como se muestra en la Fig. 2, el controlador 150 está conectado eléctricamente a una fuente 155 de alimentación y al motor 145.

Con referencia a la Fig. 2 y a la Fig. 3B, el controlador 150 incluye una fuente 160 de alimentación. La fuente 160 de alimentación incluye las resistencias R46 y R56; los condensadores C13, C14, C16, C18, C19 y C20; los diodos D10 y D11; los diodos D12 y D13 zener; el controlador U7 de fuente de alimentación; el regulador U6; y el interruptor U8 óptico. La fuente 160 de alimentación recibe energía desde la fuente 155 de alimentación y proporciona el voltaje de CC adecuado (por ejemplo, ± 5 VCC y ± 12 VCC) para operar el controlador 150.

Para el controlador 150 mostrado en las Figs. 2 y 3A, el controlador 150 supervisa la potencia de entrada del motor y la presión en el lado de entrada de la bomba para determinar si se ha producido una obstrucción del desagüe. Si el desagüe 115 o la tubería están obstruidos en el lado de succión de la bomba 140, la presión en ese lado de la bomba 140 aumenta. Al mismo tiempo, debido a que la bomba 140 ya no está bombeando agua, la potencia de entrada al motor 145 se reduce. Si ocurre cualquiera de estas condiciones, el controlador 150 indica un fallo, el motor 145 se detiene y se enciende un indicador de fallo.

Un circuito 165 de detección y promediado de voltaje, un circuito 170 de detección y promediado de corriente, un circuito 175 de detección de voltaje de línea, un circuito 180 de detección de voltaje de triac y el microcontrolador 185 realizan la supervisión de la potencia de entrada. Un circuito 165 de detección y promediado de voltaje ejemplar se muestra en la Fig. 3A. El circuito 165 de detección y promediado de voltaje incluye las resistencias R34, R41 y R42; el diodo D9; el condensador C10; y el amplificador U4A operacional. El circuito 165 de detección y promediado de voltaje rectifica el voltaje desde la fuente 155 de alimentación y, a continuación, realiza un promedio de CC del voltaje rectificado. A continuación, el promedio de CC es alimentado al microcontrolador 185.

Un circuito 170 de detección y promediado de corriente ejemplar se muestra en la Fig. 3A. El circuito 170 de detección y promediado de corriente incluye el transformador T1 y la resistencia R45, que actúan como un sensor de corriente que detecta la corriente aplicada al motor. El sentido de corriente y el circuito de promediado incluyen también las resistencias R25, R26, R27, R28 y R33; los diodos D7 y D8; el condensador C9; y los amplificadores U4C y U4D operacionales, que rectifican y promedian el valor que representa la corriente detectada. Por ejemplo, el escalado resultante del circuito 170 de detección y promediado de corriente puede ser un valor negativo de cinco a cero voltios correspondiente a un valor RMS de cero a veinticinco amperios. A continuación, el promedio de CC resultante es alimentado al microcontrolador 185.

Un circuito 175 de detección de voltaje de línea ejemplar se muestra en la Fig. 3A. El circuito 175 de detección de voltaje de línea incluye las resistencias R23, R24 y R32; el diodo D5; el diodo D6 zener; el transistor Q6; y la puerta U2B NAND. El circuito 175 de detección de voltaje de línea incluye un detector de cruce por cero que genera una señal de impulsos. La señal de impulsos incluye los impulsos que son generados cada vez que el voltaje de línea cruza por cero voltios.

Un circuito 180 de detección de voltaje de triac ejemplar se muestra en la Fig. 3A. El circuito 180 de detección de voltaje de triac incluye las resistencias R1, R5 y R6; el diodo D2; el diodo D1 zener; el transistor Q1; y la puerta U2A NAND. El circuito de detección de voltaje de triac incluye un detector de cruce por cero que genera una señal de impulsos. La señal de impulsos incluye impulsos que son generados cada vez que la corriente del motor cruza por cero.

Un microcontrolador 185 ejemplar que puede ser usado con la invención es un microcontrolador de la marca Motorola, modelo nº MC68HC908QY4CP. El microcontrolador 185 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 incluye también memoria de almacenamiento de datos. El microcontrolador 185 puede incluir otros circuitos (por ejemplo, un convertidor analógico-a-digital) necesarios para hacer funcionar el microcontrolador 185. En general, el microcontrolador 185 recibe entradas (señales o datos), ejecuta instrucciones de software para analizar las entradas y genera salidas (señales o datos) en base a los análisis. Aunque se muestra y se describe el microcontrolador 185, las funciones del microcontrolador 185 pueden ser implementadas con otros dispositivos, incluyendo una diversidad de circuitos integrados (por ejemplo, un circuito integrado específico de aplicación), dispositivos programables y/o dispositivos discretos, tal como sería evidente para una persona con conocimientos ordinarios en la técnica. Además, se prevé que el microcontrolador 185 o un circuito similar pueda estar distribuido entre múltiples microcontroladores 185 o circuitos similares. Se prevé también que el microcontrolador 185 o circuitos similares puedan realizar la función de algunos de los otros circuitos descritos anteriormente (por ejemplo, los circuitos 165-180) anteriores para el controlador 150. Por ejemplo, en algunas construcciones, el microcontrolador 185 puede recibir un voltaje detectado y/o una corriente detectada y determinar un voltaje promedio, una corriente promedio, los cruces por cero del voltaje detectado y/o los cruces por cero de la corriente detectada.

El microcontrolador 185 recibe las señales que representan el voltaje promedio aplicado al motor 145, la corriente promedio a través del motor 145, los cruces por cero del voltaje del motor y los cruces por cero de la corriente del motor. En base a los cruces por cero, el microcontrolador 185 puede determinar un factor de potencia. El factor de potencia puede ser calculado usando ecuaciones matemáticas conocidas o usando una tabla de búsqueda basada en las ecuaciones matemáticas. A continuación, el microcontrolador 185 puede calcular una potencia con el voltaje promedio, la corriente promedio y el factor de potencia, tal como se conoce. Tal como se describirá más adelante, el microcontrolador 185 compara la potencia calculada con un valor de calibración de potencia para determinar si hay presente o no una condición de fallo (por ejemplo, debido a una obstrucción).

Con referencia una vez más a las Figs. 2 y 3A, un circuito 190 sensor de presión (o de vacío) y el microcontrolador 185 supervisan la presión en el lado de entrada de la bomba. Un circuito 190 sensor de presión ejemplar se muestra en la Fig. 3A. El circuito 190 sensor de presión incluye las resistencias R16, R43, R44, R47 y R48; los condensadores C8, C12, C15 y C17; el diodo D4 zener, el sensor U9 piezorresistivo y el amplificador U4-B operacional. El sensor U9 piezorresistivo está conectado al lado de succión de la bomba 140. El circuito 190 sensor de presión y el microcontrolador 185 convierten y amplifican la señal generada por el sensor U9 piezorresistivo a un valor que representa la presión de entrada. Tal como se explicará más adelante, el microcontrolador 185 compara el valor de presión resultante con un valor de calibración de presión para determinar si existe o no una condición de fallo (por ejemplo, debido a una obstrucción).

La calibración del controlador 150 ocurre cuando el usuario activa un interruptor 195 de calibración. Un interruptor 195 de calibración ejemplar se muestra en la Fig. 3A. El interruptor 195 de calibración incluye la resistencia R18 y el interruptor U10 de efecto Hall. Cuando un imán pasa cerca del interruptor U10 de efecto Hall, el interruptor 195 genera una señal proporcionada al microcontrolador 185. Tras recibir la señal, el microcontrolador 185 almacena un valor de calibración de presión para el sensor de presión mediante la adquisición de la presión actual y almacena un valor de calibración de potencia para el motor mediante el cálculo de la potencia actual.

Tal como se ha indicado anteriormente, el controlador 150 proporciona potencia, de manera controlable, al motor 145. Con referencias a las Figs. 2 y 3A, el controlador 150 incluye un circuito 200 generador de impulsos re-disparable. El circuito 200 generador de impulsos re-disparable incluye la resistencia R7, el condensador C1 y el generador U1A de impulsos, y emite un valor a la puerta U2D NAND si el circuito 200 generador de impulsos re-disparable recibe una señal que tiene una frecuencia de impulsos mayor que una frecuencia establecida determinada por la resistencia R7 y el condensador C1. La puerta U2D NAND recibe también una señal desde el circuito 205 de retardo de encendido, que previene un disparo molesto del relé en el arranque. La salida de la puerta U2D NAND es proporcionada al circuito 210 controlador de relé. El circuito 210 controlador de relé mostrado en la Fig. 3A incluye las resistencias R19, R20, R21 y R22; el condensador C7; el diodo D3; y los interruptores Q5 y Q4. El circuito 210 controlador de relé controla el relé K1.

El microcontrolador 185 proporciona también una salida al circuito 215 controlador de triac, que controla el triac Q2. Tal como se muestra en la Fig. 3A, el circuito 215 controlador de triac incluye las resistencias R12, R13 y R14; el condensador C11; y el interruptor Q3. Con el fin de que la corriente fluya al motor, el relé K1 debe cerrarse y el triac Q2 debe ser activado.

El controlador 150 incluye también un termointerruptor S1 para supervisar el disipador de calor del triac, un supervisor 220 de fuente de alimentación para supervisar los voltajes producidos por la fuente 160 de alimentación, y múltiples LEDs DS1, DS2 y DS3 para proporcionar información al usuario. En la construcción mostrada, un LED DS1 verde indica que se está aplicando energía al controlador 150, un LED DS2 rojo indica que ha ocurrido un fallo y un tercer

ES 2 734 902 T3

LED DS3 es un LED de parpadeante que indica que el microcontrolador 185 está funcionando. Por supuesto, pueden usarse otras interfaces para proporcionar información al operador.

5 A continuación, se describe la secuencia normal de eventos para un método de operación del controlador 150. Cuando el sistema 110 de movimiento de fluido es activado inicialmente, es posible que el sistema 110 tenga que extraer aire de la tubería en el lado de succión y hacer que el fluido fluya suavemente. Normalmente, este período de "cebado" dura solo unos segundos, pero podría durar un minuto o más si hay mucho aire en el sistema. Después del cebado, el flujo de agua, la presión en el lado de succión y la potencia de entrada del motor permanecen relativamente constantes. Es durante este período de funcionamiento normal cuando el circuito es eficaz para detectar un evento anormal. El microcontrolador 185 incluye una función de bloqueo de inicio que previene que el supervisor detecte condiciones anormales durante el período de cebado.

10 Una vez que el sistema 110 funciona sin problemas, el operador del spa puede calibrar el controlador 150 a las condiciones de funcionamiento actuales del spa. Los valores de calibración son almacenados en la memoria del microcontrolador 185 y serán usados como base para supervisar el spa 100. Si por alguna razón, las condiciones de funcionamiento del spa cambian, el controlador 150 puede ser recalibrado por el operador. Sin embargo, si en cualquier momento durante las operaciones normales, la presión en el lado de succión aumenta sustancialmente (por ejemplo, 12%) sobre el valor de calibración de presión, o si la potencia de entrada del motor se reduce (por ejemplo, 12%) por debajo del valor de calibración de potencia, la bomba se apagará y se enciende un indicador de fallo.

15 Tal como se ha indicado anteriormente, el controlador 150 mide la potencia de entrada del motor y no solo el factor de potencia o la corriente de entrada del motor. Algunos motores tienen características eléctricas tales que el factor de potencia permanece constante mientras el motor no está sometido a carga. Otros motores tienen una característica eléctrica tal que la corriente permanece relativamente constante cuando la bomba no está sometida a carga. Sin embargo, la potencia de entrada se reduce en los sistemas de bombeo cuando el desagüe está obstruido y se impide el flujo de agua.

20 El circuito 165 de detección y promediado de voltaje genera un valor que representa el voltaje promedio de la línea eléctrica y el circuito 170 de detección y promediado de corriente genera un valor que representa la corriente promedio del motor. El factor de potencia del motor es derivado a partir de la diferencia entre los eventos de cruce por cero de la línea eléctrica y los eventos de cruce por cero del triac. El circuito 175 de detección de voltaje de línea proporciona una señal que representa los cruces por cero de la línea de alimentación. Los cruces por cero del triac ocurren en los cruces por cero de la corriente del motor. El circuito 180 de detección de voltaje de triac proporciona una señal que representa los cruces por cero del triac. La diferencia de tiempo entre los eventos de cruce por cero es usada para obtener el factor de potencia del motor desde una tabla almacenada en el microcontrolador 185. A continuación, estos datos son usados para calcular la potencia de entrada del motor usando la ecuación e1.

$$25 \quad [e1] \quad V_{prom} * I_{prom} * PF = Potencia_de_entrada_de_motor$$

30 A continuación, la potencia_de_entrada_de_motor calculada es comparada con el valor calibrado para determinar si ha ocurrido o no un fallo. Si ha ocurrido un fallo, se corta la alimentación al motor y el LED DS2 de fallo se enciende.

35 La Fig. 4 es un diagrama de bloques de una segunda construcción del controlador 150a, y las Figs. 5A y 5B son un esquema eléctrico del controlador 150a. Tal como se muestra en la Fig. 4, el controlador 150a está conectado eléctricamente a una fuente 155 de alimentación y al motor 145.

40 Con referencia a la Fig. 4 y a la Fig. 5B, el controlador 150a incluye una fuente 160a de alimentación. La fuente 160a de alimentación incluye las resistencias R54, R56 y R76; los condensadores C16, C18, C20, C21, C22, C23 y C25; los diodos D8, D10 y D11; los diodos D6, D7 y D9 zener; el controlador U11 de fuente de alimentación; el regulador U9; los inductores L1 y L2, los supresores MOV1 y MOV2 de sobretensiones, y el interruptor U10 óptico. La fuente 160a de alimentación recibe energía desde la fuente 155 de alimentación y proporciona el voltaje de CC apropiado (por ejemplo, +5 VDC y +12 VDC) para operar el controlador 150a.

45 Para el controlador 150a mostrado en la Fig. 4, la Fig. 5A y la Fig. 5B, el controlador 150a supervisa la potencia de entrada del motor para determinar si se ha producido una obstrucción del desagüe. De manera similar a la construcción descrita anteriormente, si el desagüe 115 o la tubería están obstruidos en el lado de succión de la bomba 140, la bomba 140 ya no bombeará agua y la potencia de entrada al motor 145 se reducirá. Si se produce esta condición, el controlador 150a declara un fallo, el motor 145 se apaga y se enciende un indicador de fallo.

50 Un circuito 165a de detección y promediado de voltaje, un circuito 170a de detección y promediado de corriente y el microcontrolador 185a realizan la supervisión de la potencia de entrada. Un circuito 165a de detección y promediado de voltaje ejemplar se muestra en la Fig. 5A. El circuito 165a de detección y promediado de voltaje incluye las resistencias R2, R31, R34, R35, R39, R59, R62 y R63; los diodos D2 y D12; el condensador C14; y los amplificadores U5C y U5D operacionales. El circuito 165a de detección y promediado de voltaje rectifica el voltaje desde la fuente 155 de

alimentación y, a continuación, realiza un promediado de CC del voltaje rectificado. A continuación, el promedio de CC es alimentado al microcontrolador 185a. El circuito 165a de detección y promediado de voltaje incluye además las resistencias R22, R23, R27, R28, R30 y R36; el condensador C27; y el comparador U7A; que proporciona el signo de la forma de onda de voltaje (es decir, actúa como un detector de cruce por cero) al microcontrolador 185a.

5 Un circuito 170a de detección y promediado de corriente ejemplar se muestra en la Fig. 5B. El circuito 170a de detección y promediado de corriente incluye el transformador T1 y la resistencia R53, que actúan como un sensor de corriente que detecta la corriente aplicada al motor 145. El circuito 170a de detección y promediado de corriente incluye también las resistencias R18, R20, R21, R40, R43 y R57; los diodos D3 y D4; el condensador C8; y los amplificadores U5A y U5B operacionales, que rectifican y promedian el valor que representa la corriente detectada. Por ejemplo, el
10 escalado resultante del circuito 170a de detección y promediado de corriente puede ser un valor positivo de cinco a cero voltios correspondiente a un valor RMS de cero a veinticinco amperios. A continuación, el promedio de CC resultante es alimentado al microcontrolador 185a. El circuito 170a de detección y promediado de corriente incluye además las resistencias R24, R25, R26, R29, R41 y R44; el condensador C11; y el comparador U7B; que proporciona el signo de la forma de onda de corriente (es decir, actúa como un detector de cruce por cero) al microcontrolador
15 185a.

Un microcontrolador 185a ejemplar que puede ser usado con la invención es un microcontrolador de la marca Motorola, modelo nº MC68HC908QY4CP. De manera similar a la descripción para la construcción anterior, el microcontrolador 185a incluye un procesador y una memoria. La memoria incluye instrucciones de software que son
20 leídas, interpretadas y ejecutadas por el procesador para manipular datos o señales. La memoria incluye también memoria de almacenamiento de datos. El microcontrolador 185a puede incluir otros circuitos (por ejemplo, un convertidor analógico-a-digital) necesarios para operar el microcontrolador 185a y/o puede realizar la función de algunos de los otros circuitos descritos anteriormente para el controlador 150a. En general, el microcontrolador 185a recibe entradas (señales o datos), ejecuta instrucciones de software para analizar las entradas y genera salidas (señales o datos) en base a los análisis.

25 El microcontrolador 185a recibe las señales que representan el voltaje promedio aplicado al motor 145, la corriente promedio a través del motor 145, los cruces por cero del voltaje del motor y los cruces por cero de la corriente del motor. En base a los cruces por cero, el microcontrolador 185a puede determinar un factor de potencia y una potencia, tal como se ha descrito anteriormente. A continuación, el microcontrolador 185a puede comparar la potencia calculada con un valor de calibración de potencia para determinar si hay presente una condición de fallo (por ejemplo, debido a
30 una obstrucción).

La calibración del controlador 150a ocurre cuando el usuario activa un interruptor 195a de calibración. Un interruptor 195a de calibración ejemplar se muestra en la Fig. 5A, que es similar al interruptor 195 de calibración mostrado en la Fig. 3A. Por supuesto, son posibles otros interruptores de calibración. En un método de operación para el interruptor 195a de calibración, debe sostenerse un control remoto de calibración cerca del interruptor 195a cuando el controlador
35 150a recibe una potencia inicial. Después de retirar el imán y el ciclo de alimentación, el controlador 150a pasa por la etapa de cebado y entra a un modo de calibración automática (que se explica a continuación).

El controlador 150a proporciona potencia de manera controlable al motor 145. Con referencia a las Figs. 4 y 5A, el controlador 150a incluye un circuito 200a generador de impulsos re-disparable. El circuito 200a generador de impulsos re-disparable incluye las resistencias R15 y R16, los condensadores C2 y C6, y los generadores U3A y U3B de
40 impulsos, y emite un valor al circuito 210a controlador de relé si el circuito 200a generador de impulsos re-disparable recibe una señal que tiene una frecuencia de impulsos mayor que una frecuencia establecida determinada por las resistencias R15 y R16 y los condensadores C2 y C6. Los generadores U3A y U3B de impulsos re-disparables reciben también una señal desde el circuito 205a de retardo de encendido, lo que previene un disparo molesto de los relés en el arranque. Los circuitos 210a de controlador de relé mostrados en la Fig. 5A incluyen las resistencias R1, R3, R47 y
45 R52; los diodos D1 y D5; y los interruptores Q1 y Q2. Los circuitos 210a de control de relé controlan los relés K1 y K2. Con el fin de que la corriente fluya al motor, deben "cerrarse" ambos relés K1 y K2.

El controlador 150a incluye además dos detectores 212a y 214a de voltaje. El primer detector 212a de voltaje incluye las resistencias R71, R72 y R73; el condensador C26; el diodo D14; y el interruptor Q4. El primer detector 212a de voltaje detecta cuándo hay un voltaje presente en el relé K1, y verifica que los relés estén funcionando apropiadamente
50 antes de permitir que el motor sea energizado. El segundo detector 214a de voltaje incluye las resistencias R66, R69 y R70; el condensador C9; el diodo D13; y el interruptor Q3. El segundo detector 214a de voltaje detecta si un motor de dos velocidades está siendo operado en modo de alta velocidad o en modo de baja velocidad. Los valores de disparo de la potencia de entrada del motor se establecen según la velocidad a la que está siendo operado el motor. Se prevé también que el controlador 150a pueda ser usado con un motor de una velocidad sin el segundo detector 214a de
55 voltaje (por ejemplo, el controlador 150b se muestra en la Fig. 6).

5 El controlador 150a incluye también un circuito 216a sensor térmico ambiente para supervisar la temperatura operativa del controlador 150a, un supervisor 220a de fuente de alimentación para supervisar los voltajes producidos por la fuente 160a de alimentación, y múltiples LEDs DS1 y DS3 para proporcionar información al usuario. En la construcción mostrada, un LED DS2 verde indica que se aplica energía al controlador 150a, y un LED DS3 rojo indica que ha ocurrido un fallo. Por supuesto, pueden usarse otras interfaces para proporcionar información al operador.

10 El controlador 150a incluye además un interruptor 218a de modo de limpieza, que incluye el interruptor U4 y la resistencia R10. El interruptor de modo de limpieza puede ser activado por un operador (por ejemplo, una persona de mantenimiento) para desactivar la función de supervisión de potencia descrita en la presente memoria durante un período de tiempo (por ejemplo, 30 minutos de manera que la persona de mantenimiento pueda limpiar el recipiente 105). Además, el LED DS3 rojo puede ser usado para indicar que el controlador 150a está en modo de limpieza. Después del período de tiempo, el controlador 150a vuelve a la operación normal. En algunas construcciones, la persona de mantenimiento puede accionar el interruptor 218a de modo de limpieza para que el controlador 150a salga del modo de limpieza antes de que se complete el período de tiempo.

15 En algunos casos, puede ser deseable desactivar la función de supervisión de potencia por razones distintas a la realización de operaciones de limpieza en el recipiente 105. Dichos casos pueden denominarse "modo de desactivación", "modo desactivado", "modo no protegido" o similares. Independientemente del nombre, este último modo operativo puede estar caracterizado, al menos parcialmente, por las instrucciones definidas en la operación en modo de limpieza anterior. Además, cuando en la presente memoria se hace referencia al modo de limpieza y a su funcionamiento, la descripción se aplica también a estos últimos modos para desactivar la función de supervisión de potencia y viceversa.

20 A continuación, se describe la secuencia normal de eventos para un método de operación del controlador 150a, algunos de los cuales pueden ser similares al método de operación del controlador 150. Cuando el sistema 110 de movimiento de fluido es activado inicialmente, es posible que el sistema 110 tenga que cebar (descrito anteriormente) la tubería en el lado de succión y hacer que el fluido fluya sin problemas (a cuyo periodo se ha hecho referencia anteriormente como "período de funcionamiento normal"). Es durante el período de funcionamiento normal que el circuito es más efectivo para detectar un evento anormal.

25 Tras un arranque del sistema, el sistema 110 puede entrar a un período de cebado. El período de cebado puede ser ajustado previamente a una duración de tiempo (por ejemplo, una duración de tiempo de 3 minutos), o a una duración de tiempo determinada por una condición detectada. Después del período de cebado, el sistema 110 entra al período de funcionamiento normal. El controlador 150a puede incluir instrucciones para realizar una calibración automática para determinar uno o más valores de calibración después de un primer arranque del sistema. Un valor de calibración ejemplar es un valor de calibración de potencia. En algunos casos, el valor de calibración de potencia es un promedio de los valores de potencia supervisados durante un período de tiempo predeterminado. El valor de calibración de potencia es almacenado en la memoria del microcontrolador 185 y se usará como base para supervisar el recipiente 105.

30 Si, por alguna razón, las condiciones operativas del recipiente 105 cambian, el controlador 150a puede ser recalibrado por el operador. En algunas construcciones, el operador acciona el interruptor 195a de calibración para borrar uno o más valores de calibración existentes almacenados en la memoria del microcontrolador 185. A continuación, el operador apaga el sistema 110, particularmente el motor 145, y realiza un arranque del sistema. El sistema 110 inicia el proceso de calibración automática, tal como se ha explicado anteriormente, para determinar uno o más valores de calibración nuevos. Si en algún momento durante la operación normal, la potencia supervisada varía con relación al valor de calibración de potencia (por ejemplo, varía de una ventana del 12,5% con relación al valor de calibración de potencia), el motor 145 se apagará y el LED DS3 de error se encenderá.

35 En una construcción, las instrucciones de calibración automática incluyen la no supervisión de la potencia del motor 145 durante un período de arranque, generalmente ajustado previamente a una duración de tiempo (por ejemplo, 2 segundos), durante el encendido del sistema. En el caso en el que el sistema 110 se hace funcionar por primera vez, el sistema 110 entra en el período principal, tras la finalización del período de arranque, y la potencia del motor 145 es supervisada para determinar el valor de calibración de potencia. Tal como se ha indicado anteriormente, el valor de calibración de potencia es almacenado en la memoria del microcontrolador 185. Tras la finalización de los 3 minutos del período de cebado, el sistema 110 entra al período de funcionamiento normal. En los siguientes arranques del sistema, la potencia supervisada es comparada con el valor de calibración de potencia almacenado en la memoria de la memoria del microcontrolador 185 durante el período de cebado. Más específicamente, el sistema 110 entra al período de funcionamiento normal cuando la potencia supervisada aumenta por encima del valor de calibración de potencia durante el período de cebado. En algunos casos, la potencia supervisada no aumenta por encima del valor de calibración de potencia dentro de los 3 minutos del período de cebado. Como consecuencia, el motor 145 se apaga y se enciende un indicador de fallo.

En otras construcciones, el período de cebado de la calibración automática puede incluir una duración de tiempo establecida previamente más larga (por ejemplo, 4 minutos) o una capacidad de duración de tiempo ajustable. Además, el controlador 150a puede incluir instrucciones para realizar operaciones de acondicionamiento de señal a la potencia supervisada. Por ejemplo, el controlador 150a puede incluir instrucciones para realizar un filtro IIR para condicionar la potencia supervisada. En algunos casos, el filtro IIR puede ser aplicado a la potencia supervisada durante el período de cebado y el período de operación normal. En otros casos, el filtro IIR puede ser aplicado a la potencia supervisada tras determinar el valor de calibración de potencia después del período de cebado.

De manera similar al controlador 150, el controlador 150a mide la potencia de entrada del motor y no solo el factor de potencia del motor o la corriente de entrada. Sin embargo, se prevé que los controladores 150 o 150a puedan ser modificados para supervisar otros parámetros del motor (por ejemplo, solo la corriente del motor, solo el factor de potencia del motor o la velocidad del motor). Pero la potencia de entrada del motor es el parámetro preferido del motor para que el controlador 150a determine si el flujo de agua está impedido o no. Además, se prevé que el controlador 150a pueda ser modificado para supervisar otros parámetros (por ejemplo, la presión en el lado de succión) del sistema 110.

Para algunas construcciones del controlador 150a, el microcontrolador 185a supervisa la potencia de entrada del motor para una condición de exceso de potencia además de una condición de baja potencia. La supervisión de una condición de exceso de potencia ayuda a reducir la posibilidad de una calibración incorrecta del controlador 150a y/o ayuda también a detectar cuándo la bomba está sobrecargada (por ejemplo, la bomba está moviendo demasiado fluido).

El circuito 165a de detección y promediado de voltaje genera un valor que representa el voltaje promediado del voltaje de la línea eléctrica y el circuito 170a de detección y promediado de corriente genera un valor que representa la corriente de motor promediada. El factor de potencia del motor es derivado a partir de la diferencia de tiempo entre el signo de la señal de voltaje y el signo de la señal de corriente. Esta diferencia de tiempo es usada para buscar el factor de potencia del motor en una tabla almacenada en el microcontrolador 185a. A continuación, el voltaje promediado de la línea eléctrica, la corriente promedio del motor y el factor de potencia del motor son usados para calcular la potencia de entrada del motor usando la ecuación e1, tal como se ha explicado anteriormente. La potencia de entrada de motor calculada es comparada con el valor calibrado para determinar si ha ocurrido o no un fallo. Si ha ocurrido un fallo, el motor se detiene y el indicador de fallo se enciende.

Se hace uso también de redundancia para los interruptores de alimentación del controlador 150a. Se usan dos relés K1 y K2 en serie para realizar esta función. De esta manera, un fallo de cualquiera de los componentes todavía dejará un interruptor para apagar el motor 145. Como una característica de seguridad adicional, el funcionamiento apropiado de ambos relés es comprobado por el microcontrolador 185a cada vez que el motor 145 es arrancado mediante el circuito 212a detector de voltaje del relé.

Otro aspecto del controlador 150a es que el microcontrolador 185a proporciona impulsos a una frecuencia mayor que una frecuencia establecida (determinada por los circuitos generadores de impulsos re-disparables) para cerrar los relés K1 y K2. Si los generadores U3A y U3B de impulsos no se activan a la frecuencia apropiada, los relés K1 y K2 se abren y el motor se detiene.

Tal como se ha indicado anteriormente, el microcontrolador 185, 185a puede calcular una potencia de entrada en base a parámetros tales como el voltaje promedio, la corriente promedio y el factor de potencia. A continuación, el microcontrolador 185, 185a compara la potencia de entrada calculada con el valor de calibración de potencia para determinar si hay presente o no una condición de fallo (por ejemplo, debido a una obstrucción). Otras construcciones pueden incluir variaciones del microcontrolador 185, 185a y del controlador 150, 150a operables para recibir otros parámetros y determinar si hay presente o no una condición de fallo.

Un aspecto del controlador 150, 150a es que el microcontrolador 185, 185a puede supervisar el cambio de la potencia de entrada durante un período de tiempo predeterminado. Más específicamente, el microcontrolador 185, 185a determina y supervisa un valor de la derivada de la potencia que iguala un cambio en la potencia de entrada dividido por un cambio en el tiempo. En los casos en los que la derivada de potencia atraviesa un valor de umbral, el controlador 150, 150a controla el motor 145 para apagar la bomba 140. Este aspecto del controlador 150, 150a puede ser operable en lugar de, o junto con, otros aspectos similares del controlador 150, 150a, tales como apagar el motor 145 cuando el nivel de potencia del motor 145 atraviesa un valor predeterminado.

Por ejemplo, la Fig. 7 muestra un gráfico que indica la potencia de entrada y la derivada de la potencia como funciones del tiempo. Más específicamente, la Fig. 7 muestra una lectura de potencia (línea 300) y un valor de la derivada de la potencia (línea 305), durante un período de tiempo de 30 segundos, de un motor 145 calibrado a un valor de umbral de potencia de 5.000 y un umbral de derivada de potencia de -100. En este ejemplo particular, ocurre un bloqueo de agua en el sistema 110 de movimiento de fluido (mostrado en la Fig. 1) en la marca de 20 segundos. Puede observarse en la Fig. 7 que la lectura 300 de potencia indica una caída de nivel de potencia por debajo del valor de umbral de 5.000 en

la marca de 27 segundos, causando que el controlador 150, 150a apague la bomba 140 aproximadamente en la marca de 28 segundos. Puede observarse también que el valor 305 de la derivada de potencia cae por debajo del valor de umbral -100 en la marca de 22 segundos, causando que el controlador 150, 150a apague la bomba 140 aproximadamente en la marca de 23 segundos. Otros parámetros del motor 145 (por ejemplo, el par) pueden ser supervisados por el microcontrolador 185, 185a, para determinar un potencial evento de atrapamiento.

En otro aspecto del controlador 150, 150a, el microcontrolador 185, 185a puede incluir instrucciones que corresponden a un observador modelo, tal como el observador 310 modelo ejemplar mostrado en la Fig. 8. El observador 310 modelo incluye un primer filtro 315, un regulador 325 que tiene una ganancia 326 variable y una función 327 de transferencia, un modelo 330 de sistema de fluido que tiene un parámetro de ganancia (mostrado en la Fig. 8 con el valor de 1) y un segundo filtro 335. En particular, el modelo 330 de sistema de fluido está configurado para simular el sistema 110 de movimiento de fluido. Además, el primer filtro 315 y el segundo filtro 335 pueden incluir varios tipos de filtros analógicos y digitales tales como, pero sin limitarse a, filtros de paso bajo, paso alto, paso de banda, suavizado, IIR y/o FIR.

Debe entenderse que el observador 310 modelo no está limitado a los elementos descritos anteriormente. En otras palabras, el observador 310 modelo no incluye necesariamente todos los elementos descritos anteriormente y/o puede incluir otros elementos o una combinación de elementos no descritos explícitamente en la presente memoria. Con referencia particularmente al modelo 330 de sistema de fluido, un modelo de sistema de fluido puede definirse utilizando varios procedimientos. En algunos casos, un modelo puede ser generado para este aspecto particular del controlador 150, 150a a partir de otro modelo correspondiente a una simulación de otro sistema, que puede no ser necesariamente un sistema fluido. En otros casos, un modelo puede ser generado únicamente en base al conocimiento del control de los sistemas de bucle cerrado o de retroalimentación y de las fórmulas para el flujo de fluido y la potencia. En otros casos, un modelo puede ser generado mediante experimentación con un prototipo del sistema de fluido a ser modelado.

Con referencia al observador 310 modelo de la Fig. 8, el primer filtro 315 recibe una señal (P) correspondiente a un parámetro del motor 145 determinado y supervisado por el microcontrolador 185, 185a (por ejemplo, potencia de entrada, par, corriente, factor de potencia, etc.). En general, el primer filtro 315 está configurado para eliminar sustancialmente el ruido en la señal (P) recibida, generando de esta manera una señal (PA) filtrada. Sin embargo, el primer filtro 315 puede realizar otras funciones, tales como suavizado o filtrado de la señal recibida a un intervalo de frecuencia predeterminado. La señal (PA) filtrada entra en un bucle 340 de retroalimentación del observador 310 modelo y es procesada por el regulador 325. El regulador 325 emite una señal (ro) regulada relacionada con el flujo de fluido y/o la presión a través del sistema 110 de movimiento de fluido en base al parámetro supervisado. La señal regulada puede ser interpretada como un caudal modelado o una presión modelada. El modelo 330 de sistema de fluido procesa la señal (ro) regulada para generar una señal (Fil) de modelo, que es comparada con la señal (PA) filtrada a través del bucle 340 de retroalimentación. La señal (ro) regulada es alimentada también al segundo filtro 335 que genera una señal (roP) de control que posteriormente es usada por el microcontrolador 185, 185a para al menos controlar el funcionamiento del motor 145.

Tal como se muestra en la Fig. 8, la señal (ro) regulada, indicativa del flujo y/o de la presión del fluido, está relacionada con el parámetro supervisado, tal como se muestra en la ecuación [e2].

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

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

La Fig. 9 es un gráfico que muestra una potencia de entrada (línea 345) y una unidad de flujo o potencia procesada (línea 350) como funciones del tiempo. Más específicamente, el gráfico de la Fig. 9 ilustra el funcionamiento del sistema 110 de movimiento de fluido con el motor 145 que tiene un valor de umbral de 5.000. Para este ejemplo en particular, la Fig. 9 muestra que la entrada 125 de la bomba se bloqueó en la marca de 5 segundos. La potencia de entrada cae por debajo de la marca de umbral de 5.000 y, por lo tanto, el controlador 150, 150a detiene la bomba 140 aproximadamente en la marca de 12,5 segundos. De manera alternativa, la señal de potencia procesada cae por debajo de la marca de umbral correspondiente a 5.000 en la marca de 6 segundos y, por lo tanto, el controlador 150, 150a detiene la bomba 140 aproximadamente en la marca de 7 segundos.

En este ejemplo particular, el parámetro de ganancia del modelo 330 de sistema de fluido se establece a un valor de 1, midiendo de esta manera una unidad de presión con la misma escala que la unidad de potencia. En otros ejemplos, el usuario puede establecer el parámetro de ganancia a un valor diferente para al menos controlar aspectos de la operación del motor 145, tales como el tiempo de apagado.

En otro aspecto del controlador 150, 150a, el microcontrolador 185, 185a puede estar configurado para determinar un valor de umbral o un valor de disparo flotante que indica la lectura del parámetro, tal como la potencia o el par de

entrada, a la que el controlador 150, 150a detiene 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 microcontrolador 185, 185a ajusta de manera continua el valor de disparo en base a las lecturas de potencia de entrada promedio, tal como se muestra en la Fig. 10. Más específicamente, la Fig. 10 muestra un gráfico que indica una señal de potencia de entrada promedio (línea 355) determinada y supervisada por el microcontrolador 185, 185a, una señal de disparo (línea 360) que indica un valor de disparo variable y un valor de umbral de aproximadamente 4.500 (mostrado en la Fig. 10 con la flecha 362) como una función del tiempo. En este caso particular, el valor 362 de umbral es un parámetro que indica el valor mínimo al que puede ajustarse el valor de disparo.

El microcontrolador 185, 185a puede calcular la potencia 355 de entrada promedio utilizando diversos métodos. En una construcción, el microcontrolador 185, 185a puede determinar un promedio móvil en base a al menos las señales generadas por el circuito 170, 170a de detección y promediado de corriente y las señales generadas por el circuito 165, 165a de detección y promediado de voltaje. En otra construcción, el microcontrolador 185, 185a puede determinar un promedio de potencia de entrada sobre períodos de tiempo relativamente cortos. Tal como se muestra en la Fig. 10, la potencia promedio determinada por el microcontrolador 185, 185a se reduce de aproximadamente 6.000 a aproximadamente 5.000 de manera sustancialmente progresiva durante un período de tiempo de 80 unidades de tiempo. Puede observarse también que la señal 360 que indica el valor de disparo se ajusta a la baja aproximadamente un 10% del valor en la marca de unidad de tiempo 0 a la marca de unidad de tiempo 80 y es sustancialmente paralela a la potencia 355 promedio. Más específicamente, el microcontrolador 185, 185a ajusta el valor de disparo en base a la supervisión de la potencia 355 de entrada promedio.

En algunos casos, la señal 355 de potencia promedio puede definir un comportamiento, tal como el mostrado en la Fig. 10, debido a una obstrucción sostenida del sistema 110 de movimiento de fluido durante un período de tiempo, por ejemplo, desde la marca de unidad de tiempo 0 a la marca de unidad de tiempo 80. En otras palabras, una obstrucción sostenida del sistema 110 de movimiento de fluido puede ser determinada y supervisada por el microcontrolador 185, 185a en la forma de la señal 355 de potencia promedio. En estos casos, el microcontrolador 185, 185a puede determinar también un porcentaje o valor indicativo de una potencia de entrada promedio mínima que se permite suministrar al motor 145, o un valor de umbral mínimo permitido, tal como el valor 362 de umbral. Cuando el sistema 110 de movimiento de fluido es sometido a retrolavado con el propósito de desatascar el sistema 110 de movimiento de fluido, la señal 355 de potencia promedio vuelve al flujo de fluido normal sin restricciones (mostrado en la Fig. 10 entre aproximadamente la marca de unidad de tiempo 84 y aproximadamente la marca de unidad de tiempo 92, por ejemplo). Tal como se muestra en la Fig. 10, el desatascamiento del sistema 110 de movimiento de fluido puede resultar en un flujo de fluido relativo deseado a través del sistema 110 de movimiento de fluido. Como consecuencia, el microcontrolador 185, 185a detecta un cambio de potencia promedio tal como se indica cerca de la marca de unidad de tiempo 80 en la Fig. 10, que muestra que la potencia promedio vuelve al valor de calibración.

En otros casos, el microcontrolador 185, 185a puede determinar y supervisar la potencia de entrada promedio durante un período de tiempo relativamente corto. Por ejemplo, el microcontrolador 185, 185a puede supervisar la potencia promedio durante un primer período de tiempo (por ejemplo, 5 segundos). El controlador 185, 185a puede determinar también un valor de disparo variable en base a un porcentaje de caída predeterminado (por ejemplo, el 6,25%) de la potencia promedio calculada durante el primer período de tiempo. En otras palabras, el valor de disparo variable es ajustado en base al porcentaje predeterminado, a medida que el microcontrolador 185, 185a determina la potencia promedio. El controlador 150, 150a puede apagar la bomba 140 cuando la potencia promedio se reduce a un valor sustancialmente igual o inferior al valor de disparo variable y mantiene esta condición durante un segundo período de tiempo (por ejemplo, 1 segundo).

En otro aspecto del controlador 150, 150a, el microcontrolador 185, 185a puede estar configurado para determinar una relación entre un parámetro del motor 145 (tal como la potencia o el par) y la presión/flujo a través del sistema 110 de movimiento de fluido para una combinación motor/bomba específica. Más específicamente, el controlador 150, 150a controla el motor 145 para calibrar el sistema 110 de movimiento de fluido en base al entorno en el que funciona el sistema 110 de movimiento de fluido. El entorno en el que funciona el sistema 110 de movimiento de fluido puede estar definido por la capacidad del recipiente 105, la configuración de tuberías entre el desagüe 115 y la entrada 125, la configuración de tuberías entre la salida 130 y el retorno 135 (mostrado en la Fig. 1), el número de desagües y retornos, y otros factores no descritos explícitamente en la presente memoria.

La calibración del sistema 110 de movimiento de fluido es realizada generalmente la primera vez que se pone en marcha el sistema después de la instalación. Debe entenderse que los procesos descritos en la presente memoria son aplicables también a los procedimientos de recalibración. En un ejemplo, la calibración del sistema 110 de movimiento de fluido incluye determinar un valor de umbral en base a la caracterización de una combinación motor/bomba específica y establecer una relación entre, por ejemplo, la potencia de entrada y la presión a través de una tabla de consulta almacenada o una ecuación. La Fig. 11 muestra un gráfico que tiene datos de caracterización (línea 365), medidos en kilovatios y obtenidos mediante un proceso de calibración, y una curva de la bomba (línea 370) que indica la presión de cabeza. Los datos 365 de caracterización y la curva 370 de la bomba se representan como una función

del flujo medido en litros por minuto (lpm). En el ejemplo particular mostrado en la Fig. 11, es posible que un usuario (o el microcontrolador 185, 185a en un proceso automatizado) establezca un valor de disparo en base a un porcentaje de reducción en el flujo o en la presión en lugar de un porcentaje de reducción en la potencia de entrada.

5 Con referencia particularmente a los datos 365 de caracterización mostrados en la Fig. 11, si un punto de funcionamiento para el sistema 110 de movimiento de fluido es determinado en el punto 1 en los datos 365 de caracterización, una reducción del 30% en el flujo desde 454,6 a 318,2 lpm (desde 100 GPM a 70 GPM) (punto 2 en los datos 365 de caracterización) a través del sistema 110 de movimiento de fluido es supervisada por el microcontrolador 185, 185a e indica una reducción del 7% en la potencia de entrada. Para un entorno diferente del sistema 110 de movimiento de fluido, el punto de ajuste de funcionamiento puede ser establecido en el punto 2, por ejemplo. En particular, una reducción del 30% en el flujo desde 318,2 a 227,3 lpm (desde 70 GPM a 50 GPM) (punto 3 en los datos 365 de caracterización) a través del sistema 110 de movimiento de fluido es supervisada por el microcontrolador 185, 185a, e indica una reducción del 11% en la potencia. Para los dos casos descritos anteriormente, es posible que una reducción del 30% en el flujo sea una condición de funcionamiento deseada, de esta manera, un usuario (o microcontrolador 185, 185a) puede establecer un valor o porcentaje de disparo en base al porcentaje de reducción (por ejemplo, una reducción del 30% en el flujo) separado de la potencia determinada y supervisada.

En otro aspecto del controlador 150, 150a, el microcontrolador 185, 185a puede incluir una función de temporizador para hacer funcionar el sistema 110 de movimiento de fluido. En un ejemplo, la función de temporizador del microcontrolador 185, 185a implementa un modo operativo del controlador 150, 150a. Más específicamente con respecto al modo operativo, el controlador 150, 150a está configurado para hacer funcionar el motor 145 automáticamente durante períodos de tiempo predeterminados. En otras palabras, el controlador 150, 150a está configurado para controlar el motor 145 en base a los períodos de tiempo predeterminados programados en el microcontrolador 185, 185a durante la fabricación o programados por un usuario. En otro ejemplo, la función de temporizador del microcontrolador 185, 185a implementa un modo APAGADO del controlador 150, 150a. Más específicamente con respecto al modo APAGADO, el controlador 150, 150a está configurado para hacer funcionar el motor 145 solo como resultado de una interacción directa del usuario. En otras palabras, el controlador 150, 150a está configurado para mantener el motor 145 apagado hasta que un usuario opera directamente el controlador 150, 150a a través de la interfaz del controlador 150, 150a. En todavía otro ejemplo, la función de temporizador del microcontrolador 185, 185a implementa un modo de PROGRAMA del controlador 150, 150a. Más específicamente con respecto al modo de PROGRAMA, el controlador 150, 150a está configurado para mantener el motor 145 apagado hasta que el usuario acciona uno de los interruptores (por ejemplo, el interruptor 195, 195a de calibración, el interruptor 218a de modo de limpieza) del controlador 150, 150a indicando una ventana de operación única deseada del motor 145. Por ejemplo, el usuario puede accionar un interruptor tres veces, indicando al controlador 150, 150a que haga funcionar el motor 145 durante un período de tres horas. En algunas construcciones, el controlador 150, 150a incluye un interruptor de funcionamiento-parada para operar el controlador 150, 150a entre los modos operativos, APAGADO y PROGRAMA. Debe entenderse que los mismos modos operativos u otros del controlador 150, 150a pueden definirse de manera diferente. Además, no todos los modos descritos anteriormente son necesarios y el controlador 150, 150a puede incluir un número diferente y combinaciones de modos operativos.

En otro aspecto del controlador 150, 150a, el microcontrolador 185, 185a puede estar configurado para determinar y supervisar un valor correspondiente al par del motor 145. Más específicamente, el microcontrolador 185, 185a recibe señales desde al menos uno de entre el circuito 165, 165a de detección y promediado de voltaje y el circuito 170, 170a de detección y promediado de corriente para ayudar a determinar el par del motor 145. Tal como se ha explicado anteriormente, el microcontrolador 185, 185a puede estar configurado también para determinar y supervisar la velocidad del motor 145, permitiendo que el microcontrolador 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 durante la operación del motor 145. En estos casos particulares, el microcontrolador 185, 185a puede incluir instrucciones relacionadas con fórmulas o tablas de consulta que indican una relación directa entre la potencia de entrada y el par del motor 145. La determinación y la supervisión del par del motor 145 permite que el microcontrolador 185, 185a establezca un valor de disparo o un porcentaje en base al par para detener el motor 145 en caso de una condición no deseada del motor 145. Por ejemplo, la Fig. 12 muestra un gráfico que indica una relación entre la potencia de entrada y el par para un motor 145 bajo la observación de que la velocidad del motor 145 cambia menos del 2%. De esta manera, el microcontrolador 185, 185a puede determinar y supervisar el par en base a la potencia de entrada y bajo la suposición de una velocidad constante.

En algunas construcciones, el sistema 110 de movimiento de fluido puede operar dos o más recipientes 105. Por ejemplo, el sistema 110 de movimiento de fluido puede incluir un sistema de tuberías para controlar el flujo de fluidos a una piscina y un segundo sistema de tuberías para controlar el flujo de fluido a un spa. Para este ejemplo particular, los requisitos de flujo para la piscina y para el spa son, en general, diferentes y pueden definir o requerir ajustes separados del controlador 150, 150a para que el controlador 150, 150a opere el motor 145 para controlar el flujo de fluido a la piscina, al spa o a ambos. El sistema 110 de movimiento de fluido puede incluir una o más válvulas que pueden ser

operadas manual o automáticamente para dirigir el flujo de fluido según se desee. En un caso ejemplar en el que el sistema 110 de movimiento de fluido incluye una válvula solenoide, un usuario puede operar la válvula para dirigir el flujo a uno de entre la piscina y el spa. Además, el controlador 150, 150a puede incluir un sensor o receptor acoplado a la válvula para determinar la posición de la válvula. Bajo las condiciones indicadas anteriormente, el controlador 150, 150a puede ejecutar una secuencia de calibración y puede determinar ajustes y valores de disparo individuales para el sistema de fluido, incluyendo la piscina, el spa o ambos. Otras construcciones pueden incluir un número de recipientes 105 diferente, en el que el flujo de fluido al número de recipientes 105 puede ser controlado por uno o más sistemas 110 de movimiento de fluido.

Aunque anteriormente se han descrito numerosos aspectos del controlador 150, 150a, no todos los aspectos y características descritos anteriormente son necesarios para la invención. Además, pueden añadirse otros aspectos y características al controlador 150, 150a mostrado en las figuras.

REIVINDICACIONES

1. Método de control de un motor que opera un aparato de bombeo de un sistema, en el que el aparato de bombeo comprende una bomba y el motor acoplado a la bomba para operar la bomba, en el que el método comprende:
- determinar un valor de disparo para un parámetro;
- 5 supervisar la operación de la bomba, en el que la supervisión comprende
- determinar un valor para el parámetro,
- comparar el valor con el valor de disparo, y
- determinar, a partir de la comparación, la condición de la bomba; y
- controlar el motor para operar la bomba en base a la condición de la bomba; y
- 10 “hacer flotar” el valor de disparo mediante la operación continua de la bomba, caracterizado por que “hacer flotar” el valor de disparo incluye calcular un valor promedio con el valor para el parámetro durante un período de tiempo, determinar un nuevo valor de disparo con el valor promedio y establecer el valor de disparo al valor de disparo recién determinado.
2. Método según la reivindicación 1, en el que el parámetro incluye la potencia de entrada del motor o el par del motor.
- 15 3. Método según la reivindicación 1, que comprende, además
- determinar otro valor de disparo para un segundo parámetro del motor; y
- hacer flotar el otro valor de disparo mediante la operación continua de la bomba, en el que “hacer flotar” el otro valor de disparo incluye calcular un segundo valor promedio con el valor para el segundo parámetro durante un
- 20 segundo período de tiempo y determinar otro valor de disparo nuevo con el segundo valor promedio.
4. Método según la reivindicación 1, que comprende, además
- calibrar el sistema para obtener un valor de calibración para el parámetro; y
- en el que la determinación de un valor de disparo se basa en el valor de calibración.
5. Método según la reivindicación 4, en el que la calibración del sistema incluye detectar al menos uno de entre una corriente a través del motor y un voltaje aplicado al motor, y calcular el valor de calibración en base a la corriente detectada y al voltaje detectado.
- 25 6. Método según la reivindicación 5, en el que la determinación del valor de disparo incluye definir un valor más bajo que el valor de calibración.
7. Método según la reivindicación 1, en el que “hacer flotar” el valor de disparo incluye ajustar de manera continua el valor de disparo en base al valor determinado.
- 30 8. Aparato de bombeo para un sistema de fluido a chorro que comprende un recipiente para contener un fluido, un desagüe y un retorno, en el que el aparato de bombeo puede ser conectado a una fuente de energía eléctrica y comprende:
- una bomba que comprende una entrada conectable al desagüe y una salida conectable al retorno, en el que la bomba está adaptada para recibir el fluido desde el desagüe y emitir un chorro de fluido a través del retorno;
- 35 un motor acoplado a la bomba para operar la bomba; y
- un controlador soportado por el motor, en el que el controlador está configurado para al menos controlar el motor, en el que el controlador incluye una función de supervisión configurada para recibir instrucciones para:
- determinar un valor de disparo para un parámetro,
- 40 determinar un valor para el parámetro,
- comparar el valor con el valor de disparo,
- determinar, a partir de la comparación, la condición de la bomba,

controlar el motor para operar la bomba según la condición de la bomba, y

“hacer flotar” el valor de disparo mediante la operación continua de la bomba, caracterizado por que “hacer flotar” el valor de disparo incluye calcular un valor promedio con el valor del parámetro durante un período de tiempo, determinar un nuevo valor de disparo con el valor promedio y establecer el valor de disparo al valor de disparo recién determinado.

5

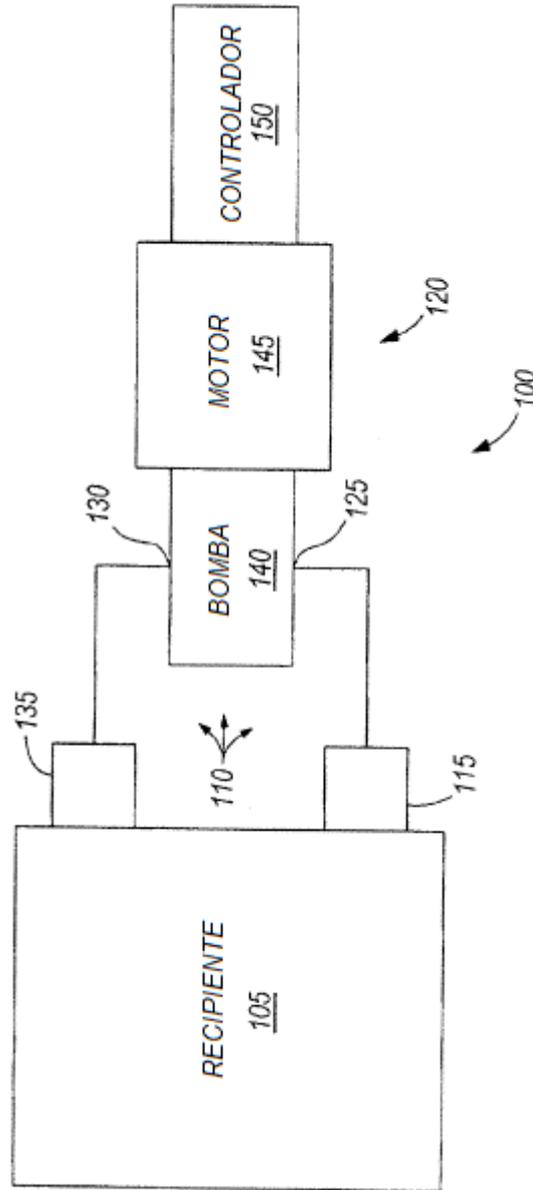


FIG. 1

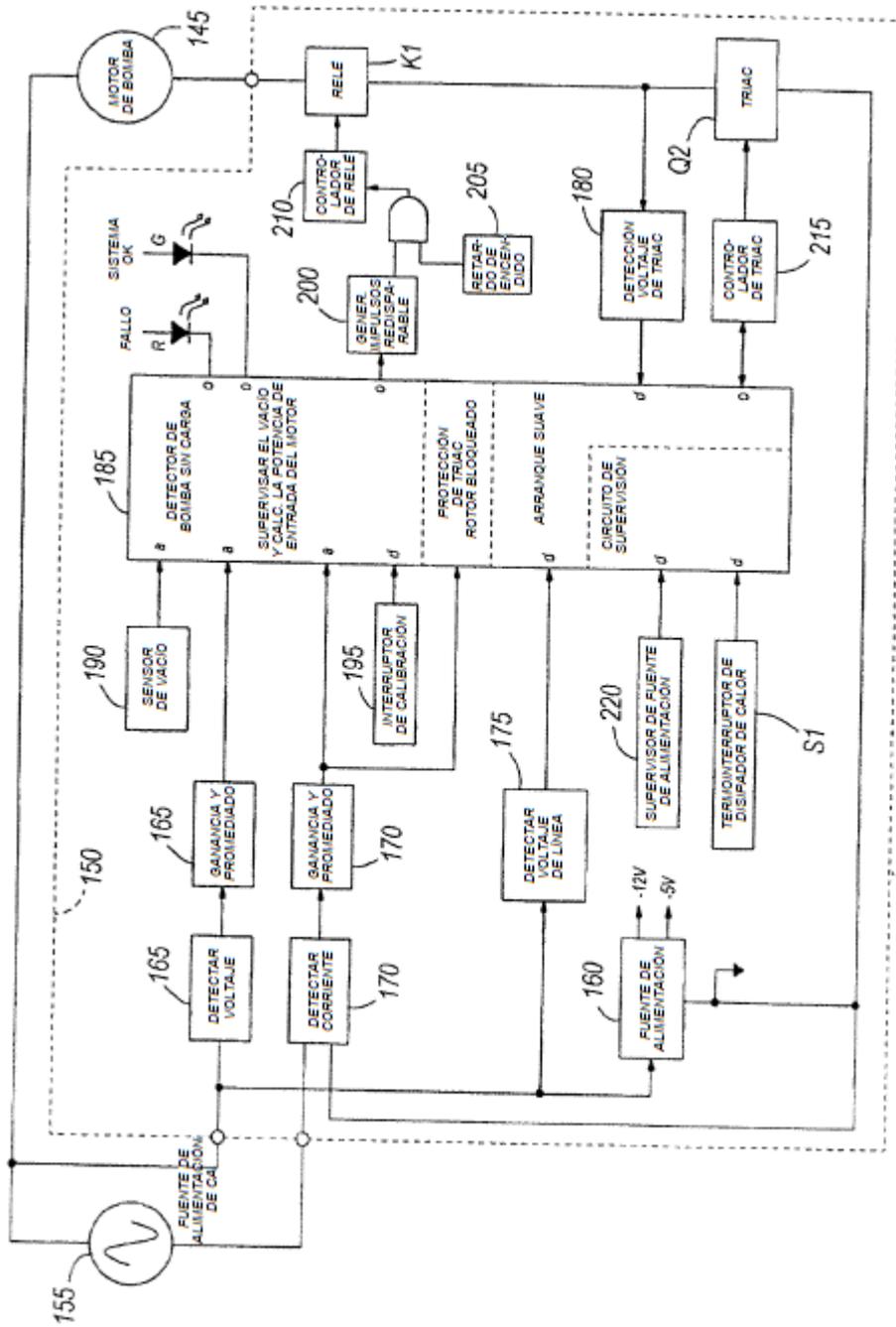


FIG. 2

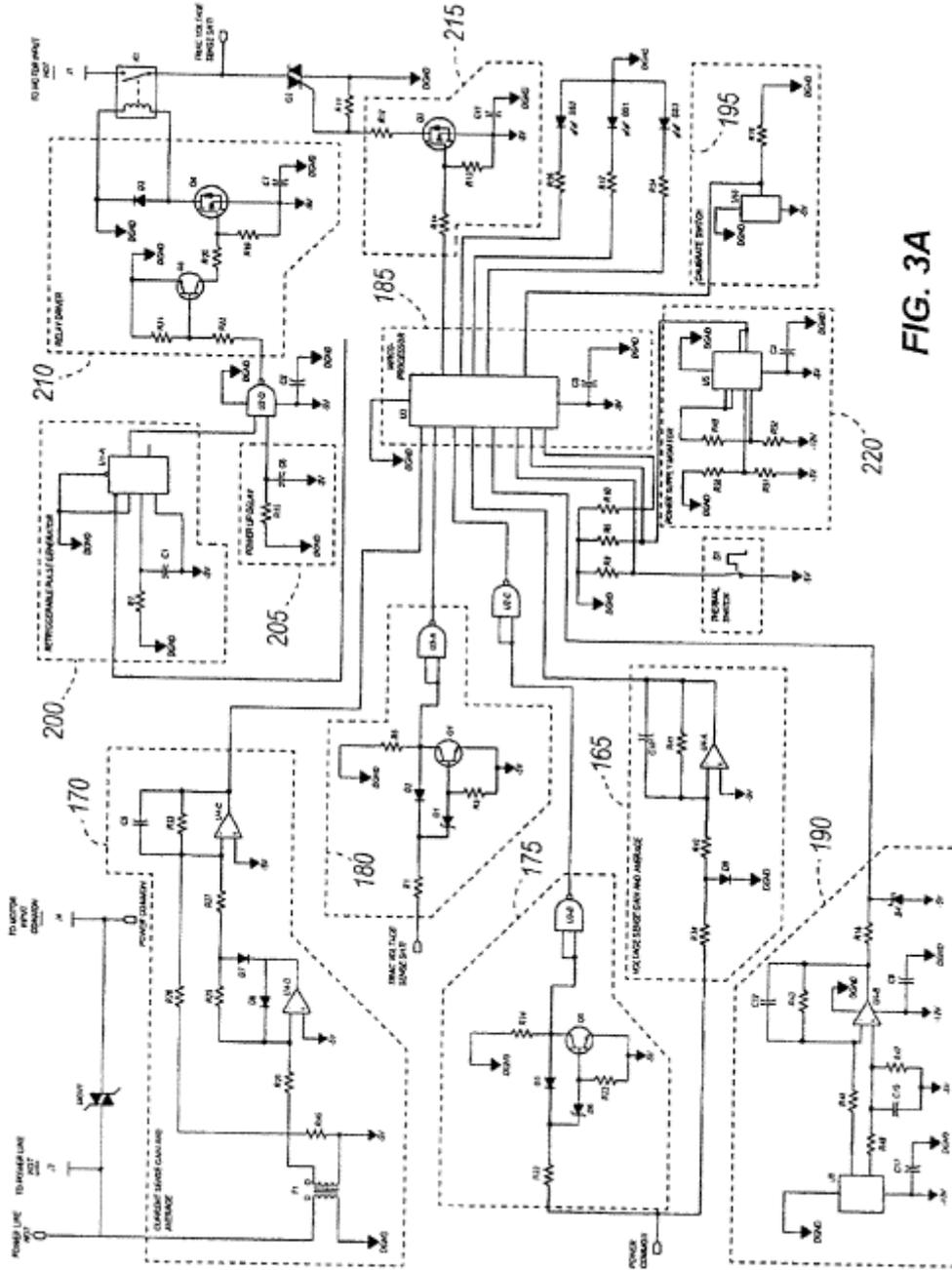


FIG. 3A

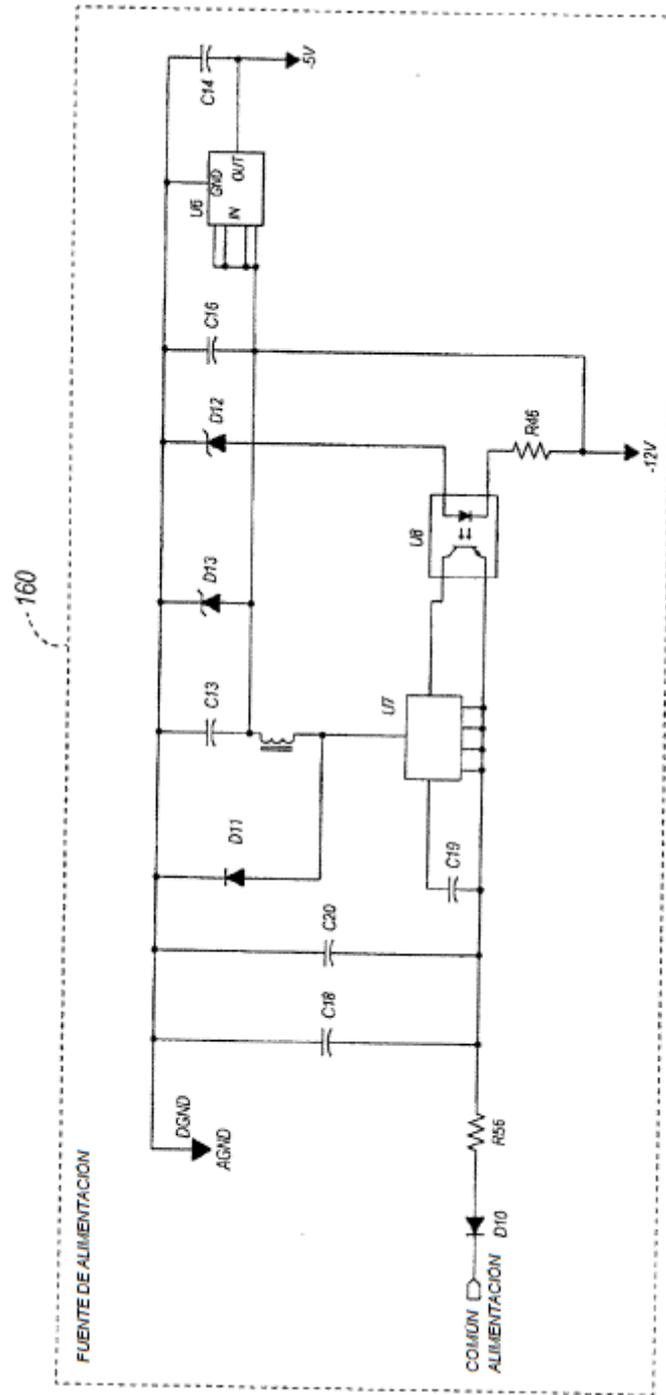


FIG. 3B

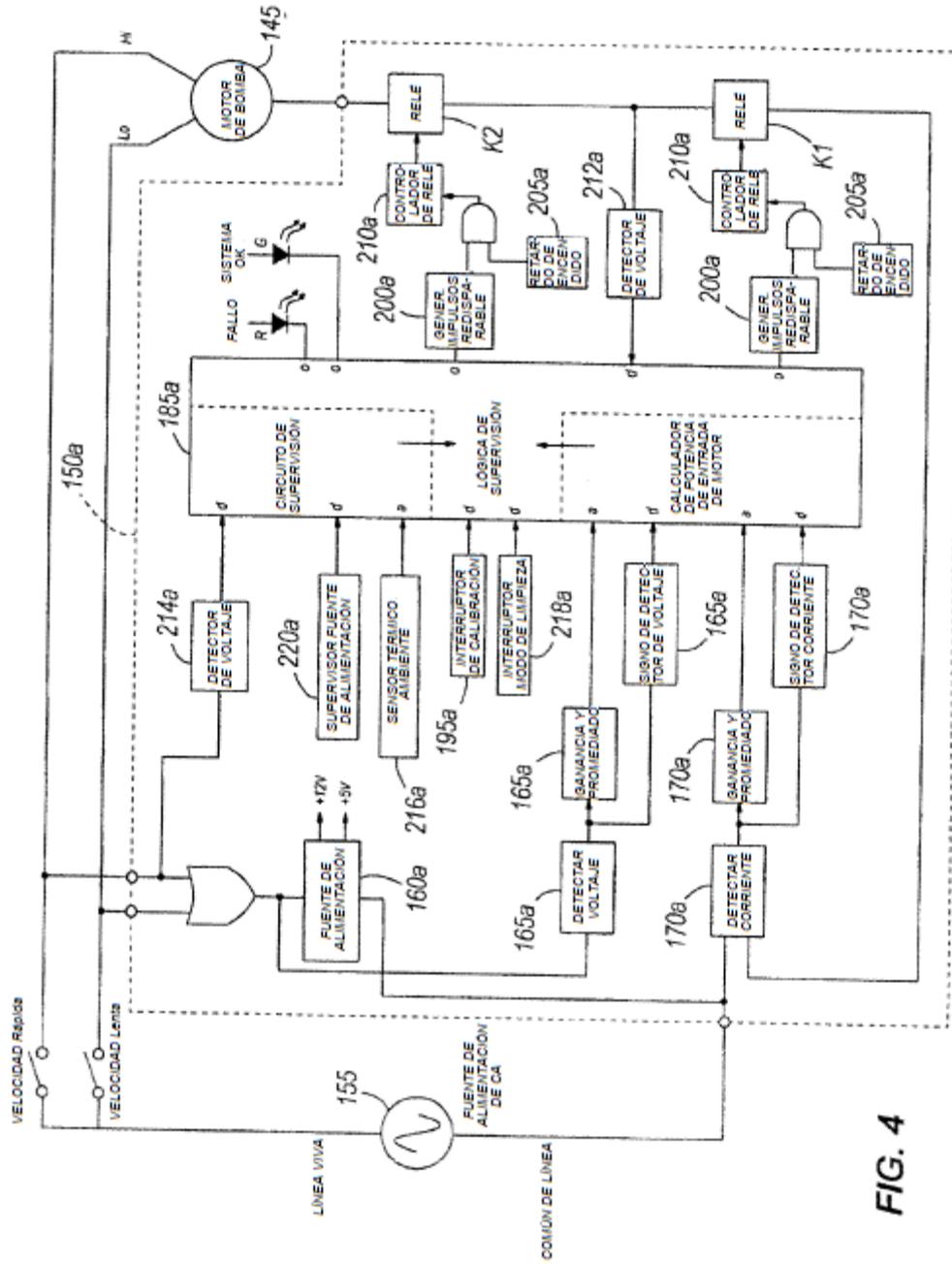


FIG. 4

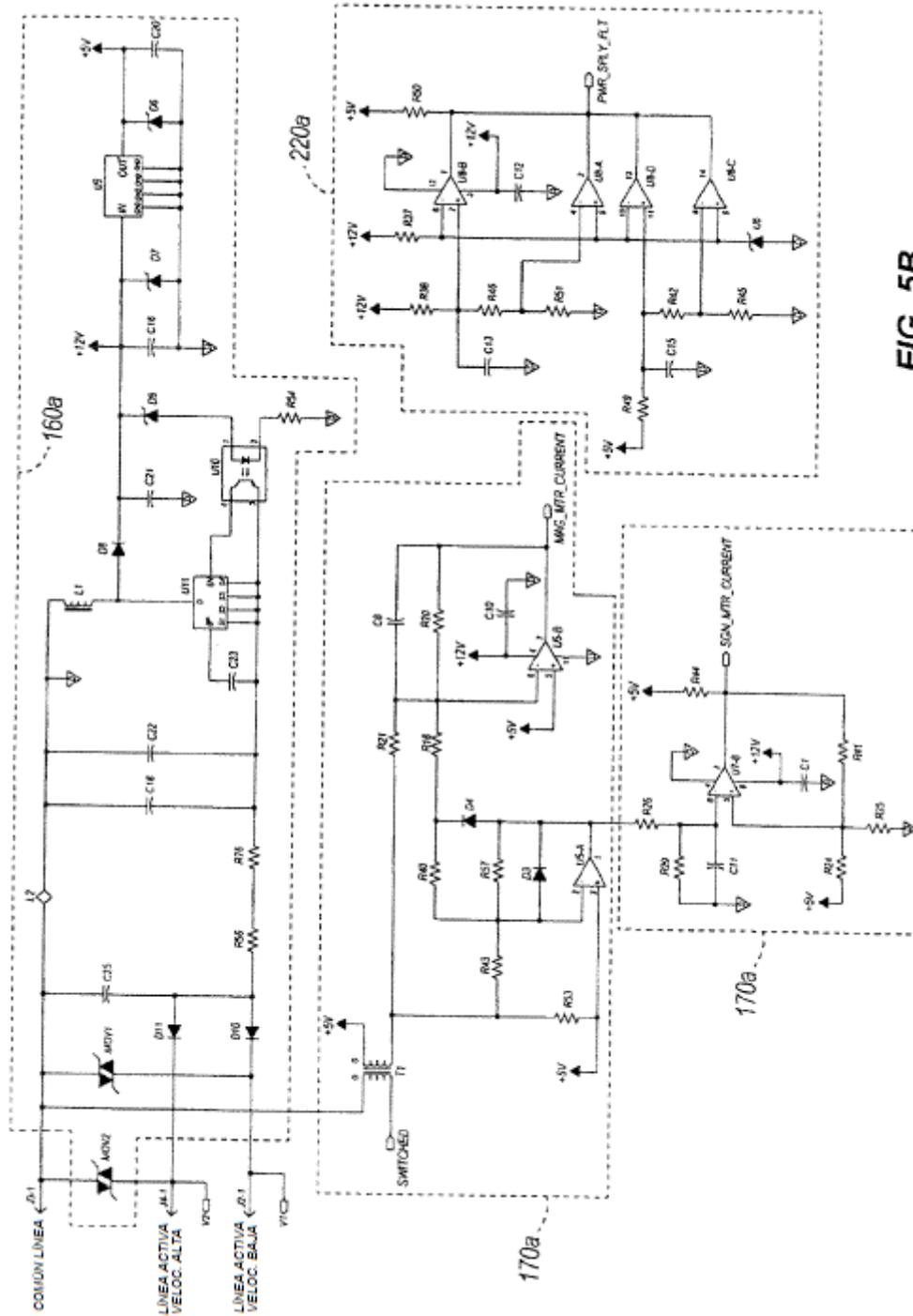


FIG. 5B

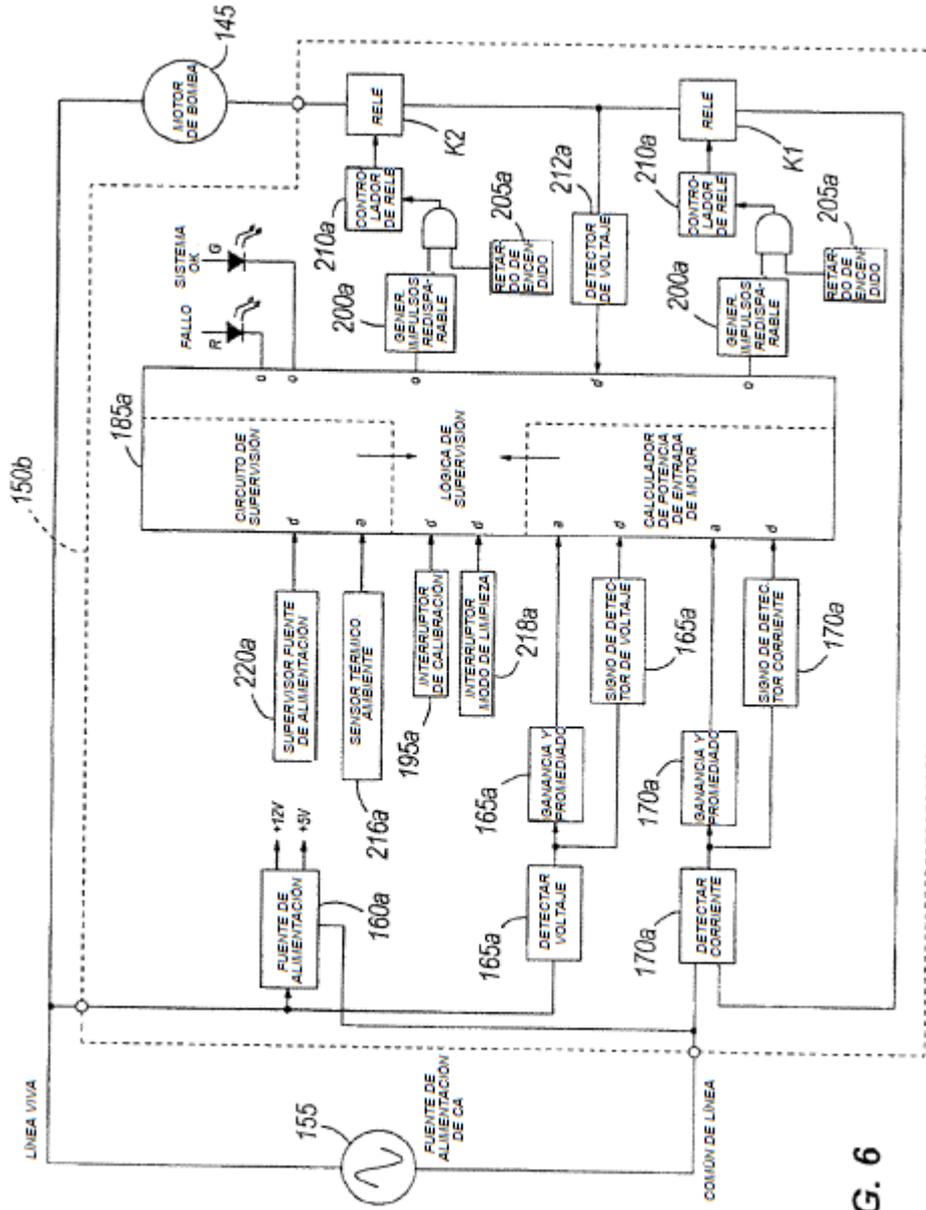


FIG. 6

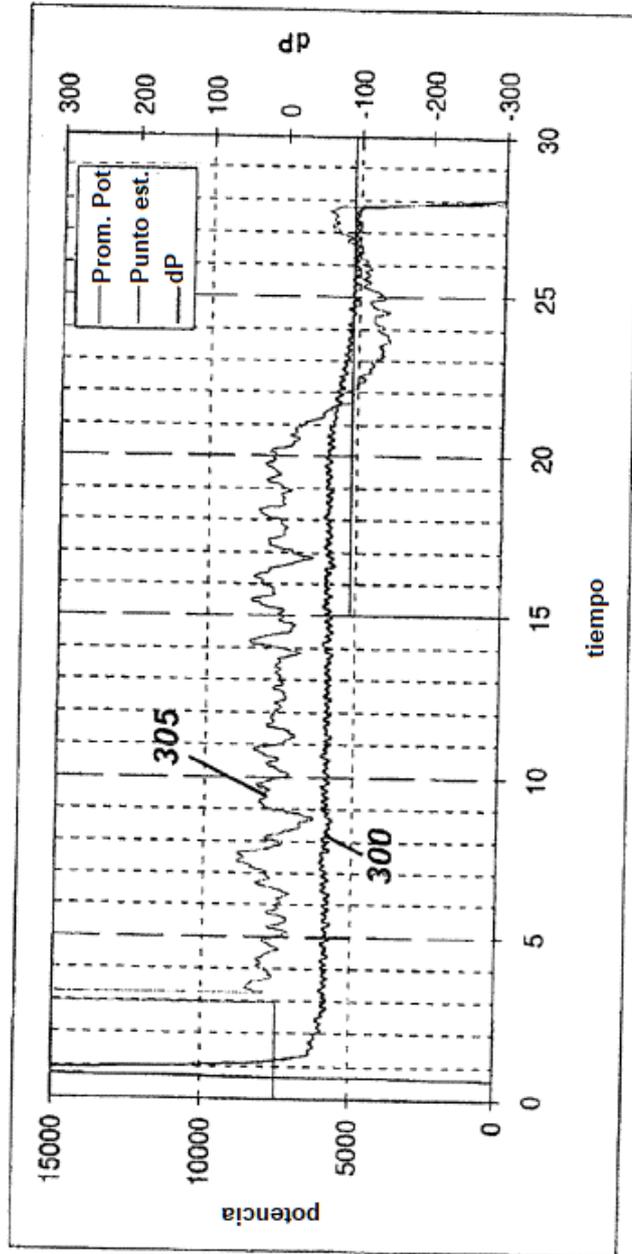


FIG. 7

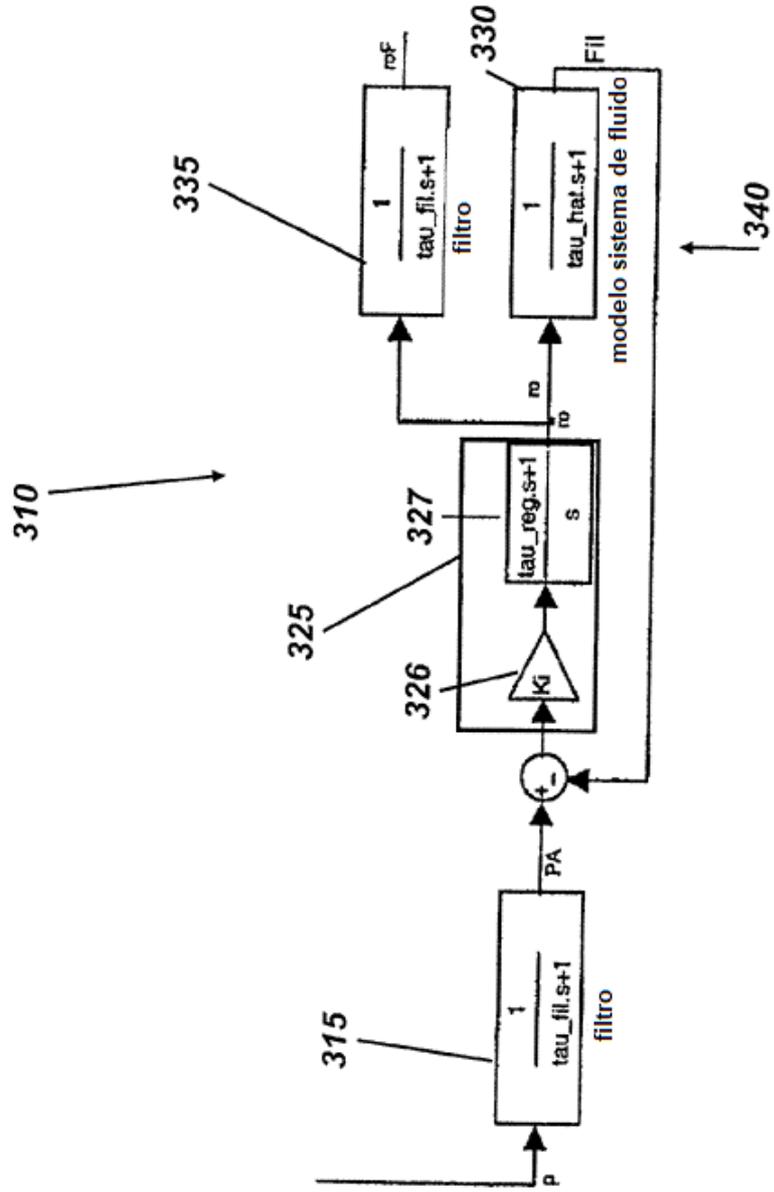


FIG. 8

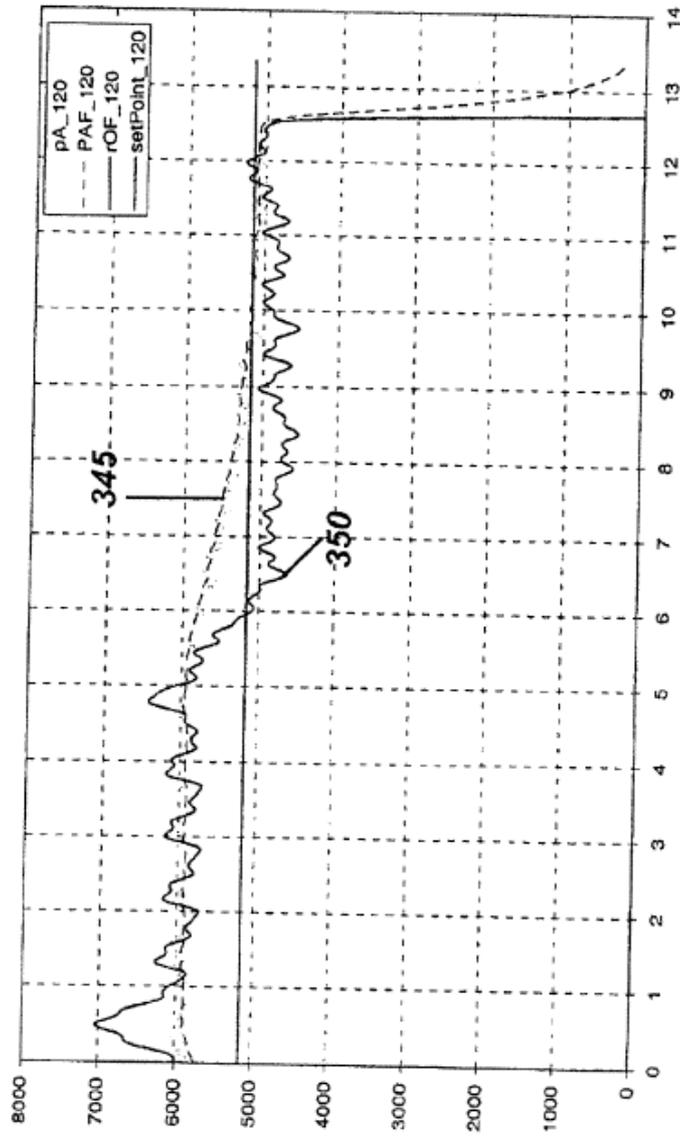


FIG. 9

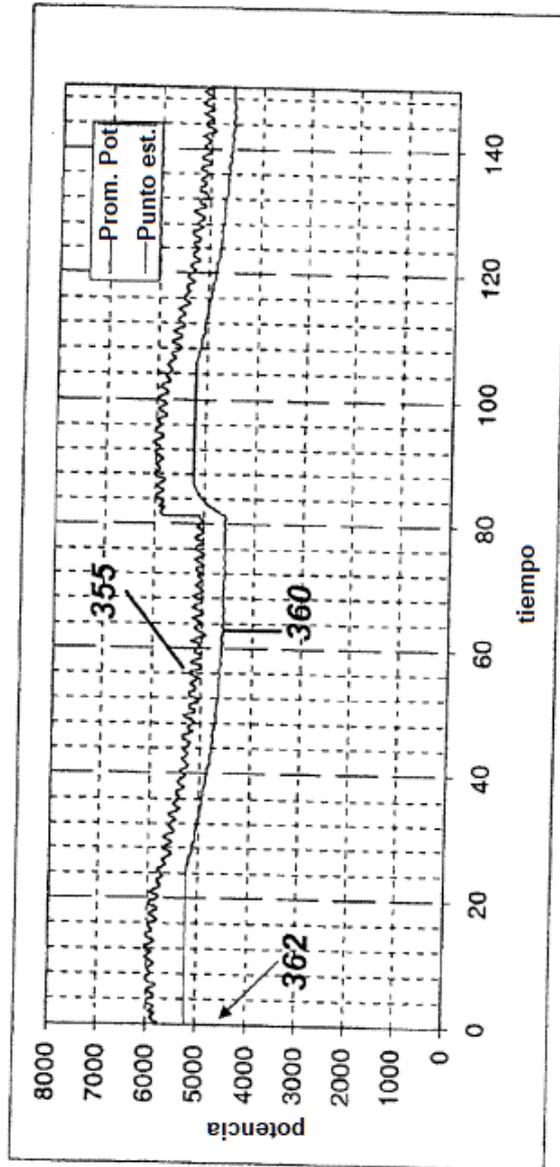


FIG. 10

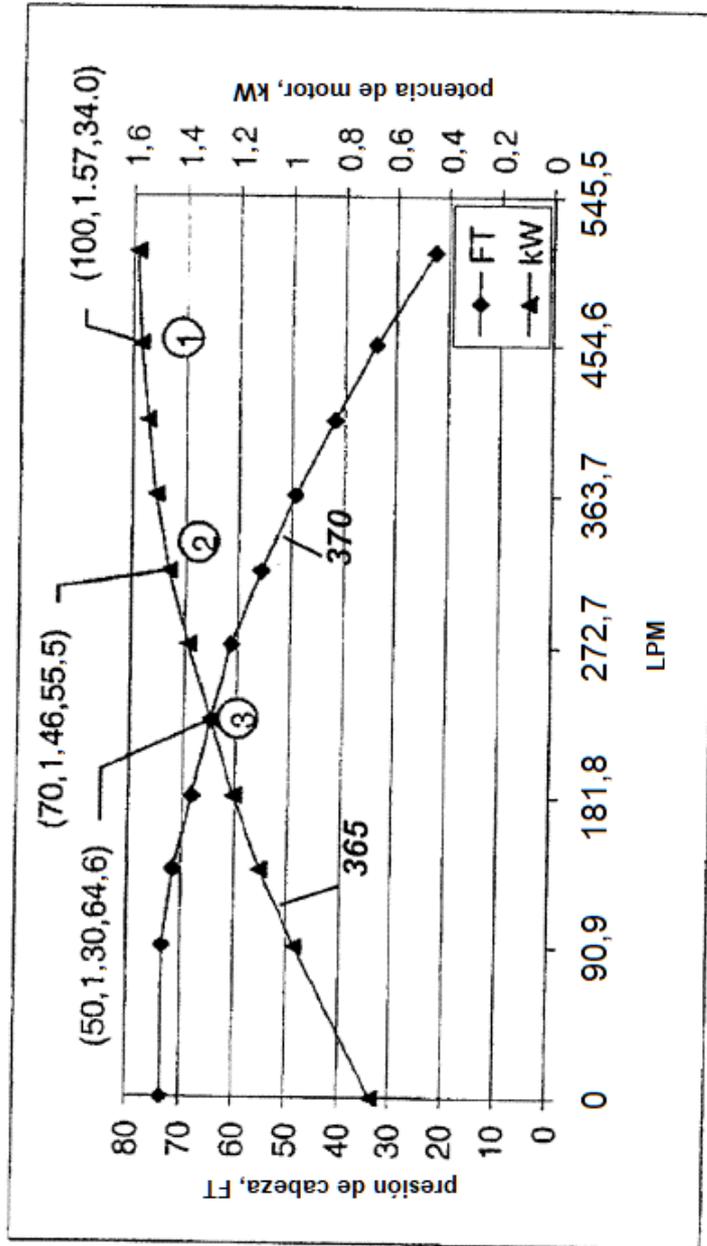


FIG. 11

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