

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 415 243**

51 Int. Cl.:

**F04D 27/02** (2006.01)

**A61H 33/00** (2006.01)

**E04H 4/12** (2006.01)

**F04D 15/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2007 E 07250159 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.03.2013 EP 1816352**

54 Título: **Controlador para un motor y procedimiento de control del motor**

30 Prioridad:

**07.02.2006 US 348958**

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

**24.07.2013**

73 Titular/es:

**RBC MANUFACTURING CORPORATION (100.0%)  
200 State Street  
Beloit, Wisconsin 53511, US**

72 Inventor/es:

**MEHLHORN, WILLIAM L.;  
BRANECKY, BRIAN T.;  
BARTOS, RONALD P.;  
O'BRIEN, STEVE D. y  
RICHARDSON, HOWARD**

74 Agente/Representante:

**ARPE FERNÁNDEZ, Manuel**

**ES 2 415 243 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 procedimiento de control del motor

## 5 ANTECEDENTES

[0001] La invención se refiere a un controlador para un motor, y particularmente, a un controlador para una bomba operada por motor.

10 [0002] Ocasionalmente en una piscina, spa o similar de aplicación de fluido a chorro, el desagüe principal puede llegar a obstruirse con un objeto, tal como una toalla o juguete de piscina. Cuando esto ocurre, la fuerza de succión de la bomba es aplicada a la obstrucción y el objeto se pega al desagüe. Esto se denomina atrapado por succión. Si el objeto cubre de forma substancial el desagüe (tal como una toalla cubriendo el desagüe), el agua es bombeada fuera de zona desagüe de la bomba. Eventualmente si la bomba funciona en seco, las juntas se queman y la bomba puede dañarse.

15 [0003] Otro tipo de atrapado es denominado como atrapado mecánico. El atrapado mecánico se produce cuando un objeto, tal como una toalla o juguete de piscina, se queda enredado en la cubierta del desagüe. El atrapado mecánico puede también afectar al funcionamiento de la bomba.

20 [0004] Se ha propuesto varias soluciones para el atrapado mecánico y por succión. Por ejemplo, en piscinas de nueva construcción se requiere tener dos desagües, para así, si uno de los desagües llega a taponarse, el otro todavía puede fluir libremente y no tiene lugar el atrapado por vacío. Esto, sin embargo no ayuda en piscinas ya existentes, ya que añadir un segundo desagüe a una piscina de un desagüe enterrada es muy difícil y costoso. Las cubiertas de desagües de piscinas modernas son también diseñadas de tal forma que los objetos no puedan llegar a enredarse en la cubierta.

25 [0005] Como otro ejemplo, diversos fabricantes ofrecen sistemas conocidos como sistemas de seguridad de liberación de vacío (SVRS en sus siglas en Ingles). Los SVRS a menudo contienen diversas capas de protección para ayudar a prevenir ambos atrapados mecánicos y por succión. La mayoría de SVRS utilizan válvulas de liberación hidráulicas que son colocadas en la zona de succión de la bomba. La válvula es diseñada para liberar (abrir a la atmósfera) si el vacío (o presión) dentro de la tubería de desagüe excede un umbral fijado, liberando por lo tanto la obstrucción. Estas válvulas pueden ser muy efectivas en la liberación de la succión desarrollada bajo estas  
30 circunstancias. Desafortunadamente, tiene varios problemas técnicos que han limitado su uso. El primer problema es que la válvula de liberación necesita generalmente ser ajustada mecánicamente para cada piscina. Incluso aún ajustada adecuadamente, la válvula puede ser propensa a molestas obstrucciones. El tercer problema es que la válvula necesita ser colocada adecuadamente en la zona de succión de la bomba. Esto hace que la instalación sea difícil para un propietario medio.

35 [0006] El documento US 2009290991 describe un procedimiento de control de un motor que hace funcionar un aparato de bombeo de una aplicación de fluido a chorro. El aparato de bombeo incluye una bomba que tiene una entrada para recibir un fluido y una salida para expulsar el fluido, y estando el motor acoplado a la bomba para hacer funcionar dicha bomba. El procedimiento incluye la acción de control del motor para hacer funcionar la bomba y supervisar el funcionamiento de la bomba. El acto de supervisión incluye supervisar una potencia del motor, y  
40 determinar si la potencia supervisada indica un caudal no deseado de fluido a través de la bomba. El procedimiento incluye además el acto de controlar el motor para parar el funcionamiento de la bomba cuando la determinación indica un caudal de fluido no deseado a través de la bomba si se dan cero u otras condiciones más.

[0007] El documento US 2003106147 describe un sistema de seguridad de liberación de vacío (SVRS en sus siglas en Ingles) para piscinas que supervisa el nivel de vacío en una tubería de succión e invierte el caudal dentro de la  
45 tubería de succión, cuando el nivel de vacío excede un nivel predeterminado. Por tanto, si un bañador queda atrapado en la salida de succión tal como el desagüe principal de la piscina, el sistema SVRS no solo libera el vacío sino también empuja el bañador atrapado por succión. En respuesta a un elevado nivel de vacío, un dispositivo de supervisión de vacío actúa una válvula automática, que invierte la comunicación de fluido entre los conductos entrantes y salientes de la bomba y el sistema de filtro. En este proceso, la tubería de succión se convierte desde  
50 vacío (presión negativa) a presión positiva. A partir de ahí, el sistema de válvula automática repone de forma automática el SVRS a la configuración original o caudal normal. EL SVRS funciona sin interrumpir el funcionamiento del sistema de filtrado de la piscina.

[0008] El documento US6342841 describe un sistema de detección de bloqueo de entrante con un micro-  
55 controlador que establece funcionamiento normal y perfiles de funcionamiento de tiempo de aspirado y vacío para una bomba de circulación de piscina. Un usuario ajusta levemente los niveles de vacío dentro de un rango predeterminado para almacenar una envolvente de perfil de aspirado dentro de la memoria para operación de aspirado. Un comparador compara las entradas reales de tiempo desde el inicio y la bomba succiona con la envolvente de funcionamiento normal durante el funcionamiento normal de la bomba de circulación. El comparador compara entradas a tiempo real del sentido de vacío y el tiempo desde el comienzo cuando el controlador se encuentra en modo de aspirado con la envolvente de aspirado almacenado en memoria. Unas luces parpadean con  
60 una secuencia para indicar niveles de vacío seleccionados, y los niveles son mostrados en una pantalla de presentación alfanumérica. Se sitúa también un conmutador de reinicio dentro del caja de bloqueo de control para permitir que el sistema cierre de forma automática el relé de potencia y reinicie la bomba después de cortes de energía.

65

SUMARIO

[0009] La invención es definida de forma precisa en la reivindicación 1 de procedimiento. Las reivindicaciones dependientes enumeran realizaciones ventajosas de la invención.

5 [0010] En una realización, la invención proporciona un controlador para un motor que supervisa la potencia de entrada del motor y/o la presión del lado entrada de la bomba (también referida como vacío del lado de entrada de bomba). Esta supervisión ayuda a determinar si se está produciendo una obstrucción del desagüe. Si el desagüe o el bombeo está restringido de forma substancial en la zona de succión de la bomba, la presión en dicho lado de la bomba aumenta. Al mismo tiempo, ya que la bomba no está ya bombeando fluido, la potencia de entrada al motor  
10 baja. Cualquier de estas condiciones pueden considerarse un fallo y el motor es apagado. Está también previsto que si el filtro de la piscina llega a estar atascado, la potencia de entrada de la bomba también baje y el motor se apague también.

[0011] Otras características y aspecto de la invención llegaran a ser evidente mediante la consideración de la descripción detallada y de los dibujos que se acompañan.

15 BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0012] La figura 1 es una representación esquemática de un spa a chorro que incorpora la invención.

20 [0013] La figura 2 es una diagrama de bloques de una primer controlado apto para ser usado en el spa a chorro de la figura 1.

[0014] Las figuras 3A y 3B son esquemas eléctricos del primer controlador mostrado en la figura 2.

[0015] La figura 4 es un diagrama de bloques de un segundo controlador apto para ser usado en el spa a chorro mostrado en la figura 1.

[0016] Las figuras 5A y 5B son esquemas eléctricos del segundo controlador mostrados en la figura 4.

25 [0017] La figura 6 es un diagrama de bloques de un tercer controlador apto para ser usado en el spa a chorro mostrado en la figura 1.

[0018] La figura 7 es un diagrama de bloques de un cuarto controlador apto para ser usado en un spa a chorro mostrado en la figura 1.

30 [0019] La figura 8 es un gráfico que indica la relación entre el deslizamiento nominal y la potencia normalizada del motor 145.

[0020] La figura 9 es un diagrama de bloques de un quinto controlador capaz de ser usado en una spa a chorro mostrado en la figura 1.

[0021] La figura 10 es un diagrama de bloques de un sexto controlador apto para ser usado en el spa a chorro mostrado en la figura 1.

35 DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0022] Antes de explicar en detalla que cualquier realización de la invención, debe entenderse que la invención no está limitada en sus aplicaciones a los detalles de construcción y la configuración de componentes enunciados en la siguiente descripción o ilustrada en los siguientes dibujos. La invención es susceptible de otras realizaciones y de ser practicada o de ser llevada a cabo de varias formas. También, debe entenderse que la fraseología y terminología se usa aquí con el propósito de descripción y no debe ser considerada limitadora. El uso de "incluyendo", "comprendiendo" o "teniendo" y las variaciones de estas en este documento se entiende que abarca los artículos relacionados a partir de ellos y equivalentes de los mismos así como elementos adicionales. A menos que se especifique o limite de otra forma, los términos "montado", "conectado", "soportado" y "acoplado" y sus variaciones son usados ampliamente e incluyen directa e indirectamente montajes, conexiones, soportes y acoplamientos. Además "conectado" y "acoplado" no están restringidos a conexiones o acoplamientos mecánicos o físicos.

50 [0023] La figura 1 representa de forma esquemática un spa a chorro 100 que incorpora la invención. Sin embargo, la invención no está limitada al spa a chorro 100 y puede ser utilizada en otros sistemas de fluido a chorro (por ejemplo, piscinas, jacuzzis, tinas de hidromasaje, etc.). También está previsto que la invención pueda utilizarse en otras aplicaciones (por ejemplo, aplicaciones de bombeo de fluido).

[0024] Como se muestra en la figura 1, el spa 100 incluye un vaso 105. Como se usa aquí, el vaso 105 es un recipiente 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 una o más ocupantes o artículos. El spa además incluye 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 que tiene una entrada 125 acoplada al desagüe y una salida 130, y un conducto de 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 controlador 150 para controlar el motor 145. Para la construcción descrita aquí, la bomba 140 es una bomba centrífuga y el motor 145 es una motor de inducción (por ejemplo motor de arranque por condensador, condensador de gestión de inducción, motor de inducción de fase partida, motor de inducción trifásico, etc.). Sin embargo, la invención no se limita a este tipo de bomba o motor. Por ejemplo, un motor de corriente continua (DC), sin escobillas, puede ser utilizado en una aplicación de bombeo diferente. Para otras construcciones, un sistema de fluido a chorro puede incluir múltiples desagües, múltiples retornos, o incluso múltiples sistemas de impulsión de fluido.

65 [0025] Haciendo de nuevo referencia a la figura 1, el vaso 105 contiene un fluido. Cuando el sistema de impulsión de fluido 110 es activado, la bomba 140 provoca que el fluido se desplace desde el desagüe 115, a través de la bomba

140, salga a chorro en el vaso 105. Esta operación de bombeo se produce cuando el controlador 150 proporciona de forma controlada una potencia al motor 145, que se traduce en un movimiento mecánico por el motor 145. El acoplamiento del motor 145 (por ejemplo, un acoplamiento directo o un acoplamiento indirecto a través de un sistema de conexión) a la bomba 140 resulta en que el motor 145 hace funcionar de forma mecánica la bomba 140 para impulsar el fluido. La operación del controlador 150 puede ser a través de un interfaz de funcionamiento, que puede ser tan simple como un conmutador de encendido.

[0026] La figura 2 es un diagrama de bloques de una primera construcción del controlador 150, y las figuras 3A y 3B son esquemas eléctricos del controlador 150. Como se muestra en la figura 2, el controlador 150 está eléctricamente conectado a la fuente de energía 155 y al motor.

[0027] Con referencia a las figuras 2 y 3B, el controlador 150 incluye una fuente de alimentación 160. La fuente de alimentación 160, incluye resistencias R46 y R56; condensadores C 13, C 14, C16, C 18, C 19, y C20; diodos D10 y D1; diodos Zener D10 y D1; un controlador de fuente de alimentación U7; un regulador U6; y un conmutador óptico U8. La fuente de alimentación 160 recibe energía de la fuente de energía 155 y proporciona la tensión continua adecuada (por ejemplo, -5 VDC y -12 VDC) para hacer funcionar el controlador.

[0028] Para el controlador 150 mostrado en la figura 2 y 3A, dicho controlador 150 supervisa la potencia de entrada del motor y la presión de entrada de la zona de la bomba 140, para determinar si se ha producido una obstrucción del desagüe. Si en el desagüe 115 el bombeo está taponado del lado de la bomba 140, la presión en dicho lado de la bomba 140 aumenta. Al mismo tiempo, ya que la bomba 140 ya no está bombeando agua, la potencia de entrada al motor 145 baja. Si se produce cualquiera de estas circunstancias, el controlador 150 declara un fallo, el motor 145 se apaga, y las luces de indicación de fallo se encienden.

[0029] Un circuito de promedio y sensor de tensión 165, un circuito de promedio y detector de corriente 170, un circuito de detección de tensión de línea 175, un circuito de detección de tensión triac (tríodo de corriente alterna) 180, y el micro-controlador 185, realizan la supervisión de la potencia de entrada. El circuito de promedio y de sensor de tensión 165 incluye resistencias R34, R41, y R42; un diodo D9; un condensador C110; y un amplificador operacional U4A. El circuito de promedio y sensor de tensión rectifican la tensión procedente de la fuente de energía 155 y luego realizan un promedio de corriente continua de la tensión rectificado. La media DC es luego alimenta al micro-controlador 185.

[0030] Un ejemplo del circuito de promedio y sensor de corriente 170 es mostrado en la figura 3. El circuito de promedio y sensor de corriente 170, incluye un transformador T1 y una resistencia R45, que actúan como un sensor de corriente que detecta la corriente aplicada al motor. El circuito de promedio y detector de corriente también incluye resistencias R25, R26, R27, R28, y R33; diodos D7 y D8; un condensador C9; y amplificadores operacionales U4C y U4D, que rectifica y promedian el valor que representa la corriente detectada. Por ejemplo, la escala resultante del circuito de promedio y detector de corriente 170 puede ser un valor negativo entre cero y cinco voltios, correspondiente a un valor RMS entre cero y veinticinco amperios. El promedio de DC es entonces alimentado al micro-controlador 185.

[0031] Un ejemplo de circuito detección de tensión de línea 175 se muestra en la figura 3A. El circuito de detección de tensión de línea 175, incluye resistencias R23, R24 y R25; un diodo D5; un diodo Zener D6; un transistor Q6; y puerta NAND U2B. El circuito de detección de tensión de línea 175 incluye un detecto de paso por cero que genera una señal de impulso. La señal de impulso incluye impulsos que son generados cada vez que la tensión de línea pasa por cruza cero voltios.

[0032] Otro ejemplo de circuito detección de tensión triac 180 se muestra en la figura 3A. El circuito de detección de tensión triac 180 incluye resistencias R1, R5 y R6; un diodo D5; un diodo Zener D1; un transistor Q1; y una puerta NAND U2A. El circuito de detección de tensión triac 180 incluye un detector de paso por cero que genera una señal impulsiva. La señal impulsiva incluye impulsos que son generados cada vez que la tensión de línea cruza cero voltios.

[0033] Un ejemplo de micro-controlador 185 que puede ser usado con la invención es un micro-controlador de la marca Motorola, modelo numero MC68HC908QY4CP. El micro-controlador 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 también incluye memoria para almacenar datos. El micro-controlador 185 puede incluir otro circuito (por ejemplo, un convertidor de analógico a digital) necesario para hacer funcionar el micro-controlador 185. En general, el micro-controlador 185 recibe entradas (señales o datos), ejecuta las instrucciones de software para analizar las entradas y genera salidas (señal o datos) basadas en los análisis. Aunque el micro-controlador 185 es mostrado y descrito, la invención puede ser implementada con otros dispositivos, incluyendo una variedad de circuitos integrados (por ejemplo circuito integrado de aplicación específica), dispositivos programables, y/o dispositivos discretos, como debe resultar aparente a una persona con habilidad normal en la técnica. Adicionalmente, está previsto que el micro-controlador 185 o circuito similar pueda realizar la función de algunos de los otros circuitos descritos (por ejemplo, circuitería 165 a 180) por encima del controlador 150. Por ejemplo, el micro-controlador 185, en alguna construcción, puede recibir una tensión detectada o una corriente detectada y determinar una tensión promedio, una corriente media, el paso por cero de la tensión detectado y/o el paso por cero de la corriente detectada.

[0034] El micro-controlador 185 recibe las señales que representan la tensión media aplicada al motor 145, la corriente media a través del motor 145, el paso por cero de la tensión del motor, y el paso por cero de la corriente del motor. A partir del paso por cero, el micro-controlador 185 puede determinar un factor de potencia. El factor de potencia puede calcularse utilizando ecuaciones matemáticas conocidas o utilizando una tabla de consulta basada en ecuaciones matemáticas. El micro-controlador 185 puede entonces calcular una potencia con la tensión promediada, la corriente promediada y el factor de potencia como se conoce. Como discutiremos más adelante, el

micro-controlador 185 compara la potencia con un valor de calibración de potencia para determinar si existe presente una condición de fallo (por ejemplo debida a una obstrucción).

**[0035]** Refiriéndonos otra vez a las figuras 2 y 3A, el circuito de detección de presión (o vacío) 190 y el micro-controlador 185 supervisan la presión del lado de entrada de la bomba. En la figura 3A, se muestra un ejemplo del circuito de detección de presión 190. El circuito de detección de presión 190, incluye resistencias R16, R43, R44, R47, y R48; condensadores C8, C12, C15, y C17; un diodo Zener D4, un sensor piezoresistivo U9, y amplificadores operacionales U4-B. El sensor piezoresistivo U9 está soldado en el lado de succión de la bomba 140. El circuito detector de presión 190 y el micro-controlador 185, traducen y amplifican la señal generada por el sensor piezoresistivo U9 en un valor que representa la presión de entrada. Como se discutirá más adelante, el micro-controlador 185 compara el valor de presión resultante con el valor de calibración de presión para determinar si está presente un estado de fallo (por ejemplo debido a una obstrucción).

**[0036]** La calibración del controlador 150 se produce cuando el usuario activa el conmutador de calibrado 195. Un ejemplo de conmutador de calibrado 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 pasa el conmutador de efecto Hall U10, el conmutador genera una señal proporcionada al micro-controlador 185. Tras recibir la señal, el micro-controlador 185, almacena el valor de calibración de señal 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 la potencia presente.

**[0037]** Como se indicó anteriormente, el controlador 150 proporciona potencia al motor 145 de forma controlada. Con referencia a la figura 2 y a la figura 3A, el controlador 150, incluye un circuito generador de impulsos de re-disparo 200. El circuito generador de impulsos de re-disparo 200, incluye una resistencia R7, un condensador C1, y un generador de impulsos U1A, y emite un valor a la puerta NAND U2D, cuando el circuito generador de impulso de re-disparo 200 recibe una señal que tenga una frecuencia de impulso mayor que la frecuencia fijada determinada por la resistencia R7 y el condensador C1. La puerta NAND U2D también recibe una señal desde el circuito de retardo de encendido 205, que previene un disparo espurio del relé durante el arranque. La salida de la puerta NAND U2D se proporciona al circuito de control de relé 210. El circuito de control de relé 210, mostrado en la figura 3A incluye resistencias R19, R20, R21, y R22; un condensador C7; un diodo D3; e conmutadores Q5 y Q4. El circuito de control de relé 210 controla el relé K1.

**[0038]** El micro-controlador 185 también proporciona una salida al circuito controlador triac 215, que controla el triac Q2. Como se muestra en la figura 3A, el circuito controlador triac 215, incluye resistencias R12, R13 y R14, un condensador C11, y un conmutador Q3. Para que la corriente fluya al motor, el relé K1 necesita cerrarse y el triac Q2 necesita ser activado/disparado.

**[0039]** El controlador 150 también incluye un conmutador térmico S1 para supervisar el disipador de calor triac, un supervisor de suministro de energía 220 para supervisar las tensiones producidas por la fuente de alimentación 160, y una pluralidad de LED DS1, DS2 y DS3 para proporcionar información al usuario. En la construcción mostrada, un LED DS1 verde indica energía aplicada al controlador 150, un LED DS2 rojo indica que ha ocurrido un fallo, y un tercer LED DS3 es un LED parpadeante para indicar que el micro-controlador 185 está funcionando. Por supuesto, pueden utilizarse otro interfaces para proporcionar información al operador.

**[0040]** A continuación se describe la secuencia normal de acontecimientos para un procedimiento de funcionamiento del controlador 150. Cuando el sistema de impulsión de fluido 110 es activado inicialmente, el sistema 110 puede tener que extraer aire del lado de succión de bombeo y hacer que el fluido circule ligeramente. Este periodo de "cebado" dura usualmente solo unos segundos, pero puede durar un minuto o más cuando exista mucho aire en el sistema. Después del cebado, el agua circula, la zona de succión aplica presión, y la potencia de entrada del motor permanece relativamente constante. Es durante este periodo de funcionamiento normal en que el circuito es efectivo para detectar un suceso anormal. El micro-controlador 185 incluye una función de arranque-parada que evita al supervisor la detección de un estado anormal durante el periodo de cebado.

**[0041]** Después de que el sistema 110 está funcionando sin problemas, el operario del spa puede calibrar el controlador 150 a las condiciones de funcionamiento actual del spa. Los valores de calibración son almacenados en la memoria del micro-controlador 185, y serán usados como base para la supervisión del spa 100. Si por alguna razón las condiciones de funcionamiento del spa cambian, el controlador 150 puede ser re-calibrado por el operario. Si en cualquier momento durante el funcionamiento normal, sin embrago, la presión de la zona de succión aumenta de forma substancial (por ejemplo un 12%) sobre el valor de calibración de presión, o la potencia de entrada del motor baja (12%) por debajo del valor de calibración de potencia, el bomba se apaga, encendiéndose un indicador de fallo.

**[0042]** Como se discutió anteriormente, el controlador 150 mide la potencia de entrada del motor, y no solo el factor de potencia del motor o corriente de entrada. Algunos motores tienen características eléctricas tales que el factor de potencia permanece constante mientras el motor se encuentra sin carga. Otros motores tienen una característica eléctrica tal como que la corriente permanece relativamente constante cuando la bomba se encuentra sin carga. Sin embargo la potencia de entrada baja en sistemas de bombas cuando el desagüe se tapona, y se impide la circulación de agua se impide.

**[0043]** El circuito de promedio y detector de tensión 165, genera un valor que representa la tensión de línea de potencia media mientras que el circuito de promedio y detector de corriente 170 genera un valor representativo de la corriente de motor media. El factor de potencia del motor se deriva a partir de la diferencia entre eventos de paso por cero de la potencia de línea y eventos de paso por cero del triac. El circuito detector de la tensión de línea 175 proporciona una señal que representa el cruce por cero de la potencia de línea. El paso por cero del triac se produce en el paso por cero de la corriente de control. El circuito detector de tensión triac 180 proporciona una señal que representa los pasos por cero del triac. La diferencia de tiempo de los eventos de paso por cero es utilizada para

buscar el factor de potencia del motor a partir de una tabla almacenada en el micro-controlador 185. Este dato es luego utilizado para calcular la potencia de entrada del motor utilizando la ecuación e1.

$$[e1] V_{media} \times I_{media} \times PF = Potencia\_Entrada\_Motor$$

5

[0044] La potencia\_entrada\_motor calculada es luego comparada con el valor calibrado para determinar si ha ocurrido un fallo. Si ha ocurrido un fallo, el motor es apagado y el fallo se enciende.

10 [0045] Otro aspecto del controlador 150 es una característica de “arrancado suave”. Cuando el típico motor de bomba 145 es encendido, rápidamente se acelera a velocidad máxima. La aclaración repentina crea un aumento del vacío en lado de entrada del la bomba 140 y aumenta la presión en lado zona de descarga de la bomba 140. El aumento del vacío puede obstaculizar de manera espuria las válvulas hidráulicas de liberación del spa 100. El aumento de presión en la salida también puede crear un golpe de ariete que es adverso para el bombeo / las tuberías y especialmente adverso en el filtro (si está presente). La característica de arranque suave aumenta lentamente la tensión aplicada al motor en un periodo de tiempo (por ejemplo dos segundos). Mediante el aumento gradual de la tensión, el motor acelera más suavemente, evitándose el pico de presión / vacío en el bombeo/ las tuberías se evita.

15 [0046] Otro aspecto del controlador 150 es la utilización de un sistema de detección redundante. Al observar tanto la presión del lado de entrada de la bomba y la potencia de entrada del motor, en caso de ocurrir un fallo en cualquiera de ellos, el detector restante podría todavía apagar el sistema 110.

20 [0047] La redundancia es también utilizada para los conmutadores de potencia que cortan la potencia al motor. Tanto un relé como un triac son utilizados en serie para realizar esta función. De esta forma, un fallo en cualquiera de los componentes, dejara todavía un conmutador para apagar el motor 145. Como una característica adicional de seguridad, el funcionamiento adecuado de ambos conmutadores se comprueba por el micro-controlador 185 cada vez que el motor es encendido.

25 [0048] Otro aspecto del controlador 150 es la utilización de diversas funciones de supervisión para verificar que todos los circuitos están funcionando como se pretende. Estas funciones pueden incluir verificar si la tensión de entrada se encuentra en un margen razonable, verificar si la corriente del motor está en un rango razonable, y verificar si la presión en el lado de succión se encuentra en un rango razonable. Por ejemplo, si la corriente del motor excede el 135% del valor calibrado, el motor puede considerarse sobrecargado y es apagado.

30 [0050] Como se discutió anteriormente, el controlador 150 también supervisa el suministro de energía 160 y la temperatura del dissipador de calor del triac. Si cualquiera está fuera de rango adecuado, el controlador 185 puede apagar el motor 145 y declarar un fallo. El controlador 150 también supervisa los circuitos de detectores de tensión de línea y de triac 175 y 180 respectivamente. Si los impulsos que pasan por cero son recibidos por cualquiera de estos circuitos a una frecuencia menor a un periodo definido de tiempo (por ejemplo cada 80 milisegundos), el motor se apaga.

35 [0051] Otro aspecto del controlador 150 es que el micro-controlador 185 debe proporcionar impulsos a una frecuencia mayor que una frecuencia fijada (determinada por la constante de tiempo de la resistencia R7 y C1) para cerrar el relé K1. Si el generador de impulso U1A no es disparado a la frecuencia apropiada, el relé K1 se abre y el motor se apaga.

40 [0052] Por tanto, la invención proporciona, entre otras cosas, un controlador para un motor que opera una bomba. Mientras que numerosos aspectos del controlador 150 han sido discutidos anteriormente, no todos los aspectos y características discutidas anteriormente son requeridas para la invención. Por ejemplo, el controlador 150 puede modificarse para supervisar solo la potencia de entrada del motor o la presión del lado de succión. Adicionalmente, se pueden añadir otros aspectos y características al controlador 150 mostrado en las figuras. Por ejemplo, alguna de las características a discutir más adelante para el controlador 150a, pueden añadirse al controlador 150.

45 [0053] La figura 4 es un diagrama de bloques de una segunda construcción del controlador 150a, y las figuras 5A y 5B son un esquema eléctrico del controlador 150a. Como se muestra en la figura 4, el controlador 150a está eléctricamente conectado a una fuente de energía 155 y al motor 145.

50 [0054] Con referencia a las figuras 4 y 5B, el controlador 150a incluye una fuente de alimentación 160a. La fuente de alimentación 160a incluye, resistencias R56 y R76, condensadores C16, C18, C20, C21, C22, C23 y C25; diodos D8, D10 y D11; diodos Zener D6, D7 y D9; un controlador de suministro de energía U11; un regulador U9; inductancias L1 y L2, supresores de sobre-tensión MOV 1 y MOV 2, y conmutador óptico U10. La fuente de alimentación 160a, recibe energía desde la fuente de energía 155 y proporcionan la tensión continua adecuada (por ejemplo +5 VDC y +12 VDC) para hacer funcionar el controlador 150a.

55 [0055] En el controlador 150a mostrado en las figuras 4, 5A y 5B, dicho controlador 150a supervisa la potencia de entrada del motor para determinar si ha ocurrido una obstrucción del desagüe. Igual que en la construcción anteriormente revelada, si el desagüe 115 o (el) bombeo/ (las) tuberías se encuentra(n) atascado(as) en el lado de succión de la bomba 140, la bomba 140 ya no bombea agua. Y la potencia de entrada al motor baja. Si está condición se produce, el controlador 150a declara un fallo, el motor 145 se apaga, y un indicador se fallo se enciende.

60 [0056] Un circuito de promedio y detector de tensión 165a, un circuito de promedio y detector de corriente 170a, y el micro-controlador 185a realizan la supervisión de la potencia de entrada. Un ejemplo de circuito de promedio y detector de tensión 165a se muestra en la figura 5A. El circuito de promedio y detector de tensión 165<sup>a</sup>, incluye resistencias R2, R31, R34, R35, R39, R59, R62, y R63; diodos D2 y D12; un condensador C 14; y amplificadores operacionales U5C y U5D. El circuito de promedio y detector de tensión 165a, rectifica la tensión de la fuente de energía 155 y luego realiza una media de corriente continua de la tensión rectificadas. La DC promedio es luego

65

alimentada al micro-controlador 185a. El circuito de media y detector de tensión 165a, además incluye resistencias R22, R23, R27, R28, R30, y R36; un condensador C27; y un comparador U7A; que proporcionan la señal de forma de onda de tensión (por ejemplo como un detector de paso por cero) al micro-controlador 185a.

5 [0057] Un ejemplo del circuito de promedio y detector de corriente 170a, se muestra en la figura 5B. El circuito de promedio y detector de 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 de promedio y detector de corriente 170a, también incluye resistencias R18, R20, R21, R40, R43, y R57; diodos D3 y D4; condensador C8; y amplificadores operacionales U5A y U5B, que rectifican y promedian el valor que representa el detector de corriente. Por ejemplo, la escala resultante del circuito de promedio y detector de corriente y 170a, puede ser un valor positivo de 0 a cinco  
10 voltios, correspondiente a un valor RMS de cero a veinticinco amperios. La DC promedio resultante es luego alimentada al micro-controlador 185a. El circuito de promedio y detector de corriente 170a, además incluye resistencias R24, R25, R26, R29, R41, y R44; un condensador C11; un comparador U7B; que proporciona el signo de la forma de onda de corriente (por ejemplo, actúa como detector de paso por cero) al micro-controlador 185a.

15 [0058] Un ejemplo de micro-controlador 185a que puede ser utilizado con la invención es un micro-controlador de la marca Motorola modelo número MC68HC908QY4CP. Similar a lo que se ha discutido para la construcción anterior, el micro-controlador 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 memoria de almacenamiento de datos. El micro-controlador 185a puede incluir otro circuito (por ejemplo convertidores analógico-digital) necesarios para hacer funcionar al micro-controlador 185a y/o puede realizar la  
20 función de alguno de los otros circuitos descritos anteriormente para el controlador 150a. En general, el micro-controlador 185a, recibe entradas (señales o datos), ejecuta instrucciones de software para analizar la entrada, y generar salidas (señales o datos) basados en los análisis.

[0059] El micro-controlador 185a recibe las señales que representan la tensión media aplicada al motor 145, la corriente media a través del motor 145, los pasos por cero de la tensión del motor, los pasos por cero de la corriente del motor. A partir de los pasos por cero, el micro-controlador 185a, puede determinar un factor de potencia y una potencia como se ha descrito anteriormente. El micro-controlador 185a puede luego comparar la potencia calculada con un valor de calibración de potencia para determinar si está presente el estado de fallo (por ejemplo debido a una obstrucción).

[0060] La calibración del controlador 150a se produce cuando el usuario activa un conmutador de calibración 195a. Un ejemplo de conmutador de calibración 195a se muestra en la figura. 5A, que es similar al conmutador de calibración 195 mostrado en la figura. 3A. Por supuesto, son posibles otros conmutadores de calibración. En un método de funcionamiento de los conmutadores de calibración 195a, se necesita fijar una leontina de calibración próxima al conmutador 195a cuando el controlador 150a recibe una potencia inicial. Después de retirar el imán y la potencia cíclica, el controlador 150a pasa a través de modo de cebado y entra en un modo de calibración automática (discutido más adelante).

[0061] El controlador 150a proporciona de forma controlada potencia al motor 145. Con referencia a las figura 4 y 5A, el controlador 150a incluye un circuito generador de impulsos de re-disparo 200a. El circuito generador de impulsos de re-disparo 200a, incluye resistencias R15 y R16, condensadores C2 y C6, y generadores de impulsos U3A y U3B, y emite un valor al circuito de control de relé 210a, cuando el circuito generador de impulsos de re-disparo 200a recibe una señal que tiene una frecuencia de impulsos mayor que una frecuencia fijada determinada por las resistencias R15 y R16, y los condensadores C2 y C6. Los generadores de impulsos de re-disparo U3A y U3B también reciben una señal desde el circuito de retardo de encendido 205a, que previene durante el arranque una activación espuria del relé. El circuito de control de relé 210a mostrado en la figura 5A, incluye resistencias R1, R3, R47, y R52; un condensador C7; diodos D1 y D5; e conmutadores Q1 y Q2. El circuito de control de relé 210a controla el relé K1 y K2. Para que la corriente circule al motor, ambos relés K1 y K2 necesitan para "cerrar".

[0062] El controlador 150a además incluye dos detectores de tensión 212a y 214a. El primer detector de tensión 212a incluye resistencias R71, R72, y R73; un condensador C26; un diodo D14; y un conmutador Q4. El primer detector de tensión 212a detecta cuando la tensión está presente a través del relé K1, y verifica que los relés están funcionando de forma adecuada antes de permitir que el motor se alimentado. El segundo detector de tensión 214a incluye resistencias R66, R69 y R70; un condensador C9; un diodo D13; y un conmutador Q3. El segundo detector de tensión 214a detecta si un motor de dos velocidades está siendo operado en modo de velocidad alta o baja. Los valores de paso de potencia de entrada del motor son fijados de acuerdo a la velocidad a la que funciona el motor. Esta también previsto que el controlador 150a pueda ser utilizado con un motor de una sola velocidad sin el segundo detector de tensión 214a (por ejemplo, el controlador 150b mostrado en la figura 6).

55 [0063] El controlador 150a también incluye un circuito sensor térmico de ambiente 216a para supervisar la temperatura de funcionamiento del controlador 150a, un supervisor de fuente de alimentación 220a para supervisar la tensión producida por la fuente de alimentación 160a, y una pluralidad de LEDS DS1 y DS3 para proporcionar información al usuario. En la construcción mostrada, un LED DS2 verde indica energía aplicada al controlador 150a, un LED DS3 rojo indica que ha ocurrido un fallo. Por supuesto, pueden utilizarse otros interfaces para proporcionar información al operador.

[0064] El controlador 150a además incluye un conmutador modo limpieza 218a, que incluye conmutador U4 y resistencia R10. El conmutador modo limpieza puede ser actuado por un operario (por ejemplo personal de mantenimiento) para desactivar la función de supervisión de la potencia descrita en esta por un periodo de tiempo (por ejemplo 30 minutos para que así el personal de mantenimiento pueda limpiar el vaso 105). Además, el LED rojo DS3 puede utilizarse para indicar que el controlador 150a está en el modo limpieza. Después del periodo de tiempo, el controlador 150a vuelve a su funcionamiento normal. En algunas construcciones, el personal de mantenimiento

puede actuar el conmutador de modo limpieza 218a para el controlador 150a para salir del modo limpieza antes de que el periodo de tiempo se haya completado.

**[0065]** En otra construcción, el operario puede determinar un periodo de tiempo deseado para que el controlador 150a opere en modo limpieza. Por ejemplo, el personal del mantenimiento puede actuar el conmutador de modo limpieza 218a un número de veces predefinida para indicar una duración deseada de tiempo para que el controlador 150a funciones en el modo limpieza. En algunos casos cuando se requiere un mantenimiento relativamente bajo del vaso 105, el operario puede actuar el conmutador modo limpieza 218a para funcionar en el modo limpieza durante una hora, por ejemplo. El LED rojo DS3 puede ser utilizado para indicar de forma visual la cantidad de tiempo que el personal de mantenimiento ha programado el controlador 150a para funcionar en el modo limpieza.

**[0066]** En algunos casos, puede ser deseable desactivar la función de supervisión de potencia por otras razones que realizar operaciones de limpieza del vaso 105. Dichos casos se indicaran como "modo desactivado", "modo inhabilitado", "modo desprotegido" o similar. Con independencia del nombre, este último modo de funcionamiento puede ser al menos en parte caracterizado por que las instrucciones definidas bajo el funcionamiento de modo limpieza anterior. Además, cuando se refiere al modo limpieza y el funcionamiento de este, la discusión también se aplica a esto últimos modos para desactivar la función de supervisión de la potencia y vice versa.

**[0067]** A continuación se describe la secuencia normal de los acontecimientos para un procedimiento de funcionamiento del controlador 150a algunos de los cuales son similares al procedimiento de funcionamiento del controlador 150. Cuando el sistema de impulsión de fluido 110 es activado inicialmente, el sistema 110 puede tener que extraer aire del lado de succión de bombeo (discutido anteriormente) y hacer circular el fluido fluir suavemente (indicado como periodo de funcionamiento normal). Es durante este periodo de funcionamiento normal que el circuito es efectivo para detectar un suceso anormal.

**[0068]** Tras el encendido del sistema, el sistema 100 puede entrar en un periodo de cebado. El periodo de cebado puede estar prefijado para una duración de tiempo (por ejemplo una duración de tiempo de 3 minutos), o por una duración de tiempo determinada por un estado detectado. Después del periodo de cebado, el sistema 110 entra el periodo normal de funcionamiento. El controlado 150 puede incluir instrucciones para realizar una calibración automática para determinar uno o más valores de calibrado después de un primer encendido del sistema. Un ejemplo de valor de calibrado es un valor de calibración de potencia. En algunos casos, el valor de calibración de potencia es almacenado en la memoria del micro-controlador 185, y será utilizado como base para supervisar el vaso 105.

**[0069]** Si por alguna razón, las condiciones de funcionamiento del recipiente 105 cambian, el controlador 150a puede ser re-calibrado por el operario. En algunas construcciones, el operario actúa el conmutador de calibrado 195a para borrar uno o más valores de calibración almacenados en la memoria del micro-controlador 185. El operario apaga luego el sistema 110, en particular el motor 145, y realizando el encendido del sistema. El sistema 110 inicia el proceso de calibración automático como se discutió anteriormente para determina uno o más valores de calibración nuevos. Si en cualquier momento durante el funcionamiento normal, la potencia supervisada varía del valor de calibración de potencia (por ejemplo varía un 12,5% a partir de una ventana sobre el valor de calibración de potencia), el motor 145 se apagará y un indicador de fallo se encenderá.

**[0070]** En una construcción, las instrucciones de calibración automática incluyen no supervisar la potencia del motor 145 durante el periodo de encendido, generalmente prefijado por una duración de tiempo (por ejemplo 2 segundos), tras el encendido del sistema. En el caso cuando el sistema 110 es operado por primera vez, el sistema 110 entra en el periodo de cebado, tras completar el periodo de inicio, y la potencia del motor 145 es supervisada para determinar el valor de calibración de la potencia. Como se indicó anteriormente, el valor de calibración de la potencia es almacenado en la memoria del micro-controlador 185. Después de completar los 3 minutos del periodo de cebado, el sistema 110 entra en el periodo de funcionamiento normal. En los encendidos del sistema subsiguientes, la potencia supervisada es comparada con el valor de calibración de la potencia almacenado en la memoria del micro-controlador 185, memorizada durante el periodo de calibración. Más específicamente, el sistema 110 entra en el periodo norma de funcionamiento cuando la potencia supervisada sube por encima del valor de calibración de potencia durante el periodo de cebado. En algunos casos, la potencia supervisada no se eleva por encima del valor de calibración de la potencia en los 3 minutos del periodo de cebado. Como consecuencia, el motor 145 es apagado y se enciende un indicador de fallo.

**[0071]** En otras construcciones, el periodo de cebado de la calibración automática puede incluir una duración de tiempo prefijada mayor (por ejemplo 4 minutos) o la capacidad ajustable de duración de tiempo. Adicionalmente, el controlador 150a puede incluir instrucciones, 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 filtrado IIR (respuesta infinita a impulsos en sus siglas en ingles) para acondicionar la potencia supervisada. En algunos casos, el filtrado IIR puede ser aplicado a la potencia supervisada durante el periodo de cebado y el periodo de funcionamiento normal. En otros casos, el filtrado IIR puede ser aplicado a la potencia supervisada tras determinar el valor de calibración de potencia después del periodo de cebado.

**[0072]** 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 corriente de entrada. Sin embargo, está previsto que los controladores 150 y 150a puedan ser modificados para supervisar otros parámetros del motor (por ejemplo, solo corriente del motor, solo factor de potencia del motor, o velocidad del motor). Pero se prefiere el parámetro de la potencia de entrada del motor para el controlador 150a para determinar si el agua está obstruida. También está previsto que el controlador 150a pueda modificarse para supervisar otro parámetro (por ejemplo presión en lado de succión) del sistema 110.

**[0073]** Para algunas construcciones del controlador 150a, el micro-controlador 185a supervisa la potencia de

entrada del motor para un estado de sobre-potencia adicionalmente a un estado de sub-potencia. La supervisión de una condición de sobre-potencia ayuda a reducir la posibilidad de que el controlador 150a haya sido incorrectamente calibrado, y/o también ayuda a detectar cuando la bomba es sobrecargada (por ejemplo, la bomba está impulsando demasiado fluido).

5 **[0074]** El circuito de promedio y detector de tensión 165a, genera un valor que representa la tensión de línea de potencia promediada, mientras que el circuito de promedio y detector de corriente 170a, genera un valor representativo de la corriente del motor media. El factor de potencia del motor se deriva a partir de la diferencia entre el signo de la señal de tensión y el signo de la señal de corriente. La diferencia de tiempo es utilizada para buscar el factor de potencia del motor a partir de una tabla almacenada en el micro-controlador 185a. La tensión de línea de potencia promediada, la corriente del motor media y el factor de potencia del motor son luego utilizadas para calcular la potencia de entrada del motor utilizando la ecuación e1, como se ha discutido anteriormente. La potencia de entrada del motor calculada, es luego comparada con el valor calibrado para determinar si se ha producido una condición de fallo. Si se ha producido una condición de fallo, el motor es apagado y el indicador de fallo encendido.

10 **[0075]** La redundancia es también utilizada para los conmutadores de potencia del controlador 150a. Se utilizan dos relés K1 y K2 en serie para hacer esta función. De esta forma, un fallo en cualquiera de los componentes, dejará todavía un conmutador para apagar el motor 145. Como una característica adicional de seguridad, el funcionamiento adecuado de ambos conmutadores se comprueba por el micro-controlador 185a cada vez que el motor es encendido a través del circuito detector de tensión de relé 212a.

15 **[0076]** Otro aspecto del controlador 150a es la utilización de diversas funciones de supervisión para verificar que todos los circuitos funcionan como se pretende. Estas funciones pueden incluir verificar si la tensión de entrada se encuentra en un rango razonable (por ejemplo 85 a 135 V de corriente alterna [AC], o 175 a 255 V de corriente alterna), y verificar, si la corriente del motor está en un rango razonable (del 5% al 95% de rango). También, si la corriente del motor excede el 135% del valor calibrado, el motor puede considerarse sobrecargado y es apagado.

20 **[0077]** El controlador 150a también supervisa el suministro de energía 160a y la temperatura ambiente de la circuitería del controlador 150a. Si cualquiera se encuentra fuera de rango adecuado, el controlador 150a puede apagar el motor 145 y declarar un fallo. El controlador 150a también supervisa el signo de la tensión de línea de potencia y el signo de la corriente del motor. Si los impulsos que pasan por cero que resultan de esta supervisión es a una frecuencia menor que un periodo definido de tiempo (por ejemplo cada 30 mili-segundos), el motor se apaga.

25 **[0078]** Otro aspecto del controlador 150a es que el micro-controlador 185a proporciona impulsos con una frecuencia mayor que una frecuencia fijada (determinada por circuitos generadores de impulsos de re-disparo) para cerrar el relé K1 y el relé K2. Si los generadores de impulsos U3A y U3B no son activados a la frecuencia apropiada, los relés K1 y K2 se abren y el motor se apaga.

30 **[0079]** Otro aspecto de alguna construcción del controlador 150a es que el micro-controlador 185a incluye una característica de restablecimiento automático, que puede ayudar a reconocer obstrucciones espurias (por ejemplo debido a una burbuja de aire en sistema de impulsión de fluido 110.) Para este aspecto, el micro-controlador 185a, después de detectar un fallo y apagar el motor, espera un periodo de tiempo (por ejemplo un minuto), para restablecer, e intentar poner en marcha la bomba. Si el controlador 150a no puede iniciar la bomba de forma exitosa después de un número definido de intentos (por ejemplo 5), el micro-controlador 185a se bloquea hasta que se apaga y se reinicia. El micro-controlador 185a puede además ser programado para limpiar el historial de fallos cuando la bomba funciona de forma normal por un periodo de tiempo.

35 **[0080]** El micro-controlador 185a puede incluir una función de arranque-parada que evita al supervisor detectar un estado anormal durante el periodo de cebado, por tanto previniendo innecesarios disparos espurios. En un procedimiento específico de funcionamiento, el micro-controlador 185a inicia un estado de parada tras el inicio, pero supervisa la potencia de entrada del motor tras el inicio. Si la bomba 140 esta cebándose, la entrada es habitualmente baja. Una vez la potencia de entrada cae dentro de una ventana de supervisión (por ejemplo dentro de 12,5% por encima o por debajo del valor de calibración de potencia) y permanece allí por un periodo de tiempo (por ejemplo dos segundos), el micro-controlador 185 cesa el estado de parada y entra en un funcionamiento normal incluso si la bomba no está totalmente cebada. Esta función permite al controlador 150a realizar una supervisión normal tan pronto como es posible, mientras reduce el riesgo de disparos espurios durante el periodo de cebado.

40 Por ejemplo, un acontecimiento de cebado completo puede durar de dos a tres minutos después de que el controlador 150a haya sido encendido. Sin embargo, cuando la potencia de entrada del motor ha entrado en la ventana de supervisión, la fuerza de succión 115 es suficiente para captarlo. Permitiendo al controlador entrar en modo de ejecución en este punto, el riesgo de un acontecimiento de succión es reducido en gran medida a través porción restante del periodo de cebado. Por tanto, el procedimiento recién descrito de funcionamiento para cesar el estado parada proporciona una mayor eficacia de protección que el arranque-parada programado.

45 **[0081]** Mientras numerosos aspectos del controlador 150a ha sido discutidos anteriormente, no todos los aspectos y funciones discutidas anteriormente son requeridas para la invención. Adicionalmente, otros aspectos y funciones pueden ser añadidos al controlador 150a mostrado en las figuras.

50 **[0082]** Como se ha indicado previamente, los micro-controladores 185, 185a, pueden calcular una potencia de entrada a partir de parámetros tales como tensión media, corriente media, y factor de potencia. Los micro-controladores 185 y 185a luego comparan la potencia de entrada calculada con el calor de calibración de potencia para determinar cuando está presente un estado de fallo (por ejemplo debido a una obstrucción).

55 **[0083]** En la construcción mostrada en la figura 7, un sensor 300 es acoplado al motor 145 para detectar una característica del motor 145, tal como velocidad del motor. En otras construcciones, el sensor 300 puede detectar otras características del motor 145. El controlador 150c incluye micro-controlador 185b que recibe al menos una señal del sensor 300 indicativa de la velocidad del motor. En la construcción mostrada en la figura 7, el micro-

controlador 185b puede utilizar la velocidad del motor y parámetros medidos del motor 145 para determinar la potencia de salida. El micro-controlador 185b puede también supervisar la potencia de salida para determinar si está presente un estado de fallo de forma similar a las construcciones previas (por ejemplo micro-controladores 185, 185a) que utilizan la potencia de entrada.

5 **[0084]** La figura 8 muestra la potencia de salida de un motor 145 ejemplar como una función de deslizamiento (eje horizontal) y potencia normalizada (eje vertical). En referencia a las figuras 7 y 8, la línea 302 es indicativa de la relación entre el deslizamiento, que es una función de la velocidad del motor 145, y de la potencia normalizada. En la construcción ilustrada, la marca A indica un deslizamiento de 0,081 a una tasa de potencia normalizada de 1, y la marca B indica un deslizamiento de 0,071 a una potencia normalizada de 0,9. El micro-controlador 185b detecta la  
10 velocidad del motor a partir del sensor 300 y determina el deslizamiento utilizando formulas conocidas por aquellos versados en la técnica. Se determina que una bajada de deslizamiento del 12% (por ejemplo desde 0,081 en la marca A a 0,071 en la marca B) es representativa de una reducción del 10% en la potencia de salida del motor 145. Por tanto, mediante la supervisión de la velocidad del motor, el controlador 150c puede detectar un estado de fallo y parar el funcionamiento del motor 145 de acuerdo con los procedimientos anteriormente descritos. Se debe entender  
15 que la información mostrada en la figura 8 corresponde a un motor en particular y que otros motores podrán tener diferentes características.

**[0085]** En otra construcción mostrada en la figura 9, el controlador 150d incluye el circuito de promedio y detector de tensión 165a, similar al mostrado en las figuras 4 y 6, alimentado un promedio de tensión continua a un micro-controlador 185c, al menos un determinado valor de tensión de entrada normalizado. Bajo condiciones de  
20 funcionamiento relativamente normales, la tensión de entrada normalizada está determinada para estar substancialmente constante a 1 unidad y el deslizamiento es supervisado para determinar un estado de fallo similar al de la construcción mostrada den la figura 7. En la construcción mostrada en la figura 9, otras condiciones de funcionamiento diferentes a las normales pueden ser determinadas por el cambio de valor de la tensión de entrada normalizada. Más particularmente, el micro-controlador 185c puede ajustar el deslizamiento en el que el estado de  
25 fallo es determinado a partir de los valores determinados de la tensión de entrada normalizada utilizando e2.

$$[e2] \quad S_{trip} = S_{cal} \left( \frac{V_{cal}}{V_{meas}} \right)^2$$

Donde  $S_{trip}$  es el nuevo desplazamiento en el cual una condición de fallo es determinada,  $S_{cal}$  es el deslizamiento calibrado a una tensión normalizado igual a 1,  $V_{cal}$  es la tensión calibrada normalizada (generalmente un valor de 1), y  $V_{meas}$  es la tensión medida normalizada indicativa de, al menos, un estado de funcionamiento diferente del normal.

30 **[0086]** Un ejemplo en particular donde la tensión normalizada es determinada para ser 0,8, el valor de deslizamiento para un estado de fallo es calculado utilizando la ecuación e2 a un nuevo valor aproximadamente de 0,111. Para este ejemplo en particular, una bajada del deslizamiento del 12% es representativa de una baja aproximada de la potencia normalizada del 7,5%. En otro ejemplo, donde la tensión normalizada es determinada a ser 1,2, el valor de deslizamiento para una condición de fallo puede ser calculado a un nuevo valor de 0,049. Una bajada del  
35 deslizamiento del 12% es representativa del una bajada aproximada del 12,5% de la potencia normalizada. Para estos dos ejemplos, es posible determinar por experimentación una nueva ecuación e3 para aproximar mejor la bajada del 12% a una bajada del 10% de la potencia normalizada.

$$[e3] \quad S_{trip} = S_{cal} \left( \frac{V_{cal}}{V_{meas}} \right)^{1.84}$$

Se debe entender que e3 es aplicable al motor con las características mostradas en la figura 8. Otros motores requieren el mismo tipo de experimentación para determinar una ecuación similar.

40 **[0087]** En otra construcción mostrada en la figura 10, el controlador 150e incluye el circuito de promedio y detector de corriente 170a, similar al de la figura 4 y 6, al menos, para detectar la corriente a través del motor 145. En la construcción mostrada en la figura 10, el micro-controlador 185d utiliza la velocidad del motor, la corriente detectada, y un conjunto de parámetros de cálculo previamente programados en el micro-controlador 185d para determinar la potencia de salida del motor 145. Es también posible que los parámetros de cálculo, utilizados por el micro-

controlador 185d para calcular la potencia de salida del motor 145, sean determinados durante el proceso de calibración automática descrito anteriormente. Alguno de los parámetros del cálculo correspondientes a un motor 145 son: resistencia del estator, reactancia de dispersión del estator, reactancia de magnetización, la reactancia de dispersión del rotor, y la resistencia del rotor. Por tanto, el micro-controlador 185d puede incluir instrucciones para  
5 determinar la potencia de salida del motor 145 utilizando la corriente detectada, la velocidad del motor detectada, y los parámetros del cálculo. Las instrucciones son generalmente ecuaciones conocidas por aquellos versados en la técnica. Es necesario entender que otras construcciones del controlador 150, 150a, 150b, 150c, 150d, y 150e son posibles y que las construcciones ilustradas aquí no están limitando la invención.  
[0088] Son posibles variaciones y modificaciones dentro del alcance de las reivindicaciones adjuntas.

10

**REIVINDICACIONES**

1. Procedimiento para control de aparato de bombeo (120) para un sistema de fluido a chorro (110) que comprende un recipiente (105) para contener un fluido, un desagüe (115) y un conducto de retorno (135), comprendiendo el aparato de bombeo (120):
- 5 una bomba (140) que tiene una entrada (125) en conexión de fluido con el desagüe (115) para recibir el fluido, y una salida (130) en conexión de fluido con el conducto de retorno (135) para evacuar el fluido, y un motor (145) acoplado a la bomba (140) para hacer funcionar la bomba (140), comprendiendo el procedimiento:
    - iniciar un primer modo de funcionamiento para el aparato de bombeo (120);
    - 10 - controlar el motor (145) para hacer funcionar la bomba (140) de forma controlada durante el primer modo de funcionamiento; supervisar una característica del motor (145) cuando funcione la bomba (140) durante el primer modo de funcionamiento;
      - determinar si la característica supervisada indica un estado de la bomba (140) y además controlar el motor (145) a partir de el estado de la bomba (140);
    - 15 - recibir una señal de interrupción del control, estando asociada la señal de interrupción del control a un periodo determinado de tiempo;
      - cesar el primer modo de funcionamiento e iniciar un segundo modo de funcionamiento para el periodo de tiempo deseado en respuesta a la recepción de la señal de interrupción de control;
      - proporcionar una indicación visual (DS3) del periodo de tiempo deseado para el cual el aparato de bombeo (120)
      - 20 va a funcionar en el segundo modo de funcionamiento;
  - controlar el motor (145) para hacer funcionar la bomba (140) de forma controlada durante el segundo modo de funcionamiento;
  - supervisar una característica del motor (145) cuando funcione la bomba (140) durante el segundo modo de funcionamiento;
  - 25 - además controlar el motor (145) con independencia de la característica supervisada durante el segundo modo de funcionamiento; y
    - reiniciar el primer modo de funcionamiento.
2. Procedimiento de la reivindicación 1, donde la característica supervisada del motor (145) durante el primer y segundo modos comprende la supervisión de una potencia del motor (145).
3. Procedimiento de la reivindicación 1, donde el estado es un caudal deseado de fluido a través de la bomba (140), y donde el control del motor (145) incluye permitir el funcionamiento continuado de la bomba (140) cuando se determina que la potencia supervisada indica el caudal deseado de fluido a través de la bomba (140).
- 35 4. Procedimiento de la reivindicación 1, donde el estado es un caudal no deseado de fluido a través de la bomba (140), y donde el control del motor (145) incluye prevenir el funcionamiento continuado de la bomba (140) cuando se determina que la potencia supervisada indica el caudal no deseado de fluido a través de la bomba (140).
- 40 5. Procedimiento de la reivindicación 1, donde el reinicio del primer modo de funcionamiento tiene lugar después del periodo de tiempo siguiendo a la recepción de la señal.
6. Procedimiento de la reivindicación 1, donde el procedimiento además comprende la recepción de una segunda señal, y donde el reinicio del primer modo de funcionamiento se produce en respuesta a la recepción de la segunda
- 45 señal.

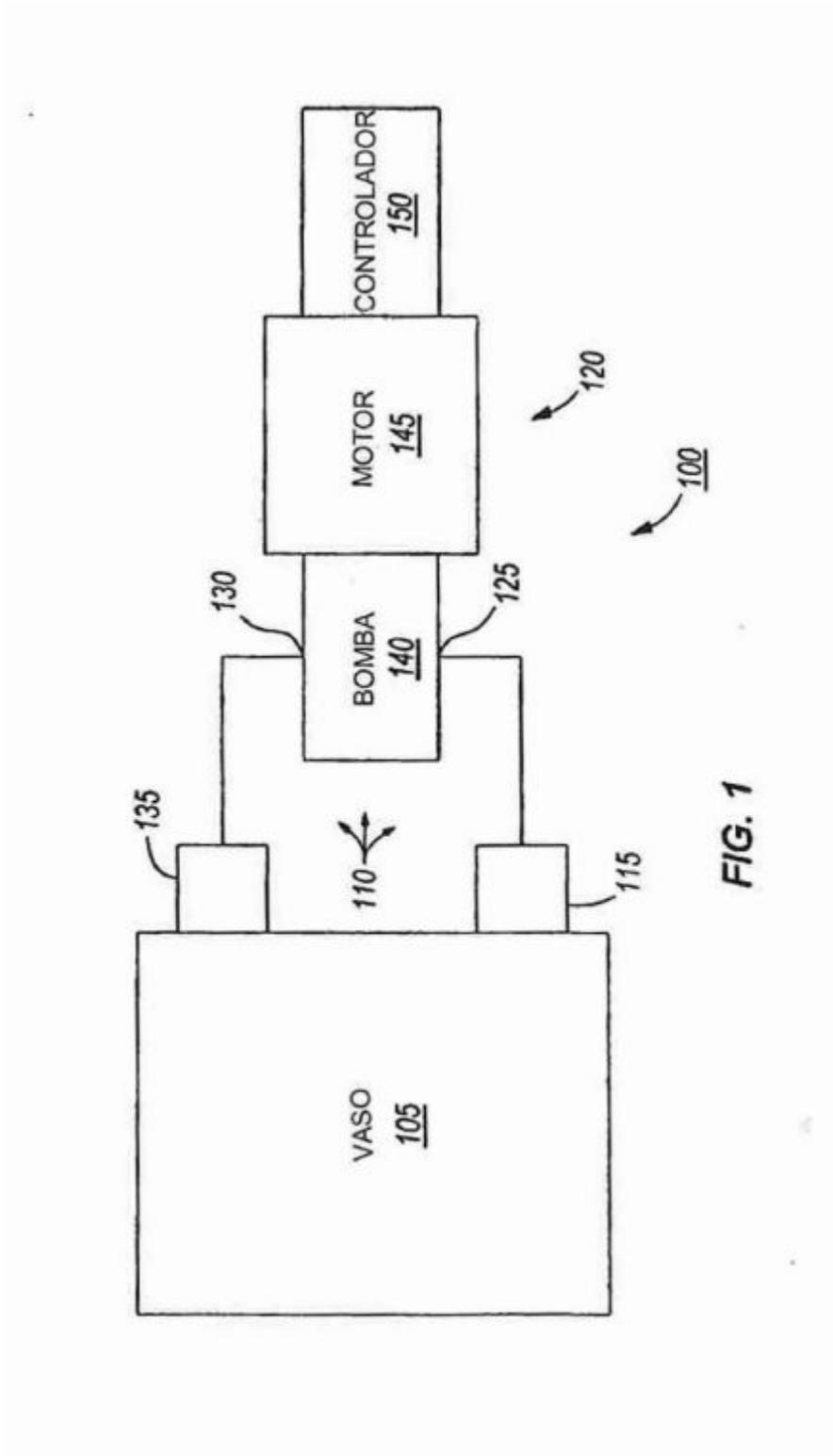


FIG. 1

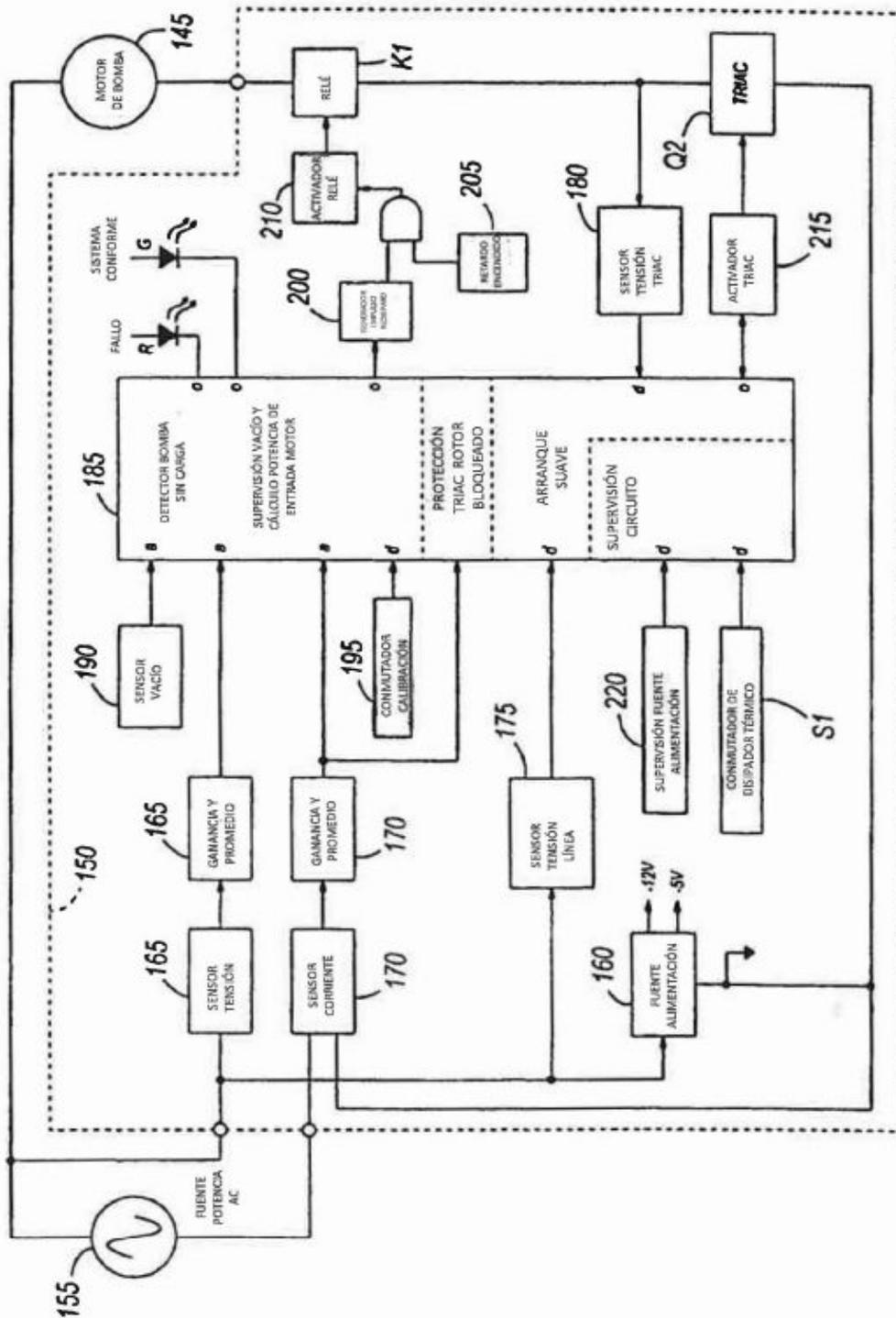


FIG. 2

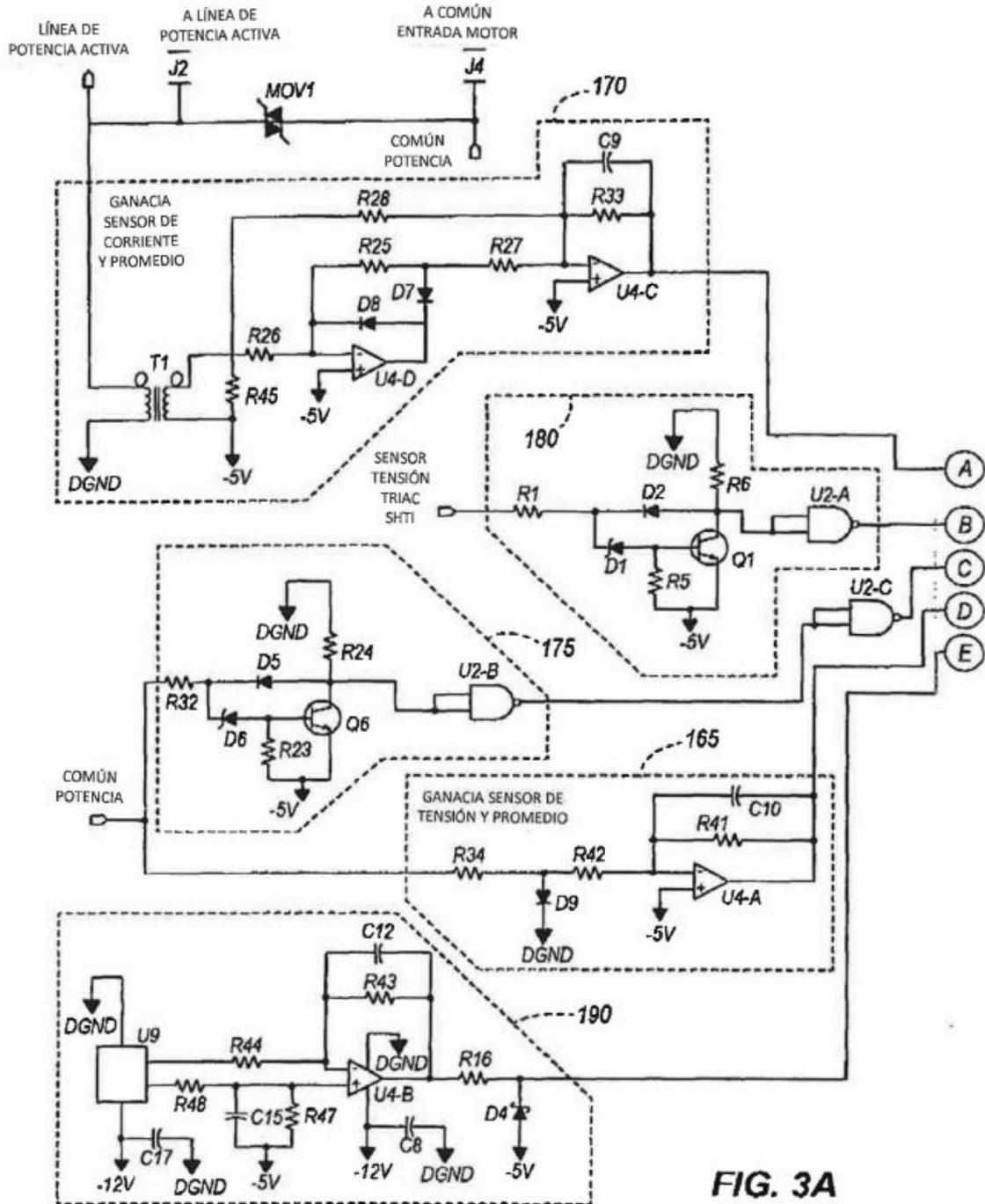
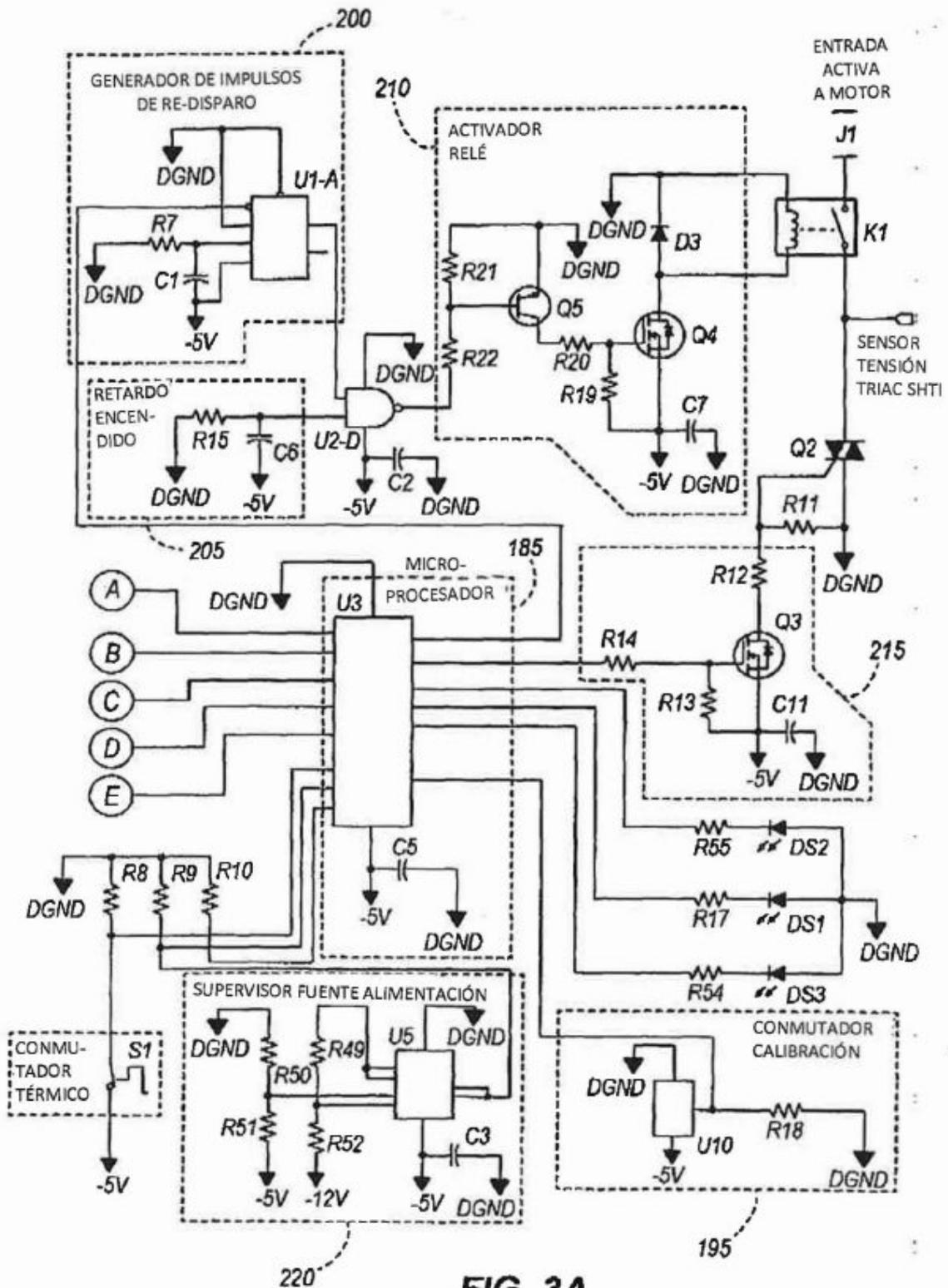


FIG. 3A



**FIG. 3A**  
CONTINUACIÓN

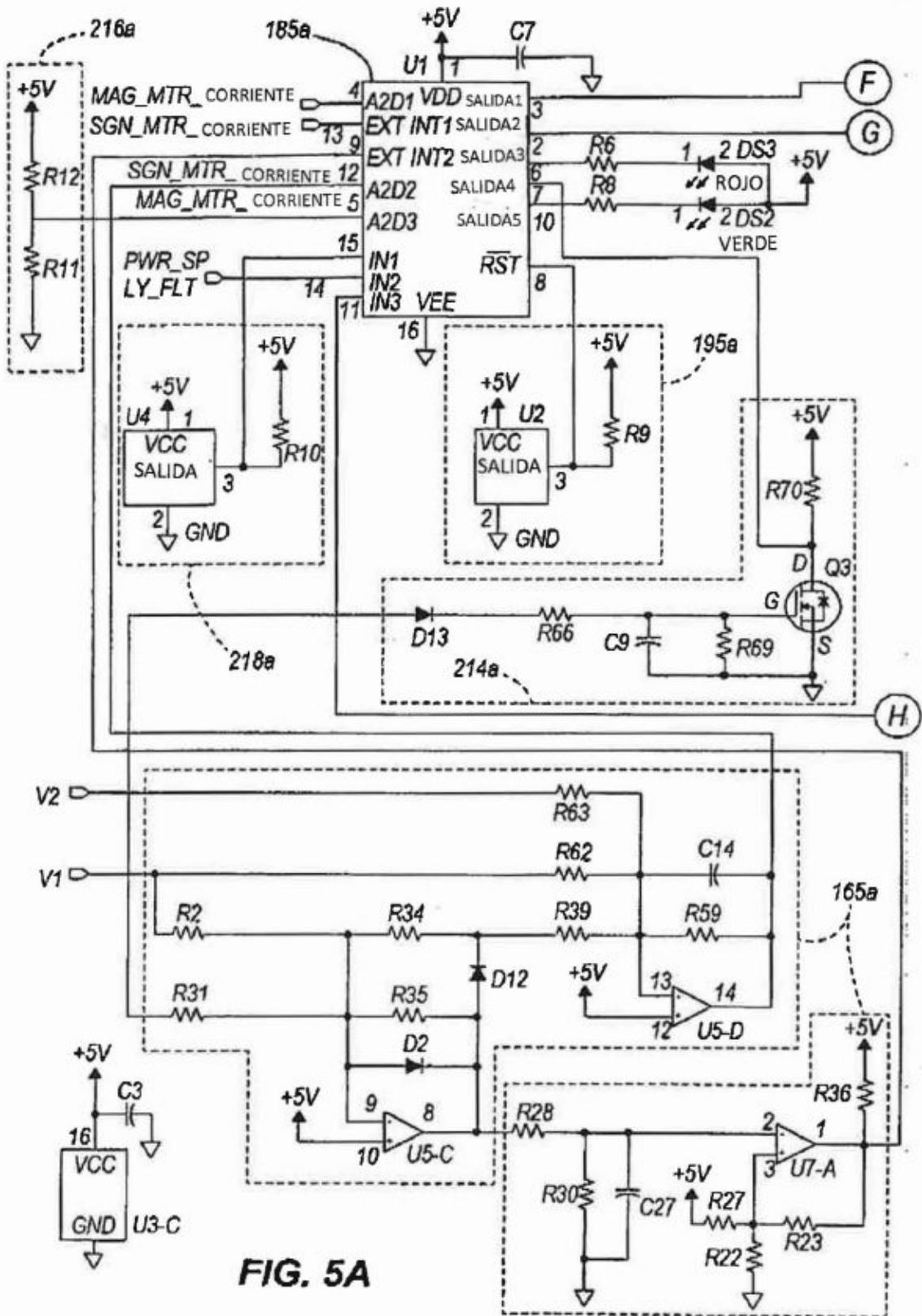
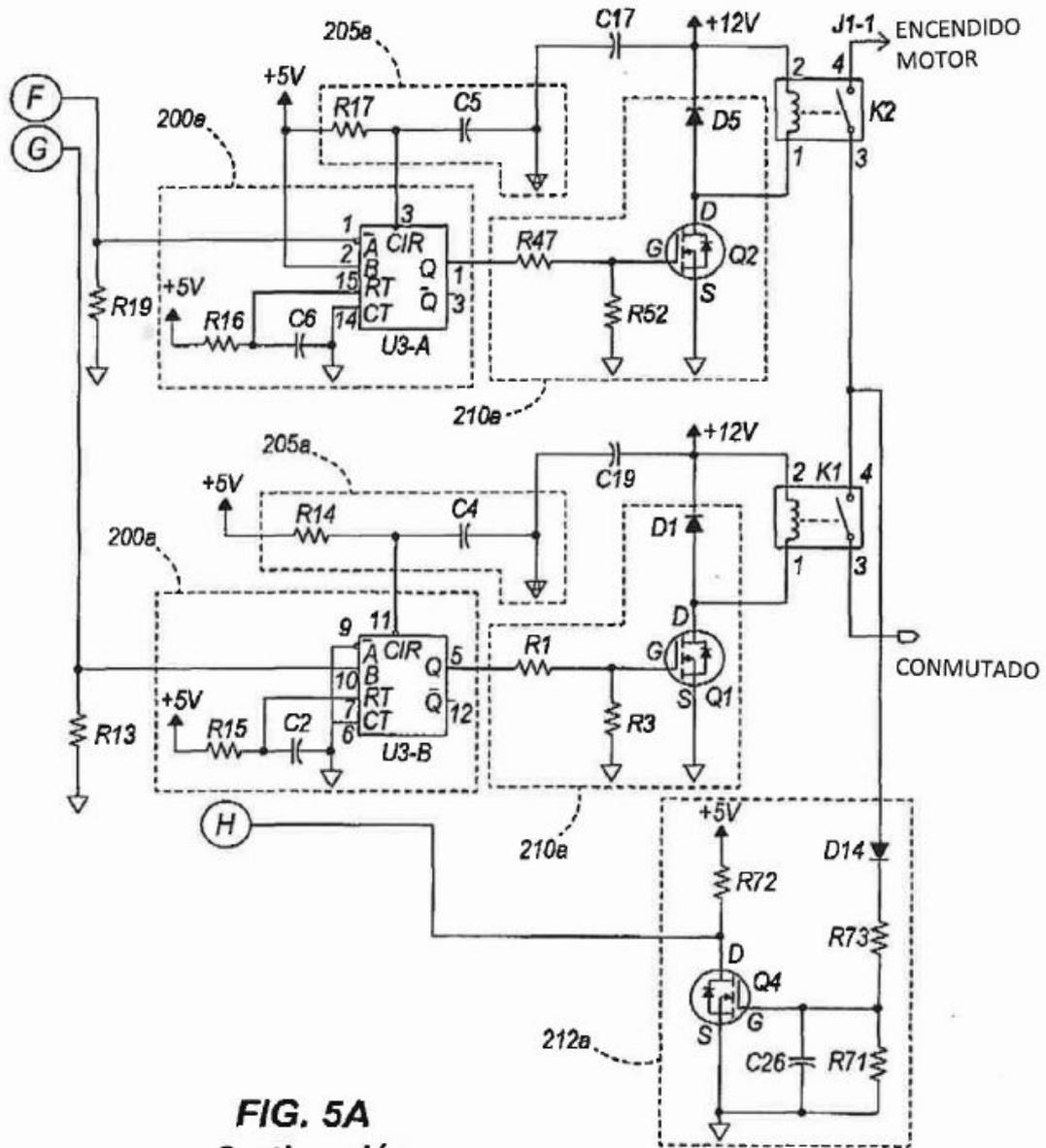
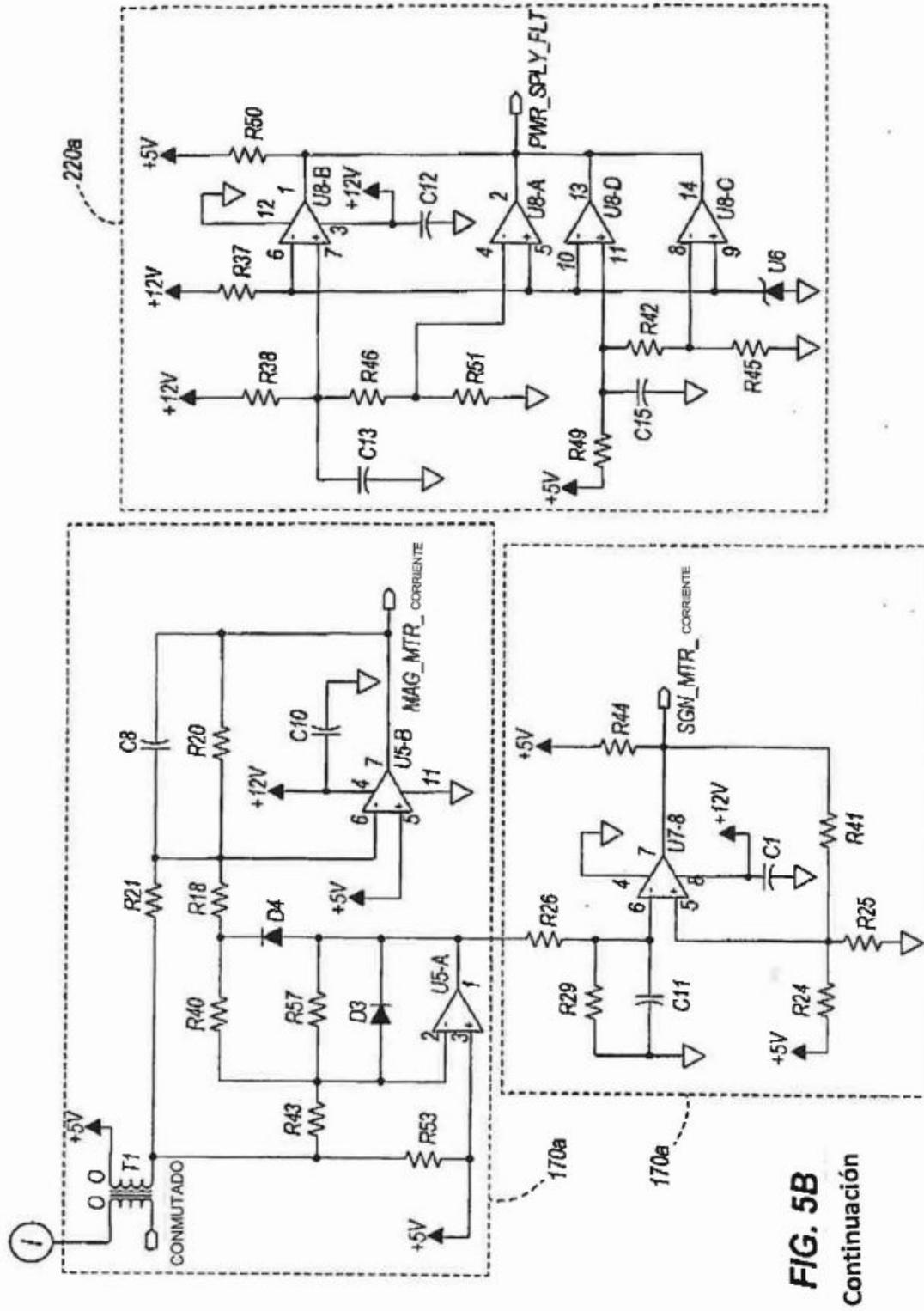


FIG. 5A

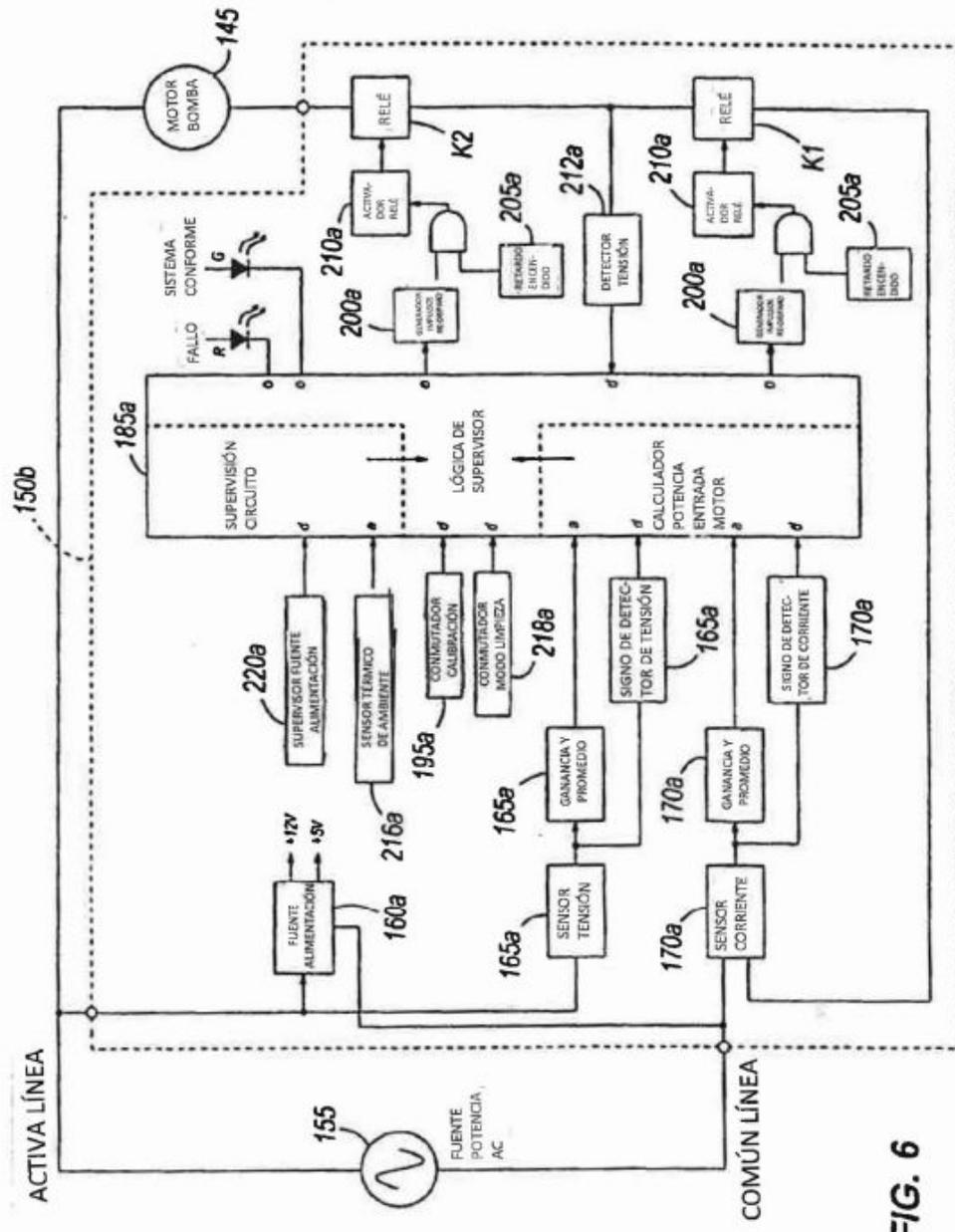


**FIG. 5A**  
Continuación





**FIG. 5B**  
Continuación



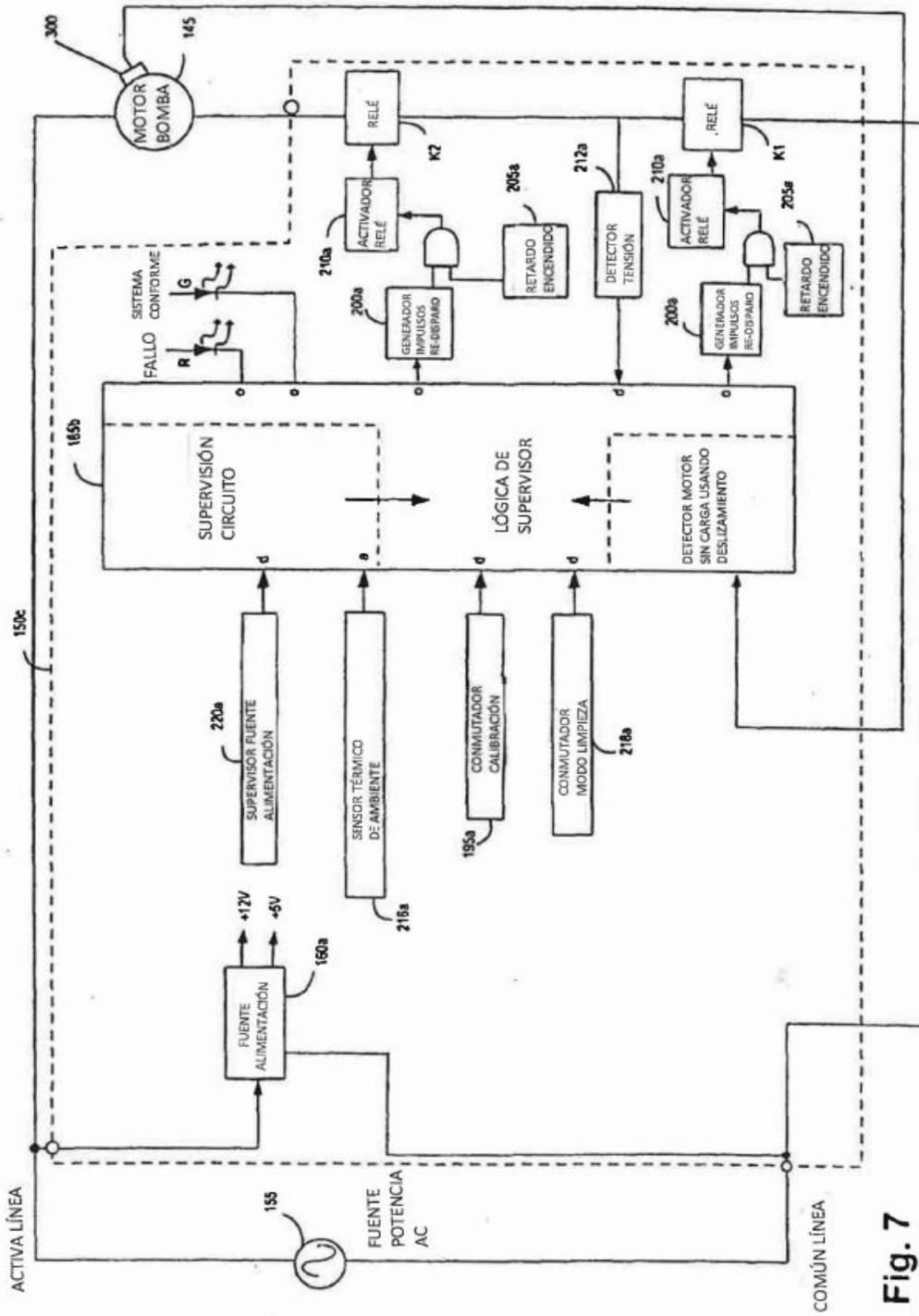


Fig. 7

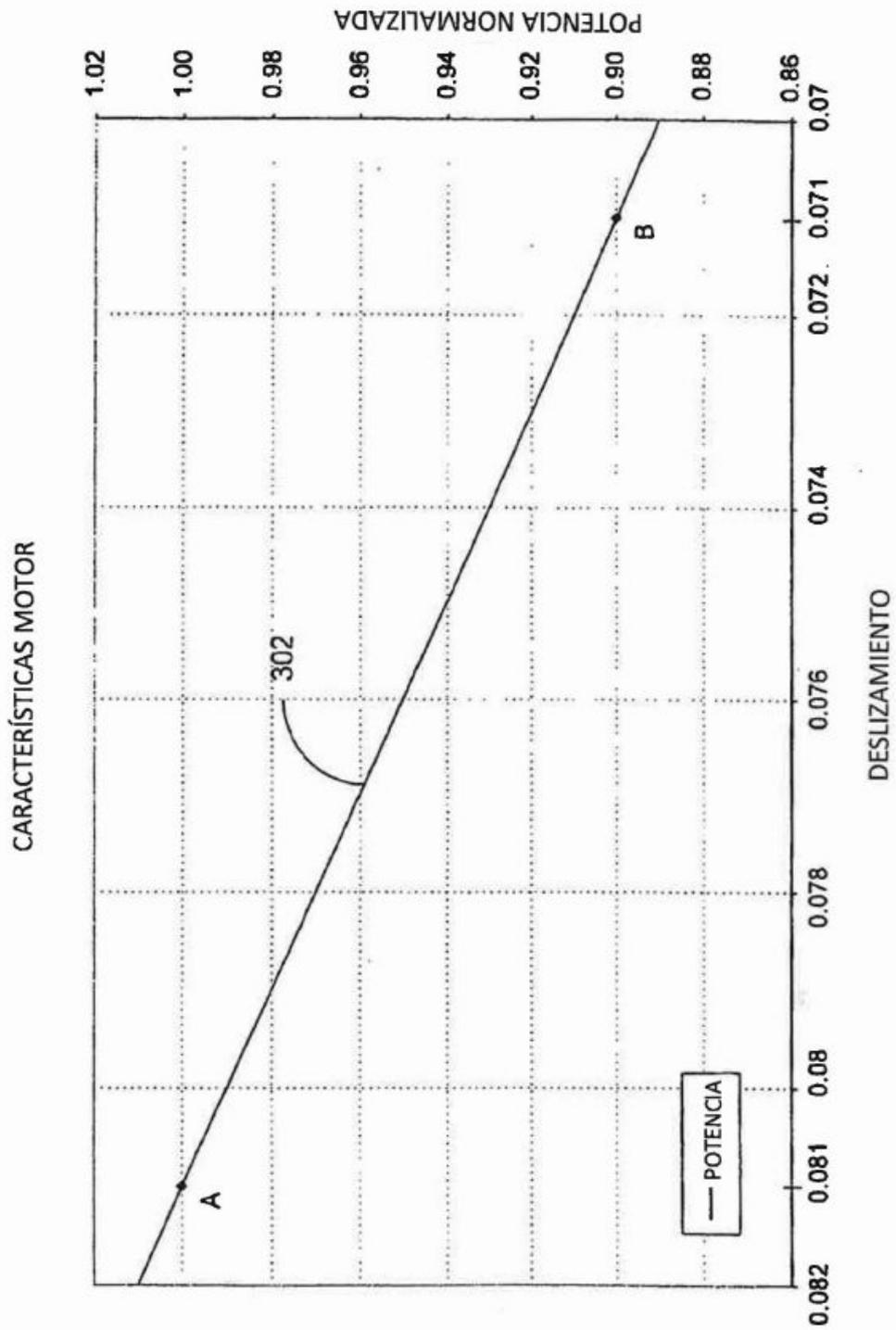


Fig. 8

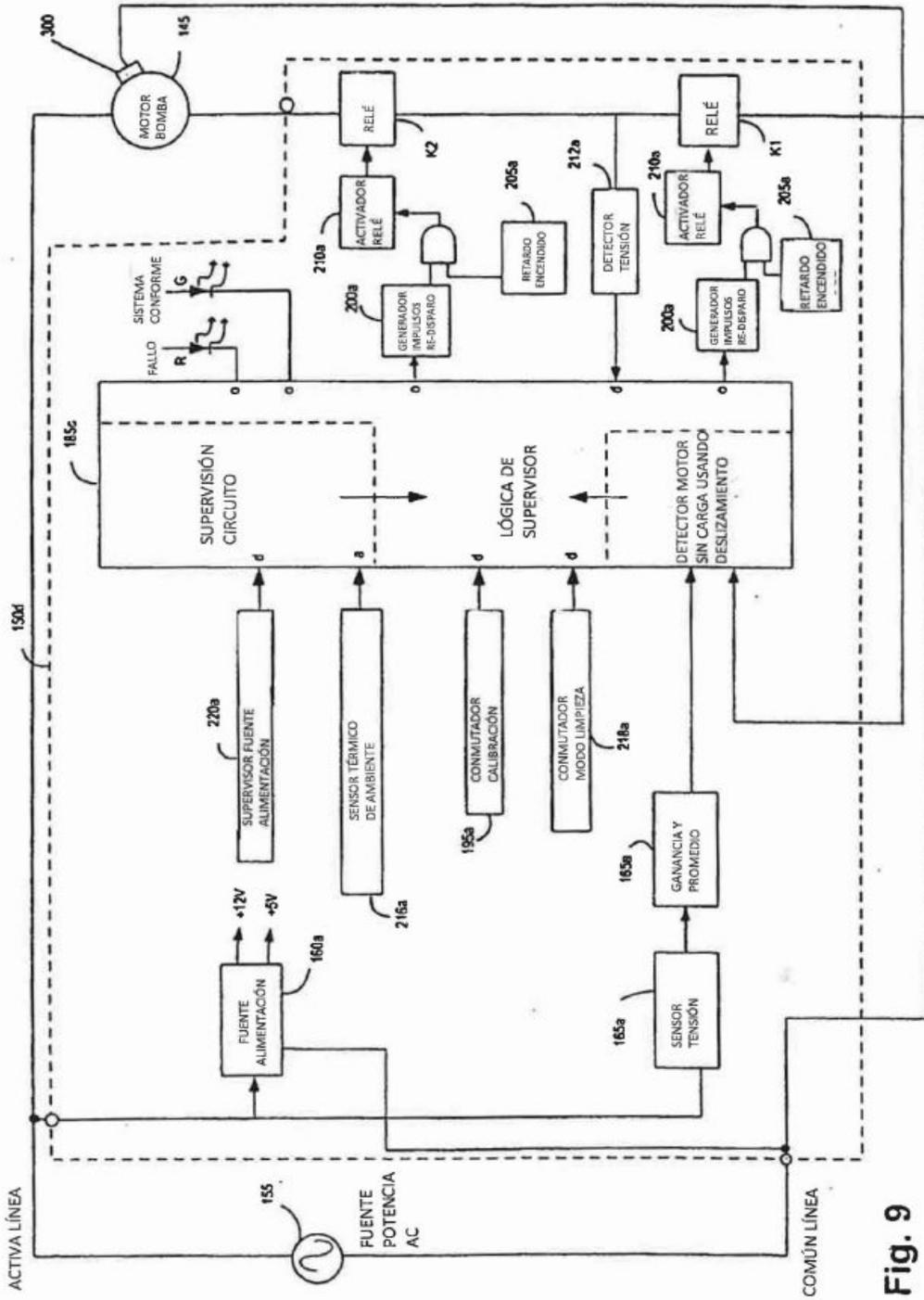


Fig. 9

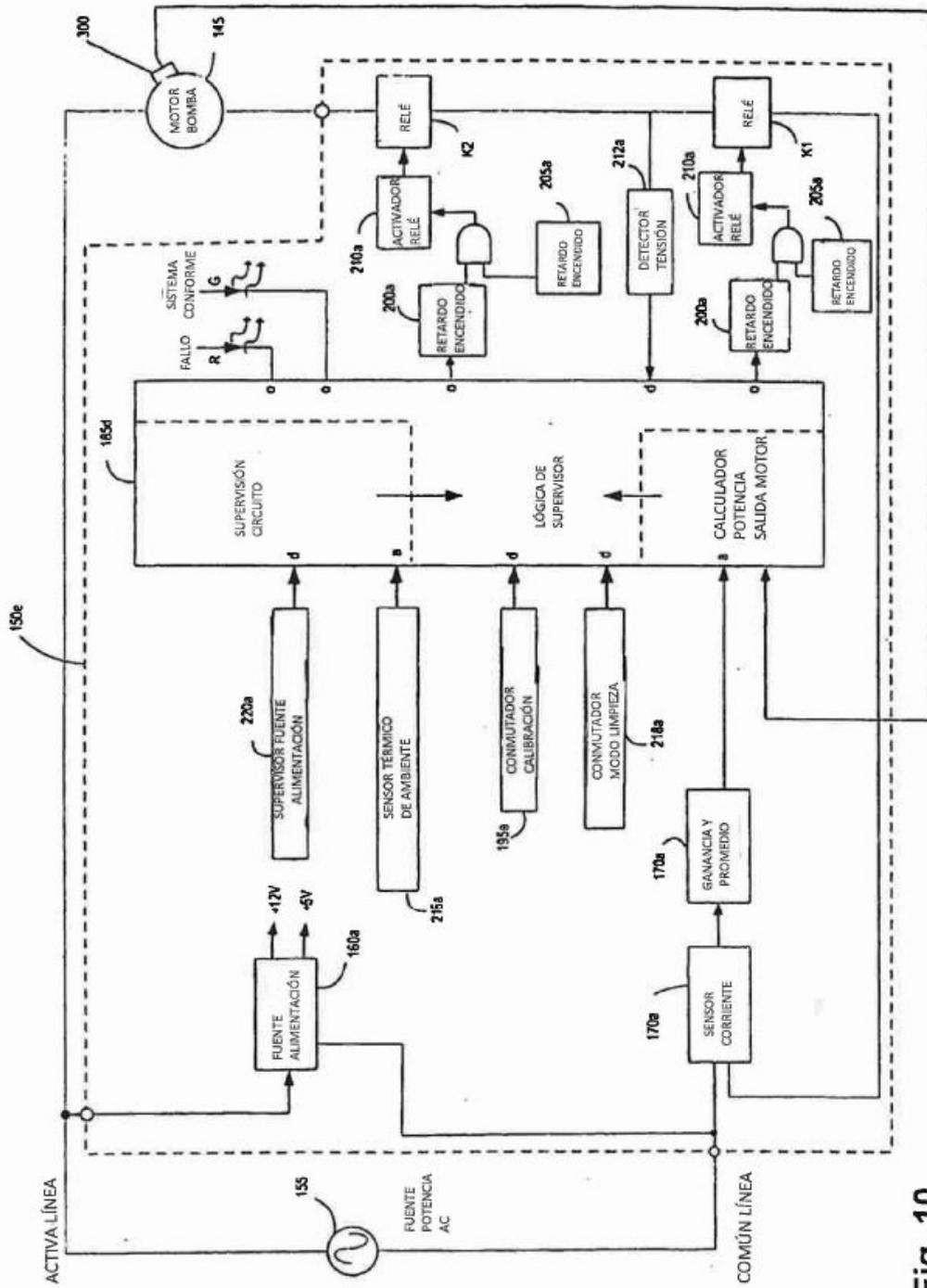


Fig. 10

**REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN**

5 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.

**Documentos de patente citados en la descripción**

10

- US 2009290991 A [0006]
- US 2003106147 A [0007]
- US 6342841 B [0008]