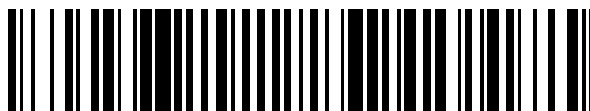


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 063**

51 Int. Cl.:

F04B 43/00 (2006.01)

F04B 43/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.10.2009** **E 09810818 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012** **EP 2340370**

54 Título: **Procedimiento de gestión**

30 Prioridad:

09.10.2008 IT RA20080042

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

16.04.2013

73 Titular/es:

RAGAZZINI S.R.L. (100.0%)

Via Volta 8

40818 Faenza, IT

72 Inventor/es:

**BARUZZI, ROBERTO y
VESPIGNANI, GIANLUCA**

74 Agente/Representante:

ÁLVAREZ LÓPEZ, Fernando

ES 2 401 063 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

La presente invención se refiere a un procedimiento de gestión. En particular, la presente invención se refiere a un procedimiento para la gestión de un dispositivo de bombeo. Con más detalle, la presente invención se refiere a un procedimiento de gestión, que puede utilizarse para ajustar el flujo de un fluido suministrado a través de un dispositivo de bombeo.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

El uso de las bombas peristálticas es bien conocido en muchos sectores siempre que sea necesario bombear un fluido manteniéndolo aislado dentro de un circuito de bombeo respectivo, con el fin de evitar que el fluido entre en contacto con el entorno exterior, impidiendo de este modo las posibles contaminaciones. Las bombas peristálticas son ampliamente usadas por ejemplo en la industria alimentaria y en el sector hospitalario siempre que sea necesario, por razones de higiene, bombear los fluidos en condiciones de alta limpieza o incluso en atmósfera controlada y/o en un ambiente estéril.

Como es bien sabido, una bomba peristáltica está provista de un tubo flexible muy elástico, hecho típicamente de caucho natural, Hypalon o polipropileno, que se encuentra comprimido periféricamente por al menos un elemento de presión mecánica, por ejemplo un rodillo, que ocluye la luz del tubo. Cada uno de estos elementos de presión, en uso, se hace deslizar longitudinalmente a lo largo del tubo de modo que el «estrujamiento» generado por el mismo se desplace de una manera concordante y continua a lo largo del tubo y empuje el fluido, contenido en el interior del circuito de bombeo, en la misma dirección de deslizamiento que los rodillos. Con más detalle, existen diversos tipos de bombas peristálticas: por ejemplo, en el sector médico, se utilizan de forma habitual bombas peristálticas lineales, en las que un tubo flexible está dispuesto de forma lineal y es presionado de forma secuencial y periódica por una pluralidad de elementos de levas rotativos y coaxiales, idénticos entre sí y sincronizados recíprocamente. Alternativamente, las bombas peristálticas rotativas son bien conocidas, las cuales se caracterizan por su compacidad y gran robustez. Este tipo de bombas incorpora el uso de una unidad de estator, que presenta un primer asiento cilíndrico central que alberga un rotor respectivo provisto periféricamente de una pluralidad de rodillos. Además, la unidad de estator presenta un segundo asiento, que es sustancialmente semitoroidal, que alberga de forma estable un tubo elástico, que, por consiguiente, está doblado a lo largo de al menos un arco de un círculo concéntrico con el eje de rotación del rotor que incorpora los rodillos. Estos rodillos, en uso, empujan periféricamente el tubo, generando así estrujamientos del mismo que, en uso, se deslizan longitudinal y cíclicamente a lo largo del tubo de una manera concordante con la rotación del rotor.

Independientemente del tipo respectivo, cada bomba peristáltica resulta adecuada para suministrar cada fluido respectivo bombeado por ella de una forma pulsada periódica, y, por lo tanto inevitablemente, discontinua. En realidad, la presencia de cada estrujamiento, que hace que el fluido bombeado se mueva hacia delante, provoca inevitablemente una parada, o al menos una reducción repentina, y por consiguiente una discontinuidad, en el fluido suministrado, y esta discontinuidad se producirá periódicamente siempre que el estrujamiento pase por la entrada del conducto de suministro de la bomba.

La presencia de estas discontinuidades en el flujo de suministro de una bomba peristáltica representa una gran desventaja para el uso de estos dispositivos cuando es necesario bombear un fluido con un caudal muy bajo, por ejemplo del orden de 1 ml/min, que corresponde a un régimen de rotación inferior a 5 rpm. Debe tenerse en cuenta, de hecho, que con el fin de suministrar caudales reducidos de fluido, generalmente se minimiza la velocidad de deslizamiento de los elementos de presión a lo largo del tubo, y esto implica que se prolonga la duración de cada parada/discontinuidad del suministro, con el resultado de que el flujo suministrado no es sustancialmente uniforme sino, por el contrario, presenta importantes faltas de uniformidad. A este respecto cabe señalar que la firma norteamericana Abbott Laboratories es titular de la patente US5219279 relativa a una bomba volumétrica y a un procedimiento de funcionamiento de la misma, que permite suministrar un caudal de fluido que puede ser definido sustancialmente a voluntad por el usuario. En particular, esta bomba volumétrica comprende un motor de engranajes, que acciona un dispositivo de bombeo dispuesto para presionar el tubo flexible, que transporta el fluido que se desea bombear, con un elemento de levas respectivo.

Este dispositivo de bombeo está diseñado de modo que cada ciclo de bombeo incluye 24 rotaciones del motor de engranajes, con el fin de permitir un ajuste fino de la posición del elemento de levas que presiona el tubo. En este punto cabe señalar que el documento US5219279 se especifica que es posible ajustar, sustancialmente a voluntad, el caudal promedio del fluido suministrado mediante la variación de la velocidad del motor de engranaje y la inserción de un número determinado de pausas de duración determinada durante los ciclos de bombeo del elemento de levas; no obstante, como se muestra claramente en la figura 22 del documento mencionado, el fluido suministrado, aunque presenta el caudal promedio deseado, no es uniforme, sino que, por el contrario, alterna una primera fase, en la que el suministro de fluido tiene lugar en gran medida por impulsos, con una segunda fase, en la que el suministro es sustancialmente continuo. Cabe señalar que, además, con el fin de obtener dicho ajuste fino del caudal promedio del fluido suministrado, la bomba volumétrica en cuestión comprende un

dispositivo de bombeo más complejo y más caro, que requiere más mantenimiento que las bombas peristálticas rotativas comunes.

Por otro lado, la firma norteamericana Baxter International Inc. es titular de la solicitud de patente internacional WO96/01371, que describe y reivindica un sistema de bombeo peristáltico para aplicaciones médicas, adecuado para suministrar un fluido con un caudal que puede variar entre un valor máximo de 170 ml/min y un mínimo inferior a 10 ml/min. En este caso, el sistema de bombeo comprende una bomba peristáltica rotativa provista de un motor con velocidad de rotación variable, y de un dispositivo de control, que resulta adecuado para controlar un accionamiento alternativo del rotor respectivo con el fin de introducir ralentizaciones o pausas del suministro, destinadas a reducir el caudal promedio del fluido bombeado. Por consiguiente, este sistema de bombeo permite suministrar fluido con un caudal promedio reducido, que puede ser definido a voluntad, pero, por otro lado, no resulta adecuado para superar los inconvenientes debidos a la discontinuidad del flujo del fluido suministrado. En particular, las explicaciones del documento WO96/01371 se basan en la aproximación de que el fluido suministrado por el respectivo sistema de bombeo es continuo cuando el rotor funciona con una velocidad angular constante. En consecuencia, este documento únicamente tiene en cuenta el caudal promedio de la bomba peristáltica, y no la presencia de las pausas de la fase de suministro, que son intrínsecas a la estructura peristáltica del sistema de bombeo. Por consiguiente, la inserción de pausas durante cada fase de suministro, si bien permite reducir el caudal promedio del fluido suministrado, amplifica la no uniformidad del flujo del fluido suministrado por la bomba peristáltica rotativa. Cabe señalar además que el procedimiento para la gestión del sistema de bombeo descrito en el documento WO96/01371 da a conocer:

- Un número fijo de pausas/ralentizaciones para cada ciclo de bombeo;

- Que mediante la variación del caudal promedio de suministro deseado, la duración de la fase de suministro efectivo varía sustancialmente en proporción inversa a la duración de las pausas/ralentizaciones del suministro. Por consiguiente, resulta fácilmente evidente que, cuando se eligen caudales promedio extremadamente reducidos, el flujo suministrado por el sistema de bombeo de acuerdo con el documento WO96/01371 presentará discontinuidades elevadas, puesto que los períodos cortos de suministro efectivo vienen seguidos por largos períodos de pausa/reducción del suministro.

Además, una solución alternativa conocida para aumentar la uniformidad de un flujo suministrado por una bomba peristáltica rotativa consiste en incrementar el número de rodillos movidos por el rotor respectivo; no obstante, esta solución implica mayores costes de producción y mantenimiento y, por consiguiente, resulta demasiado caro para la mayor parte de los sectores en los que se utilizan habitualmente las bombas peristálticas rotativas.

Por consiguiente, a la vista de la descripción anterior, el problema de la gestión de un dispositivo de bombeo peristáltico de modo que resulte adecuado para suministrar flujos de caudal reducido, definibles a voluntad, de manera continua y sustancialmente uniforme, actualmente sigue sin estar resuelto y planea un desafío interesante para el solicitante, que tiene por objeto la obtención de un procedimiento de gestión que pueda ser implementado en un dispositivo de bombeo peristáltico sencillo y económico, y que resulte adecuado para resolver los problemas anteriormente ilustrados.

RESUMEN DE LA PRESENTE INVENCION

La presente invención se refiere a un procedimiento de gestión. La presente invención se refiere a un procedimiento para la gestión de un dispositivo de bombeo. Con más detalle, la presente invención se refiere a un procedimiento de gestión, que puede utilizarse para ajustar el flujo de un fluido suministrado a través de un dispositivo de bombeo.

El objetivo de la presente invención es dar a conocer un procedimiento que pueda ser válidamente utilizado para administrar un dispositivo de bombeo de tipo peristáltico; este procedimiento permite resolver los inconvenientes anteriormente ilustrados, y resulta por consiguiente adecuado para satisfacer una pluralidad de requisitos que hasta la fecha aún no han sido resueltos y, por consiguiente, adecuado para representar una fuente nueva y original de interés económico, capaz de modificar el mercado actual de los dispositivos de bombeo.

De acuerdo con la presente invención, se da a conocer un procedimiento de gestión, cuyas principales características se describirán en al menos una de las reivindicaciones adjuntas.

BREVE DESCRIPCION DE LOS DIBUJOS

Otras características y ventajas del procedimiento de gestión de acuerdo con la presente invención serán más evidentes a partir de la descripción siguiente, expuesta haciendo referencia a los dibujos y los diagramas adjuntos, que ilustran al menos un ejemplo de realización no limitante, en los que las fases idénticas o correspondientes del procedimiento se identifican con los mismos números de referencia. En particular:

- la figura 1 es una vista esquemática en perspectiva de un dispositivo de bombeo adecuado para poner en práctica un procedimiento de gestión de acuerdo con la presente invención;

- La figura 2 ilustra diagramas relacionados con el suministro de fluido a través del dispositivo de bombeo de la figura 1, que funciona de acuerdo con un primer modo de funcionamiento, que no forma parte de la presente invención;

- La figura 3 ilustra diagramas relacionados con el suministro de fluido a través del dispositivo de bombeo de la figura 1, que funciona de acuerdo con un segundo modo de funcionamiento, que no forma parte de la presente invención;

- La figura 4 ilustra diagramas relacionados con el suministro de fluido a través del dispositivo de bombeo de la figura 1, que funciona de acuerdo con un tercer modo de funcionamiento de acuerdo con la presente invención; y

- La figura 5 ilustra diagramas relacionados con el suministro de fluido a través del dispositivo de bombeo de la figura 1, que funciona de acuerdo con una variante del tercer modo de funcionamiento de la figura 4.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA PRESENTE INVENCION

En la figura 1, el número 1 indica, en su totalidad, un dispositivo de bombeo 10 que comprende una bomba 15 provista de un conducto de entrada 11, que puede ser utilizado para suministrar un fluido M a la bomba 15, y un conducto de salida 12, a través del cual se suministra cada porción bombeada del fluido M. Cabe señalar que, en lo sucesivo, el término fluido M indica no solo un líquido o un gas, sino cualquier tipo de sustancia fluida, es decir, cualquier tipo de sustancia que presente macroscópicamente unas características de viscosidad sustancialmente equivalentes a las de un fluido y que, en consecuencia, pueda ser fácilmente transportada a través de un conducto o un tubo.

En particular, como se ilustra en la figura 1, la bomba 15 comprende, preferentemente, una bomba peristáltica adecuada para suministrar el fluido M desde el conducto de salida 12 de forma pulsada, es decir, mediante un suministro intermitente y periódico de cantidades determinadas (chorros) de fluido M alternadas con pausas respectivas en el suministro. De hecho, como es bien sabido, el principio de funcionamiento ilustrado previamente, en el que se basan las bombas peristálticas, implica intrínsecamente la presencia de al menos primeras pausas P1 en el suministro del fluido M, causadas por el paso de un estrujamiento del tubo asociado con un elemento de presión respectivo, a la entrada del conducto de salida 12.

En particular, haciendo referencia a la figura 1, cabe señalar que, en lo sucesivo, se hará referencia a una bomba peristáltica 15 de tipo rotativo provista de una unidad de estator 16 que aloja un tubo elástico 17 y de un rotor 18 provisto de al menos un rodillo de presión 19. El rotor 18 es transportado en rotación por un accionador, conocido y por consiguiente no ilustrado, por ejemplo un motor eléctrico de CC o un motor sin escobillas, de modo que pueda rotar adecuadamente con una velocidad angular determinada y constante V, que en adelante se considera fija por motivos de simplicidad.

En uso, cuando el rotor 18 rota continuamente a esta velocidad angular V, el dispositivo de bombeo 10 resultará adecuado para suministrar el fluido M con un caudal, cuya dependencia del tiempo y, por consiguiente, la dependencia de la posición angular α del rotor 18, se ilustra en la figura 2a. A partir de esta figura 2a se entiende claramente que, cuando el dispositivo de bombeo 10 funciona de acuerdo con este primer modo de funcionamiento A, en el que el rotor 18 rota continuamente a una velocidad angular constante V, el caudal del fluido suministrado M es pulsado y periódico. Con más detalle, para cada rotación completa, o ciclo, del rotor 18, corresponde un número de períodos de suministro T, igual al número de los rodillos 19 transportados por el rotor 18. A este respecto, conviene precisar que, en lo sucesivo, el término período de suministro T indicará el periodo comprendido entre el final de dos primeras pausas P1. Por consiguiente, haciendo referencia a la realización preferente de la figura 1, la bomba 15 está provista preferentemente de dos rodillos 19 transportados periféricamente en posiciones diametralmente opuestas y, por consiguiente, presentará un ciclo de rotación igual a dos períodos de suministro T.

Haciendo referencia nuevamente a la figura 2, cada período T se corresponderá con la suma de la duración TQ de una fase de suministro a un caudal constante PC de una cantidad Q del fluido M, y la duración T1 de una primera pausa P1. Además, resulta claramente evidente que, incluso si tiene lugar en forma de impulsos, el flujo del fluido M, suministrado por el dispositivo de bombeo 10 funcionando en el primer modo de funcionamiento A, presenta un primer caudal promedio PM1 igual al cociente entre la cantidad Q y la duración de la duración del período T y claramente inferior al caudal constante PC.

Ahora, haciendo referencia a la figura 2b, se puede observar que el fluido M suministrado por el dispositivo de bombeo 10 crece con el tiempo (y con relación a la posición angular α del rotor 18) de acuerdo con un gráfico sustancialmente escalonado y presenta una altura que es un múltiplo entero de la cantidad Q, en el que cada «meseta» representa una primera pausa P1.

Haciendo referencia a la figura 1, el dispositivo de bombeo 10 comprende una unidad de control 20 conectada eléctricamente al accionador asociado con el rotor 18 con el fin de resultar adecuado, en uso, para controlar los accionamientos de este rotor 18 y monitorizar, segundo a segundo, la posición angular α del rotor 10. En particular, esta unidad de control 20 comprende una CPU 25 de tipo programable y está provista de una memoria 21 y de una interfaz 22, a través del cual un usuario puede seleccionar los modos de funcionamiento del dispositivo de bombeo 10 y/o insertar el valor que se debe asignar a los parámetros de suministro. Alternativamente, si el dispositivo de bombeo 10 forma parte de un aparato más amplio, esta interfaz se puede conectar a un ordenador, adecuado para ejecutar un programa para supervisar el suministro del fluido M y, por consiguiente, capaz de controlar el funcionamiento del dispositivo de bombeo 10.

En particular, la memoria 21 almacena los valores numéricos de una función, que asocia el flujo del fluido M, que puede ser suministrado en uso por el dispositivo de bombeo 10, con una variable independiente, tal como, por ejemplo, el tiempo de bombeo/rotación del rotor 18 o la posición angular α del rotor 18. Nuevamente y solo a título de ejemplo, la memoria 21 puede preferentemente, pero sin limitación, contener los datos numéricos de la función ilustrada en la figura 2a y, por consiguiente, la unidad de control 20 es capaz de calcular fácilmente los valores de la función ilustrada en la figura 2b mediante operaciones sencillas de integración numérica. En otras palabras, dado que la memoria 21 contiene información acerca del caudal del dispositivo de bombeo 10, la unidad de control 20 resulta adecuada para calcular la cantidad precisa de fluido suministrado M como una función del tiempo de bombeo/rotación del rotor 18 y/o del desplazamiento angular descrito por el rotor 18.

Por consiguiente, gracias a esta característica de la unidad de control 20, el dispositivo de bombeo 10 resulta adecuado para trabajar de acuerdo con un modo de funcionamiento B, en la que las dosis Q', sustancialmente definibles a voluntad, de fluido M se suministran de una manera intermitente. Con más detalle y haciendo referencia particular a la figura 3, cuando el dispositivo de bombeo 10 opera en este segundo modo de funcionamiento B, la unidad de control 20 pone el rotor 18 en rotación exactamente durante el tiempo necesario para suministrar una dosis Q' y, en este punto, detiene la rotación del rotor 18 y espera un intervalo de duración T2, que puede ser definido sustancialmente a voluntad por el usuario a través de la interfaz 22. Por consiguiente, cuando funciona en el segundo modo de funcionamiento B, el dispositivo de bombeo 10 resulta adecuado para suministrar dosis Q' alternadas con segundas pausas P2 en el suministro que tienen una duración T2.

Haciendo referencia una vez más en particular a las figuras 2 y 3, cabe señalar que los datos contenidos en la memoria 21 permiten tener en cuenta también la presencia de las primeras pausas del suministro P1 y, por consiguiente, contrariamente a lo que ocurre en la técnica anterior, el dispositivo de bombeo 10 resulta adecuado para suministrar de forma repetible una pluralidad de dosis Q' de fluido M sustancialmente idénticas entre sí. Claramente, en el caso particular en el que el final del suministro de una dosis Q' corresponda al final del suministro de una cantidad Q, y por consiguiente al inicio de una primera pausa P, el rotor 18 continuará su recorrido durante un intervalo de duración T1 y seguidamente se detendrá durante un intervalo que presenta una duración sustancialmente idéntica a la diferencia entre la duración T2 y la duración T1 de modo que, en este caso, la primera pausa P1 se superpone a la segunda pausa P2 respectiva.

En cualquier caso, la unidad de control 20 calcula la posición angular exacta de parada del rotor 18 para obtener cada dosis requerida Q' y, por consiguiente, resulta adecuada para sincronizar la disposición cronológica de cada segunda pausa P2 en relación con al menos una primera pausa P1, de modo que se suministre la dosis Q' con precisión. Esta característica del dispositivo de bombeo 10 resulta particularmente útil cuando se desea suministrar las primeras dosis Q' reducidas en relación con la cantidad Q puesto que, en las bombas diseñadas de acuerdo con la técnica anterior, estas dosis reducidas están sometidos a altas incertidumbres en el suministro y a faltas de uniformidad debido a la presencia de la primera pausa del suministro P1.

En este punto, haciendo referencia a la figura 4, se debe indicar que el dispositivo de bombeo 10 resulta adecuado para operar también de acuerdo al tercer modo de funcionamiento C, en el que el fluido M se suministra de una manera sustancialmente uniforme con un segundo caudal promedio PM2 que es inferior al primer caudal promedio PM1 y que puede ser definido sustancialmente a voluntad por el usuario. En particular, para habilitar este tercer modo de funcionamiento C, la unidad de control 20 controla un accionamiento alternativo del rotor 18, en el que este rotor 18 es repetidamente accionado durante un intervalo de duración TQ" y posteriormente se detiene durante un intervalo de duración T3. En otras palabras, como resulta claramente evidente a partir de la figura 4a, el tercer modo de funcionamiento C del dispositivo de bombeo 10 se basa en la introducción de un número determinado de terceras pausas P3 en la rotación del rotor 18 durante el suministro de cada cantidad Q, que está por tanto subdividida en un número discreto de fracciones Q".

En este punto, cabe señalar que el tercer modo de funcionamiento C es significativamente diferente de lo que se observa en la técnica anterior, en el que el rotor de la bomba peristáltica se lleva hasta una respectiva velocidad angular mínima y, para cada período, una vez que la cantidad Q ha sido suministrada en su totalidad, este rotor se detiene durante un intervalo dado, de forma que el caudal promedio suministrado corresponda al valor establecido por el usuario. Sin embargo, en este modo de funcionamiento, que es típico de la técnica anterior, se alternan fases

de suministro largas con pausas largas y, por consiguiente, el flujo del fluido suministrado es significativamente no uniforme.

Viceversa, en el procedimiento de gestión de acuerdo con la presente invención, cuando el dispositivo de bombeo 10 funciona de acuerdo con el tercer modo de funcionamiento C, el rotor 18, alternativamente, se detiene y se lleva a la velocidad angular V una pluralidad de veces durante el suministro de cada cantidad Q de fluido M, obteniendo así un flujo suministrado que es sustancialmente uniforme en el tiempo.

En particular, cabe señalar que, sobre la base del caudal establecido por el usuario, el dispositivo de control 20 determina el número y la duración T3 de las terceras pausas P3, que se deberá insertar durante el suministro de cada cantidad Q de fluido. De nuevo, como resulta claramente evidente en la figura 4, el dispositivo de control 20 está diseñado de manera que seleccione un número determinado de terceras pausas P3 de acuerdo con el caudal necesario y de tal manera que todas estas terceras pausas P3 presenten una misma duración T3, sustancialmente del mismo orden de magnitud que la duración T1 de las primeras pausas P1. De hecho, dado que la velocidad angular V es constante, la duración T1 de las primeras pausas P1 es fija y está conectada con las características intrínsecas estructurales de la bomba 15, mientras que la duración de cada tercera pausa P3 está controlada por la unidad de control 20 y está conectada tanto con el caudal seleccionado por el usuario como con el número de terceras pausas P3 insertadas en cada período T de suministro comprendido entre el final de dos primeras pausas P1 consecutivas. En este punto, haciendo de nuevo referencia a la figura 4, cabe señalar que las terceras pausas P3 se distribuyen durante cada período T de suministro de una manera sustancialmente uniforme entre el final de una primera pausa P1 y el comienzo de la primera pausa P1 posterior; más en particular, cada grupo de terceras pausas P3 insertado durante el suministro de una cantidad Q de fluido M resulta sincronizado con relación al par consecutivo de primeras pausas P1, que delimita cronológicamente el suministro de esta cantidad Q, de tal manera que el flujo del fluido suministrado M, a pesar de que resultará «microscópicamente» pulsado, presenta una caudal que es sustancialmente uniforme en el tiempo, independientemente del valor elegido por el usuario para este caudal.

A este respecto, debe precisarse que, con el fin de maximizar la uniformidad en el tiempo del flujo del fluido suministrado M, la unidad de control 20 está programada de manera que seleccione un número N determinado de terceras pausas P3 que se introducirán durante el suministro de cada cantidad Q sobre la base del valor del caudal promedio PM2 asignado por el usuario. En particular, la unidad de control 20 es preferentemente capaz de seleccionar el número N determinado de entre una pluralidad de valores enteros, predeterminado durante la fase de programación, de modo que a cada valor del segundo caudal promedio PM2 asignado por el usuario se le puede asociar un valor único entero, preajustado para el número N determinado. En este punto, es posible subdividir todos los valores que pueden ser asignados al segundo caudal PM2, es decir, todos los valores de caudal comprendidos entre cero y el primer caudal promedio PM1, en una pluralidad discreta de intervalos, o campos, de caudal, matemáticamente contiguos entre sí, y asociar a cada uno de estos campos a un valor prefijado entero que puede ser asignado al número N determinado. En uso, una vez que se ha asignado un valor al segundo caudal promedio PM2, la unidad de control 20 identifica el campo que contiene este segundo caudal promedio PM2 y le asignará el valor entero predefinido respectivo para el número N determinado.

En este punto, una vez que se ha definido el número N determinado de terceras pausas P3, asociado con el suministro de cada cantidad Q, la unidad de control 20 calcula la duración de los intervalos de suministro TQ" y la duración T3 de las terceras pausas P3. Haciendo referencia a la figura 4, está claro que N+1 fases de suministro de una fracción Q" corresponderán a N terceras pausas P3 para cada suministro de una cantidad Q y, por consiguiente, se pueden calcular las duraciones T3 y TQ", por ejemplo, de acuerdo con las fórmulas siguientes:

$$TQ'' = \frac{TQ}{N+1}$$

$$T3 = \frac{PM2/Q - TQ - T}{N}$$

En cualquier caso, independientemente de los algoritmos utilizados para calcular las duraciones T3 y TQ", cabe señalar que, durante la fase de programación de la unidad de control 20, cada valor entero predeterminado se ha asociado a un campo de caudal respectivo, de modo que las duraciones T1, TQ" y T3 presentan valores sustancialmente idénticos o, en cualquier caso, valores del mismo orden de magnitud, con el fin de maximizar la uniformidad en el tiempo del flujo del fluido suministrado M.

Alternativamente, en lugar de asociar un valor entero preestablecido a cada campo de caudal, es posible asignar a la unidad de control 20 la tarea de calcular, en cada ocasión, un número N determinado sobre la base del valor del segundo caudal promedio PM2 insertado por el usuario. En este caso, la elección de N podría hacerse, por ejemplo, a través de un algoritmo de maximización de la uniformidad en el tiempo del caudal del flujo del fluido suministrado M; este algoritmo puede implementarse, por ejemplo, pero sin limitación, por medio de un procedimiento numérico de minimización de la suma de los números cuadrados de las diferencias entre T3 y TQ" en relación con T1.

En este punto, sería conveniente tener en cuenta que el dispositivo de bombeo 10, cuando se hace funcionar de acuerdo con el tercer modo de funcionamiento C, resulta adecuado para suministrar un flujo del fluido M, el cual simula el flujo que puede ser suministrado por un dispositivo peristáltico rotativo provisto de N+1 rodillos. Como es bien sabido, cuanto mayor sea el número de rodillos transportados por el rotor, mayor es la uniformidad del flujo suministrado, pero también son mayores los costes de producción y gestión del dispositivo de bombeo peristáltico.

Por consiguiente, gracias al procedimiento de gestión ilustrado anteriormente, se puede utilizar un dispositivo de bombeo simple 10 provisto de una bomba peristáltica rotativa 15 económica provista de un número limitado de rodillos y adecuada para funcionar únicamente con una velocidad angular fija y no ajustable del rotor, para suministrar continuamente los flujos del fluido M con alta uniformidad y un caudal que puede ser ajustado por el usuario sustancialmente a voluntad, simulando de esta manera el comportamiento de los dispositivos de bombeo provistos de un mayor número de rodillos y con accionadores más caros con velocidad ajustable.

Por último, cabe señalar otra diferencia entre el tercer modo de funcionamiento C del procedimiento de acuerdo con la presente invención y la técnica anterior. En la técnica anterior, para obtener un suministro del fluido M con caudales particularmente reducidos, se han hecho intentos para reducir al mínimo la velocidad de accionamiento de la bomba 15/del rotor 18, obteniendo así un flujo suministrado no uniforme en el tiempo. Viceversa, el procedimiento de gestión de acuerdo con la presente invención permite maximizar la uniformidad en el tiempo del flujo del fluido M suministrado al incrementar la velocidad angular V del rotor 18 y, por consiguiente, es posible afirmar que el procedimiento ha sido diseñado sobre la base de una tendencia de proyecto opuesta a aquella sobre la cual se basa la técnica anterior. De hecho, como se puede observar en las figuras 2 y 4, al incrementar la velocidad angular V es posible minimizar cada duración T1 y, en consecuencia, también las duraciones T3 y TQ", que son calculados por la unidad de control 20 de manera que sean sustancialmente idénticas a T1. Por consiguiente, con el fin de obtener un mismo caudal PM2 determinado al incrementar la velocidad angular V, será suficiente incrementar el número N determinado de terceras pausas P3 y, en consecuencia, se suministrará un flujo en el que las terceras pausas P3 y las fases de suministro de las fracciones Q" se alternan con mayor frecuencia. Por último, resulta evidente al observar la figura 4 que el flujo suministrado por el dispositivo de bombeo 10 será más uniforme cuanto mayor sea el número N determinado de terceras pausas P3 y, por consiguiente, mayor será la frecuencia con la que estas terceras pausas P3 se alternan con las fases de suministro de una fracción Q" del fluido M.

No obstante, cabe señalar que, en la práctica, con el fin de poner el rotor 18 en rotación, podría resultar económicamente ventajoso utilizar accionadores provistos de características mecánicas limitadas y, por consiguiente, inadecuados para realizar una serie de paradas y posteriores (re)accionamientos con alta frecuencia.

En este caso, como alternativa a lo descrito anteriormente, podría resultar imposible insertar un alto número N de terceras pausas P3 durante el suministro de cada cantidad Q y, por consiguiente, con el fin de suministrar un flujo que presenta un segundo caudal reducido PM2, es posible definir un número reducido N de terceras pausas P3 que presentan una respectiva duración mayor que la duración T1. Con más detalle, haciendo referencia particular a la figura 5, cabe señalar que es posible suministrar un flujo que presenta un segundo caudal reducido PM2 reduciendo el número N determinado de terceras pausas P comprendidas entre cada dos primeras pausas P1 consecutivas y alargando simultáneamente las duraciones T3 y TQ" de manera que presenten sustancialmente un mismo valor mayor que la duración T1 de cada primera pausa P1. En particular, haciendo de nuevo referencia a la figura 5, cabe señalar que, con el fin de garantizar la uniformidad del flujo suministrado, es necesario que cada primera pausa P1 venga seguida por una cuarta pausa P4 de detención de la rotación del rotor 18 que presenta una cuarta duración T4 sustancialmente igual a la diferencia entre la tercera duración T3 y la primera duración T1, de modo que la suma de las primera y cuarta duraciones T1 y T4 de cada primera y cuarta pausas P1 y P4 sea sustancialmente equivalente a la duración T3 de cada tercera pausa P3.

En cualquier caso, en vista de la descripción anterior y con independencia de la variante del tercer modo de funcionamiento C implementado por medio del dispositivo de bombeo 10, el procedimiento de acuerdo con la presente invención es un procedimiento para gestionar un dispositivo de bombeo peristáltico 10 que puede ser implementado por medio de una unidad de control programable 20, provista de una interfaz de usuario 22 y adecuado para controlar el accionamiento de este dispositivo de bombeo.

Este procedimiento puede ser esquematizado como sigue: en primer lugar, el procedimiento de acuerdo con la presente invención comprende una fase de selección, a través de la interfaz 22, de un modo de funcionamiento para el dispositivo de bombeo 10. En particular, un usuario puede seleccionar el primer modo de funcionamiento A,

cuando él/ella desee bombear el fluido M de una manera continua y con el caudal máximo que puede obtenerse con el dispositivo de bombeo 10, o el segundo modo de funcionamiento B cuando él/ella desee suministrar dosis Q' determinadas a intervalos regulares, o, por último, él/ella puede seleccionar el tercer modo de funcionamiento C, cuando él/ella desee obtener el suministro del fluido M con un caudal reducido, que puede ser definido sustancialmente a voluntad, y de una manera sustancialmente uniforme en el tiempo.

En el primer caso, la fase de selección de un modo de funcionamiento viene seguida por una fase de accionamiento del dispositivo de bombeo 10 durante un periodo indeterminado, que proseguirá hasta que el usuario o un programa para la supervisión encargado de supervisar la unidad de control 20 envíe una orden de parada. Evidentemente, esta fase de accionamiento del dispositivo de bombeo 10 comprenderá una fase de accionamiento del rotor 18 en rotación con una velocidad angular constante V durante un periodo de tiempo sustancialmente indeterminado.

Además, en el caso en el que se seleccione el segundo modo de funcionamiento B, la fase de selección del modo de funcionamiento vendrá seguida por una fase de asignación de un valor para la dosis Q' y, en su caso, una fase de asignación de un valor para la duración T2 de cada segunda pausa P2 interpuesta entre el suministro de dos dosis consecutivas Q'. En este punto, la unidad de control 20, antes de suministrar cada dosis Q', llevará a cabo una fase de cálculo del ángulo determinado, según el cual debe rotar el rotor 18 de modo que el dispositivo de bombeo 10 suministre una cantidad de fluido igual a la dosis respectiva Q'. Es evidente que esta fase de cálculo del ángulo de rotación determinado del rotor 18 es llevada a cabo por el rotor 18 sobre la base de los datos contenidos en la memoria 21 y puede comprender, por ejemplo, una fase de integración numérica de una función que expresa el caudal de la bomba 15 como una función de la posición angular α de rotación del rotor 18, y una fase de inversión de la función integrada obtenida. Cabe señalar que, dado que la velocidad angular V del rotor 18 es constante, cada anchura del ángulo de rotación del rotor 18 es equivalente a un periodo de rotación determinado y, por consiguiente, la fase de cálculo del ángulo determinado, según el cual debe rotar el rotor 18, es equivalente a una fase de cálculo de una duración TQ' para cada intervalo durante el cual el rotor 18 debe rotar de modo que el dispositivo de bombeo 10 suministre una cantidad de fluido respectiva igual a una dosis Q'. A este respecto y haciendo referencia a la figura 3, cabe señalar que, debido a la presencia de la primera pausa P1, la duración TQ' de cada fase de suministro de una dosis Q' es generalmente variable y, por consiguiente, debe ser calculada en cada ocasión por la unidad de control 20 sobre la base de los datos contenidos en la memoria 21.

En este punto, después de cada fase de cálculo de una duración TQ', el procedimiento comprende una fase de accionamiento del dispositivo de bombeo 10/de la bomba 15 durante un intervalo de esta duración TQ', seguida de una fase de parada del suministro del fluido M durante un intervalo de duración T2. Esta fase de parada del suministro del fluido M comprenderá, según los casos, una fase de parada del dispositivo de bombeo 10/de la bomba 15 durante un intervalo de duración T2 o una fase de accionamiento del dispositivo de bombeo 10/de la bomba 15 durante un intervalo de duración T1, seguida de una fase de parada de la bomba del dispositivo de bombeo 10/la bomba 15 durante un intervalo de duración T4 sustancialmente idéntica a la diferencia entre la duración T2 y la duración T1.

En particular, las tres fases siguientes del cálculo de una duración TQ', de accionar el dispositivo de bombeo 10/la bomba 15 durante un intervalo de duración TQ' y de parada del dispositivo de bombeo 10/de la bomba 15 durante un intervalo de duración T2 puede repetirse cíclicamente en este orden y durante un tiempo sustancialmente indeterminado, con el fin de permitir un suministro continuo de dosis Q' sustancialmente idénticas entre sí, hasta que un usuario o un programa para la gestión de la unidad de control 20 envíe una orden de parada.

Por último, si el usuario selecciona el tercer modo de funcionamiento C, la fase de selección de un modo de funcionamiento vendrá seguida de una fase de asignación de un valor deseado para el segundo caudal promedio PM2 del suministro. Por consiguiente, esta fase de asignación de un segundo caudal promedio PM2 vendrá seguida por una fase de selección del número N determinado de terceras pausas P3, que subdividirá cronológicamente el suministro de cada cantidad Q en N+1 suministros de una fracción Q". Cabe señalar que esta fase de selección de un número N determinado de terceras pausas P3 puede comprender una fase de asociación de un valor entero predeterminado al número N determinado de acuerdo con el valor del segundo caudal promedio PM2, con el fin de maximizar la uniformidad en el tiempo del flujo del fluido suministrado M. Alternativamente, esta fase de selección de un número N determinado de terceras pausas P3 puede comprender una fase de cálculo de este número N determinado por medio de, por ejemplo, un determinado algoritmo numérico de maximización de la uniformidad en el tiempo del caudal del flujo del fluido M suministrado por el dispositivo de bombeo 10.

En este punto, una vez que la unidad de control 20 ha seleccionado/calculado el número N determinado, el procedimiento de acuerdo con la presente invención incluye una fase de cálculo de las duraciones T3 y TQ", de manera que el segundo caudal promedio PM2 resultante para el flujo suministrado coincida con el valor seleccionado por el usuario. Esta fase de cálculo de las duraciones T3 y TQ" puede comprender preferentemente una fase de calcular numéricamente el resultado de las dos fórmulas F1 y F2 ilustradas anteriormente.

En este punto, se puede llevar a cabo una fase de suministro del fluido M de forma pulsada y con un segundo caudal promedio PM2 sustancialmente uniforme. Esta fase comprende una fase de sincronización de N+1 intervalos de suministro de duración TQ" y N terceras pausas P3 durante cada período comprendido entre el final de una primera pausa P1 y el inicio de la primera fase P1 posterior. Por consiguiente, estos N+1 intervalos de duración TQ" y estas N pausas estarán distribuidos de manera uniforme entre cada dos primeras pausas P1 consecutivas y, con este propósito, la fase de sincronización presenta las siguientes etapas en secuencia:

- Una fase de accionamiento del dispositivo de bombeo 10/de la bomba 15 durante un intervalo de duración TQ";

- Una repetición cíclica, durante un número N de veces determinado, de una fase de parada del dispositivo de bombeo 10/de la bomba 15 durante un intervalo de duración T3 y de una fase de accionamiento del dispositivo de bombeo 10/de la bomba 15 durante un tiempo intervalo de duración TQ"; y

- Una fase de accionamiento del dispositivo de bombeo 10/de la bomba 15 durante un intervalo de duración T1.

Alternativamente, si se utiliza la segunda variante del tercer modo de funcionamiento C, caracterizado por un número N determinado reducido de terceras pausas P3, la fase inicial de accionamiento del dispositivo de bombeo 10/de la bomba 15 durante un intervalo de duración TQ" viene inmediatamente seguida de una fase respectiva de parada del dispositivo de bombeo 10/de la bomba 15 durante un intervalo de duración T4.

En resumen, el resultado de esta fase de sincronización es el ilustrado en la figura 4 o 5, y consiste en el suministro de un fluido M de una manera sustancialmente uniforme en el tiempo, independientemente del valor seleccionado por el usuario para el segundo caudal promedio PM2. Al mismo tiempo, esta fase de sincronización permite evitar que las terceras pausas P3 se superpongan por error a las primeras pausas P1, lo que provocaría una falta de uniformidad en el flujo suministrado, de forma similar a lo que ocurre en la técnica anterior ilustrada.

El procedimiento de gestión de acuerdo con la presente invención para gestionar el dispositivo de bombeo peristáltico 10 resulta claramente evidente a partir de la descripción anterior y no requiere más explicaciones.

Por último, a la vista de la descripción anterior, resulta claramente evidente que el procedimiento de gestión de acuerdo con la presente invención resulta adecuado para resolver el problema técnico en cuestión y, por consiguiente, es adecuado para administrar un dispositivo de bombeo peristáltico, de modo que este último resulte adecuado para suministrar de manera continua y sustancialmente uniforme flujos de caudal reducido, que pueden ser definidos a voluntad.

REIVINDICACIONES

1. Un procedimiento para gestionar un dispositivo de bombeo (10) del tipo rotativo peristáltico provisto de un rotor (18) y adecuado, en uso, cuando dicho rotor (18) rota con una velocidad angular constante (V), para suministrar de una forma pulsada periódica una pluralidad de cantidades determinadas (Q) de un fluido determinado (M), de tal manera que genere un flujo de dicho fluido determinado (M) que presenta un primer caudal promedio determinado (PM1); estando el suministro de cada una de dichas cantidades determinadas (Q) precedido y seguido de respectivas primeras pausas (P1) del suministro de dicho fluido determinado (M) que presentan una primera duración determinada (T1); comprendiendo dicho procedimiento de gestión al menos una fase de parada de dicho dispositivo de bombeo (10) con el fin de introducir al menos una segunda pausa determinada (P3) durante el suministro de al menos una dicha cantidad (Q) de dicho fluido determinado (M); **caracterizado porque** cada una de dichas fases de parada de dicho dispositivo de bombeo (10) comprende una fase de sincronización de cada una de dichas segundas pausas determinadas (P3) en relación con al menos una dicha primera pausa (P1) correspondiente del suministro de dicho fluido determinado (M); pudiéndose llevar a cabo dicha fase de sincronización de cada una de dichas segundas pausas (P3) de una forma automática a través de medios de control (20) para controlar dicho dispositivo de bombeo (10); estando cada una de dichas fases de parada de dicho dispositivo de bombeo (10) precedida y seguida de una fase de suministro de una fracción determinada (Q") de dicha cantidad (Q) de dicho fluido determinado (M); presentando cada una de dichas fases de suministro de una fracción determinada (Q") una segunda duración determinada (TQ").
2. Un procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende una fase de selección de un número determinado (N) de dichas segundas pausas (P3) interpuestas entre cada dos de dichas primeras pausas (P1) consecutivas y adecuadas para fraccionar el suministro de cada una de dichas cantidades (Q) de fluido (M); estando asociada cada una de dichas segundas pausas (P3) con una respectiva fase de parada de dicho dispositivo de bombeo (10) y presentando una tercera duración determinada (T3) de tal manera que el flujo de dicho fluido determinado (M) suministrado por dicho dispositivo de bombeo (10) presenta al menos un segundo caudal promedio (PM2) menor que dicho primer caudal promedio (PM1) y que es definible sustancialmente a voluntad.
3. Un procedimiento según la reivindicación 2, **caracterizado porque** cada suministro de una dicha cantidad (Q) de dicho fluido determinado (M) se lleva a cabo a través de un número de dichas fases de suministro de una dicha fracción determinada (Q") igual a dicho número determinado (N) incrementado en una unidad.
4. Un procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** dicho número determinado (N) puede ser seleccionado, en uso, entre una pluralidad de valores enteros predefinidos con el fin de maximizar la uniformidad en el tiempo del caudal del flujo del fluido (M) suministrado por dicho dispositivo de bombeo (10).
5. Un procedimiento según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** dicha fase de selección de un número determinado (N) comprende una fase de cálculo de dicho número seleccionado (N) por medio de un algoritmo numérico adecuado con el fin de maximizar la uniformidad en el tiempo del caudal del flujo de dicho fluido determinado (M) suministrado por dicho dispositivo de bombeo (10).
6. Un procedimiento según la reivindicación 5, **caracterizado porque** dicho algoritmo numérico se implementa por medio de un procedimiento numérico de minimización de la suma del número cuadrado de la diferencia entre dicha tercera duración (T3) y dicha primera duración (T1), con el número cuadrado de la diferencia entre dicha segunda duración (TQ") y dicha primera duración (T1).
7. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, **caracterizado porque** dicha fase de selección de un número determinado (N) es seguida por una fase de cálculo de dicha tercera duración (T3) de cada una de dichas segundas pausas (P3) y de dicha segunda duración (TQ") de cada una de dichas fases de suministro de una dicha fracción (Q") de dicha cantidad (Q), de tal manera que el flujo de dicho fluido determinado (M) suministrado por dicho dispositivo de bombeo (10) presenta dicho segundo caudal promedio (PM2).
8. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicha fase de sincronización de cada una de dichas segundas pausas (P3) comprende, después de cada dicha primera pausa (P1), la realización en secuencia de una fase de accionamiento de dicho dispositivo de bombeo (10) durante un intervalo que presenta dicha segunda duración (TQ"); una repetición cíclica durante dicho número determinado (N) de veces de una fase de parada de dicho dispositivo de bombeo (10) durante un intervalo que presenta dicha tercera duración (T3) y de una fase de accionamiento de dicho dispositivo de bombeo (10) durante un intervalo que presenta dicha segunda duración (TQ"); y una fase de accionamiento de dicho dispositivo de bombeo (10) durante un intervalo que presenta dicha primera duración (T1).
9. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** dicha fase de sincronización de cada una de dichas segundas pausas (P3) comprende, después de cada dicha primera pausa

- (P1), la realización en secuencia de una fase de parada de dicho dispositivo de bombeo (10) durante un intervalo que presenta una cuarta duración (T4) sustancialmente igual a la diferencia entre dicha tercera duración (T3) y dicha primera duración (T1); una fase de accionamiento de dicho dispositivo de bombeo (10) durante un intervalo que presenta dicha segunda duración (TQ"); una repetición cíclica durante dicho número determinado (N) de veces de una fase de parada de dicho dispositivo de bombeo (10) durante un intervalo que presenta dicha tercera duración (T3) y de una fase de accionamiento de dicho dispositivo de bombeo (10) durante un intervalo que presenta dicha segunda duración (TQ"); y una fase de accionamiento de dicho dispositivo de bombeo (10) durante un intervalo que presenta dicha primera duración (T1).
10. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** resulta adecuado para simular el suministro de un flujo de dicho fluido determinado (M) por un dispositivo de bombeo (10) provisto de una bomba peristáltica rotativa (15) equipada con un número de rodillos de presión (19) respectivos igual a dicho número determinado (N) incrementado en una unidad.
11. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** cada fase de accionamiento de dicho dispositivo de bombeo (10) consiste en una fase de accionamiento de dicho rotor (18) en rotación a una determinada velocidad angular constante (V).
12. Un procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** comprende una fase inicial de selección de un modo de funcionamiento de dicho dispositivo de bombeo (10) entre al menos un primer modo de funcionamiento (B), en el que dicho sistema de bombeo (10) resulta adecuado para suministrar dicho fluido determinado (M) en una pluralidad de dosis (Q') sustancialmente idénticas entre sí y sustancialmente definibles a voluntad, y un segundo modo de funcionamiento (C), en el que dicho sistema de bombeo (10) resulta adecuado para suministrar continuamente un flujo (F) de dicho fluido (M) que presenta un caudal sustancialmente definible a voluntad y sustancialmente uniforme en el tiempo.
13. Un procedimiento según la reivindicación 12, **caracterizado porque** dicha fase de selección del modo de funcionamiento de dicho dispositivo de bombeo (10) es seguida por una fase de asignación de un valor definible sustancialmente a voluntad a dicho segundo caudal promedio (PM2) del flujo de dicho fluido determinado (M) que será suministrado a través de dicho dispositivo de bombeo (10); siendo dicho segundo caudal promedio (PM2) menor que dicho primer caudal promedio (PM1).

Fig. 1

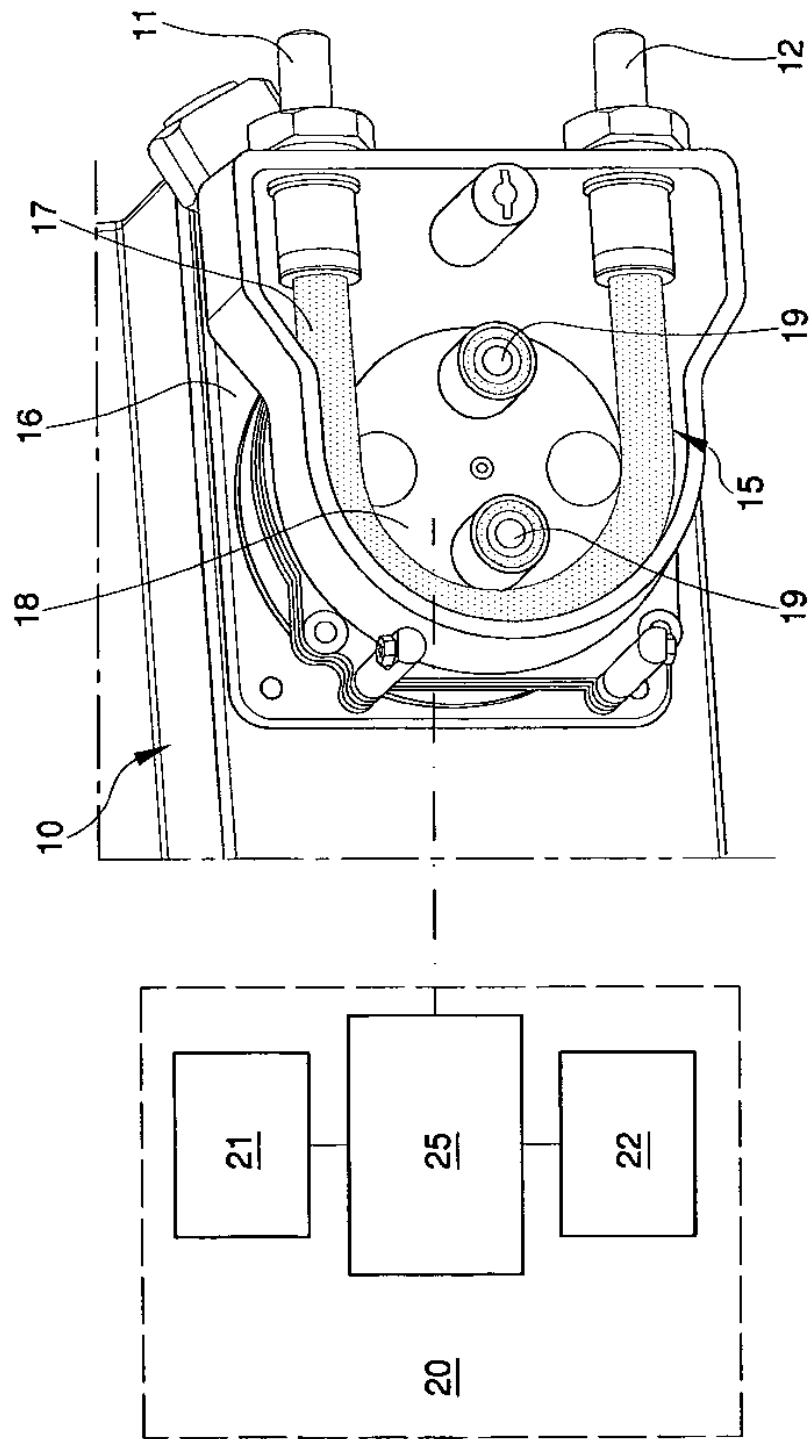


Fig. 2

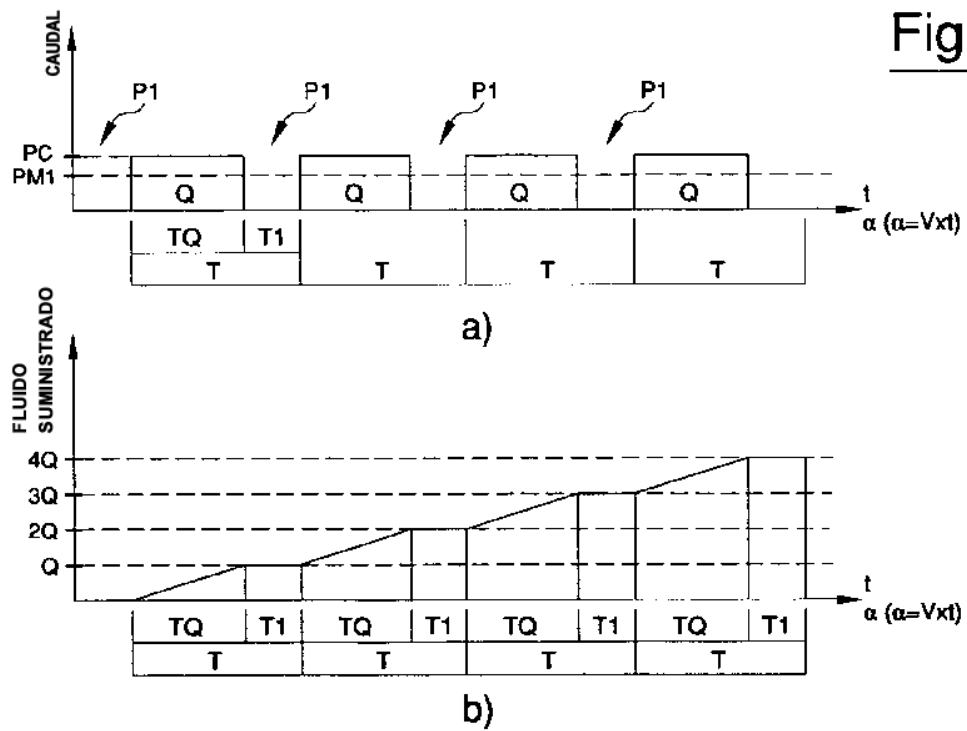


Fig. 3

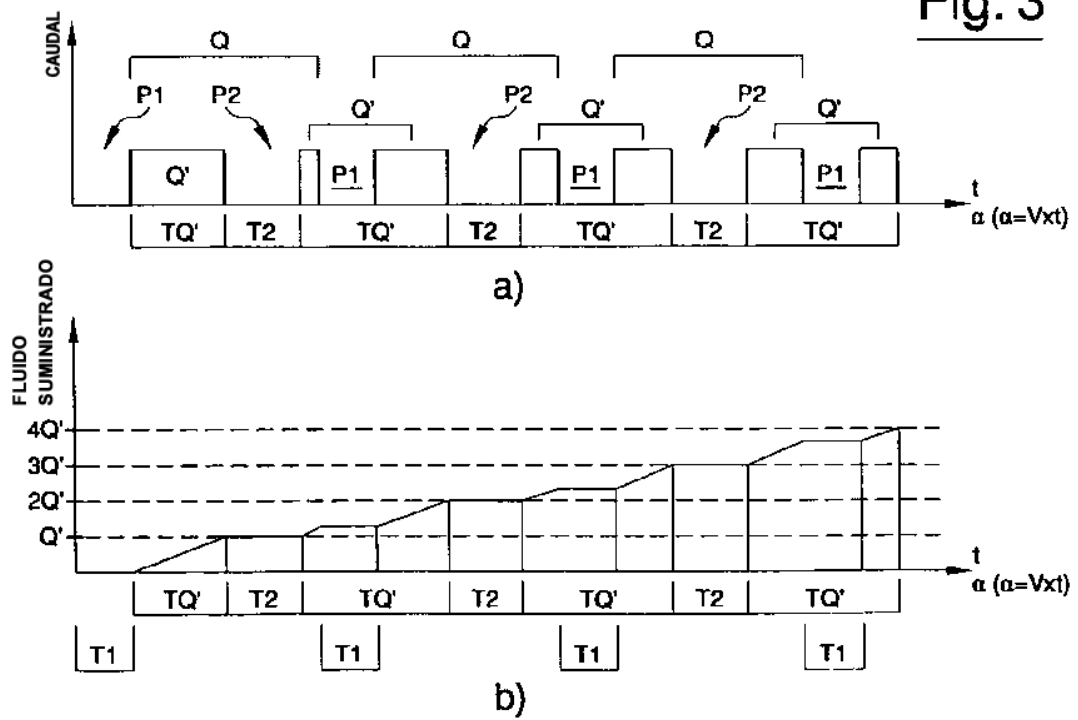


Fig. 4

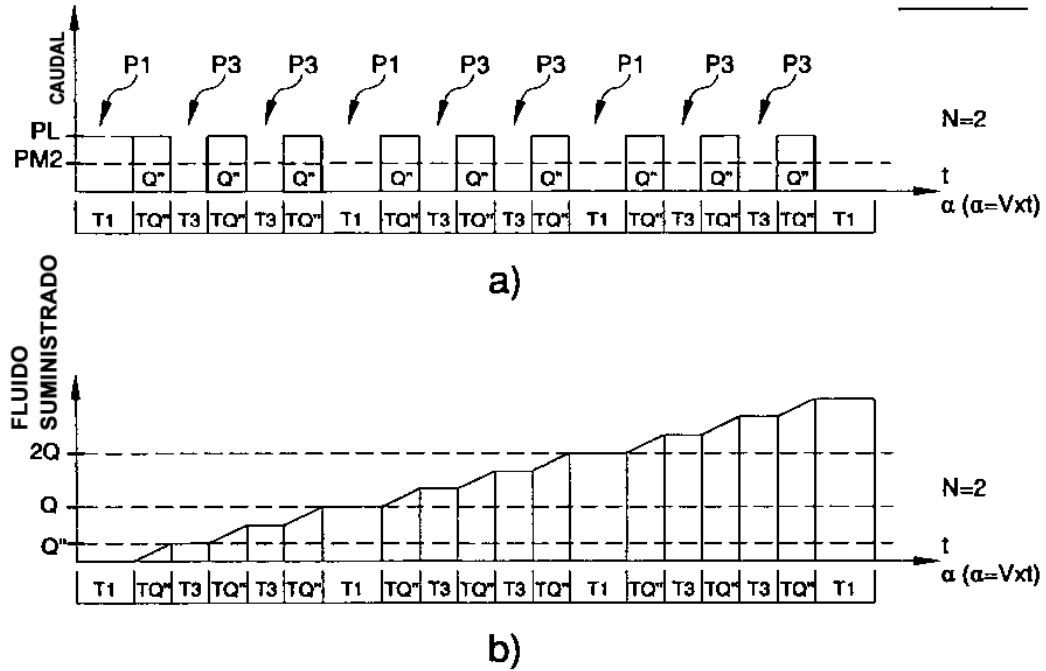


Fig. 5

