

(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



(11) Número de publicación: **2 567 407**

(51) Int. Cl.:

F04B 13/00

(2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.03.2011 E 11721379 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2016 EP 2547909**

(54) Título: **Bomba dosificadora con dispositivo de control del recorrido del pistón**

(30) Prioridad:

17.03.2010 IT RM20100119

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

22.04.2016

(73) Titular/es:

**ETATRON D.S. SPA. (100.0%)
Via dei Ranuncoli 53, Loc . S . Palomba
00134 Roma, IT**

(72) Inventor/es:

PROIETTI DE MARCHIS, ROBERTO

(74) Agente/Representante:

DÍAZ NUÑEZ, Joaquín

ES 2 567 407 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 DOSIFICADORA CON DISPOSITIVO DE CONTROL DEL RECORRIDO DEL PISTÓN

- 5 [0001] La invención presente está relacionada básicamente con el sector de bombas dosificadoras de accionamiento electromecánica para medir líquidos.
- 10 [0002] Dichas bombas dosificadoras se usan para medir aditivos de varias clases, por medio de un control volumétrica del fluido bombeado en cada ciclo. Son dispositivos que son ampliamente usados en numerosas aplicaciones tanto industriales como domésticas, como por ejemplo:
- tratamiento de agua potable;
 - piscinas públicas y privadas;
 - instalaciones de lavado de coches;
 - 15 • lavanderías;
 - equipo galvánico;
 - industria química;
 - torres de refrigeración;
 - fertirrigación;
 - 20 • industria agro-alimenticia;
 - etc.
- 25 [0003] Al detallar el funcionamiento de una bomba dosificadora genérica, hay que notar que la medición ocurre por medio de un movimiento pulsante de una pieza mecánica que se encuentra en el denominado cuerpo de la bomba, referido como «membrana», que, empujado por un pistón, inyecta el líquido que hay que medir en el conducto de suministro deliberadamente proporcionado, del cuerpo de la bomba. El líquido que hay que medir se introduce entonces en el sistema para tratarlo, venciendo la contrapresión presente en la tubería en la cual se inyecta.
- 30 [0004] El elemento clave que debe proporcionar la fuerza necesaria para asegurar que el líquido que hay que medir se mezcle con eficacia con el líquido que hay que tratar es por lo tanto el pistón, que constituye el componente diseñado para mover la membrana que absorbe el líquido en el cuerpo de la bomba del tubo de toma y lo inyecta en el tubo de suministro de un modo cíclico.
- 35 [0005] El dicho pistón es activado por un electroimán, lo que por lo tanto constituye una parte fundamental de la bomba. El electroimán se compone de una pieza fija, alojada en lo que es el armazón y una pieza móvil - referida como «placa» - fijada con respecto al pistón.
- 40 [0006] Hay que notar que la placa constituye, en efecto, el elemento de cierre para el flujo magnético del electroimán, dicho flujo tiene como efecto devolver a dicha placa a la parte fija restante del electroimán, produciéndose así un desplazamiento.
- [0007] En otras palabras, el electroimán habilita por lo tanto la conversión de la energía eléctrica en energía mecánica para empezar a funcionar y mover el líquido.
- 45 [0008] Las características eléctricas y mecánicas de la bomba dosificadora dependen por consiguiente de cómo se diseña, se dirige y se controla dicho electroimán. La tarjeta electrónica presente en la bomba no tiene otras funciones que las de suministrar el electroimán y regular la energía eléctrica suministrada a dicho electroimán del mejor modo posible.
- 50 [0009] Queda claro así que cuanto mejor se realiza dicho control mayor es la eficacia de la bomba dosificadora. Esto es un factor muy importante cuando, una vez que se haya establecido la medición que se debe realizar en el sistema que hay que tratar, es necesario realizar dicha medición de un modo continuo y con el mínimo consumo de energía eléctrica.
- 55 [0010] Ciertas aplicaciones en efecto requieren que la bomba dosificadora suministre pequeñas cantidades de líquido en cada inyección, de ahí que se requiera un mayor número de inyecciones con el fin de medir el volumen requerido para realizar el tratamiento. Dicho objetivo se puede conseguir regulando el recorrido del pistón de modo que dadas las mismas inyecciones, el volumen de líquido se puede medir correctamente vía el control del recorrido arriba mencionado. La invención presente se incluye por lo tanto dentro del campo de sistemas de regulación de circuito cerrado, donde la variable de entrada, que en el caso de la invención presente es la corriente suministrada al electroimán, está regulado

por el sistema a través de una retroalimentación basada en el control de cantidades físicas apropiadas que se pueden reducir al variable a controlar: el volumen de inyección.

[0011] Una mejora en tiempo de la bomba dosificadora ha seguido la evolución del electroimán, así como el estudio de distintos sistemas de impulso y de control. Dichos estudios tienen como objetivo evitar los siguientes inconvenientes:

- En efecto, el despilfarro de energía es mayor cuánto más baja sea la presión del sistema presente en el cual se encuentra el líquido a tratar, y por consiguiente la fuerza necesaria para superar dicha contrapresión es también menor; resultando en dicho despilfarro de energía mencionado, ya que en este caso, el sistema necesita un pulso de voltaje de una duración menor para superar la contrapresión del sistema y no uno de duración fija.

- el calentamiento excesivo del aparato y en particular del electroimán debido a que en el pasado la energía que había que suministrar no se controlaba sobre la base de la fuerza a vencer según lo que se describe en el punto anterior, con una caída consiguiente en el rendimiento debido a un aumento de la resistencia del armazón durante un periodo del medio al largo plazo;

- la vida útil reducida causado por temperaturas de funcionamiento medias a altas tanto de los componentes electrónicos como del electroimán;

- la necesidad de tener medios mecánicos para la calibración del recorrido del pistón para obtener la capacidad deseada de la bomba, que resulta en la necesidad de introducir arandelas de ajuste dentro del electroimán;

- la necesidad de tener sistemas mecánicos para la regulación del recorrido que limitan sólo mecánicamente el recorrido del pistón y de ahí reducen la inyección sin reducir proporcionalmente la energía eléctrica suministrada al equipo: este hecho implica una constancia en los niveles de consumo de energía aun cuando el suministro del producto es mínimo, dadas las mismas inyecciones. El equipo de esta clase no se caracteriza por altos niveles de eficacia.

[0012] Se conoce por la US 2009 0206184 un sistema para la inyección en la cámara de combustión en cuanto al control de un inyector de combustible usando un sensor que detecta el desplazamiento de un pistón móvil que se desliza en un canal accesorio y, que es distinto de la válvula de aguja. El objetivo del sistema es supervisar y procesar la señal de desplazamiento del pistón accesorio con el fin de controlar el funcionamiento del inyector en caso de cualquier malfuncionamiento (un bloqueo en la posición ON o OFF), en los casos de deterioro de las geometrías de las boquillas, del inyector, o de la cámara, en los casos donde es necesario modificar la forma del impulso de inyección. En la US 2009 0206184, el desplazamiento del pistón está subordinado a la existencia de la diferencia de la presión entre los dos extremos del propio pistón: el extremo superior está sujeto a la presión de suministro generada inicialmente del sistema de inyección; el extremo inferior está sujeto a la presión en la cámara «de preinyección», el volumen de que depende de las geometrías implicadas. La diferencia de la presión arriba mencionada depende obviamente de la presión de suministro, la frecuencia de suministro y el estado del inyector. Se pueden distinguir de hecho tres estados del inyector, a saber, cerrado («OFF»), intermedio («bloqueo»), y abierto («ON»), que determinan, respectivamente, las situaciones siguientes: OFF: las boquillas están cerradas por la aguja, la cámara de preinyección está en comunicación con el suministro, y los extremos del pistón deslizable están sujetos a la misma presión; bloqueo: las boquillas todavía están cerradas, y los conductos de suministro están cerrados geométricamente, separando la cámara de preinyección del suministro; ON: la ruta a las boquillas es libre, la cámara de preinyección no se comunica con el suministro, y el pistón móvil se desplaza hacia abajo debido a la presión negativa que genera la apertura del puerto de las boquillas.

[0013] La invención presente presenta una serie de diferencias sustanciales con respecto a lo que se describe en el sistema de inyección de la US 2009 0206184 donde, independientemente del tipo del inyector o del control ejercido, la bomba de suministro está completamente separada del inyector. De hecho, en la invención presente la acción de bombeo y la acción de inyección se realizan por medio del mismo dispositivo que comprende un imán de activación controlada, un pistón y un diafragma. Este último presiona el líquido en un conducto, del cual la apertura/cierre está asegurado por válvulas específicas que funcionan exclusivamente para el efecto fluido y dinámico.

[0014] Además, el documento con el número US 2009 0206184 describe un dispositivo de control obtenido por medio de un pistón auxiliar, que se desplaza según varíen las condiciones de la inyección. Su desplazamiento es detectado por un sensor específico. El dato del desplazamiento se procesa tanto para modificar las condiciones de suministro iniciales como para restaurar volúmenes y presión en la cámara de preinyección.

[0015] Según la invención presente, en cambio, midiendo la variación de impedancia que se genera en el propio circuito eléctrico del imán al variar la posición del bombeo de pistón, es posible determinar la posición del propio pistón y, por

ello, controlar la energía implicada a fin de garantizar el caudal predeterminado de fluido. En otras palabras, es posible realizar el control del desplazamiento del dispositivo por medio de una medición de sus características eléctricas, sin necesidad de recurrir a mediciones indirectas de los otros elementos móviles.

- 5 [0016] Finalmente, en el documento con el número US 2009 0206184 la posición del pistón auxiliar, en cierta configuración, se puede corregir por medio de un activador adicional. El dato del desplazamiento detectado por el sensor está en este caso procesado también para restaurar el volumen y presión en la cámara de preinyección. En la invención presente, en cambio, procesando la medición de la impedancia del circuito eléctrico del imán, es posible variar la posición del pistón de bombeo y de ahí garantizar el caudal predeterminado de fluido. Es así posible realizar el control del desplazamiento del dispositivo actuando directamente sobre el pistón de bombeo sin recurrir a activadores adicionales en la cámara de preinyección
- 10 [0017] Para concluir, en un intento de encontrar una analogía entre los dos sistemas, podemos declarar que: mientras que el sistema de inyección de la US 2009 0206184 prevé como elementos distintos el dispositivo de bombeo, los inyectores, el pistón auxiliar, el sensor de movimiento y el activador en el pistón auxiliar y realiza el control sobre la base de la señal detectada con el dispositivo que es adicional (sensor + activador) con respecto al elemento de bombeo, el sistema innovador descrito en la solicitud de patente presente maneja sólo el dispositivo de bombeo por medio de un control de medición y eléctrico del imán; a saber, el ensamblaje de bombeo es simultáneamente el sensor y el activador, sin ningún otro elemento adicional.
- 15 [0018] También conocido del documento con el número WO 2007/007365 es una bomba dosificadora, que, con relación a la variación de inductancia, genera una variación correspondiente en la curva de la corriente e identifica, mediante el análisis realizado por el circuito electrónico, el punto de contacto entre la placa y el centro del electroimán. De esta manera, el dispositivo identifica el final de desplazamiento del pistón y puede interrumpir así la activación del electroimán, evitando un despilfarro inútil de energía y por consiguiente de calor que pone en peligro el rendimiento del producto.
- 20 [0019] La invención presente también prevé una medición de la corriente, que utiliza para calcular la impedancia, pero, a diferencia de lo que se indica en la WO 2007/007365, no se limita con la interceptación del punto de llegada de la placa y por ello el final del desplazamiento, pero relaciona el valor de la inductancia con la posición asumida por el pistón durante su recorrido y decide, sobre la base de los ajustes introducidos por el usuario, en qué posición bloquear el recorrido del pistón. Mediante la invención presente es posible controlar con precisión centesimal el recorrido del pistón y de ahí la capacidad de la bomba para cada inyección del aditivo.
- 25 [0020] El documento número DE 20 2005 013089U considera una bomba dosificadora electrónica que realiza un control del recorrido del pistón con el fin de determinar la cantidad de energía necesaria para hacer que el dispositivo realice el trabajo correctamente. De un análisis del dicho documento, resulta que regula el recorrido del pistón mediante un sistema mecánico y, con la ayuda de un sensor óptico, detecta el recorrido establecido por el usuario y envía el dato a un circuito electrónico que activa el electroimán con una señal de control, teniendo un contenido de energía commensurado con el trabajo que debe ser realizado por la bomba.
- 30 [0021] A diferencia del documento número DE 20 2005 013089U, la invención presente no se limita al control de la corriente en el electroimán con el fin de evitar el despilfarro inútil de energía, dejando el control del recorrido del pistón al sistema mecánico, pero activa el solenoide con una cantidad precisa de corriente, controla su avance mediante el cálculo de la impedancia, y decide su bloqueo en una posición bien definida que se puede establecer mediante la calibración del circuito electrónico. En otras palabras, en la invención presente no está presente ningún control mecánico de la capacidad de la bomba, pero se confía todo a un sistema electrónico que activa el electroimán, controla el final de desplazamiento del pistón, y por consiguiente determina la capacidad de la bomba con precisión centesimal.
- 35 [0022] El documento número WO 03/023226 describe una bomba dosificadora electromagnética para la infusión intravenosa de sustancias médicas en el cuerpo humano, donde el dispositivo recibe la energía eléctrica de una pila y no está conectado a la red de alimentación eléctrica: por esta razón, la invención descrita en dicho documento considera un sistema que garantiza una medición correcta con el menor uso de energía eléctrica, con la ventaja de alargar el tiempo de funcionamiento de la pila.
- 40 [0023] De un análisis de WO 03/023226 se puede notar que en el instante en el cual se suministra la bomba, mediante la activación de un interruptor y de una señal de control, se carga durante un período determinado de tiempo un condensador que funciona como acumulador y dicho condensador permanece en dicho estado hasta que un circuito de control active, vía la señal de control 34 y un interruptor, un solenoide, que determina la activación de la inyección suministrada por la bomba. El principio podría parecer trivial, pero en realidad, controlando de una manera «inteligente»
- 45
- 50
- 55
- 60

la carga y descarga del condensador y utilizando, en el momento de la activación, la energía mínima indispensable para el buen funcionamiento de la bomba, se consigue un ahorro de energía considerable.

[0024] Para concluir, el sistema descrito en WO 03/023226 controla el voltaje y la evolución de la corriente a fin de determinar la cantidad correcta de energía que hay que aplicar al solenoide.

5 **[0025]** A diferencia de WO 03/023226, la invención presente está basada en el control del recorrido a fin de modificar al instante el volumen de inyección de la bomba. En el ejemplo, la invención no se limita a determinar si se ha alcanzado el final del recorrido, pero se hace un control en tiempo real sobre lo que ocurre en el imán, se calcula la impedancia, y se decide el punto exacto al cual el recorrido del pistón debe cesar. Según una característica peculiar de la invención presente, el solenoide realiza no sólo la función de activador sino también la de sensor del sistema.

10 **[0026]** El objetivo principal de la invención presente es vencer todos los inconvenientes enumerados anteriormente proporcionando una nueva bomba dosificadora de última generación, con un bajo consumo de energía y un alto rendimiento.

15 **[0027]** Lo anterior se ha obtenido, según la invención, proporcionando un control innovador del recorrido (variación dinámica del volumen de inyección) basado en el control del valor de la impedancia del electroimán, que es ventajosamente una cantidad con baja sensibilidad frente a factores externos tal como, por ejemplo: temperatura de funcionamiento, ropa mecánica y suministro de voltaje.

20 **[0028]** La bomba dosificadora de dicha clase se diseña para reemplazar los aparatos existentes mejorando el rendimiento del corriente y reduciendo los niveles de consumo de energía al mínimo, garantizando al mismo tiempo una medición exacta basada en el control del recorrido del pistón sin el uso de dispositivos mecánicos que pueden deteriorarse, pero a través de la medición de cantidades físicas que dependen exclusivamente de la geometría del electroimán.

25 **[0029]** Una mejor comprensión de la invención se obtendrá de la siguiente descripción detallada y de las figuras adjuntas, que ilustran, puramente por medio de un ejemplo no limitativo, un modo de realización preferido de la invención.

30 La figura 1A es una sección axial de una bomba dosificadora que forma el sujeto de la invención presente con el electroimán montado sobre la misma, y con un detalle ampliado que muestra el espacio de aire.

35 La figura 1B ilustra un detalle ampliado de la Figura 1A mostrando el electroimán.

35 Las figuras 2, 3, 4 y 5 muestran, respectivamente, tantas posiciones durante el desplazamiento de la placa hacia el centro en el instante en que se aplica una diferencia potencial a través de la bobina; el dicho desplazamiento se puede definir como «el recorrido del pistón».

40 Debido a que el recorrido del pistón varía, el valor de inductancia del electroimán cambia.

40 **[0030]** La bomba dosificadora según la invención está constituida básicamente por tres elementos fundamentales: la tarjeta electrónica, el electroimán y el cuerpo de la bomba.

45 **[0031]** El centro del sistema es el electroimán, que, apropiadamente gobernado por la tarjeta electrónica y devuelto por un resorte, activa un pistón de un modo pulsado en una franja preferentemente de entre 0 y 360 pulsos por minuto.

50 **[0032]** La idea inventiva que forma la base de la invención presente consiste en la actuación del imán de modo progresivo con pequeños incrementos de voltaje, mientras simultáneamente dicho sistema electrónico mide la corriente que atraviesa el solenoide con el fin de obtener el valor correspondiente de la impedancia del mismo, que tiene que ver directamente con la posición del pistón a lo largo del recorrido máximo previsto. Mediante un control digital o potenciométrico, que puede ser colocado directamente por el operador vía la interfaz de la tarjeta electrónica, es posible seleccionar con precisión centesimal, el punto exacto de la detención del pistón, es decir, su recorrido máximo. Por consiguiente, la bomba que se describe puede variar con extrema precisión la cantidad de aditivo inyectado para cada activación del electroimán, sin ayuda de controles mecánicas particulares y costosos o de sensores adicionales y retroalimentación electrónica.

55 **[0033]** El funcionamiento de la bomba dosificadora que se describe prevé que la parte móvil del electroimán 1, referida como «placa» 2, se desplazará hasta que cierre el flujo magnético presente en el centro del electroimán, causando así el desplazamiento del pistón 3 fijado con respecto a la placa 2. El dicho desplazamiento, como se ha dicho, se define como «el recorrido».

60

[0034] Desde el punto de vista eléctrico, dicho electroimán es solamente un inductor constituido por un bobinado alojado en un material ferromagnético, de una geometría definida, en el cual está presente un espacio de aire, que tiende a cerrarse con el desplazamiento de la placa 2.

- 5 **[0035]** Dicho espacio de aire es la distancia (L1, L2, L3, L4) entre la parte fija y la parte móvil del electroimán, que coincide con el «recorrido», mientras la parte móvil (placa fijada con respecto al pistón) se desplaza, causando la variación del valor de inductancia debido a una variación de las características mecánicas del propio inductor y en particular de la variación del parámetro físico que en la literatura se define como «reluctancia magnética».
- 10 **[0036]** A la vista de lo que se ha descrito anteriormente, es posible determinar con certeza una relación entre el desplazamiento de la placa 2, y de ahí del pistón 3, y la variación de la inductancia como una función de dicho desplazamiento. La razón de esto consiste en que las cantidades implicadas se pueden reducir a las típicas de inductores, es decir, al número de vueltas del bobinado, a la sección transversal del núcleo de hierro, a la longitud del espacio de aire, etc., y de ahí se pueden calcular matemáticamente.
- 15 **[0037]** La invención presente está por consiguiente basada en la posibilidad de relacionar una medición de inductancia del electroimán 1 - y de ahí de un parámetro físico que depende sólo y exclusivamente de geometrías de producción y parámetros constructivos que no están sujetos a ningún tipo de movimiento - con un desplazamiento del pistón 3.
- 20 **[0038]** Se sabe que la impedancia de un electroimán está caracterizada por un factor resistivo típico del cobre que constituye el bobinado, por un factor inductivo que resulta del número de vueltas, y por la geometría del propio hierro.
- 25 **[0039]** El funcionamiento del aparato será caracterizada por la medición de la impedancia del electroimán $Z = V/I$ a un voltaje constante ($V = \text{constante}$) y por la medición de la corriente instantánea (I) cada milisegundo durante un tiempo máximo determinado, por ejemplo de 100 milisegundos, igual a la duración de un pulso típico que se suministra al electroimán, construido para obtener por ejemplo un desplazamiento de un milímetro: se obtienen así cien valores de la impedancia instantánea correspondiente al desplazamiento, por consiguiente proporcionando una medición centesimal del mismo.
- 30 **[0040]** Por lo que se ha dicho, la fórmula que expresa la evolución de la corriente en la impedancia mencionada en el punto anterior, con la cual es posible representar el recorrido eléctrico equivalente del electroimán, es:

$$i(t) = (V/R) * [1 - e^{-(R/L)t}]$$

donde:

- 35 **R** es la resistencia pura del armazón;
L es la inductancia del electroimán (que varía en tiempo con el desplazamiento de la placa);
V es el voltaje constante aplicado;
 e es la constante de Napier igual a 2,7182.
- 40 **[0041]** La resistencia R permanece prácticamente constante con la excepción de variaciones menores como una función de la temperatura que se puede en cualquier caso corregir. Si se desea regular el recorrido con una precisión extrema, sería suficiente insertar un sensor de temperatura a fin de corregir el valor de resistencia R del electroimán 1 y medir más precisamente la impedancia del mismo.
- 45 **[0042]** Se puede apreciar así que la variación de la inductancia L modifica la evolución de la corriente y se vincula matemáticamente con las geometrías constructivas del electroimán 1 de modo que, realizando un muestreo sencillo de la corriente para cada electroimán en voltaje constante y midiendo la impedancia del mismo sólo una vez y en el momento de la primera activación, sea posible caracterizarlo, y los valores probados repetirán en todas las condiciones de funcionamiento del electroimán, indicando, por los motivos mencionados anteriormente, el desplazamiento del pistón 3 y de la placa 2 fijada con respecto a él.
- 50 **[0043]** Según la invención, la medición de la impedancia no está afectada por la presión del sistema al cual se conecta el aparato, ni por las variaciones de dicha presión en tanto que la fuerza aplicada al electroimán 1 no depende de la contrapresión del sistema, sino del recorrido que tiene que realizar el pistón que determina la cantidad de líquido inyectado.

- [0044] Midiendo instantáneamente la impedancia también será posible bloquear la placa a cierto punto de su recorrido, o como alternativa mantener pulsos largos de desplazamiento para facilitar la salida del líquido que se ha de bombeo aumentando la eficacia hidráulica, sobre todo en el caso donde se tratan los líquidos viscosos.
- 5 [0045] Cada electroimán será por consiguiente caracterizado por una tabla propia en la cual el valor de impedancia se correlacionará al recorrido y será dirigido por el microcontrolador.
- 10 [0046] Según una característica peculiar de la invención, el electroimán 1 se conecta a la tarjeta electrónica micro controladora, que se diseña para detectar, en tiempo real, la posición del pistón 3 como una función de las variaciones de los valores de la impedancia del electroimán 1 y así regular, según los requisitos, el recorrido de dicho pistón 3 y por consiguiente la cantidad de líquido que es inyectado instantáneamente por la bomba. Cuanto mayor sea el recorrido que realiza el pistón 3, mayor será la capacidad de la bomba dosificadora.
- 15 [0047] Durante el recorrido del pistón 3, fijado con respecto a la placa 2, la impedancia del electroimán 1 varía, ya que correspondiendo a una variación del recorrido es una variación de la reluctancia del circuito magnético del electroimán y de ahí de la inductancia del mismo. De esto se puede deducir que, según la invención, controlando la impedancia se controla el recorrido, como se ha dicho anteriormente.
- 20 [0048] En el ejemplo de modo de realización que se describe puramente a modo de ejemplo, en el momento de la primera activación el aparato durante la fase de pruebas en la fábrica, el circuito electrónico suministra un primer pulso, que hace que el pistón 3 realice su recorrido entero, y a través de mediciones de corriente y voltaje en el electroimán 1, realizado a intervalos de un milisegundo, almacena en su propia memoria interna los valores de la inductancia correspondiente, junto con el valor real del recorrido del pistón.
- 25 [0049] Dado que la inductancia es una cantidad que sólo varía del mismo modo que varían algunas cantidades de una naturaleza física y mecánica que pueden determinar las variaciones menores del recorrido, es evidente que la bomba podría requerir que se realizaran calibraciones adicionales durante el ciclo vital de la propia bomba.
- 30 [0050] El microcontrolador recibirá entonces como entrada externa la posición deseada del recorrido del pistón, asociada a una capacidad precisa de la bomba dosificadora, y controlará el circuito de energía conectado al electroimán de tal modo que se pueda aplicar un tren de impulsos capaz de generar el campo electromagnético intermitente que atrae y libera la placa 2, que, fijándose con respecto al pistón 3, que por su parte se fija al diafragma 4, desplaza este último al interior del cuerpo de la bomba 5, y por consiguiente el agente líquido se bombea en la solución acuosa.
- 35 [0051] Cada vez que se desplace el pistón y por consiguiente la placa, la impedancia del electroimán variará punto por punto y de ahí vía su detección, se determina el recorrido realizado; esto proporcionará al microcontrolador del dispositivo la posibilidad de identificar el punto de detención del propio pistón.
- 40 [0052] Una vez que la bomba haya sido reajustado, para que la capacidad de la bomba sea la correcta para cumplir la necesidad requerida, el circuito electrónico dirigirá la corriente como una función de dicha petición dentro de los niveles admisibles de la temperatura ambiental prevista para el buen funcionamiento de las bombas dosificadoras.
- 45 [0053] De esta manera, se evita ventajosamente el consumo de más energía que lo necesario para el trabajo requerido de la bomba dosificadora, y los niveles de rendimiento permanecen inalterados durante mucho tiempo con efectos beneficiosos sobre la medición y sobre la vida útil del equipo.
- [0054] La bomba dosificadora equipada con dicho control se puede conectar igualmente vía un puerto de serie a un ordenador remoto para habilitar la intervención en el funcionamiento de la propia bomba.
- 50 [0055] Una primera ventaja en el uso del dispositivo descrito hasta ahora se representa por la posibilidad de regular el recorrido del pistón 3 como una función del trabajo que la bomba dosificadora debe realizar con eficacia, y de ahí de la cantidad de líquido que debe inyectar. Esto implica no sólo un ahorro en términos de energía, que se limita a los niveles realmente necesarios para dicho trabajo, sino también un ahorro en términos económicos para el usuario, debido a que una medición precisa que es constante a lo largo del tiempo evita un despilfarro inútil del aditivo.
- 55 [0056] Una segunda ventaja consiste en la posibilidad de saber, con una precisión de centésimas de milímetros, la posición del pistón 3 durante su recorrido vía la tarjeta de control electrónico.
- 60 [0057] Una tercera ventaja se representa por el hecho de que es posible configurar el recorrido del pistón 3 durante la programación del microcontrolador. Por consiguiente esto implica una ventaja dual adicional: la eliminación de medios de

calibración mecánicos necesarios para la definición correcta del recorrido del pistón y un ahorro económico debido a dicha eliminación. Con la misma configuración del producto existe la posibilidad de fabricar bombas dosificadoras con características técnicas diferentes.

- 5 [0058] Aún otra ventaja adicional de la invención consiste en que la bomba dosificadora que comprende el electroimán, descrita hasta ahora, funciona con temperaturas más bajas que aquellas en las cuales funciona una bomba dosificadora tradicional, evitando así un calentamiento excesivo, debido al hecho de que la limitación del recorrido del pistón no ocurre con medios mecánicos, sin disminuir la energía suministrada al electroimán, pero sólo limitando dicha energía.
- 10 [0059] Una ventaja adicional de la bomba dosificadora resulta de la posibilidad, apropiada para el nuevo sistema, de poner en práctica dos funciones así definidas:
1. «SUBCARGA»: detección de la ausencia de líquido o aditivo dentro del cuerpo de la bomba durante el funcionamiento normal del dispositivo;
 - 15 2. «SOBRECARGA»: detección de una posible obstrucción o sobrepresión de la línea de suministro de la bomba durante el funcionamiento normal del dispositivo.
- [0060] Dichas situaciones (SUBCARGA y SOBRECARGA) se pueden detectar gracias a la posibilidad, de parte del dispositivo electrónico, de evaluar tanto la posición del pistón como su velocidad de desplazamiento.
- 20 [0061] En caso de SUBCARGA, la ausencia de líquido o aditivo dentro del cuerpo de la bomba provoca un aumento considerable de la velocidad de desplazamiento del pistón, y el microcontrolador que regula - en tiempo real - la variación de la inductancia, detecta dicha situación y, sobre la base de las configuraciones introducidas en el paso de programación, señala el estado de alarma inmediatamente o después de un número dado de pulsos. En caso de SUBCARGA, el sistema puede evitar un procedimiento de nueva preparación que iniciará el suministro de un número dado de inyecciones, durante un período de tiempo definido y programado.
- 30 [0062] La función SOBRECARGA permite al microcontrolador del dispositivo electrónico detectar una carencia de medición independientemente de la presencia de dispositivos externos apropiados de un tipo conocido (sensor del flujo): una obstrucción de la línea de suministro de la bomba, parcial o total, hace más lenta la velocidad de desplazamiento del pistón, dicha desaceleración es una función del grado de obstrucción; el circuito electrónico de la bomba adquiere dichos datos y, una vez que un período determinado del tiempo haya pasado, se pone en una condición de alarma, indicando el estado de SOBRECARGA.
- 35 [0063] Hay que notar que lo descrito en la patente italiana núm. 1343207 presentada por el presente titular, con el título «POMPA DOSATRICE DOTATA DI MEZZI DI AUTOREGOLAZIONE DELLA POTENZA ASSORBITA» («METERING PUMP EQUIPPED WITH MEANS FOR SELFREGULATION OF THE ABSORBED POWER») es una bomba dosificadora que controla, a través de un interruptor, el recorrido del pistón y se lleva el suministro a la bobina en la proximidad del final del desplazamiento, eliminando así un despilfarro inútil de energía.
- 40 [0064] Además, descrito en la solicitud de patente núm. RM2009A000537, presentada en Italia por el titular presente y titulada «DISPOSITIVO DI CONTROLLO DELLA CORSA DEL PISTONE DI UNA POMPA DOSATRICE» («DEVICE FOR CONTROLLING THE STROKE OF THE PISTON OF A METERING PUMP») es una bomba dosificadora provista de un sensor capacitivo conectado al electroimán, que no controla simplemente el final de los desplazamientos del pistón, sino también verifica al instante, sobre la base de las distancias entre las placas del condensador, la posición del pistón y, a través del control realizado por una tarjeta electrónica, define y establece la cantidad exacta del aditivo que hay que medir.
- 50 [0065] A diferencia de las soluciones técnicas, las cuales se acaban de mencionar, la invención presente basa el control de la posición del pistón 3 en la medición de la inductancia del electroimán 1; de esta manera, el interruptor del final de los desplazamientos y el sensor capacitivo se eliminan.
- 55 [0066] En otras palabras, el electroimán 1, además de la realización de la función de activador de la bomba, también funciona como sensor inductivo a través del cual la posición del pistón 3 y de ahí la capacidad de la bomba se detecta y se maneja.
- 60 [0067] Finalmente, se sabe que otros fabricantes de bombas dosificadoras electrónicas han procurado conseguir el mismo objetivo a través del control de la corriente que atraviesa el electroimán, pero los resultados obtenidos no han confirmado el funcionamiento correcto y adecuado de la bomba.

5 [0068] La invención presente se ha descrito y se ha ilustrado en un modo de realización preferido, pero es evidente que la persona experta en el sector puede hacer modificaciones y/o variaciones sin alejarse de la esfera de protección del derecho de la patente industrial presente. Por ejemplo, es posible prever para el electroimán bobinados con el tamaño apropiado que tienen geometrías y soluciones que minimizan las dispersiones del campo magnético con efectos beneficiosos sobre la eficacia y sobre la reducción de pérdidas de calor.

[0069] Lista de las referencias utilizadas en las figuras:

- 10 1. ELECTROIMÁN
2. PLACA
3. PISTÓN
4. DIAFRAGMA
5. CUERPO DE LA BOMBA

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sistema que comprende una bomba dosificadora y un dispositivo de control para dirigir el recorrido de un pistón (3) de la bomba de dosificación, comprendiendo un electroimán (1) con un armazón y **está caracterizado por que** una pieza de bombeo que comprende el pistón (3) está manejada mediante la medición y control del electroimán (1) de modo que la pieza de bombeo sea simultáneamente sensor y activador, con este fin dicho electroimán (1) está equipado con una placa fija y una placa móvil (2) fijada con respecto a dicho pistón (3) de modo que a cada desplazamiento del pistón corresponda una distancia diferente entre las dichas placas y por consiguiente un valor diferente de la impedancia del electroimán mismo; dicho electroimán está conectado a una tarjeta electrónica micro controladora de dicha bomba dosificadora, que está concebida para detectar, en tiempo real, la posición del pistón (3), controlando las variaciones de los valores de impedancia (Z) del electroimán provocadas por las variaciones de inductancia, que depende solamente de las características geométricas del electroimán (1); en el cual $Z = V/I$, a un voltaje constante ($V = \text{constante}$), y en el cual la fórmula que expresa la evolución de la corriente en la impedancia, con la cual es posible representar el circuito eléctrico equivalente del electroimán (1), es:

$$i(t) = (V/R) * [1 - e^{-(R/L)t}]$$

- 15 donde:
 R es la resistencia pura del armazón;
 L es la inductancia del electroimán (1), que varía en el tiempo con el desplazamiento de la placa (2) y por consiguiente del pistón (3) fijado a dicha placa;
 20 V es el voltaje constante aplicada;
 e es la constante de Napier igual a 2,7182.

- 25 2. Sistema según la reivindicación precedente, **caracterizado por que**, con el fin de programar el microcontrolador de modo que cada variación de inductancia del electroimán sea asociada a un recorrido del pistón y por consiguiente una capacidad diferente de la bomba dosificadora, está previsto aplicar sobre el electroimán (1) un tren de impulsos que genera un campo magnético intermitente que atrae y libera una placa (2) que, debido a que está fijada con relación al pistón (3), que está fijado a su vez a un diafragma (4) de la bomba dosificadora, desplaza a este último dentro del cuerpo de la bomba (5), y por consiguiente un agente líquido es bombeado en el sistema sobre el cual la bomba está instalada; obteniendo así que a cada valor de inductancia detectado por el microcontrolador corresponda un recorrido del pistón preciso, cuyo valor es almacenado en la memoria del mismo microcontrolador.

- 35 3. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, con el fin de mantener la capacidad de la bomba dosificadora constante, la tarjeta electrónica transmite un impulso para medir la inductancia a la primera puesta en marcha de la bomba misma para correlacionar el recorrido del pistón a la inductancia misma del electroimán; dicho primer impulso está concebido para hacer que el pistón (3) realice un recorrido completo, de modo que el microcontrolador pueda medir la corriente al electroimán (1) a intervalos de un milí segundo, almacenando en su propia memoria interna dichos valores junto con el recorrido del pistón, obteniendo simultáneamente la impedancia del electroimán.

- 40 4. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho microcontrolador está concebido para regular el recorrido del pistón (3) modulando la corriente de impulsos a una frecuencia fija sobre el electroimán sobre una base de los valores detectados de la inductancia tales como los comparados con los contenidos en la memoria interna del microcontrolador que los relacionan al recorrido del pistón.

- 45 5. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho microcontrolador está concebido para regular el recorrido del pistón (3) modulando la corriente necesaria para el electroimán (1), para desplazar el pistón (3).

- 50 6. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho microcontrolador está concebido para verificar y evaluar la velocidad del desplazamiento del pistón (3) para detectar el estado de SUBCARGA, es decir detectar la ausencia de aditivo dentro del cuerpo de la bomba durante el funcionamiento normal del dispositivo.

- 55 7. Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicho dispositivo electrónico es concebido para verificar y evaluar la velocidad de desplazamiento del pistón (3) para detectar el estado de SOBRECARGA, es decir detectar una obstrucción eventual o una sobre presión de la línea de suministro de la bomba durante el funcionamiento normal del dispositivo.

8. Sistema según una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** está equipado con un puerto de serie para la conexión a un ordenador u otro dispositivo electrónico similar para la adquisición a distancia de los datos recogidos por el microcontrolador y/o la intervención sobre el funcionamiento de la bomba misma.

- 5 **9.** Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, aunque prevé una medición de la corriente que se utilice para el cálculo de la impedancia, no está limitado a la interceptación del punto de llegada de la placa (2) y por consiguiente el fin de recorrido, sino que dicha tarjeta electrónica micro controladora está concebida para relacionar el valor de la inductancia con la posición tomada por el pistón (3) durante su recorrido y para determinar, sobre una base de los ajustes efectuados por el utilizador, en qué posición bloquear el recorrido del pistón; obteniendo así la oportunidad de controlar con una precisión centesimal el recorrido del pistón (3) y por consiguiente la capacidad de la bomba para cada inyección individual de aditivo.
- 10 **10.** Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que** dicha tarjeta electrónica micro controladora controla la corriente sobre el electroimán (1) para impedir todo despilfarro inútil de energía y activa su solenoide con una cantidad precisa de corriente, controlando el avance mediante el cálculo de la impedancia y determinando su bloqueo en una posición definida de manera precisa que puede ser ajustada mediante la calibración del circuito electrónico, sin sistema mecánico alguno para controlar la capacidad de la bomba.
- 15 **11.** Sistema según la reivindicación 1, **caracterizado por que**, con el fin de controlar el recorrido del pistón (3) para modificar instantáneamente el volumen de inyección de la bomba dosificadora, dicha tarjeta electrónica micro controladora determina si el fin del desplazamiento pre calibrado ha sido alcanzado y controla, en tiempo real, lo que ocurre dentro del electroimán (1) calculando la impedancia y determinando el punto exacto al cual el recorrido del pistón (3) debe cesar; obteniendo así que el solenoide del electroimán (1), además de cumplir la función de activador, también funciona como un sensor.
- 20 **12.** Sistema según la reivindicación 8, **caracterizado por que** la bomba dosificadora está constituida esencialmente de tres elementos fundamentales: una tarjeta electrónica, un electroimán (1) y un cuerpo de bomba con pistón (3), en el cual dicho electroimán (1), activado de una manera apropiada por la tarjeta electrónica y recuperado por un resorte, activa el pistón (3) en un modo pulsado en una franja comprendida preferentemente entre 0 y 360 impulsos por minuto.
- 25 **13.** Sistema según la reivindicación precedente, **caracterizado por que** dicha tarjeta electrónica activa el electroimán (1) progresivamente con pequeños incrementos de voltaje mientras mide simultáneamente la corriente que atraviesa el solenoide de dicho electroimán para obtener a partir de éste el valor de impedancia correspondiente, que está directamente asociada con la posición del pistón (3) a lo largo del recorrido máximo contemplado; mediante el control potenciométrico o numérico, que puede ser ajustado directamente por el operador vía el interfaz de la tarjeta electrónica, permitiendo seleccionar con una precisión centesimal el punto exacto de detención del pistón, es decir, su recorrido máximo, permitiendo así variar con una precisión extrema la cantidad de aditivo inyectado para cada accionamiento individual del electroimán, sin ayuda de controles mecánicos particulares y costosos o de otros sensores y retroalimentación electrónica.



