

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11) Número de publicación: **2 716 232**

51) Int. Cl.:

H02H 3/027 (2006.01)
H02H 3/04 (2006.01)
H02H 3/12 (2006.01)
H02H 3/38 (2006.01)
H02H 3/42 (2006.01)
F04B 51/00 (2006.01)
F04B 49/06 (2006.01)
F04D 15/02 (2006.01)
F04D 15/00 (2006.01)
H02H 7/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.09.2009 PCT/US2009/058232**
- 87) Fecha y número de publicación internacional: **08.04.2010 WO10039580**
- 96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.09.2009 E 09818295 (9)**
- 97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.12.2018 EP 2345124**

54) Título: **Controlador para un motor y un método para controlar el motor**

30) Prioridad:

01.10.2008 US 101769 P

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

11.06.2019

73) Titular/es:

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

72) Inventor/es:

**MEHLHORN, WILLIAM, L. y
BRANECKY, BRIAN, T.**

74) Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 716 232 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 método para controlar el motor

Solicitud relacionada

5 La presente solicitud de patente reivindica el beneficio de la Solicitud de Patente Provisional de EE.UU N° 61/101.769, en tramitación con la presente, presentada el 1 de Octubre de 2008, cuyo contenido completo está por ello incorporado por referencia.

Antecedentes

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

10 Ocasionalmente en una piscina, spa, o aplicación de fluido en forma de chorros similar, 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 se aplica a la obstrucción y el objeto se pega al desagüe. Esto se llama quedar atrapado por succión. Si el objeto cubre sustancialmente el desagüe (tal como una toalla que cubre el desagüe), el agua es bombeada fuera del lado del desagüe de la bomba. Eventualmente la bomba funciona en seco, las juntas se queman, y la bomba puede resultar
15 dañada. Alternativamente, el propio objeto puede resultar dañado cuando se ha pegado al desagüe.

Otro tipo de resultar atrapado es denominado como resultar atrapado mecánicamente. Resulta atrapado un objeto cuando una toalla o juguete de piscina, resulta enredado en la cubierta del desagüe. El hecho de resultar atrapado mecánicamente puede también afectar al funcionamiento de la bomba.

20 Se han propuesto varias soluciones para cuando resulta atrapado un objeto por succión y mecánicamente. Por ejemplo, se requiere una nueva construcción de piscina que tenga dos desagües, de manera que si un desagüe resulta taponado, el otro pueda aún fluir libremente y no pueda resultar ningún atrapado por vacío. Esto no ayuda en las piscinas existentes, sin embargo, ya que añadir un segundo desagüe a una piscina de un sólo desagüe dentro de un terreno es muy difícil y caro. También se han diseñado modernas cubiertas para el desagüe de piscinas de tal modo que los artículos no puedan resultar enredados con la cubierta.

25 Como otro ejemplo, varios fabricantes ofrecen sistemas conocidos como Sistemas de Liberación de Vacío de Seguridad (SVRS). Los SVRS a menudo contienen varias capas de protección para ayudar a impedir que un objeto resulte atrapado tanto mecánicamente como por succión. La mayor parte de los SVRS utilizan válvulas de liberación hidráulicas que están conectadas en el lado de succión de la bomba. La válvula está diseñada para liberar (abrir a la atmósfera) si el vacío (o presión) dentro del tubo de desagüe excede de un umbral establecido, liberando así la obstrucción. Estas
30 válvulas pueden ser muy efectivas en la liberación de la succión desarrollada bajo estas circunstancias. Desgraciadamente, tienen varios problemas técnicos que han limitado su uso. El documento EP 1914427 A1 ha descrito un aparato de bombeo para un sistema de fluido en forma de chorros.

Resumen

35 La invención proporciona un sistema de bomba. El sistema de bomba incluye una bomba, un motor acoplado a la bomba, un sensor acoplado a una fuente de alimentación, y un controlador. El motor hace funcionar a la bomba. El sensor detecta una característica eléctrica de la fuente de alimentación. El controlador ejecuta una verificación de fallo, controla el motor, genera un promedio de funcionamiento de la característica eléctrica detectada, detecta un cambio en la característica eléctrica utilizando el promedio de funcionamiento generado, y suspende la ejecución de la verificación de fallo durante un período de tiempo predeterminado cuando el cambio detectado en la característica eléctrica está fuera
40 de un intervalo de característica válido.

La invención proporciona un método para hacer funcionar un sistema de bomba que incluye una bomba, un motor, un sensor, y un controlador. El método incluye las funciones de hacer funcionar el motor, ejecutar una verificación de fallo, detectar una característica eléctrica relacionada con una energía alimentada por una fuente de alimentación acoplada al motor, generar un promedio de funcionamiento de la característica eléctrica detectada, determinar que la característica eléctrica está fuera de un intervalo de característica válido, en donde la determinación está basada en el promedio de funcionamiento generado, y suspender la ejecución de la verificación de fallo durante un período de tiempo predeterminado después de determinar que la característica eléctrica está fuera del intervalo de característica válido.

45 En un ejemplo se está describiendo un controlador para un motor. El controlador incluye una memoria, un sensor, y un procesador. El sensor está configurado para detectar una característica eléctrica del motor. El procesador está acoplado a la memoria y al detector, y ejecuta una verificación de fallo, controla el motor, genera un promedio de funcionamiento de la característica eléctrica detectada, detecta un cambio de la característica eléctrica detectada utilizando el promedio de funcionamiento generado, y suspende la ejecución de la verificación de fallo cuando el cambio detectado en la característica eléctrica está fuera de un intervalo de característica válido.

Otras características y aspectos de la invención resultarán evidentes por consideración de la descripción detallada y de los dibujos adjuntos.

Breve descripción de los dibujos

La fig. 1 es una representación esquemática de un spa con chorros que incorpora la invención.

5 La fig. 2 es un diagrama de bloques de un primer controlador capaz de ser utilizado en el spa con chorros mostrado en la fig. 1.

La figs. 3A y 3B son esquemas eléctricos del primer controlador mostrado en la fig. 2.

La fig. 4 es un diagrama de bloques de un segundo controlador capaz de ser utilizado en el spa con chorros mostrado en la fig. 1.

10 La fig. 5 es un gráfico que muestra una señal de alimentación de entrada y una señal de alimentación derivada en función del tiempo.

La fig. 6 es un diagrama de flujo que ilustra un observador modelo.

La fig. 7 es un gráfico que muestra una señal de alimentación de entrada y una señal de alimentación procesada en función del tiempo.

15 La fig. 8 es un gráfico que muestra una señal de alimentación de entrada media y una lectura de valor de umbral en función del tiempo.

La fig. 9 es un gráfico que muestra una caída en la alimentación de entrada y los cambios resultantes en intensidad, potencia, y factor de potencia.

20 La fig. 10 es un diagrama de flujo de una realización del funcionamiento de un controlador para evitar una falsa detección de un posible evento de atrapado por succión de acuerdo con la invención.

La fig. 11 es un diagrama de flujo de una realización del funcionamiento de un controlador para determinar si una tensión de alimentación está dentro de un intervalo aceptable de acuerdo con la invención.

Descripción detallada

25 Antes de que cualesquiera realizaciones de la invención sean explicadas en detalle, ha de entenderse que la invención no está limitada en su aplicación a los detalles de construcción y a la disposición de componentes expuestos en la siguiente descripción o ilustrados en los dibujos adjuntos. La invención es capaz de otras realizaciones y de ser puesta en práctica o ser llevada a cabo de diferentes formas. También, ha de entenderse que la fraseología y terminología utilizadas en la presente memoria tiene el propósito de descripción y no deberían ser consideradas como limitativas. El uso de "incluir", "comprender", o "tener" y variaciones de los mismos en la presente memoria significa que abarcan los artículos enunciados a continuación y sus equivalencias así como artículos adicionales. A menos que se haya especificado o limitado de otro modo los términos "montado", "conectado", "soportado" y "acoplado" y variaciones de los mismos son utilizados ampliamente y abarcan montajes directos e indirectos, conexiones, soportes, y acoplamientos. Además, "conectado" y "acoplado" no están restringidos a conexiones o acoplamientos físicos o mecánicos.

30 Las solicitudes de patente de los EE.UU en tramitación con la presente N° 11/549.499 y 11/549.537, presentadas el 13 octubre 2006, cuyo contenido está aquí incorporado por referencia, describen sistemas y métodos para detectar posibles eventos de atrapado por succión y/o mecánicamente. La presente solicitud describe perfeccionamientos en los sistemas y métodos descritos en las solicitudes anteriores.

35 La fig. 1 representa esquemáticamente un spa 100 con chorros que incorpora la invención. Sin embargo, la invención no está limitada al spa 100 con chorros y puede ser utilizada en otros sistemas de fluido con chorros (por ejemplo, piscinas, jacuzzis, bañeras con chorros, etc.). También se ha considerado que la invención puede ser utilizada en otras aplicaciones (por ejemplo aplicaciones de bombeo de fluidos).

40 Como se ha mostrado en la fig. 1, el spa 100 incluye un recipiente 105. Como se ha utilizado en este documento, el recipiente 105 es un contenedor hueco tal como una bañera, cubeta, depósito, o tanque que contiene una carga. La carga incluye un fluido, tal como agua clorada, y puede incluir uno o más ocupantes o artículos. 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 de bombeo 120 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 este documento, la bomba 140 es una bomba centrífuga y el motor 145 es un motor de inducción (por ejemplo, arranque por condensador, motor de inducción de funcionamiento por 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 motor. Por ejemplo, un motor

de corriente continua (CC), sin escobillas o un motor accionado vectorialmente puede ser utilizado en una aplicación de bombeo diferente. Para otras construcciones, un sistema de fluido con chorros puede incluir múltiples desagües, múltiples retornos, o incluso múltiples sistemas de movimiento de fluido.

5 Con referencia de nuevo a la fig. 1, el recipiente 105 contiene un fluido. Cuando el sistema 110 de movimiento del fluido está activo, la bomba 140 hace que el fluido se mueva desde el recipiente 105, a través del desagüe 115 y de la bomba 140, y del chorro, al recipiente 105. Esta operación de bombeo ocurre cuando el controlador 150 proporciona una alimentación de manera controlable al motor 145, dando como resultado 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 articulación) a la bomba 140 da como resultado que el motor 145 acciona mecánicamente a 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 segunda construcción del controlador 150a, y las figs. 3A y 3B son un esquema eléctrico del controlador 150a. Como se ha mostrado en la fig. 2, el controlador 150a está conectado eléctricamente a una fuente de alimentación 155 y al motor 145.

15 Con referencia a la fig. 2 y a la fig. 3B, el controlador 150a incluye una alimentación de corriente 160a. La alimentación de corriente 160a incluye resistencias R54, R56 y R76.; condensadores C16, C18, C20, C21, C22, C23 y C25; diodos D8, D10 y D11; diodos zener D6, D7 y D9; controlador U11 de alimentación de corriente; un regulador U9; inductancias L1 y L2, supresores de picos de tensión MOV1 y MOV2; y un interruptor óptico U10. La alimentación de corriente 160a recibe corriente procedente de una fuente de alimentación 155 y proporciona la tensión de CC apropiada (por ejemplo, +5 V de CC y +12 V de CC) para accionar el controlador 150a.

Para el controlador 150a mostrado en la fig. 2, en la fig. 3A, y en la fig. 3B, el controlador 150a vigila la potencia de entrada o de alimentación del motor para determinar si ha tenido lugar una obstrucción del desagüe. Si el desagüe 115 o las tuberías están taponados en el lado de succión de la bomba 140, la bomba 140 ya no bombeará agua, y la potencia de entrada al motor 145 cae. Si ocurre esta condición, el controlador 150a declara un fallo, el motor 145 se apaga, y se enciende un indicador de fallo.

Un circuito 165a de detección de tensión y promedio, un circuito 170a de detección de intensidad y promedio, y un microcontrolador 185a realizan la vigilancia de la potencia de entrada. Un ejemplo de un circuito 165a de detección de tensión y promedio, está mostrado en la fig. 3A. El circuito 165a de detección de tensión y promedio incluye resistencias R2, R31, R34, R35, R39, R59, R62 y R63; diodos D2 y D12; condensador C14; y amplificadores operacionales U5C y U5D. El circuito 165a de detección de tensión y promedio rectifica la tensión procedente de la fuente de alimentación 155 y a continuación realiza un promedio de CC de la tensión rectificada. El promedio de CC es a continuación alimentado al microcontrolador 185a. El circuito 165a de detección de tensión y promedio incluye además resistencias R22, R23, R27, R28, R30 y R36, condensador C27; y comparador U7A; que proporcionan el signo de la forma de onda de la tensión (es decir, actúan como un detector de paso por cero) al microcontrolador 185a.

35 Un circuito 170a de detección de intensidad y promedio ejemplar se ha mostrado en la fig. 3B. El circuito 170a de detección de intensidad y promedio incluye un transformador T1 y una resistencia R53, que actúan como un sensor de intensidad y detecta la intensidad aplicada al motor 145. El circuito 170a de detección de intensidad y promedio 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 la intensidad detectada. Por ejemplo, el escalado resultante del circuito 170a de detección de intensidad y promedio puede ser un valor positivo de cinco a cero correspondiente a un valor de amperaje RMS de cero a veinticinco. El promedio de CC resultante es alimentado a continuación al microcontrolador 185a. El circuito 170a de detección de intensidad y promedio incluye además resistencias R24, R25, R26, R29, R41 y R44; condensador C11; y comparador U7B; que proporcionan el signo de la forma de onda de la intensidad (es decir actúa como un detector de paso por cero) al microcontrolador 185a.

45 Un microcontrolador 185a ejemplar que puede ser utilizado con la invención es un microcontrolador de la marca Motorola, modelo nº MC68HC908QY4CP. El microcontrolador 185a incluye un procesador y una memoria. La memoria incluye instrucciones de software que son leídas, interpretadas, y ejecutadas por el procesador para manipular datos o señales. La memoria también incluye una memoria de almacenamiento de datos. El microcontrolador 185a puede incluir otros circuitos (por ejemplo un convertidor de 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 las instrucciones de software para analizar las entradas, y genera salidas (señales o datos) basados en los análisis. Aunque el microcontrolador 185a está mostrado y descrito, las funciones del microcontrolador 185a pueden ser implementadas con otros dispositivos, incluyendo una variedad de circuitos integrados (por ejemplo un circuito integrado de aplicación específica), dispositivos programables, y/o dispositivos discretos, como sería evidente para un experto en la técnica. Adicionalmente, se ha considerado que el microcontrolador 185a o circuitos similares pueden estar distribuidos entre múltiples microcontroladores 185a o circuitos similares. También se ha considerado que el microcontrolador 185a o circuitos similares pueden realizar la función de algunos de los circuitos descritos (por ejemplo circuito 165a -180a) anteriormente para el controlador 150a. Por ejemplo el microcontrolador 185a, en algunas construcciones, puede recibir una tensión detectada y/o una intensidad detectada y

determinar una tensión promedio, una intensidad promedio, los pasos por cero de la tensión detectada, y/o los pasos por cero de la intensidad detectada.

El microcontrolador 185a recibe las señales que representan la tensión promedio aplicada al motor 145, la intensidad promedio a través del motor 145, los pasos por cero de la tensión del motor, y los pasos por cero de la intensidad del motor. Basándose en los pasos por cero, el microcontrolador 185a puede determinar un factor de potencia y una potencia. El factor de potencia puede ser calculado utilizando ecuaciones matemáticas conocidas o utilizando una tabla de búsqueda basada en las ecuaciones matemáticas. El microcontrolador 185a puede entonces calcular una potencia con la tensión promediada, la intensidad promediada, y el factor de potencia como es sabido. El microcontrolador 185a puede entonces comparar la potencia calculada con un valor de calibración de potencia para determinar si está presente un estado de fallo (por ejemplo debido a una obstrucción).

La calibración del controlador 150a ocurre cuando el usuario activa un interruptor 195a de calibrado. Un interruptor 195a de calibrado ejemplar está mostrado en la fig. 3A. Desde luego, son posibles otros interruptores de calibrado. En un método de operación para el interruptor 195a de calibrado, un control de calibración necesita ser mantenido cerca del interruptor 195a cuando el controlador 150a recibe una potencia inicial. Después de retirar el imán y la potencia cíclica, el controlador 150a atraviesa el cebado y entra en un modo de calibración automática (descrito a continuación).

El controlador 150a proporciona de manera controlable potencia al motor 145. Con referencia a las figs. 2 y 3A, el controlador 150a incluye un circuito generador 200a de impulsos que puede volver a dispararse. El circuito 200a generador de impulsos de disparo repetitivo incluye resistencias R15 y R16, condensador C2 y C6, y generadores U3A y U3B de impulsos, y emite un valor al circuito 210a activador del relé si el circuito 200a generador de impulsos de disparo repetitivo recibe una señal que tiene una frecuencia de impulsos mayor que una frecuencia establecida determinada por las resistencias R15 y R16, y condensadores C2 y C6. Dos generadores U3A y U3B de impulsos de disparo repetitivo también reciben una señal procedente del circuito 205a de retardo de alimentación, que impide el disparo molesto de los relés en la puesta en marcha. Los circuitos 210a activadores de relé mostrados en la fig. 3A incluyen resistencias R1, R3, R47, y R52; diodos D1 y D5; e interruptores Q1 y Q2. Los circuitos 210a activadores de relé controlan los relés K1 y K2. Para que la intensidad fluya al motor, ambos relés K1 y K2 necesitan "cerrarse".

El controlador 150a incluye además dos detectores 212a y 214a de tensión. El primer detector 212a de tensión incluye resistencias R71, R72 y R73; condensador C26; diodo D14; e interruptor Q4. El primer detector 212a de tensión detecta cuando la tensión está presente a través del relé K1, y verificar que los relés están funcionando apropiadamente antes de permitir que el motor sea energizado. El segundo detector 214a de tensión incluye resistencias R66, R69, y R70; condensador C9; diodo D13; e interruptor Q3. El segundo detector 214a de tensión detecta si un motor de dos velocidades está siendo operado en el modo de velocidad alta o baja. Los valores de disparo de la potencia de entrada al motor son ajustados de acuerdo a qué velocidad está siendo operado el motor. Se ha considerado también que el controlador 150a puede ser utilizado con un motor de una sola velocidad sin el segundo detector 214a de tensión (por ejemplo, el controlador 150b está mostrado en la fig. 4).

El controlador 150a también incluye un circuito 216a de sensor térmico ambiente para vigilar la temperatura de funcionamiento del controlador 150a, un monitor 220a de alimentación de potencia para vigilar las tensiones producidas por la alimentación 160a de corriente, y una pluralidad de LED DS1 y DS3 para proporcionar información al usuario. En la construcción mostrada, un LED DS2 verde indica que se aplica corriente al controlador 150a, y un LED DS3 rojo indica que ha ocurrido un fallo. Desde luego, pueden utilizarse otras interfaces para proporcionar información al operador.

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 accionado por un operador (por ejemplo una persona de mantenimiento) para desactivar la función de vigilancia de potencia descrita en este documento durante un período de tiempo (por ejemplo, 30 minutos de modo que la persona de mantenimiento pueda limpiar el recipiente 105). Además, el LED DS3 rojo puede ser utilizado para indicar que el controlador 150a está en un modo de limpieza. Después del periodo de tiempo, el controlador 150a vuelve al funcionamiento 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 haya completado el periodo de tiempo.

En algunos casos, puede ser deseable desactivar la función de vigilancia de potencia por razones distintas de la realización de operaciones de limpieza en el recipiente 105. Tales casos pueden ser denominados como "modo desactivado", "modo inhabilitado", "modo desprotegido", o similar. Independientemente del nombre, este último modo de operación puede ser al menos caracterizado parcialmente por las instrucciones definidas bajo la operación de modo de limpieza anterior. Además, cuando se hace referencia al modo de limpieza y a su operación en este documento, la descripción también se aplica a estos últimos modos para desactivar la función de vigilancia de potencia y viceversa.

Lo siguiente describe la secuencia normal de eventos para un método de operación del controlador 150a. Cuando el sistema 110 de movimiento de fluido es activado inicialmente, el sistema 110 puede tener que cebar las tuberías del lado de succión y conseguir que el fluido fluya suavemente (denominado como "el período de funcionamiento normal"). Es durante el periodo de funcionamiento normal cuando el circuito es más efectivo en la detección de un evento anormal.

Después del encendido del sistema, el sistema 110 puede entrar en un período de cebado. El período de cebado puede ser preestablecido durante una duración de tiempo (por ejemplo una duración de tiempo de 3 minutos), o durante una duración de tiempo determinada por una condición detectada. Después del período de cebado, el sistema 110 entra en el 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 una primera activación 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 vigilados a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado. El valor de calibración de potencia es almacenado en la memoria del microcontrolador 185a, y será utilizado como la base para vigilar el recipiente 105.

5 Si por alguna razón las condiciones operativas del recipiente 105 cambian, el controlador 150a puede ser calibrado de nuevo por el operador. En algunas construcciones, el operador acciona el interruptor 195a de calibrado para borrar uno o más valores de calibración existentes almacenados en la memoria del microcontrolador 185a. El operador apaga entonces el sistema 110, particularmente el motor 145, y realiza un encendido del sistema. El sistema 110 comienza el proceso de calibración automática como se ha descrito anteriormente para determinar uno o más valores de calibración nuevos. Si en cualquier instante durante el funcionamiento normal, la potencia vigilada varía desde el valor de calibración de potencia (por ejemplo, varía desde una ventana del 12,5% alrededor del valor de calibración de potencia), el motor 145 será apagado y el LED DS3 de fallo es encendido.

10 En una construcción, las instrucciones de calibración automática incluyen la no vigilancia de la potencia del motor 145 durante un periodo de arranque, preestablecido generalmente durante una duración de tiempo (por ejemplo 2 segundos), después del encendido del sistema. En el caso en el que el sistema 110 es hecho funcionar la primera vez, el sistema 110 entra en el período de cebado, después de la terminación del periodo de puesta en marcha y la potencia del motor 145 es vigilada para determinar el valor de calibración de potencia. Como se ha indicado anteriormente, el valor de calibración de potencia es almacenado en la memoria del microcontrolador 185a. Después de la terminación de los 3 minutos del periodo de cebado, el sistema 110 entra en el período de funcionamiento normal. En los subsiguientes encendidos del sistema, la potencia vigilada es comparada contra el valor de calibración de potencia almacenado en la memoria del microcontrolador 185a durante el periodo de cebado. Más específicamente, el sistema 110 entra en el periodo de funcionamiento normal cuando la potencia vigilada asciende por encima del valor de calibración de potencia durante el período de cebado. En algunos casos, la potencia vigilada no asciende por encima del valor de calibración de potencia durante los 3 minutos del período de cebado. Como consecuencia, el motor 145 es apagado y un indicador de fallo es encendido.

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

30 El controlador 150a mide la potencia de entrada al motor, y no sólo el factor potencia o la intensidad de entrada al motor. Sin embargo, se ha considerado que el controlador 150a puede ser modificado para vigilar otros parámetros del motor (por ejemplo, solamente intensidad del motor, solamente factor de potencia del motor, o velocidad del motor). Pero la potencia de entrada al motor es el parámetro preferido del motor para el controlador 150a para determinar si el agua está obstruida. También, se ha considerado que el controlador 150a puede ser modificado para vigilar otros parámetros (por ejemplo presión del lado de succión) del sistema 110.

35 Para algunas construcciones del controlador 150a, el microcontrolador 185a vigila la potencia de entrada al motor para un estado de exceso de potencia además de un estado de escasez de potencia. La vigilancia de un estado de exceso de potencia ayuda a reducir la probabilidad de que el controlador 150a haya sido calibrado de manera incorrecta, y/o ayuda también a detectar cuando la bomba está sobrecargada (por ejemplo, la bomba está moviendo demasiado fluido).

40 El circuito 165a de detección de tensión y promedio genera un valor que representa la tensión de línea de alimentación promedio y el circuito 170a de detección de intensidad y promedio genera un valor que representa la intensidad promedio del motor. El factor de potencia del motor es derivado de la diferencia de tiempo entre el signo de la señal de tensión y el signo de la señal de intensidad. Esta diferencia de tiempo es utilizada para buscar el factor de potencia del motor en una tabla almacenada en el microcontrolador 185a. La tensión de línea de alimentación promedio, la intensidad de motor promedio, y el factor de potencia del motor son a continuación utilizados para calcular la potencia de entrada al motor utilizando la ecuación e1.

55 [e1] $V_{avg} * I_{avg} * PF = \text{Potencia de entrada del motor}$

Se comprende que para otros tipos de motores (por ejemplo, un motor accionado vectorialmente), la potencia de entrada del motor puede ser calculada de modo diferente. La potencia de entrada del motor es a continuación comparada con el

valor calibrado para determinar si ha ocurrido un fallo. Si ha ocurrido un fallo, el motor es apagado y el indicador de fallo es encendido.

5 También se ha utilizado la redundancia para los interruptores de potencia del controlador 150a. Dos relés K1 y K2 son utilizados en serie para hacer esta función. De este modo, un fallo de cualquier componente dejará aún un interruptor para desactivar el motor 145. Como característica de seguridad adicional, el funcionamiento apropiado de ambos relés es verificado por el microcontrolador 185a cada vez que el motor 145 es encendido mediante el circuito 212a detector de la tensión de relé.

10 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 de disparo repetitivo) para cerrar los relés K1 y K2. Si los generadores U3A y U3B no son disparados a la frecuencia apropiada, los relés K1 y K2 se abren y el motor se apaga.

15 Como se ha indicado previamente, el microcontrolador 185a puede calcular una potencia de entrada basada en parámetros tales como tensión promedio, intensidad promedio, y factor de potencia. El microcontrolador 185a compara entonces la potencia de entrada calculada con el valor de calibración de potencia para determinar si está presente una condición de fallo (por ejemplo debido a una obstrucción). Otras construcciones pueden incluir variaciones del microcontrolador 185a y del controlador 150a operables para recibir otros parámetros y determinar si está presente una condición de fallo.

20 Un aspecto del controlador 150a es que el microcontrolador 185a puede vigilar el cambio de potencia de entrada a lo largo de un periodo de tiempo predeterminado. Más específicamente, el microcontrolador 185a determina y vigila un valor derivado de la potencia que es igual aproximadamente a un cambio en la potencia de entrada dividido por un cambio en el tiempo (es decir, el cambio instantáneo de potencia de entrada con respecto al tiempo o una derivada matemática de primer orden). En casos en que la derivada de potencia atraviesa un valor de umbral, el controlador 150a controla el motor 145 para detener la bomba 140. Este aspecto del controlador 150a se puede emplear en reemplazamiento de, o en combinación con, otros aspectos similares del controlador 150a, tales como la parada del motor 145 cuando el nivel de potencia del motor 145 atraviesa un valor predeterminado.

25 Por ejemplo, la fig. 5 muestra un gráfico que indica la potencia de entrada y la derivada de la potencia (es decir el cambio instantáneo de potencia de entrada con respecto al tiempo o una derivada matemática de primer orden) en función del tiempo. Más específicamente, la fig. 5 muestra una lectura de potencia (línea 300) y un valor derivado de la potencia (línea 305), a lo largo de un periodo de tiempo de 30 segundos, de un motor 145 calibrado a un valor de umbral de potencia de 5000 y un umbral derivado de potencia de -100. En este ejemplo particular, un bloqueo de agua en el sistema 110 de movimiento de fluido (mostrado en la fig. 1) ocurre en la marca de 20 segundos. Puede observarse a partir de la fig. 5 que la lectura 300 de potencia indica un nivel de potencia que ha descendido por debajo del valor de umbral de 5000 en la marca de 27 segundos, haciendo que el controlador 150a detenga la bomba 140 aproximadamente en la marca de 28 segundos. También puede observarse que el valor 305 derivado de potencia cae por debajo del valor de umbral -100 en la marca de 22 segundos, haciendo que el controlador 150a detenga la bomba 140 aproximadamente en la marca de 23 segundos. Otros parámetros del motor 145 (por ejemplo el par) pueden ser vigilados por el microcontrolador 185a para determinar un evento de atrapado potencial.

30 En otro aspecto del controlador 150a, el microcontrolador 185a puede incluir instrucciones que corresponden a un observador modelo, tal como el observador modelo 310 ejemplar mostrado en la fig. 6. El observador modelo 310 incluye un primer filtro 315, un regulador 325 que tiene una ganancia variable 326 y una función de transferencia 327, un modelo 330 de sistema de fluido que tiene un parámetro de ganancia (mostrado en la fig. 6 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. Adicionalmente, el primer filtro 315 y el segundo filtro 335 pueden incluir distintos tipos de filtros analógicos y digitales tales como, pero no limitados a, filtros pasa bajos, pasa altos, pasa bandas, anti-solapamiento, IIR y/o FIR.

35 Ha de comprenderse que el observador modelo 310 no está limitado a los elementos descritos anteriormente. En otras palabras, el observador modelo 310 puede no necesariamente incluir todos los elementos descritos anteriormente y/o puede incluir otros elementos o combinación de elementos no descritos explícitamente en este documento. En referencia particularmente al modelo 330 de sistema de fluido, un modelo de sistema de fluido puede ser definido utilizando distintos procedimientos. En algunos casos, un modelo puede ser generado para este aspecto particular del controlador 150a a partir de otro modelo correspondiente a una simulación de otro sistema, que puede no necesariamente ser un sistema de fluido. En otros casos, puede generarse un modelo basado solamente en el conocimiento de controles de bucle cerrado o sistemas de realimentación y fórmulas para flujo de fluido y potencia. Aún en otros casos, un modelo puede ser generado por experimentación con un prototipo del sistema de fluido que ha de ser modelado.

40 En referencia al observador modelo 310 de la fig. 6, el primer filtro 315 recibe una señal (P) correspondiendo un parámetro del motor 145 determinado y vigilado por el microcontrolador 185a (por ejemplo, potencia de entrada, par, intensidad, factor de potencia, etc.). Generalmente, el primer filtro 315 está configurado para eliminar sustancialmente el ruido en la señal recibida (P), generando así una señal filtrada (PA). Sin embargo, el primer filtro 315 puede realizar otras funciones tales como anti-solapamiento o filtrar la señal recibida a un intervalo de frecuencia predeterminado. La señal

filtrada (PA) entra en un bucle 340 de realimentación del observador modelo 310 y es procesada por el regulador 325. El regulador 325 emite una señal regulada (ro) relacionada con el flujo de fluido y/o la presión a través del sistema 110 de movimiento de fluido basado en el parámetro vigilado. La señal regulada puede ser interpretada como un caudal modelado o una presión modelada. El modelo 330 de sistema de fluido procesa la señal regulada (ro) para generar una señal modelo (Fil), es comparada con la señal filtrada (PA) a través del bucle 340 de realimentación. La señal regulada (ro) es también alimentada al segundo filtro 335 que genera una señal de control (roP), que es posteriormente utilizada por el microcontrolador 185a para controlar al menos la operación del motor 145.

Como se ha mostrado en la fig. 6, la señal regulada (ro), indicativa de flujo de fluido y/o presión, está relacionada con el parámetro vigilado como se ha mostrado 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 basándose en una relación directa entre la potencia o par de entrada y un parámetro del flujo de fluido, tal como caudal y presión, sin tener que medir directamente el parámetro del flujo de fluido.

La fig. 7 es un gráfico que muestra una potencia de entrada (línea 345) y una potencia procesada o unidad de flujo (línea 350) en función del tiempo. Más específicamente el gráfico de la fig. 7 ilustra el funcionamiento del sistema 110 de movimiento de fluido teniendo el motor 145 un valor de umbral de 5000. Para este ejemplo particular, la fig. 7 muestra que la entrada 125 de la bomba está bloqueada en la marca de 5 segundos. La potencia de entrada cae por debajo de la marca de umbral de 5000, y por ello el controlador 150a detiene la bomba 140 aproximadamente en la marca de 12,5 segundos. Alternativamente, la señal de potencia procesada cae por debajo de la marca de umbral correspondiente a 5000 en la marca de 6 segundos, y por ello el controlador 150a detiene la bomba 140 aproximadamente en la marca de 7 segundos.

En este ejemplo particular, el parámetro de ganancia del modelo 330 de fluido es establecido a un valor de 1, midiendo por ello 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 controlar al menos aspectos de la operación del motor 145, tales como el tiempo de parada.

En otro aspecto del controlador 150a, el microcontrolador 185a puede estar configurado para determinar un valor de umbral flotante o valor de disparo que indica la lectura del parámetro, tal como la potencia o par de entrada, al que el controlador 150a detiene la bomba 140. Ha de comprenderse que el término "flotante" se refiere a variar o ajustar una señal o valor. En un ejemplo, el microcontrolador 185a ajusta de manera continua el valor de disparo basado en las lecturas de la potencia de entrada promedio como se ha mostrado en la fig. 8. Más específicamente, la fig. 8 muestra un gráfico que indica una señal de potencia de entrada promedio (línea 355) determinada y vigilada por el microcontrolador 185a, una señal de disparo (línea 360) que indica un valor de disparo variable, y un valor de umbral de aproximadamente 4500 (mostrado en la fig. 8 con la fecha 362) en función del tiempo. En este caso particular, el valor de umbral 362 es un parámetro que indica el valor mínimo al que el valor de desplazamiento puede ser ajustado.

El microcontrolador 185a puede calcular la potencia de entrada promedio 355 utilizando distintos métodos. En una construcción, el microcontrolador 185a puede determinar un promedio de funcionamiento basado al menos en señales generadas por el circuito 170a de detección de intensidad y promedio y señales generadas por el circuito 165a de detección de tensión y promedio. En otra construcción, el microcontrolador 185a puede determinar un promedio de potencia de entrada a lo largo de períodos de tiempo relativamente cortos. Como se ha mostrado en la fig. 8, la potencia promedio determinada por el microcontrolador 185a desciende desde aproximadamente 6000 a aproximadamente 5000 de una manera sustancialmente progresiva a lo largo de un período de tiempo de 80 unidades de tiempo. Puede observarse también que la señal 360 que indica el valor de disparo es ajustada hacia abajo a aproximadamente el 10% desde el valor de la marca de unidad de tiempo 0 a la marca de unidad de tiempo 80 y es sustancialmente paralela a la potencia promedio 355. Más específicamente, el microcontrolador 185a ajusta el valor de desplazamiento basándose en la vigilancia de la potencia de entrada promedio 355.

En algunos casos, la señal de potencia promedio 355 puede definir un comportamiento, tal como el mostrado en la fig. 8, debido al atascamiento sostenido de sistema 110 de movimiento de fluido a lo largo de un periodo de tiempo, por ejemplo desde la marca de 0 unidades de tiempo a la marca de 80 unidades de tiempo. En otras palabras, el atascamiento sostenido del sistema 110 de movimiento de fluido puede ser determinado y vigilado por el microcontrolador 185a en la forma de la señal de potencia promedio 355. En estos casos, el microcontrolador 185a puede también determinar un porcentaje o valor indicativo de una potencia de entrada promedio mínima permitida para ser suministrada al motor 145, o un valor de umbral permitido mínimo tal como un valor de umbral 362. Cuando el sistema 110 de movimiento de fluido es descargado hacia atrás con el propósito de desbloquear el sistema 110 de movimiento de fluido, la señal de potencia promedio 355 vuelve al flujo de fluido normal sin restringir (mostrado en la fig. 8 entre aproximadamente la marca de 84 unidades de tiempo y aproximadamente la marca de 92 unidades de tiempo, por ejemplo). Como se ha mostrado en la fig. 8, la eliminación del atasco del sistema 110 de movimiento de fluido puede dar como resultado un flujo de fluido relativo deseado a través del sistema 110 de movimiento de fluido. Como

consecuencia, el microcontrolador 185a detecta un cambio de potencia promedio como se ha indicado cerca de la marca de 80 unidades de tiempo en la fig. 8 que muestra cómo la potencia promedio vuelve al valor de calibración.

En algunas circunstancias, una piscina o spa (u otro sistema de bombeo de fluido) puede estar construido de tal modo que otro equipamiento eléctrico impacte en la tensión suministrada al controlador 150a y al motor 145 de la bomba procedente de la fuente 155 de alimentación de CA. Por ejemplo, un sistema de vacío, cuando es encendido, puede dar como resultado una caída temporal en la tensión suministrada por la fuente de alimentación de CA al controlador 150a y al motor 145 de la bomba. Durante esta caída de la tensión de alimentación, el motor 145 de la bomba continúa accionando la bomba. Como resultado, la potencia extraída por el motor 145 de la bomba cae en proporción a la caída en la tensión de alimentación (es decir, $P=IV$). Si esta caída de potencia es lo bastante significativa, el controlador 150a puede determinar falsamente que ha ocurrido un evento de posible atrapado por succión y/o mecánicamente (o flujo de bloqueo/reducido) y puede apagar el motor 145 de la bomba, requiriendo en algunos casos una nueva puesta en marcha manual del motor 145 de la bomba.

La fig. 9 es una gráfica que representa las distintas señales vigiladas por el controlador 150a, y muestra el impacto de una caída en la tensión de alimentación. La tensión de alimentación está mostrada en 400 que representa fluctuaciones normales en los niveles de tensión excepto durante los períodos de tiempo 405 y 410 (entre aproximadamente 2,75 segundos y 3,75 segundos, y entre aproximadamente 8,25 segundos y 9,25 segundos). Durante los períodos de tiempo 405 y 410, la alimentación se mueve hacia abajo, y luego mantiene un nivel reducido durante un corto período antes de volver a niveles normales. La intensidad 415 y la potencia 420 extraídas por el motor 145 de la bomba están mostradas junto con un factor de potencia 425 del motor 145. Como se ha mostrado en el gráfico, el factor de potencia 425 cambia sustancialmente durante los períodos de tiempo 405 y 410. La intensidad 415 aumenta ligeramente, y la potencia 420 extraída disminuye ligeramente durante los períodos de tiempo 405 y 410 cuando la tensión de alimentación está por debajo de la normal. Es durante las transiciones de tensión de estos periodos de tiempo 405 y 410 cuando el controlador 150a puede detectar falsamente un posible evento de atrapado por succión y/o mecánicamente.

La fig. 10 representa un diagrama de flujo de una realización de la operación del controlador para reducir la posibilidad de detectar un falso evento de atrapado por succión y/o mecánicamente no verificando un posible evento durante un periodo de tiempo después de la detección de un cambio en la tensión de alimentación que excede de un umbral. La operación mostrada en la fig. 10 puede ser ejecutada sobre una base continua o puede ser ejecutada a intervalos de tiempo (por ejemplo cada 10 ms). El controlador comienza verificando si se ha disparado un evento de retardo (etapa 450) como se describirá a continuación. Si se ha disparado previamente un evento de retardo (es decir, Retardo = Verdad), el controlador determina si el periodo de tiempo determinado para el retardo (por ejemplo, un segundo) ha expirado (etapa 455). Si el periodo de tiempo para el retardo ha expirado, el controlador establece el retardo como falso (etapa 460), determina si hay un posible caso de atrapado como se ha descrito previamente (etapa 465), y sale (el 470). Si, en la etapa 455, el periodo de tiempo para el retardo no ha expirado, el controlador sale de la rutina (etapa 470) sin verificar un posible evento de atrapado.

Si, en la etapa 450, no está en progreso un retardo, el controlador continúa determinando si la tensión suministrada al motor de la bomba está dentro de un intervalo aceptable (etapa 475) como se ha descrito con más detalle a continuación. Si el cambio en la tensión de alimentación no está dentro de un intervalo aceptable, el retardo es disparado (etapa 480) para reducir la posibilidad de una detección de un falso evento de atrapado. Si el cambio en la tensión de alimentación está dentro del intervalo aceptable, el controlador continúa determinando si ha ocurrido un posible evento de atrapado (etapa 465). Con referencia de nuevo a la fig. 9, el retardo está representado como tiempos 490 de extinción en el gráfico. Durante los tiempos 490 de extinción, se suspende la detección de posibles eventos de atrapado, permitiendo que las lecturas de la potencia 420 y del factor de potencia 425 vuelvan a lo normal, asumiendo que no ha ocurrido un evento de atrapado, y la tensión 400 de alimentación vuelve a ser normal.

La fig. 11 representa un diagrama de flujo de una realización de la operación del controlador para determinar si la tensión de alimentación está dentro de un intervalo aceptable (es decir, etapa 475 de la fig. 10). El controlador comienza detectando la tensión de alimentación (etapa 500), como se ha descrito anteriormente. A continuación el controlador actualiza (recalcula) un largo promedio para la tensión de alimentación (etapa 505). El largo promedio es un promedio de funcionamiento de la tensión de alimentación a lo largo de un período de tiempo relativamente largo (por ejemplo 1 a 60 segundos). El nivel de la tensión de alimentación (por ejemplo 115 V de c.a. o 230 V de c.a.) y la velocidad del motor de la bomba (por ejemplo, alta velocidad o baja velocidad) son utilizados para determinar un umbral aceptable para la fluctuación de la tensión de alimentación alrededor del largo promedio. Un intervalo es determinado basándose en el largo promedio más o menos el umbral aceptable (etapa 510).

El controlador también actualiza un corto promedio para la tensión de alimentación (etapa 515). El corto promedio es un promedio de funcionamiento de la tensión de alimentación durante un periodo de tiempo relativamente corto (por ejemplo 4-20 ciclos – 67 ms a 333 ms a 60 Hz), y sirve para filtrar picos de la tensión de alimentación de tal modo que un pico no dispare un retardo (como se ha descrito anteriormente con respecto a la fig. 10), y reduzca la detección de un posible evento de atrapado. A continuación la tensión de alimentación de corto promedio actualizada es comparada con el intervalo determinado en la etapa 510 (etapa 520). Si la tensión de alimentación de corto promedio está dentro del intervalo aceptable, el controlador continúa verificando un posible evento de atrapado en la etapa 465 de la fig. 10 (etapa 525). Si la tensión de alimentación de corto promedio no está dentro del intervalo aceptable, el controlador continúa

implementando un retardo en la etapa 480 de la fig. 10 (etapa 530), el retardo permite una elevación o caída temporal en la tensión de alimentación debido, por ejemplo, a otro dispositivo eléctrico que se pone en marcha, para no provocar una falsa detección de un posible evento de atrapado.

- 5 En algunas realizaciones, la tensión de alimentación de corto promedio es sustraída de la tensión de alimentación de largo promedio, y un valor absoluto de la diferencia es comparado con un umbral. Si el valor absoluto de la diferencia excede del umbral, el controlador implementa el retardo para permitir una subida o bajada temporal en la tensión de alimentación debido a, por ejemplo, otro dispositivo eléctrico que se pone en marcha, para no provocar una falsa detección de un posible evento de atrapado. En otras realizaciones, puede haber dos umbrales diferentes, uno para un incremento en la tensión de alimentación y uno para una disminución en la tensión de alimentación.
- 10 En algunas realizaciones, la detección de un cambio en el factor de potencia que excede de un umbral es utilizada para reducir la posibilidad de detectar un falso evento de atrapado por succión y/o mecánico. Como se ha descrito anteriormente, con respecto a la tensión de alimentación, un controlador no verifica un posible evento de atrapado durante un periodo de tiempo después de la detección de un cambio en el factor de potencia que excede del umbral.
- 15 Aunque las anteriores construcciones y realizaciones han sido descritas en relación a sistemas de bomba, los sistemas y métodos descritos (incluyendo el uso de promedios de funcionamiento) tienen aplicación en otros sistemas que detectan condiciones de fallo en motores basados en cambios en características eléctricas, por ejemplo, soplantes, vehículos eléctricos, etc. Además, de los métodos para reducir la falsa detección de fallos suspendiendo la verificación de fallos durante periodos de tiempo predeterminados (es decir generando tiempos de extinción) se han contemplado también otros métodos que incluyen diferentes métodos para iniciar tiempos de extinción y diferentes métodos para establecer la duración de los tiempos de extinción. En algunas realizaciones, los fallos pueden aún ser detectados durante tiempos de extinción. En tales realizaciones, los umbrales pueden ser modificados durante los tiempos de extinción (por ejemplo un intervalo válido puede ser expandido, un umbral incrementado, un umbral disminuido, etc.) y/o factores distintos de las características eléctricas o además de ellas, pueden ser utilizados para determinar fallos.
- 20

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (120) de bomba acoplado a una fuente de alimentación, que comprende:
una bomba (140),
un motor (145) acoplado a la bomba (140) haciendo el motor (145) funcionar a la bomba (140),
- 5 un sensor (165a, 170a) acoplado a la fuente de alimentación (155), detectando el sensor una característica eléctrica de la fuente de alimentación; y
un controlador (150a) acoplado al sensor (165a, 170a) y al motor (145), caracterizado por el controlador (150a)
que ejecuta una verificación de fallo,
que controla el motor (145),
- 10 que genera un primer promedio de funcionamiento de la característica eléctrica detectada durante una primera duración de tiempo,
que genera un segundo promedio de funcionamiento de la característica eléctrica detectada durante una segunda duración de tiempo, siendo la primera duración de tiempo sustancialmente más larga que la segunda duración de tiempo,
- 15 que detecta un cambio en la característica eléctrica detectada utilizando el primer promedio de funcionamiento generado, y
que suspende la ejecución de la verificación de fallo cuando el cambio detectado de la característica eléctrica está fuera de un intervalo característico válido, y
que hace funcionar el motor mientras la ejecución de la verificación de fallo está suspendida.
- 20 2. El sistema (120) de bomba de la reivindicación 1, en el que el intervalo de característica válido está entre el primer promedio de funcionamiento menos una primera constante y el primer promedio de funcionamiento más una segunda constante.
3. El sistema (120) de bomba de la reivindicación 1, en donde la característica eléctrica es la tensión.
4. El sistema (120) de bomba de la reivindicación 1, en donde la característica eléctrica es un factor de potencia.
- 25 5. El sistema (120) de bomba de la reivindicación 1, en donde la ejecución de la verificación de fallo incluye generar una derivada basándose en la característica eléctrica detectada.
6. El sistema (120) de bomba de la reivindicación 5, en donde la verificación de fallo incluye la vigilancia de la derivada, y la determinación de si la derivada indica un flujo de fluido indeseado a través de la bomba (140).
- 30 7. El sistema (120) de bomba de la reivindicación 6, en donde el controlador (150a) detiene el motor cuando la derivada indica el flujo de fluido indeseado a través de la bomba.
8. El sistema (120) de bomba de la reivindicación 1, en donde la ejecución de la verificación de fallo está suspendida durante un periodo de tiempo predeterminado.
9. El sistema (120) de bomba de la reivindicación 1, en donde la ejecución de la verificación de fallo es suspendida hasta que el cambio detectado de la característica eléctrica está dentro del intervalo de característica válido.
- 35 10. Un método para hacer funcionar un sistema (120) de bomba que incluye una bomba (140), un motor (145), un sensor (165a, 170a) y un controlador (150a), comprendiendo el método:
en hacer funcionar el motor (145),
en ejecutar una verificación de fallo,
en determinar una característica eléctrica relacionada con una corriente alimentada por una fuente de alimentación (155)
- 40 acoplada al motor (145),
caracterizado por que el método comprende además generar un primer promedio de funcionamiento de la característica eléctrica detectada durante una primera duración de tiempo,
en generar un segundo promedio de funcionamiento de la característica eléctrica detectada durante una segunda duración de tiempo, siendo la primera duración de tiempo sustancialmente más larga que la segunda duración de tiempo,

en determinar que la característica eléctrica está fuera de un intervalo de característica válido, en donde la determinación está basada en el primer promedio de funcionamiento generado,

en suspender la ejecución de la verificación de fallo durante un período de tiempo predeterminado después de determinar que la característica eléctrica está fuera del intervalo de característica válido, y

5 en hacer funcionar el motor (145) mientras la ejecución de la verificación de fallo está suspendida.

11. El método de la reivindicación 10, en donde el intervalo de característica válido está entre el primer promedio de funcionamiento menos una primera constante y el primer promedio de funcionamiento más una segunda constante.

12. El método de la reivindicación 10, en donde la característica eléctrica es la tensión.

10 13. El método de la reivindicación 10, donde la ejecución de la verificación de fallo incluye generar una derivada basándose en la característica eléctrica detectada.

14. El método de la reivindicación 13, en donde la verificación de fallo incluye la vigilancia de la derivada, y determinar si la derivada indica un flujo de fluido indeseado a través de la bomba.

15. El método de la reivindicación 14, en donde el controlador (150a) detiene el motor (145) cuando la derivada indica el flujo indeseado de fluido a través de la bomba (140).

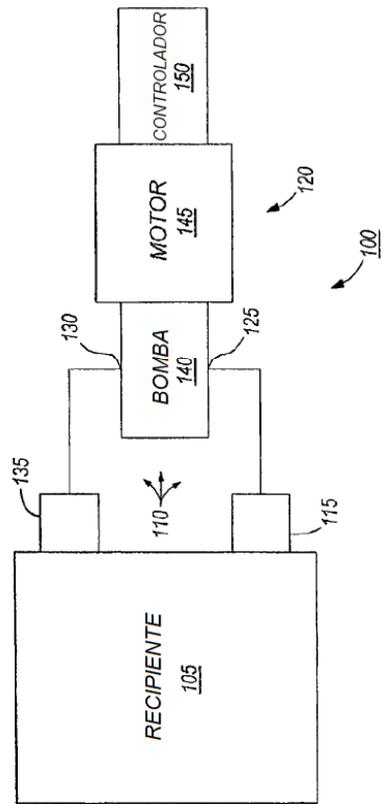


FIG. 1

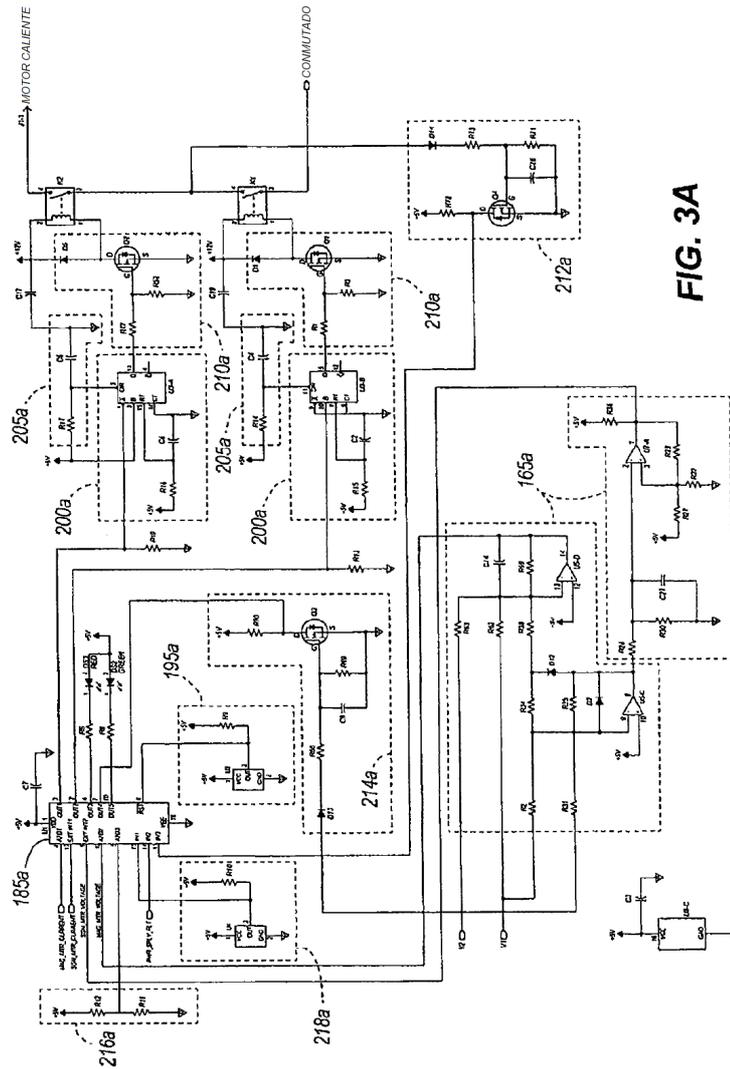


FIG. 3A

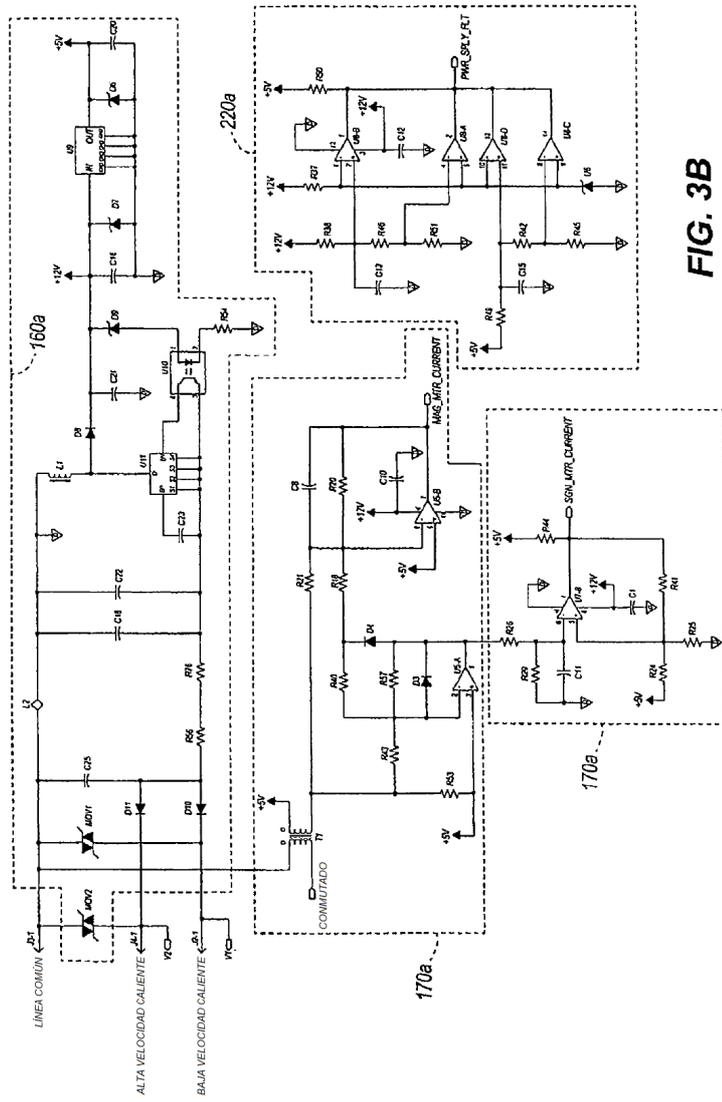


FIG. 3B

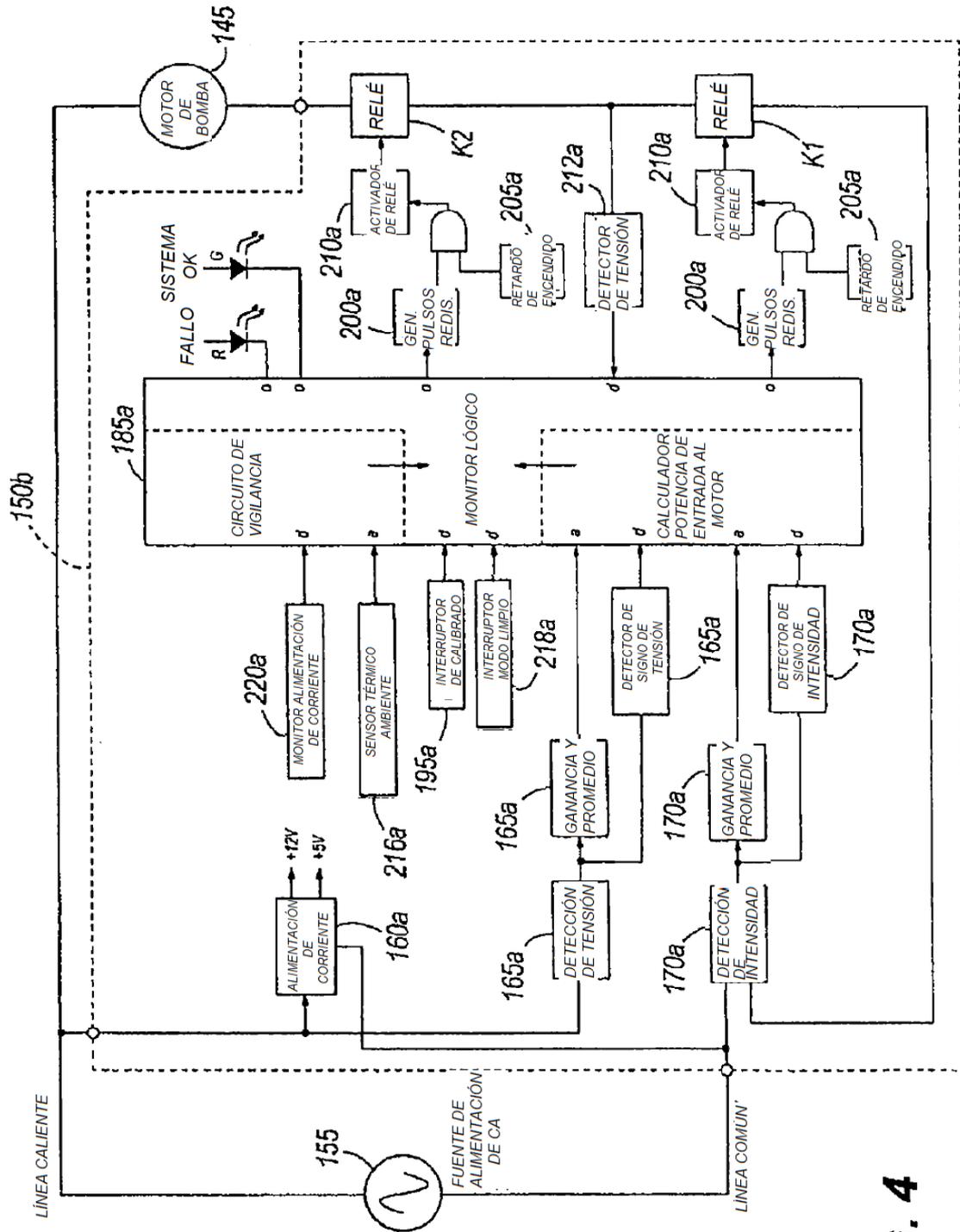


FIG. 4

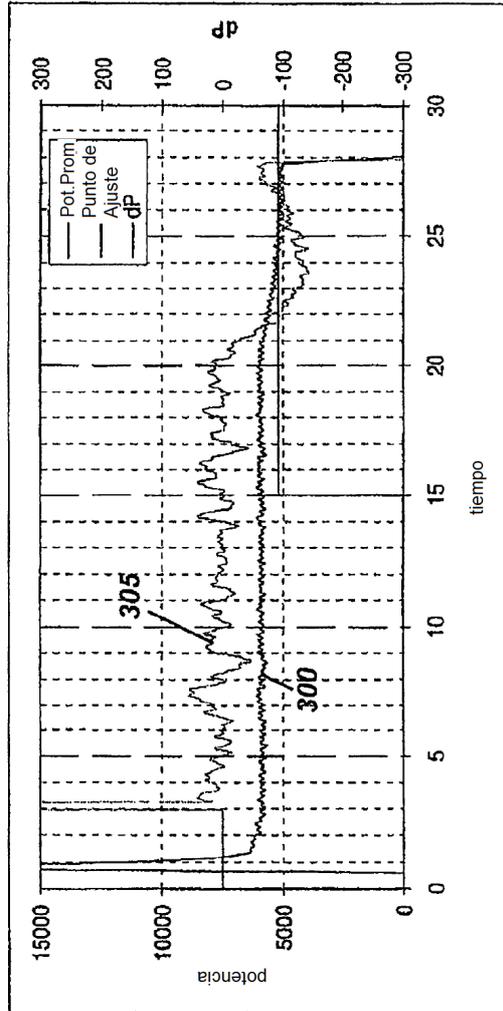


FIG. 5

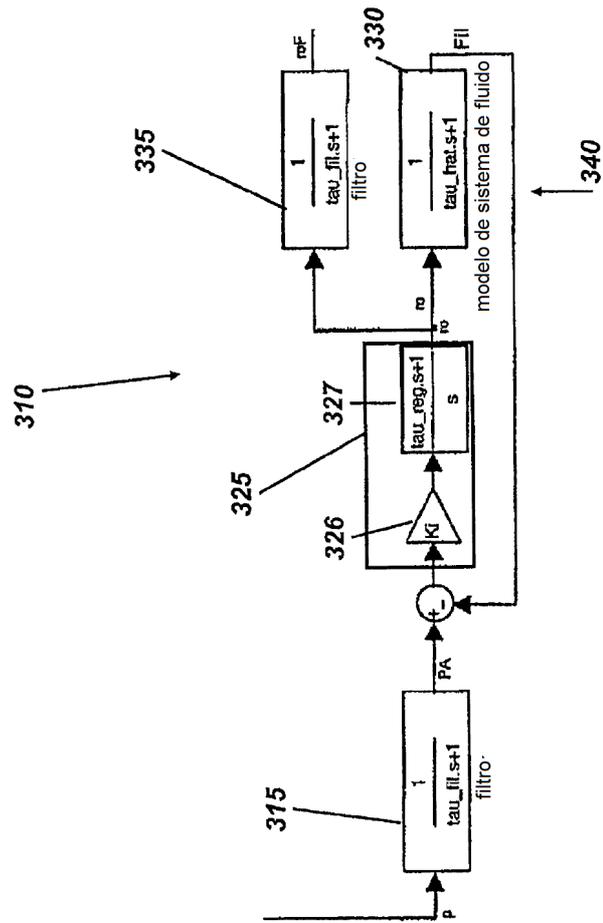


FIG. 6

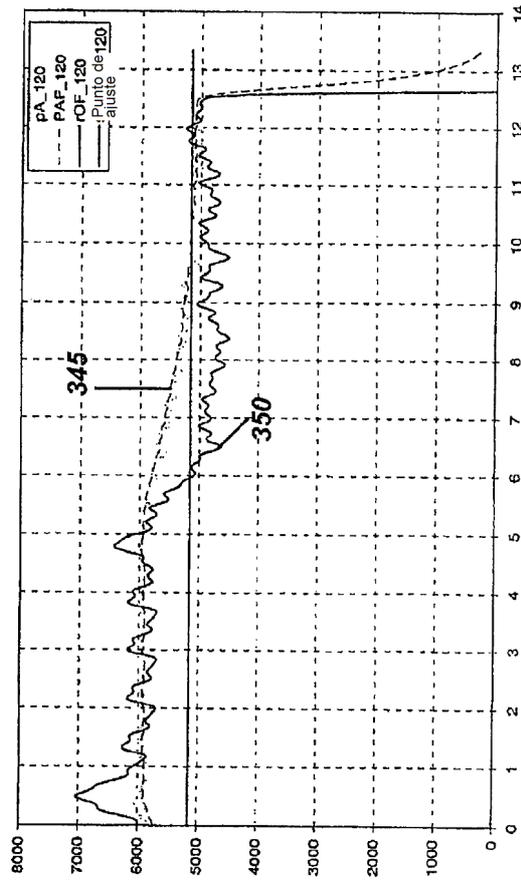


FIG. 7

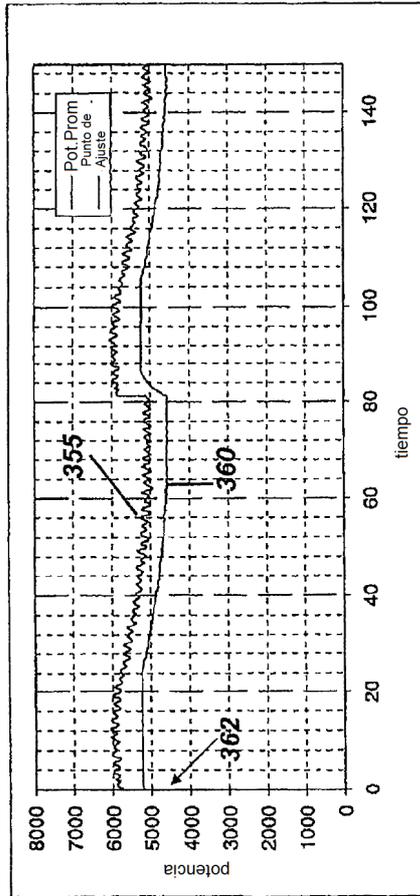


FIG. 8

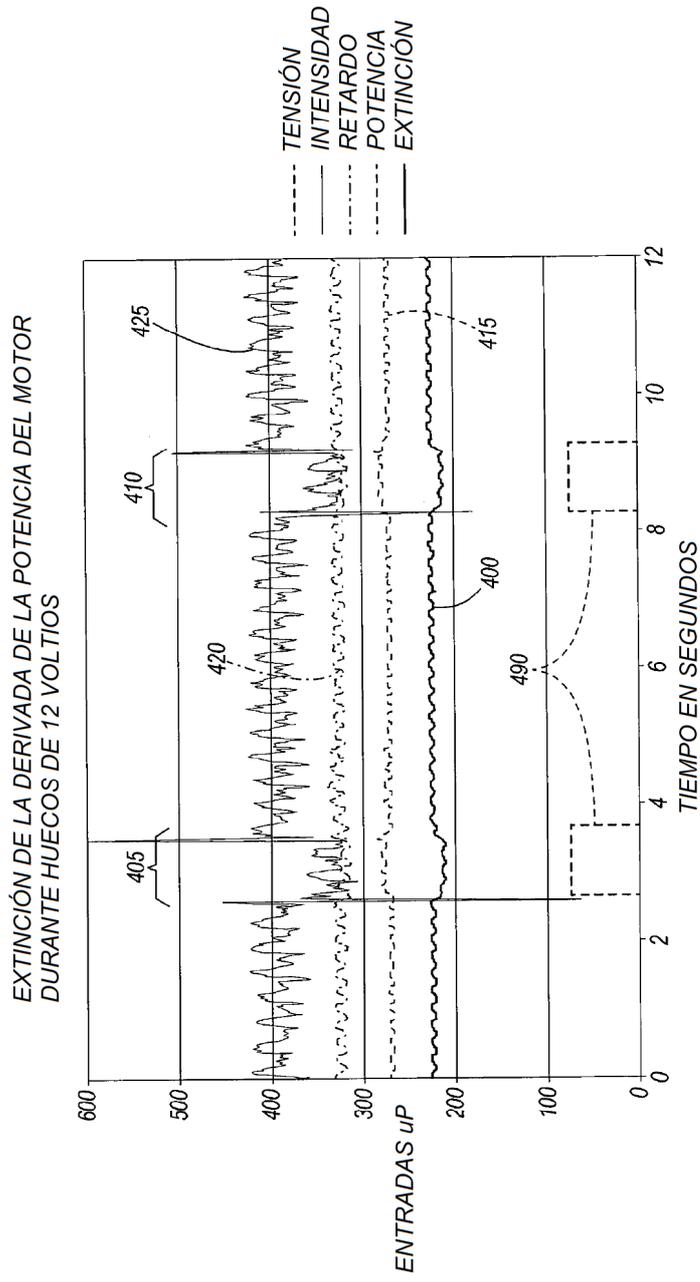


FIG. 9

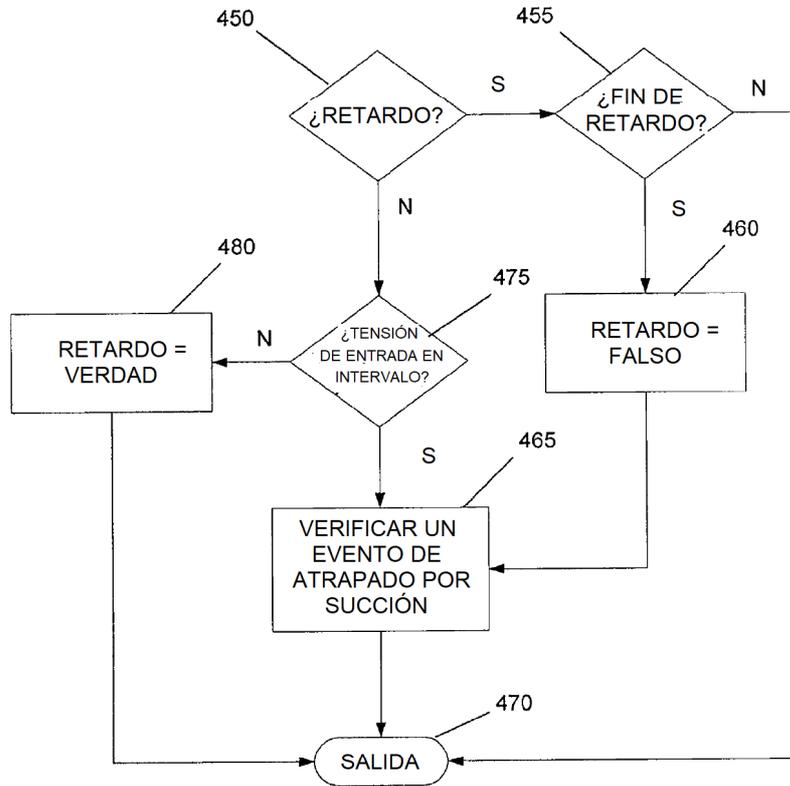


FIG. 10

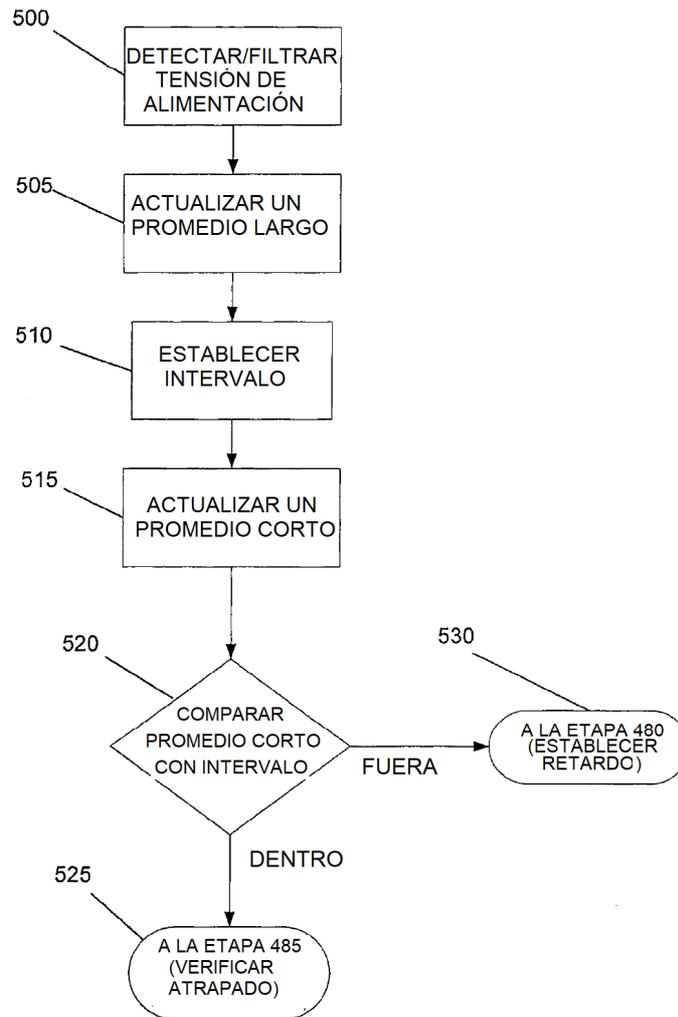


FIG. 11