

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 397 855**

51 Int. Cl.:

F04B 43/04 (2006.01)

H01H 51/12 (2006.01)

H02K 33/12 (2006.01)

F04B 43/00 (2006.01)

F04B 49/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.11.2006 E 06813000 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.10.2012 EP 1948931**

54 Título: **Bomba electromagnética con sistema de control**

30 Prioridad:

15.11.2005 SE 0502508

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

11.03.2013

73 Titular/es:

**XAVITECH AB (100.0%)
Industrigatan 17
871 53 HARNOSAND, SE**

72 Inventor/es:

STENBERG, JOHAN

74 Agente/Representante:

ARIAS SANZ, Juan

ES 2 397 855 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

Bomba electromagnética con sistema de control

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a una bomba de accionamiento electromagnético de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

Antecedentes técnicos

10 Las bombas electromagnéticas que aplican presión o presión negativa se encuentran en una gran variedad de variantes y tamaños y se utilizan en muchas aplicaciones diferentes, desde grandes bombas industriales a bombas muy pequeñas para propósitos médicos. La diversidad de áreas de utilización de bombas electromagnéticas tales como bombas de membrana da como resultado una plétora de requerimientos sobre el rendimiento de tales bombas. Un problema importante para los compradores de bombas de membrana es que el suministro de bombas por parte de los fabricantes está estandarizado en gran medida a tan sólo unos pocos modelos diferentes, principalmente porque los fabricantes de bombas buscan economías de escala en su producción. La diversidad limitada de bombas significa que existe una necesidad de sistemas de control más eficientes. Esto permitiría a los
15 fabricantes satisfacer necesidades concretas de los usuarios de un modo mucho mejor, y reducir de este modo los costes, así como mejorar el rendimiento de los productos que contienen una bomba. A día de hoy existe una carencia de sistemas de control para bombas electromagnéticas de buena calidad, simples, estandarizados, de bajo mantenimiento y baratos.

20 Es bastante habitual que las bombas de membrana sean accionadas con la ayuda de uno o más electroimanes. Un electroimán produce un movimiento oscilante que provoca, por ejemplo, que la membrana produzca un movimiento de bombeo. Una ventaja de las bombas de membrana de accionamiento electromagnético es que se acoplan más estrechamente con la membrana, lo que hace posible, por ejemplo, variar la longitud de la carrera, lo que no se puede conseguir con bombas de membrana alimentadas por motores rotatorios con una excéntrica. Además, las bombas electromagnéticas están compuestas de muy pocos detalles, lo que las convierte en baratas de fabricar. Aun así, las bombas electromagnéticas son menos comunes a pesar de esto, debido a diversos problemas que dan como resultado el hecho de que un electroimán no sea obviamente mejor para alimentar una bomba de membrana en comparación con un motor rotatorio. Un problema importante con las bombas de accionamiento electromagnético es que son difíciles de adaptar para presiones más elevadas sin introducir una palanca, lo que conlleva más detalles y fricción adicional. Todavía otro problema es que es difícil optimizar las
25 bombas electromagnéticas para que giren precisamente hasta su posición de cierre sin golpear el fondo de la bomba. Golpear el fondo da como resultado un tiempo de vida menor y volver a resultados anteriores de peor rendimiento de presión. Por lo tanto, las bombas electromagnéticas están preajustadas a menudo cierta presión que no puede ser variada, lo que a su vez es a menudo un problema ya que esto da como resultado limitaciones importantes. Todavía otro problema con las bombas electromagnéticas es que son más complicadas de controlar que bombas con un motor rotatorio y a menudo sólo pueden ser controladas por la cantidad de voltaje.

30 Los problemas adicionales que existen se originan de la implementación y uso real de las bombas. Durante el uso de bombas oscilantes tales como bombas electromagnéticas y bombas con motores rotatorios con excéntricas, se crean oscilaciones en presión y flujo. Estas son indeseadas en muchos casos y pueden perturbar, por ejemplo, sensores de medida que miden el medio bombeado. A menudo se utilizan los denominados condensadores de aire, una gran vasija o volumen, para homogeneizar el flujo con el fin de minimizar la oscilación perturbadora. Sin embargo, esto no es siempre una buena solución, ya que ocupan una gran cantidad de espacio y se corre el riesgo de que el medio bombeado se mezcle en las vasijas antes de que el medio alcance finalmente el sensor de gas. Esto reduce, por ejemplo, la sensibilidad y el tiempo de respuesta del sistema de medición. Otro problema con el uso de bombas es que el flujo se ve afectado por cómo de alta sea la presión en el sistema. A menudo se desea
35 que el flujo y la presión sean constantes. El rendimiento de la bomba depende enormemente de si la presión circundante cambia por alguna razón. Esto significa que se debe medir presión o flujo o ambos con una buena precisión y en muchas aplicaciones esto es necesario con el fin de controlar la bomba. Eso aumenta el coste y complejidad del sistema. Todavía otro problema aparece cuando se deben coordinar varias bombas con el fin de obtener un resultado común, tal como la mezcla de gases. Esto crea sistemas muy complejos con varios caudalímetros, medidores de presión y válvulas. Asimismo es un problema adquirir un sistema de control que esté completamente libre de calibración y que no se vea afectado por el funcionamiento y envejecimiento.

Debido a los problemas anteriormente mencionados, los sistemas y productos que incluyen bombas dan lugar a menudo a diseños muy intrincados que comprenden muchos detalles, lo que hace su fabricación muy costosa.

Estado de la técnica anterior

En el documento US-A-4.015.912, que representa el estado de la técnica más próximo, se utilizan sensores ópticos para asegurar que la bomba no alcanza su posición de cierre mediante la lectura digital de un uno lógico o un cero lógico con el fin de detener o iniciar el electroimán, sin embargo esta solución difiere enormemente de la solución descrita aquí, ya que su solución carece de información sobre lo que ocurre durante el tiempo restante, que está compuesto del tiempo que la pieza móvil está en todas las otras posiciones, aparte de las dos posiciones de cierre que son leídas. Tampoco tiene un desmantelamiento incremental que es necesario para poder variar libremente los incrementos de carrera para la carrera durante el tiempo que la bomba bombea. Se sugería que un orificio que puede ser desplazado con la ayuda de una rosca fuera utilizado para incrementos variables. El documento de patente US 6.616.413 describe un sistema de control basado en sensores que ajusta automáticamente la frecuencia de resonancia de una bomba electromagnética por inducción.

El documento EP 0211474 A1 describe un circuito de control para controlar el suministro de corriente eléctrica al bobinado de un solenoide de una bomba de diafragma accionada por solenoide. Este circuito de control comprende un sensor de posición que incluye un primer receptor óptico, que está dispuesto para recibir luz de un primer transmisor óptico, y un segundo receptor óptico, que está dispuesto para recibir luz de un segundo transmisor óptico. Los conmutadores incluidos en el circuito de control se desconectan cuando las señales luminosas entre el primer transmisor y el primer receptor y entre segundo transmisor y el segundo receptor son interrumpidas por una pieza móvil de la bomba, lo que a su vez implica que el suministro de corriente al bobinado del solenoide se interrumpe. Esto define la posición final de la carrera hacia delante. Durante la carrera de retorno, la luz entre el segundo transmisor y el segundo receptor y entre el primer transmisor y el primer receptor es ininterrumpida progresivamente mediante un retorno progresivo de la pieza móvil. El suministro de corriente al bobinado del solenoide se conecta cuando la pieza móvil ha alcanzado una posición tal que una luz del segundo transmisor es recibida por el segundo receptor y una luz del primer transmisor es recibida por el primer receptor, lo que define la posición final de la carrera de retorno.

Incluso si las bombas de membrana de accionamiento electromagnético existentes consiguen en muchas ocasiones sus propósitos, ninguna de estas combina las ventajas tanto de las bombas de membrana accionadas por un motor rotatorio como de las bombas de membrana accionadas por electroimanes sin ninguna de las desventajas que conllevan ambos tipos. Por lo tanto, el propósito de la presente invención es lograr una bomba de membrana que abarque las ventajas de los tipos respectivos de bombas de membrana esencialmente sin ninguna de sus desventajas. Este sistema difiere enormemente de sistema descrito aquí, ya que su sistema carece de la precisión y exactitud necesarias para resolver todos los problemas descritos aquí y esencialmente se dirige a optimizar la eficiencia.

Todos los problemas anteriormente mencionados dan como resultado que exista un gran potencial para mejorar los sistemas de control para bombas electromagnéticas. Utilizando la amplia controlabilidad y el acoplamiento muy directo a la fuente de alimentación de bombas electromagnéticas, es posible resolver todos los problemas anteriores de un modo elocuente y mejorar y aumentar enormemente las áreas de uso de bombas electromagnéticas, en comparación con bombas con un motor rotatorio así como bombas electromagnéticas existentes en la actualidad que carecen del sistema de control descrito aquí.

Descripción detallada de la invención

La invención se describirá en detalle en el siguiente texto con referencia al dibujo esquemático adjunto que muestra, a modo de ejemplo, el modo de realización actualmente preferido de la invención.

La figura 1 muestra una bomba de acuerdo con la primera forma de ejecución de la presente invención.

El sistema de control

Con referencia a la figura 1 se muestra un sistema de control de acuerdo con la presente invención. El sistema está accionado por una fuente de potencia eléctrica que proporciona voltaje de control y alimenta el sistema, a través de un lector de voltaje 5, con la energía necesaria para accionar el sistema. El sistema consiste en al menos un microprocesador 1 que recoge todos los datos, almacena los datos, calcula los datos y envía los datos hacia delante. Se recogen datos de al menos un sensor de posición. Preferiblemente, el sistema de control contiene asimismo al menos un sensor de temperatura 4, al menos un medidor de corriente eléctrica 9 (amperímetro) y al menos un medidor de voltaje 8 (voltímetro). En modos de realización alternativos pueden ser utilizadas variaciones adicionales de los sensores. Los datos recogidos de los sensores son calculados por el microprocesador y a continuación se envían señales de control a un circuito eléctrico 7, el cual a su vez controla la fuente de potencia de los electroimanes. Los electroimanes afectan a su vez a una pieza móvil cuya posición y movimiento es detectado por al menos un sensor de posición, que consiste preferiblemente en al menos un transmisor óptico 2 que envía una luz a al menos un receptor óptico 3. El sistema de control contiene asimismo un interfaz de red 6

que permite controlar varias bombas y/o su cooperación entre si.

La bomba de membrana

El sistema de control está diseñado para controlar diversos tipos diferentes de bombas de accionamiento electromagnético. En el diseño ejemplar de la figura 1, el sistema de control es utilizado para controlar una bomba de membrana de accionamiento electromagnético. El ejemplo no debe ser visto como una limitación a la protección de patente para un sistema de control de acuerdo con la presente invención, ya que el sistema de control está diseñado esencialmente para ser utilizado para todas las bombas de accionamiento electromagnético. La bomba de membrana consiste en un alero 22 que contiene asimismo conexiones de manguera circular. El alero 22 está unido conjuntamente con un reborde 20. En el espacio entre el alero 22 y el reborde 20 existe un dibujo esquemático de una válvula de charnela (una válvula de regulación, válvula sin retorno, válvula unidireccional u otro dispositivo para impedir un reflujo) 21, que puede comprender un tipo apropiado de válvula de charnela para el propósito. Una membrana 18 está sujeta entre el reborde 20 y un reborde adicional 19. Esto proporciona la formación de una cámara de bomba entre la membrana y el reborde 20 con una toma y una salida. Un eje (la pieza móvil) 12 está conectado (fijado) a la membrana. El eje está suspendido en cojinetes deslizantes 14 y está diseñado para moverse en una dirección axial. El eje tiene una parte más ancha 17 que se extiende en dirección radial. La parte más ancha 17 puede atraer cualquiera de los dos electroimanes circulares 15 o 16 que rodean el eje. Los electroimanes atraen la parte más ancha 17 del eje, acercándose la parte más ancha del eje al electroimán debido al campo magnético formado por el electroimán. Activando alternativamente los electroimanes 15 y 16 se puede establecer un movimiento de bombeo oscilante en una dirección axial. Alternativamente, uno de los electroimanes puede ser sustituido por un resorte.

La función de posicionamiento del sistema de control

El movimiento axial de la pieza móvil que es creado por el campo magnético emitido por los electroimanes llega en diferente grado a la posición 13 en el eje (la pieza móvil) para obstruir la luz enviada por el transmisor óptico 2 al receptor óptico 3. En todas las posiciones, la pieza móvil siempre ensombrecerá en algún grado la luz entre el receptor óptico y el transmisor óptico. La luz obstruida da como resultado una sombra cuyo tamaño puede ser medido como análogo al voltaje en el receptor. El voltaje análogo da como resultado que el sensor óptico de posición tendrá una resolución ilimitada. El receptor óptico mide toda luz en las longitudes de onda a las cuales es sensible, así pues la luz puede provenir de otras direcciones y de otras fuentes, y no tan sólo del transmisor del receptor óptico. Para eliminar esas fuentes de perturbación, el transmisor óptico es encendido y apagado con una intensidad de muy alta frecuencia, de modo que el sistema pueda controlar frecuentemente cuánta luz proviene realmente del transmisor óptico. Adecuadamente, se elige un transmisor óptico y un receptor óptico que conjuntamente tengan una anchura luminosa (la anchura del cono de luz emitido o recibido) compuesta de la distancia entre 10 y 11 que es mayor que la longitud de la carrera de la bomba. Sin embargo, puede ser medida una carrera de longitud más larga haciendo un extremo cónico en el eje (la pieza móvil), sin embargo esto da como resultado unos requerimientos de precisión mayores en la suspensión del eje de modo que no tenga lugar un juego radial que el sistema podría interpretar equivocadamente como un movimiento axial. El sistema tiene un sensor de temperatura 4 para compensar posibles cambios (deriva de temperatura) en el electroimán y el sensor de posición óptico.

La calibración automática de la función de posicionamiento.

El sistema incluye asimismo una función para la calibración automática de mediciones para compensar posibles fuentes de error en la medición óptica de la posición de la pieza móvil. La fuente de errores en las mediciones ópticas podría estar causada, por ejemplo, por el envejecimiento y desgaste durante el funcionamiento de la bomba. La calibración automática se consigue por una posición inicial mecánicamente bien definida o por medio del ajuste mecánico por los electroimanes de la bomba en sus posiciones de giro y midiendo y actualizando ópticamente a continuación la información sobre dónde se expresan las posiciones de giro con el indicador de posición del sistema óptico. El sistema queda protegido de este modo de, por ejemplo, envejecimiento, funcionamiento o suciedad que podrían crear con el tiempo diferencias en los valores análogos medidos en el receptor óptico. De este modo, toda la cadena del funcionamiento del transmisor óptico a la recepción del receptor óptico queda calibrada.

50 Voltaje de control

El sistema de control para la bomba recibe su potencia mediante un voltímetro 5. Midiendo el voltaje de funcionamiento con el que el sistema es alimentado, el nivel de voltaje de funcionamiento actúa asimismo como información de control para la bomba, y de este modo se hace compatible con bombas accionadas por motores normales de corriente eléctrica continua (DC), que son el tipo de bombas más comunes en el mercado actualmente. Es muy ventajoso sustituir distintos tipos de bombas con la bomba controlada de acuerdo con la presente invención si surge la necesidad de sustituir otras bombas en un equipo existente. A continuación se

describirá cómo funciona esto.

La bomba (sistema de control) en funcionamiento

La bomba (el sistema de control) recibe un voltaje de entrada externo de seis voltios cuando se conecta al voltímetro 5. El mismo voltaje es conectado paralelamente al microprocesador 1, al cual este se encenderá. El microprocesador comienza midiendo la temperatura del sistema con el fin de utilizar la temperatura para compensar posibles errores de medición originados por la temperatura. Esto tiene lugar continuamente en el programa y no se menciona adicionalmente en esta descripción. El microprocesador causa que el transmisor óptico emita flashes con una frecuencia de 10 kHz preferiblemente. El microprocesador activa a continuación el electroimán 15.

El electroimán tira del eje de la bomba (pieza móvil) en una dirección axial hacia el electroimán 15 hasta que la pieza móvil alcance su posición de giro en la que se enlaza mecánicamente con el electroimán. A continuación, el microprocesador mide el voltaje en el receptor óptico 3. El voltaje es medido tanto cuando el transmisor óptico se enciende como cuando se apaga. El microprocesador calcula la diferencia de voltaje y la almacena en la memoria como una posición de giro definida para la bomba. El mismo procedimiento se ejecuta para la otra posición de giro desactivando en primer lugar el electroimán 15 y activando en su lugar el electroimán 16. El microprocesador conoce ahora ambas posiciones finales de la bomba y puede evitar por lo tanto golpear contra las posiciones de giro. El microprocesador medirá a continuación continuamente el tamaño de la sombra para controlar continuamente y exactamente dónde se encuentra el eje entre las posiciones de giro. Con la ayuda de una denominada tabla de linealidad las diferencias de voltaje pueden ser traducidas a una posición específica, a pesar de que el tamaño de la sombra no esté completamente en relación lineal con las diferencias de voltaje. A continuación, el microprocesador mide el voltímetro 5 que muestra seis voltios. El microprocesador ha sido programado con antelación, por ejemplo, para que un voltaje de entrada de seis voltios dé una longitud de carrera completa y una frecuencia de carrera de 6 Hz. El microprocesador ha sido preprogramado en este ejemplo para reconocer que el voltaje de entrada en voltios indica la frecuencia de carrera. El microprocesador causa a continuación que el eje oscile activando alternativamente los electroimanes hacia atrás y hacia delante. Este utiliza el sensor de posición óptico para cambiar la dirección a tiempo de modo que la bomba evite golpear sus puntos finales, lo que podría causar desgaste. Este ajustará la velocidad de la bomba de modo que se consiga una frecuencia de 6 Hz. El ajuste de velocidad puede ser regulado, por ejemplo, con un mayor voltaje al electroimán. El procedimiento utilizado en esta solución preferida es utilizar una frecuencia esencialmente superior a la velocidad de la bomba interrumpir, apagar y encender el voltaje que entra como voltaje de control, seis voltios en este caso, con la ayuda del circuito eléctrico 7 que controla el suministro de potencia al electroimán. Por lo tanto, es posible minimizar el número de componentes en el diseño y evitar la regulación del voltaje y por lo tanto es posible asimismo evitar pérdidas energéticas en forma de caídas de voltaje en la electrónica de control 7.

Si el voltaje de funcionamiento del sistema de control en este caso es subido a siete voltios, el programa del sistema de control mantendrá la longitud de carrera completa pero subirá la frecuencia de carrera a siete Hz, de modo correspondiente. De este modo, es posible imitar un motor de corriente continua (DC), y tener así la posibilidad de sustituir bombas accionadas por corriente continua (DC) existentes en el mercado. Los cambios en el voltaje de funcionamiento pueden controlar, por supuesto, otras cosas en lugar de la frecuencia. La frecuencia puede ser mantenida constante y la longitud de carrera puede ser controlada por el voltaje de funcionamiento. Además, el voltaje de funcionamiento puede controlar el flujo o presión reales, lo que se describirá más adelante. Por consiguiente, puede ser conseguida una función de bomba lineal.

El interfaz de red

Asimismo, el voltaje de funcionamiento puede ser mantenido constante y la bomba puede ser controlada en su lugar mediante el interfaz de red 6 con el protocolo de comunicaciones/red existente que tenga la bomba. El interfaz de red está diseñado de modo que se puedan controlar conjuntamente diversos sistemas de control y hacer que cooperen entre sí y con otros sensores y sistemas externos. Esto permite que las bombas sean controladas conjuntamente para cooperar entre sí, y asimismo con otros sistemas y sensores externos. Mediante la cooperación entre diversos sistemas de control se pueden accionar bombas más grandes mediante varios electroimanes o más grandes. Utilizando el interfaz de red diversas bombas pueden trabajar en paralelo con el fin de que conjuntamente puedan producir un flujo mayor. Incluso su conexión en serie proporciona un efecto satisfactorio de mejora del rendimiento de presión. Mediante el interfaz de red del sistema de control, bombas acopladas en paralelo funcionan con un retraso en el tiempo para compensar oscilaciones de flujo permitiendo que la primera bomba bombee hacia fuera cuando la segunda bomba bombea hacia dentro. Más de dos bombas homogenizan las ondulaciones adicionalmente. Un efecto adicional de la funcionalidad de red es que el mismo bus puede controlar diversas bombas con menos electrónica y conexiones. El interfaz de red puede ser igualmente inalámbrico.

Cálculo de presión

5 El sistema de control puede calcular igualmente de la presión que genera la bomba. Algo simplificado, se describe el procedimiento para medir presión de acuerdo con lo que sigue. El tamaño de la aceleración en la dirección en la que el electroimán tira de la pieza móvil se mide como la diferencia en fuerza entre la fuerza que produce el electroimán para tirar de la membrana y la contrafuerza que tira de la membrana en la dirección opuesta, que se deriva de la presión positiva o la presión negativa encontrada en la cámara de la bomba.

10 Con la ayuda del sensor de posición se conoce dónde está la pieza móvil, cómo de rápido se mueve y su aceleración en cualquier momento dado. La fuerza que produce el electroimán en cada distancia al eje ya es conocida por medio de la medición (calibración). Cuando la aceleración se mide y se compara con la fuerza conocida, se puede utilizar la fórmula $A = F1 - F2$ para calcular la fuerza desconocida producida por la presión en la bomba. Posteriormente, cuando la fuerza producida de la presión es conocida, es posible calcular la magnitud de la presión con la fórmula $P = F/A$.

15 Por supuesto, existen otros factores que influyen, como por ejemplo la fricción en los cojinetes, elasticidad de la membrana, elasticidad adicional, resistencia del aire y temperatura. Sin embargo, la importancia de estos parámetros dependerá de cómo esté construida cada bomba, y por esto se dejan fuera de esta descripción simplificada.

20 Además de las áreas de uso anteriormente mencionadas, el sistema de control puede ser utilizado asimismo para medir el flujo de la bomba mediante el cual el rendimiento/carrera de flujo a distintas presiones es medido y almacenado en la bomba durante producción. Así pues, el flujo puede ser calculado con la ayuda de la fórmula $\text{Flujo} = \text{Frecuencia de carrera} * \text{Rendimiento de flujo a la presión específica}$.

Ejemplos de aplicación para bombas equipadas con el sistema de control

El sistema de control es utilizado para controlar la bomba en conjunción con dosificación. La bomba puede dosificar ya que el rendimiento/carrera de flujo a cada presión específica es conocido de la calibración durante producción. El volumen bombeado = número de carreras*rendimiento de flujo por carrera a la presión específica.

25 El sistema de control puede ser utilizado asimismo para controlar la bomba durante el mezclado de diferentes medios. Con la ayuda del sistema de control, la función de medida de flujo de la bomba junto con la función de red pueden ser utilizadas para crear un sistema muy sencillo y funcional que pueda mezclar diferentes medios con alta precisión.

30 El sistema de control puede ser utilizado para adaptar la bomba. La bomba puede bombear a longitud de carrera completa, y a continuación, cuando sea necesario, reducir la longitud de carrera y oscilar más cerca del electroimán en funcionamiento. Esto conseguirá una fuerza significativamente mayor para operar la membrana a la cual la presión emitida pueda aplicarse.

35 Incluso si el modo de realización preferido de sistema de control y el procedimiento para controlar el sistema de control han sido descritos en detalle aquí, variaciones y cambios menores dentro del alcance de la invención pueden ser conocidos por aquellos expertos en la técnica y todos estos casos serán considerados como dentro del ámbito de las siguientes reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Una bomba de accionamiento electromagnético, como por ejemplo una bomba de membrana de accionamiento electromagnético, que comprende un sistema de control que incluye al menos un microprocesador (1) y al menos un sensor, en el que el microprocesador controla la alimentación de energía a al menos un electroimán (15, 16), a la cual cambios en el campo magnético emitido provocan que al menos una pieza móvil (12) realice un movimiento oscilante para conseguir un efecto de bombeo, y a la cual al menos un sensor de posición está situado para detectar la posición de la pieza móvil (12) en la bomba de accionamiento electromagnético, **caracterizada porque** el sensor de posición incluye al menos un transmisor óptico (2) y al menos un receptor óptico (3), porque la pieza móvil (12) de la bomba ensombrece la luz entre el transmisor y receptor en un grado tal que el tamaño del área en sombra depende de la posición de la pieza móvil, y porque el microprocesador (1) está dispuesto para calcular continuamente, en relación con el tamaño del área en sombra, la posición de la pieza móvil a partir del tamaño de la sombra que corresponde con el voltaje en el receptor óptico (3).
2. Una bomba de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la pieza móvil ensombrece en todas las posiciones la luz entre el transmisor y receptor.
3. Una bomba de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizada porque** el microprocesador (1), para la calibración automática de la función de sensor de posición, está diseñado para registrar el voltaje del receptor óptico (3) con la pieza móvil estirada por el electroimán (15, 16) hasta al menos una posición conocida.
4. Una bomba de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, **caracterizada porque** el transmisor óptico (2) está diseñado para emitir flashes con una frecuencia al menos 20 veces superior a la frecuencia de carrera de la bomba.
5. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** se disponen sensores para medir la presión emitida por la bomba midiendo la aceleración de la pieza móvil (12) durante la carrera de la bomba.
6. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el microprocesador (1) está conectado a al menos un sensor (9) que está diseñado para registrar la corriente que pasa a través de los electroimanes (15, 16).
7. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el microprocesador (1) está conectado a al menos un sensor de temperatura (4) con el fin de utilizar datos de temperatura medidos para compensar la temperatura del sistema de control.
8. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** se disponen sensores para medir el flujo con la ayuda del rendimiento de flujo conocido para cada carrera de bomba a diferentes presiones.
9. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el microprocesador (1) está diseñado para ser controlado por el nivel de voltaje de entrada que es medido por un voltímetro (5).
10. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el sistema de control está compuesto por una función en la que la bomba es accionada con una frecuencia constante y el flujo es variado con la longitud de carrera de la pieza móvil (12).
11. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el sistema de control está sincronizado en tiempo con sistemas o sensores externos para controlar la bomba para que realice el movimiento de bombeo cuando es más ventajoso para los sistemas o sensores circundantes.
12. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el sistema de control comprende una función para controlar la bomba para producir carreras individuales de longitud variable.
13. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el microprocesador (1) está compuesto por una función de red (6) que hace posible que se unan entre sí diversos sistemas de control.
14. Una bomba de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada porque** el sistema de control está diseñado para utilizar mediciones de flujo y la función de red para controlar la bomba durante el mezclado de gases.

15. Una bomba de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada porque** el sistema de control está diseñado para utilizar la función de red para cooperar con diversos sistemas de control para accionar bombas mayores mediante el uso de varios electroimanes o más grandes.
- 5 16. Una bomba de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada porque** el sistema de control está diseñado para utilizar su función de red para retrasar en el tiempo la carrera de la bomba entre diversas bombas conectadas para homogeneizar oscilaciones de flujo.
17. Una bomba de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada porque** el sistema de control está diseñado para usar su función de red para controlar diversas bombas acopladas en paralelo para aumentar el rendimiento de flujo.
- 10 18. Una bomba de acuerdo con la reivindicación 12, **caracterizada porque** el sistema de control está diseñado para usar su función de red para controlar el acoplamiento en serie de bombas para aumentar el rendimiento de presión.
- 15 19. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** el sistema de control está diseñado para utilizar mediciones de flujo para controlar la bomba con una función lineal para flujo proporcional frente al voltaje de entrada.
20. Una bomba de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1-17, **caracterizada porque** el sistema de control está diseñado para utilizar mediciones de presión para controlar la bomba con una función lineal para presión proporcional frente al voltaje de entrada.

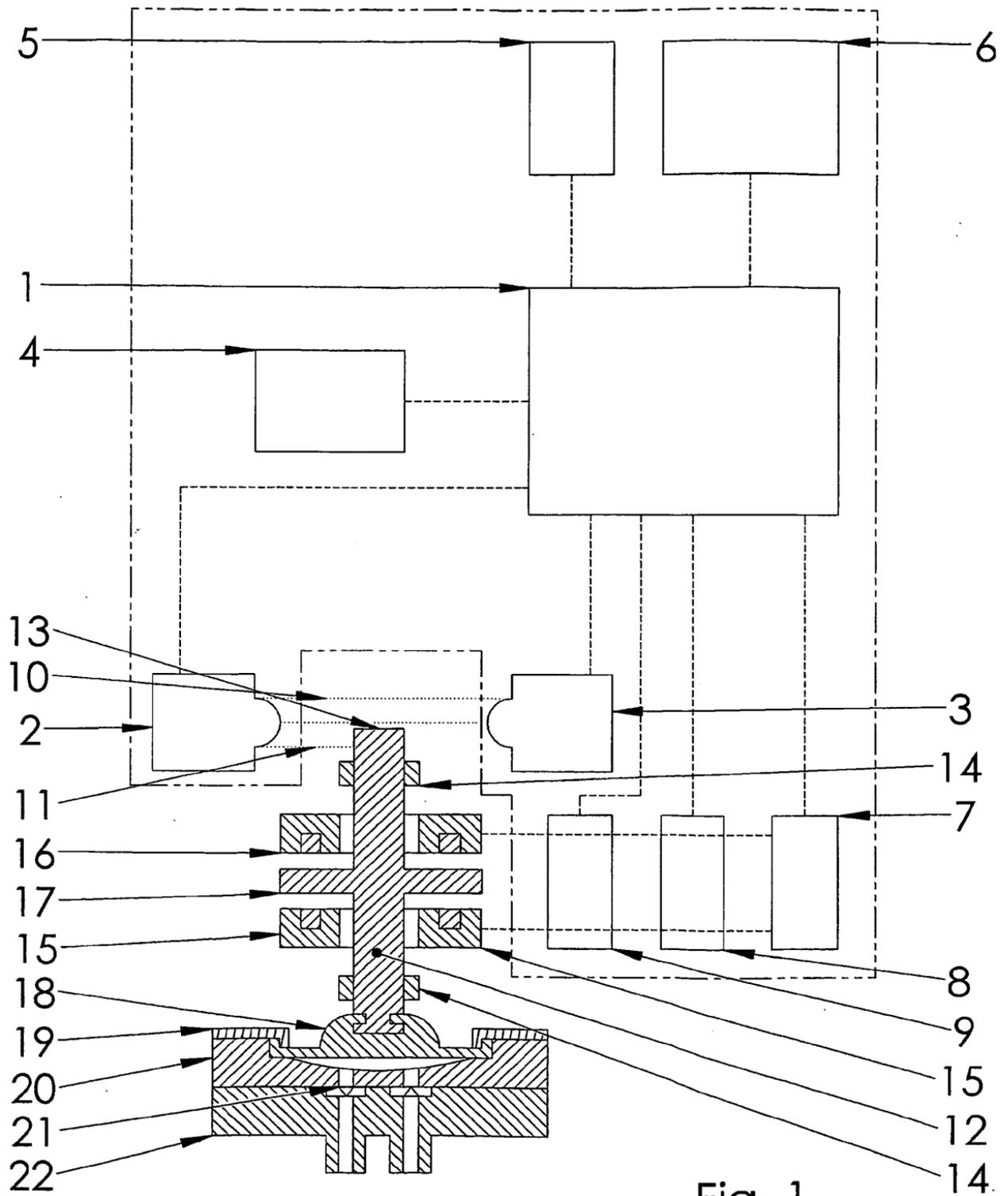


Fig. 1