

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 089**

51 Int. Cl.:

F23N 1/00

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2012** **E 12156121 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.02.2016** **EP 2489935**

54 Título: **Control de válvula de gas operada con motor paso a paso**

30 Prioridad:

21.02.2011 US 201113031517

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

31.03.2016

73 Titular/es:

**EMERSON ELECTRIC CO. (100.0%)
8000 West Florissant
St. Louis, MO 63136, US**

72 Inventor/es:

**BROKER, JOHN F. y
SANTINANAVAT, MIKE**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 565 089 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Control de válvula de gas operada con motor paso a paso

Campo

5 La presente divulgación se refiere a sistemas para el control de un aparato que incorpora una llama y ,más particularmente, se refiere al control de una válvula de un combustible a un aparato de este tipo.

Antecedentes

Las declaraciones en esta sección se limitan a proporcionar información de antecedentes relacionados con la presente divulgación, y pueden no constituir estado de la técnica.

10 Un horno de aire caliente de gas que funciona a dos o más caudales de gas se conoce generalmente como un horno variable o de múltiples etapas. Los hornos de múltiples etapas son frecuentemente seleccionados por los propietarios de viviendas para la sustitución de los hornos existentes, ya que ofrecen un mayor rendimiento y comodidad. Sin embargo, en los hornos de calentamiento de múltiples etapas o variables, el control del horno sólo está configurado para la comunicación de una sola vía con una válvula de gas. Esto normalmente es en forma de una señal que aplica una fuente de tensión o una señal de corriente variable a la válvula de gas. Sin embargo, tales
15 señales no son capaces de proporcionar retroalimentación, y pueden no ser compatibles con el reemplazo o la mejora de las válvulas de gas u otros componentes del horno. En consecuencia, todavía existe una necesidad de un control mejorado de los sistemas de calentamiento de etapas variables.

20 El documento EP2146145 A2 divulga un control de válvula de gas de motor paso a paso que incluye un diafragma principal en una cámara que desplaza de manera controlable una válvula con relación a una abertura en respuesta a cambios en la presión, para ajustar el flujo de combustible a través de la válvula. Se proporciona un diafragma servo-
25 regulador para regular el flujo al diafragma principal, para controlar de ese modo el caudal de combustible. Un motor paso a paso está configurado para moverse de una manera paso a paso para desplazar el diafragma servo-
regulador, para controlar el flujo de fluido a la membrana principal. Un controlador montado en el control de la válvula de gas regulada con motor paso a paso recibe y convierte una señal de control de entrada desde un sistema de
30 calentamiento a un valor de referencia de 0 a 5 voltios, y selecciona un valor de paso del motor correspondiente. El control en respuesta mueve el motor paso a paso de una manera paso a paso para desplazar el diafragma servo-
regulador y, de ese modo, regula el caudal de combustible a través de la válvula.

35 El documento US2005000580 divulga un sistema de servoválvula para la regulación del fluido que fluye dentro de un circuito de fluido. El sistema de servoválvula comprende una carcasa, una bobina dispuesta de forma deslizable dentro de la carcasa, un motor paso a paso conectado operativamente a la bobina, y un controlador y un sensor de posición conectado electrónicamente al motor paso a paso. El controlador genera señales de accionamiento representativas de una cantidad deseada de rotación del motor paso a paso para hacer que el motor paso a paso efectúe el movimiento de la bobina con respecto a la carcasa. El sensor de posición detecta una cantidad real de rotación del motor paso a paso y genera una cantidad de señales de posición representativas de la misma. El controlador determina una relación de señal de la cantidad de las señales de posición a la cantidad de las señales de accionamiento y genera una señal de diagnóstico cuando la relación de señal alcanza un valor de umbral representativo de un nivel predeterminado de resistencia mecánica de movimiento de la bobina con respecto a la carcasa.

Sumario

40 Otras áreas de aplicabilidad serán evidentes a partir de la descripción proporcionada en el presente documento. Se debe entender que la descripción y los ejemplos específicos están destinados para propósitos de ilustración solamente y no están destinados a limitar el alcance de la presente divulgación.

45 Varias realizaciones se proporcionan de un controlador para un aparato de calentamiento de salida variable que tiene una válvula de gas operada con motor paso a paso. Se proporciona una realización de un controlador para controlar una válvula de gas operado con un motor paso a paso en un aparato de calentamiento variable. La válvula de gas operada con un motor paso a paso incluye un elemento de válvula móvil con respecto a una abertura de la válvula en la válvula de gas, una cámara de diafragma principal dispuesta en la válvula de gas, y un diafragma principal dispuesto en la cámara de diafragma principal que está acoplado al elemento de válvula. El diafragma principal está configurado para desplazar de forma controlable el elemento de válvula con respecto a la abertura de la válvula en respuesta a los cambios en la presión del gas que actúa contra el diafragma principal. La válvula de gas operada con un motor paso a paso incluye además un diafragma servo-regulador configurado para regular el flujo de gas a la cámara de diafragma principal que actúa contra el diafragma principal, para ajustar de este modo el elemento de válvula para variar el caudal de gas a través de la abertura de la válvula. Un motor paso a paso para la válvula está configurado para moverse de una manera paso a paso para desplazar linealmente el diafragma servo-
50 regulador para variar el flujo de gas a la cámara del diafragma, para controlar de ese modo el caudal de gas a través de la abertura de la válvula.

Un controlador para la válvula de gas operada con un motor paso a paso incluye un microprocesador en comunicación con un conector de entrada configurado para recibir una señal de entrada que indica un nivel específico de operación de calentamiento, y un sensor de posición del motor paso a paso configurado para detectar los movimientos paso a paso del motor paso a paso. El microprocesador está configurado para detectar la presencia de una señal de entrada que es indicativa de un nivel específico de la capacidad de funcionamiento en la que funciona el aparato de calentamiento variable. El microprocesador incluye además una memoria programable de sólo lectura codificada con una o más instrucciones operables para determinar el número de pasos que el motor paso a paso debe mover para desplazar el diafragma servo-regulador para establecer un caudal correspondiente al nivel de capacidad de funcionamiento específico. El microprocesador está configurado para generar una señal de control que indica a la válvula de gas operada con un motor paso a paso para mover el número determinado de pasos, comparar el número determinado de pasos con el número de pasos detectados por el sensor de la posición del motor paso a paso para verificar la posición del motor paso a paso, y después de ello generar una señal de salida que confirma la operación del motor paso a paso.

Otras áreas de aplicabilidad serán evidentes a partir de la descripción proporcionada en el presente documento. La descripción y los ejemplos específicos están destinados para propósitos de ilustración solamente y no están destinados a limitar el alcance de la presente divulgación.

Dibujos

Los dibujos descritos en este documento son sólo para fines ilustrativos y no pretenden limitar el alcance de la presente divulgación de ninguna manera.

La figura 1 es una vista en perspectiva de una realización de un controlador colocado con respecto a una válvula de gas operada con un motor paso a paso, para controlar el motor paso a paso de acuerdo con los principios de la presente divulgación;

La figura 2 es un diagrama esquemático de una realización de un controlador para una válvula de gas operada con un motor paso a paso, en conexión con un controlador de horno para un aparato de calentamiento, de acuerdo con los principios de la presente divulgación;

La figura 3 muestra una vista en sección de una realización de una válvula de gas operada con un motor paso a paso, de acuerdo con los principios de la presente divulgación;

La figura 4 es un diagrama de bloques del sistema que ilustra el control de comunicación del controlador para la válvula de gas operada con un motor paso a paso, de acuerdo con la presente divulgación;

La figura 5 es un gráfico de una señal de control utilizada en varias realizaciones del controlador de acuerdo con los principios de la presente divulgación;

La figura 6 muestra una vista en sección de una segunda realización de una válvula de gas operada con un motor paso a paso, de acuerdo con los principios de la presente divulgación; y

La figura 7 muestra una vista en sección de una porción de la válvula de gas operada con un motor paso a paso de la figura 6.

Números de referencia correspondientes indican partes correspondientes en las diversas vistas de los dibujos.

Descripción detallada

La siguiente descripción es de naturaleza meramente ejemplar y no pretende limitar la presente divulgación, aplicación, o usos. Debe entenderse que en todos los dibujos, los números de referencia correspondientes indican partes y características iguales o correspondientes.

En las diversas realizaciones de la presente divulgación, se proporciona un controlador para un aparato de calentamiento variable que está configurado para controlar una válvula de gas operado con un motor paso a paso. En las diversas realizaciones, el controlador se utiliza en combinación con una válvula de gas operada con un motor paso a paso configurado para variar el flujo de gas para variar el nivel de funcionamiento de un aparato de calentamiento. La válvula de gas operada con un motor paso a paso incluye un elemento de válvula móvil con respecto a una abertura de la válvula en la válvula de gas, y una cámara de diafragma principal que tiene un diafragma principal dispuesto en la misma que está acoplado al elemento de válvula. El diafragma principal está configurado para desplazar de forma controlable el elemento de válvula con respecto a la abertura de la válvula en respuesta a los cambios en la presión del gas que actúa contra el diafragma principal. La válvula de gas operada con un motor paso a paso incluye además un diafragma servo-regulador configurado para regular el flujo de gas a la cámara de diafragma principal que actúa contra el diafragma principal, para ajustar de este modo el elemento de válvula para variar el caudal de gas a través de la abertura de la válvula. Un motor paso a paso para la válvula está configurado para moverse de una manera paso a paso para desplazar linealmente el diafragma servo-regulador para variar el flujo de gas a la cámara del diafragma, para controlar de ese modo el caudal de gas a través de la abertura

de la válvula. Un controlador para la válvula de gas operada con un motor paso a paso incluye un microprocesador, que está en comunicación con una memoria electrónica, un conector de entrada que recibe una señal de entrada que indica un nivel específico de operación de calentamiento, y un sensor de posición del motor paso a paso para detectar los movimientos paso a paso de un motor paso a paso. El microprocesador está configurado para detectar la presencia de una señal de entrada que es indicativa de un nivel específico de la capacidad de funcionamiento en la que funciona el aparato de calentamiento variable. El microprocesador incluye además una memoria programable de sólo lectura codificada con una o más instrucciones operables para determinar el número de pasos que el motor paso a paso debe mover para desplazar el diafragma servo-regulador y establece un caudal correspondiente al nivel de capacidad de funcionamiento específico. El microprocesador está configurado también para (1) generar una señal de control que hace que el motor paso a paso que opera la válvula de gas mueva el número determinado de pasos, (2) comparar el número determinado de pasos con el número de pasos detectados por el sensor de la posición del motor paso a paso para verificar la posición del motor paso a paso, y (3) después de ello generar una señal de salida que confirma la operación del motor paso a paso, como se explica a continuación.

Según un aspecto de la presente divulgación, se proporcionan realizaciones de un controlador para controlar varios tipos de válvulas de gas operadas con un motor paso a paso para establecer un nivel de capacidad de funcionamiento deseada solicitada por un sistema o control del horno. Se muestra en general en la figura 1 una realización de un controlador 130 para controlar una válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso para un aparato de calentamiento variable. El controlador 130 incluye un conector de entrada 124, que está configurado para recibir una señal de entrada desde un control del horno, como se describe a continuación.

En la realización mostrada en la figura 2, el controlador 130 de una válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso está configurado para recibir una señal de un controlador 230 del horno, que determina el nivel de capacidad de funcionamiento deseada. El controlador 230 del sistema o del horno está acoplado a una fuente de alimentación de 24 voltios 52, que suministra energía a un microprocesador 222 del controlador 230 del horno. El controlador 230 del sistema o del horno incluye un terminal de entrada 224 configurado para recibir una señal de termostato que solicita la operación de calentamiento a través de un cable de conexión 240 que pasa a través del suelo 246 y de las paredes 248 de un espacio. El controlador 230 del sistema o del horno está configurado para generar una señal de control de entrada que se introduce a través del conector 124 al controlador 130 para la válvula de gas 100 operada por el motor paso a paso, que alimenta un quemador 258 con combustible.

Tras la puesta en marcha de la instalación de calentamiento variable mostrada en la figura 2, el microprocesador 222 del controlador 230 del sistema o del horno está configurado para detectar una señal de termostato solicitando calentamiento a través de un terminal de entrada 224 y para comunicar una señal de control de entrada al controlador 130 para la válvula de gas 100 operada con el motor paso a paso para el suministro de gas a través de la línea 256 para establecer la operación de calentamiento en el quemador 258. El controlador 130 controla entonces la válvula de gas 100 operada con el motor paso a paso para continuar la operación del aparato de calentamiento de capacidad variable hasta el momento cuando el termostato interrumpe la señal al terminal de entrada 224. El controlador 230 del sistema o del horno puede incluir además un segundo terminal 226 configurado para recibir una señal del termostato a través de un cable 244 opcional que solicita el calentamiento de etapa alta. Al detectar una señal del termostato que solicita la operación de calentamiento de etapa alta, el microprocesador 222 está configurado para comunicar una señal de control a través de 236 al controlador 130 para la válvula de gas 100 operada por el motor paso a paso para suministrar gas a través de la línea 256 para el establecimiento de un nivel más alto de calentamiento al quemador 258. El controlador 230 del sistema o del horno está configurado para operar el aparato de calentamiento de capacidad variable entre una capacidad mínima y máxima en función de la demanda, tal como se explica a continuación.

El controlador 230 del horno está configurado para generar una señal de control de entrada al controlador 130 para establecer una velocidad de selección de flujo de gas que corresponde a un nivel de calentamiento deseado determinado. El microprocesador 222 del controlador 230 del horno incluye una memoria de sólo lectura programable codificada con una instrucción que es operable para determinar un nivel de calentamiento deseado en base a la señal del termostato, o alternativamente basada en una duración de tiempo en el que una señal de termostato estaba presente en el terminal de entrada 224 (por ejemplo, el tiempo que el aparato de calentamiento de capacidad variable funciona en un ciclo de calentamiento previo). Por ejemplo, si el aparato de calentamiento se hace funcionar a plena capacidad en el ciclo de calentamiento inicial durante un periodo de tiempo de 10 minutos (después de lo cual se interrumpe la señal del termostato al terminal de entrada 224), el microprocesador 222 puede estar configurado para determinar un nuevo nivel de calentamiento deseado que aumenta el nivel del ciclo previo en un porcentaje predeterminado para cada minuto que el aparato de calentamiento operado menor de un período de tiempo umbral, tal como 15 minutos, por ejemplo. Este control del horno se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos número de serie 12/729.716, presentada el 23 de marzo de 2010, titulada "Válvula de gas de motor paso a paso y procedimiento de control". Alternativamente, el controlador 230 del horno puede recibir una señal del termostato a través del terminal de entrada 224, que indica un nivel de capacidad de funcionamiento específica en el que operar el aparato de calentamiento. En cualquier situación, el controlador 230 del sistema o del horno está configurado para responder a una señal del termostato que solicita la operación de calentamiento mediante la salida de una señal de control al controlador 130 para la válvula de gas 100 operada con el motor paso a paso. El controlador 230 del horno se configura preferiblemente para generar una señal de control de entrada en forma de una señal ancho de pulso (PWM) modulada para evitar la necesidad de comunicación en serie utilizando un puerto

serie asíncrono universal (UART) de conexión entre el microprocesador 222 del controlador 230 del horno y el microprocesador del controlador 130 para controlar una válvula de gas 100 operada con el motor paso a paso que se describe a continuación.

5 Haciendo referencia a la figura 3, se muestra una válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso. La válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso incluye una cámara de diafragma principal 102, y un diafragma principal 104 dispuesto en la misma que está acoplado a un elemento de válvula 106. El diafragma principal 104 desplaza de manera controlable el elemento de válvula 106 con relación a una abertura 108 de la válvula en respuesta a cambios en la presión en la cámara de diafragma principal 102, para permitir de ese modo el ajuste del flujo de combustible a través de la abertura 108 de la válvula. La válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso incluye además un diafragma servo-regulador 110, que está configurado para regular el flujo de fluido a la cámara de diafragma principal 102. El diafragma servo-regulador 110, por lo tanto, controla la presión de fluido aplicada al diafragma principal 104, para controlar el caudal a través de la abertura 108 de la válvula. La válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso incluye también un motor paso a paso 120 configurado para moverse de una manera paso a paso para desplazar el diafragma servo-regulador 110, para regular el flujo de fluido a la cámara de diafragma 102 para regular el caudal a través de la válvula de gas 100.

En consecuencia, el motor paso a paso 120 proporciona control sobre la extensión de la abertura 108 de la válvula para proporcionar una operación de flujo de gas modulada. La válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso incluye, preferiblemente, un controlador 130 que incluye un microprocesador 122 configurado para recibir una señal de control de entrada a través de un primer conector 124 desde el controlador 230 del horno, como se muestra en la figura 2. La válvula de gas 100 de motor paso a paso acciona el motor paso a paso 120 de una manera paso a paso a la posición del motor paso a paso deseada, que hace que el motor paso a paso desplace el diafragma servo-regulador 110 y el elemento de válvula 106 la distancia deseada, y regula de ese modo la abertura en la válvula, para controlar de ese modo el caudal de combustible a través de la abertura 108 de la válvula. El microprocesador 122 determina el número de pasos que el motor paso a paso 120 debe girar para mover el diafragma servo-regulador 110 para establecer el nivel de flujo de combustible solicitado.

En uso, el controlador 130 y la válvula de gas 100 operada por el motor paso a paso incluyen dentro de un aparato de calentamiento de combustión de combustible 250 que incluye un controlador 230 de horno y un quemador 258, como se muestra en la figura 2. Haciendo referencia a la figura 4, el controlador 230 de horno es operable para determinar un nivel de capacidad de funcionamiento deseada (como se describe en la solicitud de patente de Estados Unidos número de serie 12/729.716), y para comunicar al controlador 130 de la válvula una señal de PWM que es indicativa de un nivel de capacidad de funcionamiento deseada. El controlador 130 está configurado para determinar un número requerido de pasos que el motor paso a paso 120 debe moverse para establecer el nivel de capacidad de funcionamiento solicitada, y para emitir una orden al motor paso a paso 120. Debe entenderse que la válvula de gas 100 operada por el motor paso a paso anterior es operable dentro de un rango de valores de paso del motor que corresponden a una pluralidad de posiciones del motor paso a paso 120 para el ajuste de la válvula de gas 100, cuyas posiciones varían entre una posición cerrada sin flujo y una posición de plena capacidad al 100%. El motor paso a paso 120 puede ser un motor paso a paso 120 variable de reluctancia lineal que tiene un eje que se desplaza linealmente a medida que el motor gira de una manera escalonada. Este motor paso a paso 120 puede incluir cuatro bobinas independientes que definen una fase A, una fase B, una fase C y una fase D. Una o más de las fases del motor paso a paso 120 puede excitarse selectivamente en la secuencia apropiada para controlar la dirección de rotación del motor. Preferiblemente, las cuatro bobinas están conectadas de una manera para excitar repetidamente pares de bobinas en una secuencia para efectuar la rotación en una dirección particular. Por ejemplo, un movimiento hacia la izquierda de cuarto paso puede establecerse por excitación de emparejado de las fases en el orden de fase A-fase D, fase D-fase B, fase B-fase C, fase C-fase A. De manera similar, un movimiento hacia la derecha de cuarto paso puede establecerse por excitación de emparejado de las fases en el orden de fase A-fase C, fase C-fase B, fase B-fase D, fase D-fase A. El controlador 130 proporciona el control de un motor paso a paso 120, y el controlador 130, el motor paso a paso 120, y la válvula de gas 100 pueden ser todos parte de un componente o conjunto de controlador 130 y válvula de gas 100 combinado que se fabrica o se monta integralmente como una unidad.

50 Haciendo referencia a la figura 2, el controlador 130 para controlar la válvula de gas 100 operada con el motor paso a paso está acoplado a una fuente de alimentación 52 de 24 voltios, que suministra energía a un microprocesador 122 del controlador 130, y también a la válvula de gas 100 operada con el motor paso a paso. El controlador 130 incluye además al menos un primer conector de entrada 124 configurado para recibir una señal de entrada desde el controlador 230 del horno que solicita la operación de calentamiento a un nivel de capacidad de funcionamiento específica. Al detectar la presencia de una señal de control de entrada que solicita la operación de calentamiento a un nivel de capacidad de funcionamiento específico, el microprocesador 122 está configurado para comunicar una señal de control del motor paso a paso a través de una conexión 136 al motor paso a paso 120 para establecer la operación de calentamiento en el quemador 258. El controlador 130 está configurado para controlar la válvula de gas 100 operada con el motor paso a paso para operar el aparato de calentamiento de capacidad variable entre una capacidad máxima y mínima de calentamiento dependiendo de la demanda de calentamiento, como se explica a continuación.

Como se ha indicado anteriormente, el controlador 130 tiene un conector de entrada 124 configurado para recibir

una señal de entrada que indica un nivel de capacidad de funcionamiento específico de calentamiento. El controlador 130 está preferiblemente en comunicación con un sensor de posición 160 del motor paso a paso (véase la figura 6) que está configurado para detectar los movimientos paso a paso del motor paso a paso. El controlador 130 incluye además un microprocesador 122 que está en comunicación con el sensor de posición 160 del motor paso a paso y el conector de entrada 124. El microprocesador 122 está configurado para detectar la presencia de una señal de entrada que tiene un periodo de encendido dentro de una frecuencia dada que es indicativa de un nivel específico de la capacidad de funcionamiento en la que funciona el aparato de calentamiento 250 (ver la figura 2). Tras la recepción de una señal de entrada a través del conector de entrada 124, el microprocesador 122 puede estar configurado para responder a una señal de control de entrada mediante la generación de una señal de salida al controlador 230 del horno, que se hace eco de la señal de entrada de nuevo al controlador 230 del horno, para verificar la recepción de la señal de entrada como se muestra en 506 en la figura 5.

El microprocesador 122 incluye además una memoria programable de sólo lectura, y puede incluir adicionalmente una memoria 132 separada. La memoria de sólo lectura programable está codificada con una o más instrucciones operables para determinar el número de pasos que el motor paso a paso 120 debe moverse para desplazar el diafragma servo-regulador 110 (mostrado en la figura 3) y variar el flujo de gas para corresponder al nivel de capacidad de funcionamiento solicitado, y también para generar una señal de control del motor paso a paso que instruye al motor paso a paso 120 para mover el número determinado de pasos para desplazar el diafragma servo-regulador 110 para establecer un flujo de gas correspondiente al nivel de capacidad de funcionamiento.

Cabe señalar que el microprocesador 122 está configurado para generar señales de control para cada una de las bobinas del motor paso a paso 120. El microprocesador 122 incluye preferiblemente una primera clavija para el control de la excitación de la bobina de fase A, una segunda clavija para el control de la excitación de la bobina de fase B, una tercera clavija para el control de la excitación de la bobina de fase C y una cuarta clavija de control de la excitación de la bobina de fase D. Un ejemplo de un microprocesador 122 para el controlador 130 es un microprocesador PIC 18F45K22 o dsPIC 33FJ32MC304 fabricado por Microchip Technologies, Inc. Alternativamente, el microprocesador 122 puede proporcionar instrucciones a un segundo procesador que tiene cuatro clavijas para controlar el motor paso a paso 120, tal como un controlador de motor paso a paso L297D fabricado por SGS-Thomson. Además de la primera clavija de comunicación para recibir la señal de control de entrada de ancho de pulso modulado desde el controlador 230 del horno, el microprocesador 122 puede incluir además una segunda clavija de comunicación para el envío de una señal de salida, como se explica a continuación.

Después de que el motor paso a paso 120 se mueve el número determinado de pasos, el microprocesador 122 está configurado o programado también para comparar el número determinado de pasos con el número de pasos que se mueve realmente el motor paso a paso 120, tal como se detecta mediante el sensor de posición 160 del motor paso a paso, para verificar la posición del motor paso a paso 120. El microprocesador 122 genera después una señal de salida al controlador 230 del horno, cuya señal de salida confirma que el motor paso a paso 120 se ha movido el número de pasos necesarios para ajustar el flujo de gas para establecer el nivel de capacidad de funcionamiento solicitado.

En la realización anterior, el controlador 130 está configurado para recibir desde el controlador 230 del horno una señal de entrada que es una señal modulada de ancho de pulso que tiene una relación de ciclo de trabajo de entre el 4 por ciento y el 95 por ciento. La señal de entrada es, preferiblemente, una señal que tiene una frecuencia de entre 13,1 Hertzios y 17 Hertzios, cuya señal es de ancho de pulso modulado, o repetidamente ciclada entre la amplitud alta y baja, para proporcionar una serie de pulsos que tienen una relación dada de tiempo "alto" respecto a "bajo". En consecuencia, la señal de control de entrada es preferiblemente una señal modulada de ancho de pulso que tiene un valor de ciclo de trabajo que se basa en una relación de un período de tiempo en el que la señal de frecuencia es alta, frente a un período de tiempo posterior en el que la señal de frecuencia es baja. Por ejemplo, se calcula un valor del ciclo de trabajo del 90 por ciento, donde se realiza un ciclo de una señal de frecuencia entre un nivel "alto" durante 90 milisegundos y un nivel "bajo" durante 10 milisegundos, como se muestra en 502 en la figura 5. La señal anterior puede tener una frecuencia de 15 Hertzios, y un período de 0,0667 segundos, por ejemplo. Para un ciclo de trabajo del 90 por ciento, esta señal de frecuencia sería "alta" durante 0,06 segundos y baja para el resto del período de 0,0677 segundos. Para un ciclo de trabajo del 30 por ciento, la señal de frecuencia es "alta" durante 0,02 segundos y baja para el resto del período de 0,0677 segundos. De esta manera, la frecuencia no varía, sino más bien el tiempo "alto" respecto al "bajo" de la señal varía para indicar una capacidad operativa. En las realizaciones descritas anteriormente, la señal de entrada es una señal modulada de ancho de pulso en la que el ciclo de trabajo puede variar entre aproximadamente el 30 por ciento y aproximadamente el 95 por ciento, que corresponde, respectivamente, a un nivel de capacidad de operación que varía entre aproximadamente el 35 por ciento y aproximadamente el 100 por ciento de la plena capacidad de funcionamiento del aparato de calentamiento, como se muestra en la Tabla 1 a continuación. El controlador 130 determina el número requerido de pasos que el motor paso a paso 120 debe moverse, dependiendo de si se usa propano líquido o gas natural, para accionar la válvula de gas 100 para establecer el nivel de capacidad operativa requerido, o el caudal como se muestra en la Tabla 1 dada a continuación.

Tabla 1

Señal de entrada PWM	Nivel de capacidad de funcionamiento (velocidad)	Presión objetivo (pascales)		Constantes de paso	
		Gas LP	Gas natural	Gas LP	Gas natural
30	35	306,37	107,11	255	216
35	40	398,53	139,49	280	224
40	45	505,64	176,85	309	234
45	50	622,71	216,70	349	244
50	55	754,72	204,03	383	255
55	60	896,70	313,84	418	268
60	65	1053,62	368,64	458	282
65	70	1220,50	425,93	499	297
70	75	1402,33	490,69	545	313
75	80	1596,62	557,94	593	330
80	85	1800,86	630,18	644	348
85	90	2020,06	704,90	699	368
90	95	2249,21	787,10	757	389
95	100	2490,82	871,79	824	410

Al mover el motor paso a paso 120 el número determinado de pasos, el controlador 130 está configurado para generar una señal de salida que es un ancho de pulso de la señal modulada que tiene una relación de ciclo de trabajo de menos del 30 por ciento (por ejemplo, 25 por ciento), cuya relación del ciclo de trabajo está destinada a confirmar que el motor paso a paso se movió el número de pasos para establecer el nivel de capacidad de funcionamiento solicitado, como se muestra en 504 en la figura 5. El controlador 130 está configurado además para responder a una señal modulada de ancho de pulso que tiene una relación de ciclo de trabajo de menos del 30 por ciento (por ejemplo, una relación de ciclo de trabajo entre el 4 y el 6 por ciento, por ejemplo), que corresponde a una solicitud de reinicio. El controlador 130 responde generando una señal de control del motor paso a paso para instruir el motor paso a paso 120 para desplazar el diafragma servo-regulador 110 como se requiere para hacer que el diafragma principal cierre la abertura de la válvula 108 y restrinja el flujo de gas a través de la válvula de gas 100. Esto permite al controlador 130 restringir el flujo de gas a través de la válvula de gas 100, tal como cuando el termostato y controlador 230 del horno ya no están llamando para el funcionamiento del aparato de calentamiento 250. Para verificar que la válvula de gas 100 operada por el motor paso a paso se ha apagado, o para verificar la posición real de la válvula de gas 100 operada por el motor paso a paso, el controlador 230 del horno puede comunicar una señal de solicitud de posición al controlador 130 para la válvula de gas 100 operada por el motor paso a paso. Por ejemplo, el controlador 130 está configurado para responder a una señal de entrada de ancho de pulso modulado con una relación de ciclo de trabajo de menos del 30 por ciento (tal como una relación de ciclo de trabajo entre el 14 y el 16 por ciento, por ejemplo), que corresponde a una solicitud de posición del motor paso a paso desde el controlador 230 del horno mediante la generación de una señal de salida que indica la posición del motor paso a paso 120. La señal de salida que comunica la posición del motor paso a paso 120 es preferentemente una señal modulada de ancho de pulso que tiene una relación de ciclo de trabajo que está asociada con un nivel de capacidad de funcionamiento mostrada en la Tabla 1 que corresponde a los pasos que el motor paso a paso 120 se desplaza para alcanzar su posición actual .

Según otro aspecto de la presente divulgación, el controlador 130 está configurado para determinar si la señal de entrada es un comando válido, si el motor paso a paso 120 se ha movido el número requerido de pasos, si el motor paso a paso 120 ha cerrado la abertura de la válvula para cerrar la válvula o si hay una fuga, si hay una bobina defectuosa de la válvula de gas 100, o un exceso de presión dentro de las cámaras de la válvula, u otras evaluaciones de diagnóstico. El controlador 130 puede incluir además uno o más dispositivos de indicios 134 como se muestra en la figura 1, tal como uno o más diodos emisores de luz (LED) o dispositivos de alarma audibles, que están en conexión con el microprocesador 122 del controlador 130. El microprocesador 122 puede estar configurado para controlar el uno o más dispositivos de indicios 134 para permanecer en o parpadear o emitir un pitido de una

secuencia predeterminada para indicar uno o más problemas de diagnóstico, como se describe anteriormente. De acuerdo con ello, a diferencia de las válvulas de gas convencionales que no se comunican y son simplemente instruidas para abrirse o cerrarse, el controlador 130 para la válvula de gas 100 operada por el motor paso a paso en la realización anterior está configurado para diagnosticar uno o más problemas de funcionamiento, y para controlar al menos un dispositivo de indicios 134 para indicar una o más condiciones de diagnóstico.

La realización descrita anteriormente de un controlador 130 se puede utilizar con varios motores paso a paso que están configurados para detectar la posición del motor paso a paso y el número de pasos que el motor paso a paso se ha movido. Una realización de un motor paso a paso puede incluir una o más bobinas de detección dispuestas en el estator, de tal manera que las bobinas de detección emiten una señal de tensión inducida cuando se hace girar el rotor, y un controlador que procesa las señales de tensión inducidas. El controlador determina el desplazamiento del rotor sobre la base de la información derivada de las señales de tensión inducidas, para seguir la posición de paso del rotor y la posición de desplazamiento del rotor. Este control del motor paso a paso se describe en la de solicitud de patente de Estados Unidos número de serie 12/484.843, presentada el 15 de junio de 2009 (ahora patente US 7.938.382), titulada "Sistema y procedimiento de detección de pasos para un motor paso a paso". El controlador 130 descrito anteriormente para el control de un motor paso a paso 120 también puede utilizarse con otras realizaciones de una válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso, como la que se describe a continuación.

Haciendo referencia a las figuras 6 y 7, se muestra una válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso. La válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso en las figuras 6 y 7 es de construcción similar a la válvula de gas 100, e incluye un elemento de válvula 106 móvil con respecto a una abertura de la válvula 108 en la válvula de gas 100, y una cámara de diafragma principal 102 que tiene un diafragma principal 104 dispuesto en la misma que está acoplado al elemento de válvula 106, como se muestra en la figura 3. El diafragma principal 104 está configurado para desplazar de forma controlable el elemento de válvula 106 con respecto a la abertura 108 de la válvula en respuesta a los cambios en la presión del gas que actúa contra el diafragma principal 104. La válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso en las figuras 6 y 7 también incluye un diafragma servo-regulador 100 como se muestra en la figura 3, que está configurado para regular el flujo de gas a la cámara de diafragma principal 102 que actúa contra el diafragma principal 104, para ajustar de este modo el elemento de válvula 106 para variar el caudal de gas a través de la abertura 108 de la válvula. La válvula de gas 100 operada con un motor paso a paso en las figuras 6 y 7 también incluye un motor paso a paso 120 que está configurado para moverse de una manera paso a paso para desplazar el diafragma servo-regulador para variar el flujo de gas a la cámara del diafragma, para controlar de ese modo el caudal de gas a través de la abertura 108 de la válvula.

Como se muestra en la figura 7, el motor paso a paso 120 incluye además un sensor de posición 160 del motor paso a paso. El sensor de posición 160 del motor paso a paso está configurado para detectar los movimientos paso a paso del motor paso a paso 120. El sensor de posición del motor paso a paso 160 incluye un diodo emisor de luz 162 estacionario y un sensor óptico 164 estacionario. El sensor de posición 160 del motor paso a paso incluye además un codificador 166 con dedos 168 que se extienden radialmente, que está acoplado al eje del motor paso a paso 120, de modo que los dedos 168 giran en relación con el sensor óptico 164 cuando gira el motor, tal que el sensor de posición 160 está configurado para detectar la rotación de un número determinado de dedos 168 que corresponden a un número determinado de pasos que el motor paso a paso 120 se ha movido. De acuerdo con ello, el controlador 130 está configurado para comparar el número determinado de pasos con el número de pasos que el motor paso a paso 120 se mueve, tal como se detecta mediante el sensor de posición 160 del motor paso a paso, para verificar la posición del motor paso a paso 120 y confirmar que el motor paso a paso 120 se ha movido el número de pasos necesarios para ajustar el flujo de gas para establecer el nivel de capacidad de funcionamiento deseado en la señal de entrada.

Un ejemplo de realización de una válvula utiliza un motor paso a paso para ajustar la salida regulada de la válvula mediante el ajuste de la presión elástica que actúa sobre el diafragma servo. En este ejemplo, hay un procedimiento de comunicación utilizado entre un control del horno (por ejemplo, un control del horno integrado (IFC)) y la válvula, y una verificación interna de operación que la válvula de gas es capaz de realizar en respuesta a un comando desde el IFC. Estas capacidades pueden implementarse a través de un procedimiento que incluye el uso de una señal de pulso PWM momentánea (modulación por ancho de pulso) para transmitir información a la válvula de gas. En este ejemplo de realización, esta señal PWM transmite información desde el IFC al microprocesador a bordo de la válvula. La válvula decodifica esta señal PWM, y responde en consecuencia. La válvula también utiliza el mismo procedimiento para responder al IFC que ha recibido y entiende el comando. También en este ejemplo de realización, el control del motor tiene la capacidad de saber si el motor se ha movido, o dejado de moverse, o dejado de moverse el número designado de pasos, de modo que puede emitir un fallo al IFC e indicar a una persona de reparación que puede estar defectuoso. Las realizaciones ilustrativas incluyen procedimientos de uso de una señal PWM de ráfaga para la comunicación de dos vías entre un IFC y una válvula de gas regulada paso a paso, donde la señal PWM que opera en un modo de ráfaga crea un protocolo de comunicación de dos vías.

También se divulgan ejemplos de realizaciones de los procedimientos de detección de posición de motores paso a paso utilizados en la modulación de las válvulas de gas. En una realización ejemplar, un motor paso a paso incorpora un codificador óptico, donde el conjunto codificador utiliza un único fotoemisor y dos fotodiodos (por ejemplo, en un solo paquete) para determinar el movimiento y la dirección del motor. El emisor y el colector están montados en una placa de circuito impreso montada en el motor. Un mazo de cables conecta la placa de circuito

5 impreso de la válvula de gas a la placa de circuito impreso del motor. En este ejemplo, el conjunto codificador puede ser parte de una válvula de gas en combinación con la técnica de comunicación PWM descrita anteriormente. La válvula de gas puede recibir y verificar las instrucciones desde el IFC, y confirma que ha implementado esas instrucciones. El control de la válvula puede realizar un seguimiento de las instrucciones paso a paso que recibe desde el IFC como señales PWM, y se hace eco de las instrucciones recibidas al IFC. El conjunto codificador proporciona al control de la válvula un procedimiento para conocer que las instrucciones emitidas están completas, y si no, se puede informar del error al IFC. A modo de ejemplo, un fotointerruptor se puede añadir en el motor paso a paso, y un emisor LED y un fototransistor se utilizan para detectar la dirección del motor y los pasos girados del motor paso a paso.

10 En conjunción con la capacidad de confirmar su propia operación, un ejemplo de realización de una válvula de gas puede tener un indicador, tal como un LED, etc. El LED puede ser un LED tricolor (por ejemplo, verde, amarillo, rojo) o el indicador puede ser tres LEDs separados. El LED estará normalmente verde cuando las operaciones internas y la auto-comprobación son aceptables. Si la válvula detecta un fallo, el LED se cambiará a rojo. Todos los otros casos podrían mostrarse en amarillo. La ventaja de este indicador es mostrar al personal de servicio a simple vista que la
 15 válvula de gas es el componente defectuoso en el sistema. Además de la iluminación del LED, la válvula de gas también puede comunicar un código de error a un control del horno (por ejemplo, un control del horno integrado (IFC)), que toma medidas para cerrar el proceso de combustión, y tal vez emitir un código de fallo del sistema, el cual puede ser visualizado en un termostato en un sistema de comunicación. El código de fallo del sistema puede
 20 adicional o alternativamente enviarse al personal de servicio a través de una conexión, por ejemplo, Internet, teléfono móvil, etc.

Las realizaciones ejemplares divulgadas en este documento se refieren al control de los gases de autodiagnóstico a través de luz y/o indicadores de sonido. En una de tales realizaciones a modo de ejemplo, una válvula de gas tiene incorporada la capacidad de diagnóstico, de tal manera que si un componente o función falla, la válvula es capaz de
 25 indicar el tipo y la naturaleza del fallo a un técnico. La válvula también puede tener la capacidad de transmitir esta información a un controlador del horno para la visualización o presentación de informes en ese dispositivo, en lugar de solamente mostrarse en la válvula. Algunas de las capacidades de diagnóstico o errores que pueden ser diagnosticados podrían incluir un circuito abierto en una placa, una bobina abierta, una fuga de derivación, una presión de salida excesiva, bobinas o motor defectuosos, una placa de circuito impreso defectuosa, alta/baja presión, alta/baja temperatura, una válvula con fugas, etc. A modo de ejemplo, se puede crear la capacidad de
 30 diagnóstico del circuito en una placa de PC a través de indicadores de luz y/o de sonido a través de un microprocesador en una válvula de gas. La capacidad de diagnóstico también se puede ligar el controlador del horno a múltiples funciones. La implementación de la capacidad de autodiagnóstico dentro de una válvula de gas puede ayudar a reducir el retorno de fallos en el campo y/o ayudar a un instalador o contratista para determinar más fácilmente la causa de un defecto.

35 Se entenderá por parte de los expertos en la técnica que el controlador del aparato de calentamiento de capacidad variable anterior puede emplearse en diversos tipos de instalaciones de calefacción con cualquier combinación de las características antes descritas, sin la aplicación de las otras. Se entenderá que la válvula de gas accionada con un motor paso a paso y el controlador descrito anteriormente se pueden utilizar en otras formas de equipos de calefacción y de refrigeración, incluyendo el aparatos de calentador de agua y de caldera. En consecuencia, se debe
 40 entender que las realizaciones descritas, y variaciones de las mismas, se pueden emplear sin apartarse del ámbito de la invención.

REIVINDICACIONES

1. Un controlador (130) en combinación con una válvula de gas (100) operada con un motor paso a paso configurado para variar el caudal de gas para variar el nivel de la operación de calentamiento de un aparato de calentamiento, comprendiendo la combinación del controlador y la válvula de gas operada con un motor paso a paso:
- 5 un elemento de válvula (106) móvil con relación a una abertura (108) de la válvula en la válvula de gas;
- una cámara de diafragma principal (102) dispuesta en la válvula de gas,
- un diafragma principal (104) dispuesto en la cámara de diafragma principal y acoplado al elemento de válvula, estando el diafragma principal configurado para desplazar de forma controlable el elemento de válvula con respecto a la abertura de la válvula en respuesta a cambios en la presión del gas que actúa contra el diafragma principal;
- 10 un diafragma servo-regulador (110) configurado para regular el flujo de gas a la cámara de diafragma principal que actúa contra el diafragma principal, para ajustar de este modo el elemento de válvula para variar el caudal de gas a través de la abertura de la válvula;
- un motor paso a paso (120) configurado para moverse de una manera paso a paso para desplazar el diafragma servo-regulador para variar el flujo de gas a la cámara del diafragma, para controlar de ese modo el caudal de gas a través de la abertura de la válvula; **caracterizado por:**
- 15 un sensor de posición (160) del motor paso a paso configurado para detectar los movimientos paso a paso del motor paso a paso;
- teniendo el controlador (130) un conector de entrada configurado para recibir una señal de entrada que indica un nivel específico de funcionamiento de calentamiento; y
- 20 un microprocesador (122) en comunicación con el sensor de posición del motor paso a paso y el conector de entrada, estando el microprocesador configurado para detectar la presencia de una señal de entrada que es indicativa de un nivel de capacidad de funcionamiento deseado en el que opera el aparato de calentamiento variable, incluyendo el microprocesador una memoria programable codificada con una o más instrucciones operables para determinar el número de pasos que el motor paso a paso debe moverse para desplazar el diafragma servo-regulador para establecer un caudal de gas correspondiente al nivel de capacidad de funcionamiento deseado, generar una señal de control del motor paso a paso que hace que el motor paso a paso se mueva el número determinado de pasos para desplazar el diafragma servo-regulador para establecer el caudal de gas correspondiente al nivel de capacidad de operación deseada, y comparar el número determinado de pasos con el número de pasos del motor paso a paso que se mueve realmente como se detecta mediante el sensor de posición del motor paso a paso, para verificar la posición del motor paso a paso.
- 25 un microprocesador (122) en comunicación con el sensor de posición del motor paso a paso y el conector de entrada, estando el microprocesador configurado para detectar la presencia de una señal de entrada que es indicativa de un nivel de capacidad de funcionamiento deseado en el que opera el aparato de calentamiento variable, incluyendo el microprocesador una memoria programable codificada con una o más instrucciones operables para determinar el número de pasos que el motor paso a paso debe moverse para desplazar el diafragma servo-regulador para establecer un caudal de gas correspondiente al nivel de capacidad de funcionamiento deseado, generar una señal de control del motor paso a paso que hace que el motor paso a paso se mueva el número determinado de pasos para desplazar el diafragma servo-regulador para establecer el caudal de gas correspondiente al nivel de capacidad de operación deseada, y comparar el número determinado de pasos con el número de pasos del motor paso a paso que se mueve realmente como se detecta mediante el sensor de posición del motor paso a paso, para verificar la posición del motor paso a paso.
- 30 un microprocesador (122) en comunicación con el sensor de posición del motor paso a paso y el conector de entrada, estando el microprocesador configurado para detectar la presencia de una señal de entrada que es indicativa de un nivel de capacidad de funcionamiento deseado en el que opera el aparato de calentamiento variable, incluyendo el microprocesador una memoria programable codificada con una o más instrucciones operables para determinar el número de pasos que el motor paso a paso debe moverse para desplazar el diafragma servo-regulador para establecer un caudal de gas correspondiente al nivel de capacidad de funcionamiento deseado, generar una señal de control del motor paso a paso que hace que el motor paso a paso se mueva el número determinado de pasos para desplazar el diafragma servo-regulador para establecer el caudal de gas correspondiente al nivel de capacidad de operación deseada, y comparar el número determinado de pasos con el número de pasos del motor paso a paso que se mueve realmente como se detecta mediante el sensor de posición del motor paso a paso, para verificar la posición del motor paso a paso.
2. El controlador en combinación con una válvula de gas operada con un motor paso a paso de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el microprocesador está configurado además para generar una señal de salida que confirma que el motor paso a paso se ha movido el número de pasos para establecer la caudal de gas que corresponde al nivel de la capacidad de funcionamiento deseado indicado en la señal de entrada.
- 35 3. El controlador en combinación con una válvula de gas operada con un motor paso a paso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la señal de entrada es una señal modulada de ancho de pulso que tiene una relación de ciclo de trabajo de entre el 4 por ciento y el 95 por ciento.
4. El controlador en combinación con una válvula de gas operada con un motor paso a paso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:
- 40 el microprocesador está configurado además para responder a la recepción de una señal de entrada mediante la generación de una señal de salida que se hace eco de la señal de entrada, para verificar la recepción de la señal de entrada; y/o
- la señal de entrada es una señal modulada de ancho de pulso en la que un ciclo de trabajo que varía entre aproximadamente el 30 por ciento y aproximadamente el 95 por ciento corresponde, respectivamente, a un nivel de capacidad de operación que varía entre aproximadamente el 35 por ciento y aproximadamente el 100 por ciento de la plena capacidad de funcionamiento del aparato de calentamiento.
- 45 5. El controlador en combinación con una válvula de gas operada con un motor paso a paso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que:
- el controlador está configurado para generar una señal de salida que es una señal modulada de ancho de pulso que tiene una relación de ciclo de trabajo de menos de aproximadamente el 30 por ciento, para confirmar que el motor paso a paso se ha movido el número de pasos para establecer el caudal de gas que corresponde al nivel de capacidad de funcionamiento deseado; y/o
- 50 el controlador está configurado para generar una señal de salida que es una señal modulada de ancho de pulso que tiene una relación de ciclo de trabajo de menos de aproximadamente el 30 por ciento, para confirmar que el motor paso a paso se ha movido el número de pasos para establecer el caudal de gas que corresponde al nivel de capacidad de funcionamiento deseado; y/o

5 el controlador está configurado para responder a una señal de ancho de pulso modulado que tiene una relación de ciclo de trabajo de menos de aproximadamente el 30 por ciento que corresponde a una solicitud de restablecimiento mediante la generación de una señal de control del motor paso a paso que instruye al motor paso a paso para desplazar el diafragma servo-regulador como se requiere para cerrar la abertura de la válvula y cerrar la válvula de gas; y/o

10 el controlador está configurado para responder a una señal de ancho de pulso modulado que tiene una relación de ciclo de trabajo de menos del 30 por ciento que corresponde a una solicitud de posición del motor paso a paso mediante la generación de una señal de salida que es una señal modulada de ancho de pulso que tiene una relación de ciclo de trabajo asociado a una nivel de capacidad de funcionamiento específico que se corresponde con el número de pasos que el motor paso a paso se ha movido hasta llegar a su posición actual.

6. El controlador en combinación con una válvula de gas operada con un motor paso a paso de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además al menos un dispositivo de indicios (134), en el que el controlador está configurado para diagnosticar uno o más problemas de funcionamiento, y para controlar el al menos un dispositivo de indicios para indicar una o más condiciones de diagnóstico.

15 7. El controlador en combinación con una válvula de gas operada con un motor paso a paso de acuerdo con la reivindicación 1, además en combinación con un controlador (230) del horno configurado para comunicar una señal de entrada que comprende una señal de modulación de ancho de pulso que es indicativa de un nivel específico de operación de calentamiento para el aparato de calentamiento, en el que dicho aparato de calentamiento es un aparato de calentamiento de capacidad variable.

20

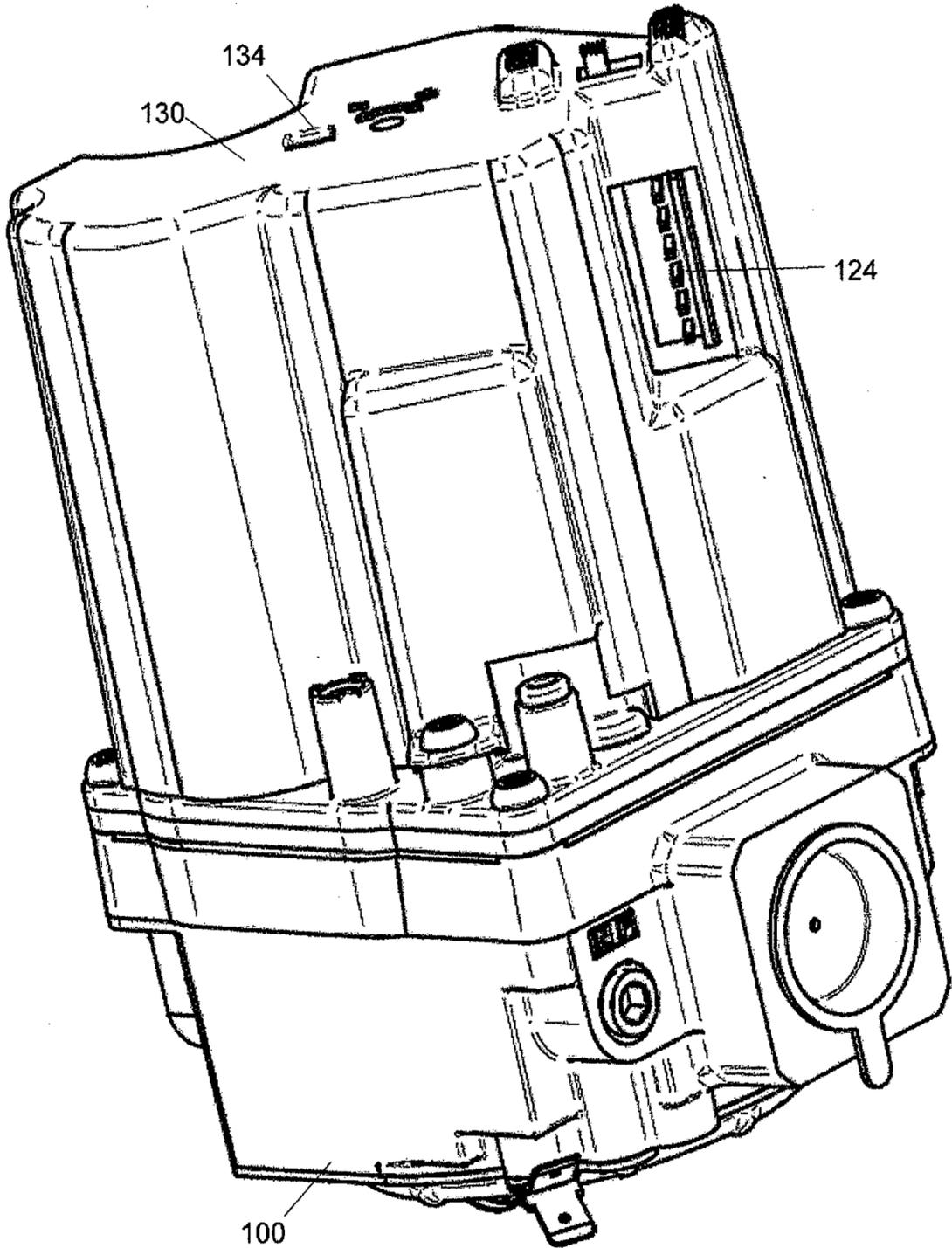


FIG. 1

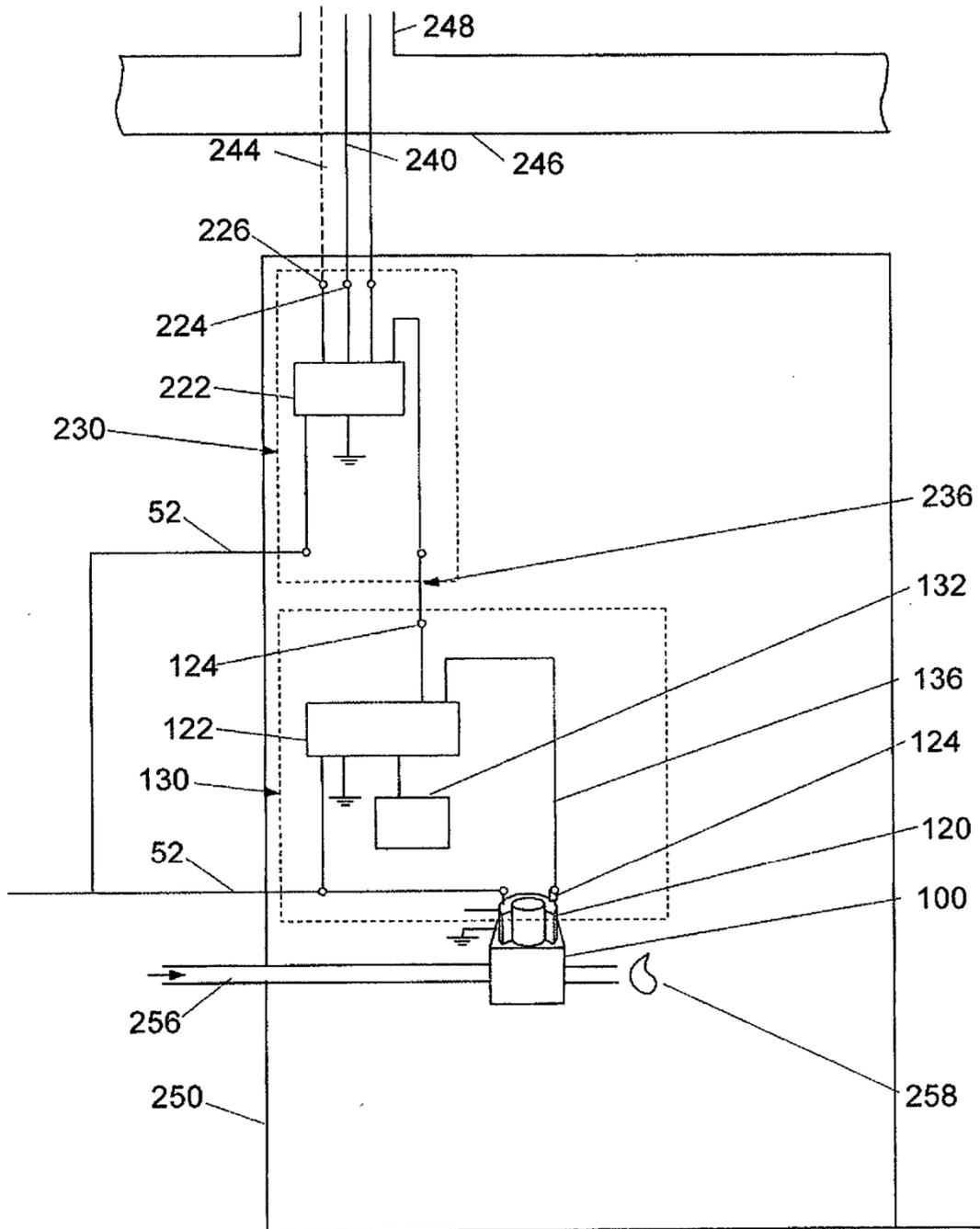


FIG. 2

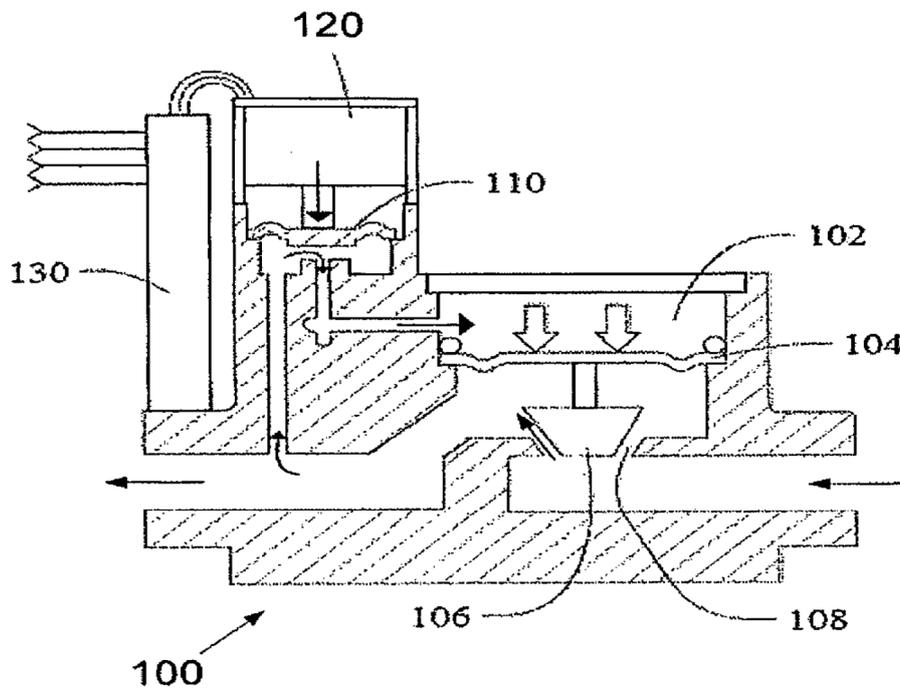


FIG. 3

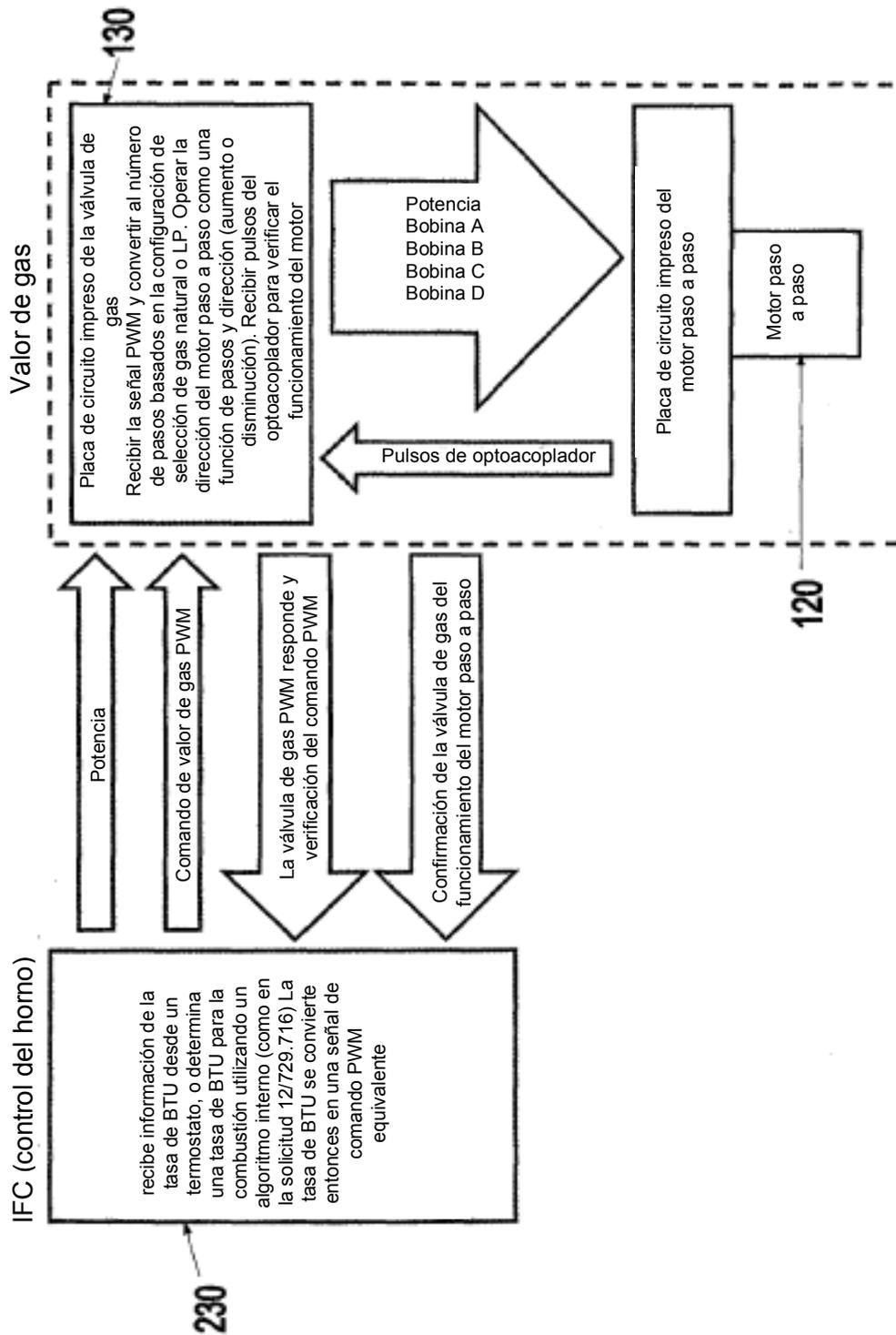


FIG 4

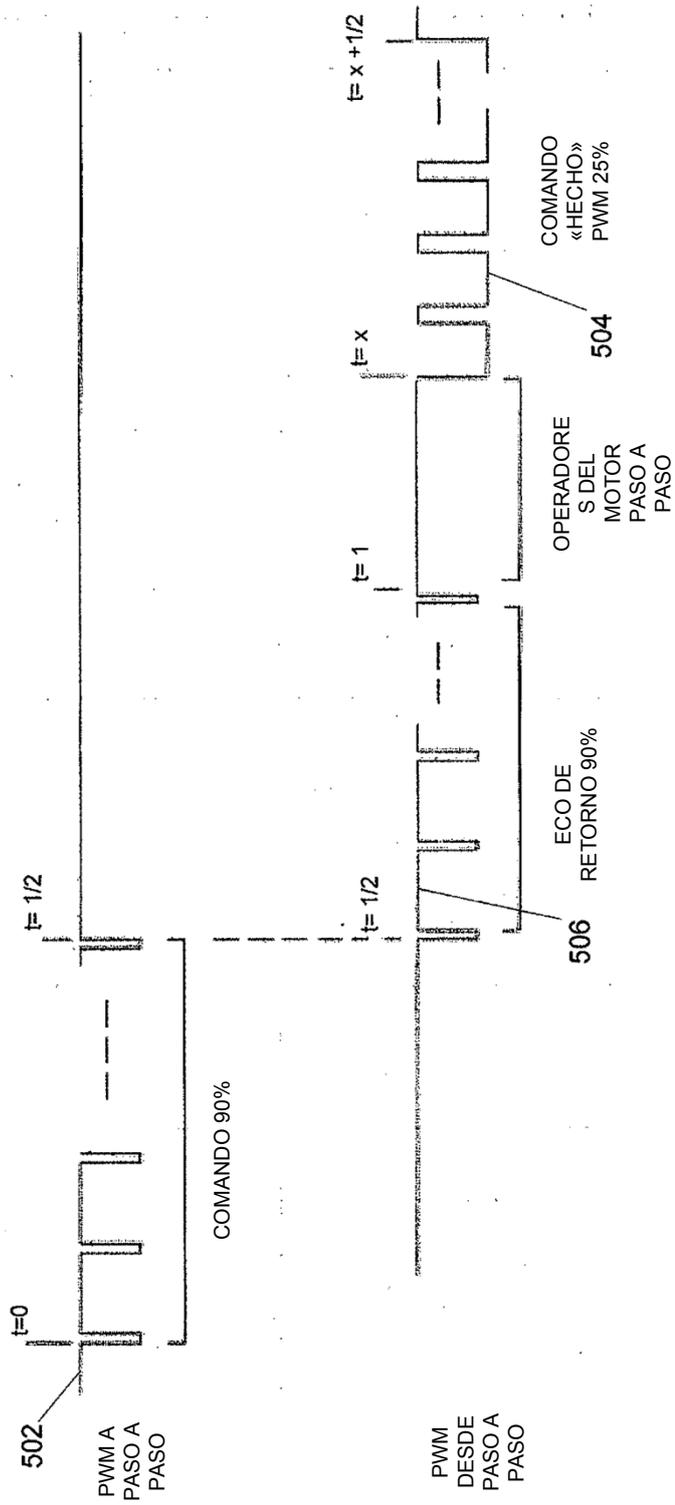


FIG. 5

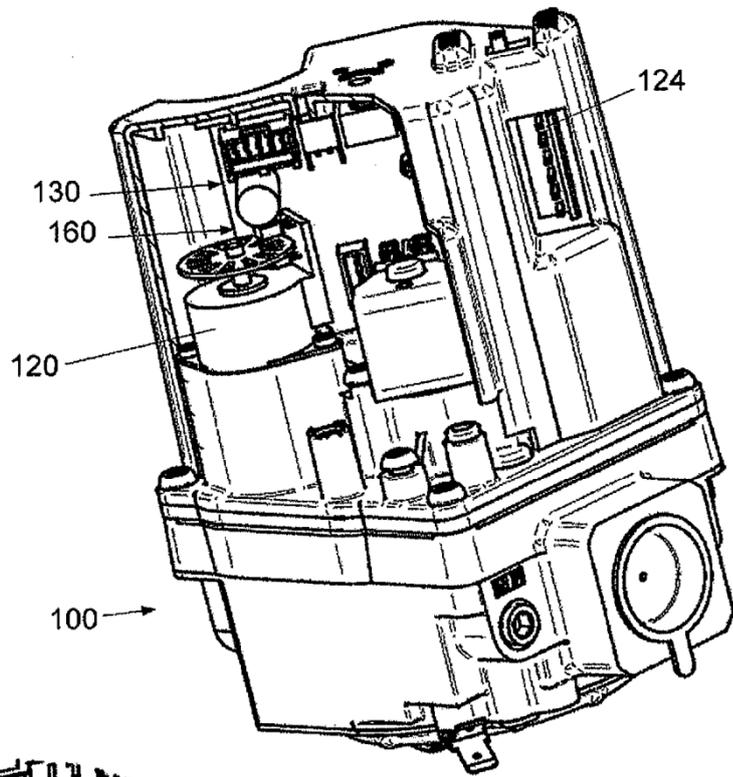


FIG. 6

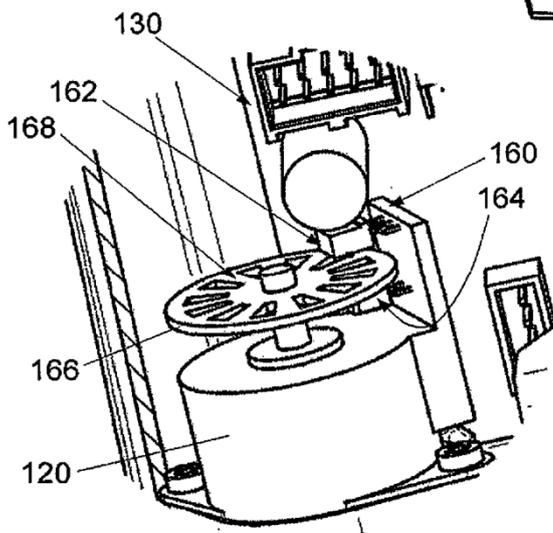


FIG. 7