



①9



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

①1 Número de publicación: **2 317 858**

⑤1 Int. Cl.:
F04B 49/06 (2006.01)
F04B 43/08 (2006.01)

①2

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑨6 Número de solicitud europea: **00989386 .8**

⑨6 Fecha de presentación : **21.12.2000**

⑨7 Número de publicación de la solicitud: **1240431**

⑨7 Fecha de publicación de la solicitud: **18.09.2002**

⑤4 Título: **Reducción del consumo de energía en un mecanismo de bomba peristáltica.**

③0 Prioridad: **21.12.1999 US 470318**

④5 Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.05.2009

④5 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.05.2009

⑦3 Titular/es: **Cardinal Health 303, Inc.**
3750 Torrey View Court
San Diego, California 92130, US

⑦2 Inventor/es: **Mossman, John, A. y**
Woolf, Darin, K.

⑦4 Agente: **Carpintero López, Mario**

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

Reducción del consumo de energía en un mecanismo de bomba peristáltica.

5 **Campo técnico**

La presente invención se refiere en general al campo de las bombas peristálticas lineales y en particular a un sistema de compensación del par y a un sistema de recuperación del control de la energía, utilizado para reducir el consumo de energía de una bomba peristáltica lineal.

10 **Antecedentes de la invención**

Han venido apareciendo distintos dispositivos para mejorar la administración de fluidos intravenosos (IV) a los pacientes de forma controlada y precisa. Un dispositivo del tipo indicado es la bomba de infusión peristáltica. El mecanismo de bomba peristáltica típicamente activa una serie de dedos o rodillos que deforman y ocluyen un tubo de goteo por vía IV deformable de manera resiliente en múltiples puntos de forma secuencial a lo largo de la longitud del tubo. Estas oclusiones constituyen un movimiento ondulatorio que fuerza al fluido IV a discurrir, sometido a presión positiva, a lo largo del tubo. El caudal y en consecuencia la dosificación del líquido es controlada mediante el ajuste de la velocidad el mecanismo de bombeo.

La bomba peristáltica del tipo con dedos típicamente consta de un motor, un conjunto de engranajes, un árbol de levas, una pluralidad de levas y una pluralidad de dedos de palpador de leva como los de la invención del cesionario descritos en la Patente estadounidense número 5,741,121. La bomba peristáltica de tipo con dedos está especialmente indicada en aplicaciones médicas dado que solo el tubo está en contacto con el fluido, eliminando el riesgo de que la bomba contamine el fluido, o que el fluido contamine la bomba. Otra ventaja de las aplicaciones médicas es que las células sanguíneas frágiles no son dañadas por la bomba.

Una bomba de infusión en algunas ocasiones necesita funcionar con Corriente Continua (CC), y no con Corriente Alterna (CA), como por ejemplo en emergencias o cuando se tiene que usar una batería cuando la energía de la red principal no está accesible o disponible. En estas situaciones, el consumo de energía es vital.

Los dedos o palpadores de leva de la bomba peristáltica de tipo con dedos son típicamente arrastrados haciendo rotar unas levas con distintos perfiles. Con el fin de mantener un flujo de fluido constante y preciso y para reducir el consumo de energía así como para reducir el ruido audible y la vibración del motor, es deseable que las levas del árbol, roten suavemente a una velocidad controlada. Cuando los palpadores de leva contactan y aplican una fuerza sobre las levas, las levas a su vez aplican una fuerza tangencial sobre el árbol lo que produce un par rotacional que tiende o bien a facilitar o a impedir la rotación del árbol. Este par, por consiguiente, provoca variaciones de la carga presentadas al motor. Dichos cambios de la carga afectan al consumo de energía del motor y pueden a su vez afectar de manera negativa al ruido perceptible y a la precisión con la cual la bomba suministra fluido.

NATWICK (Patentes estadounidenses Nos. 5,357,827 y 5,488,769) da a conocer una bomba de infusión que incorpora una leva de compensación del par. La finalidad de la leva de compensación del par de la bomba de NATWICK, es no obstante facilitar el mantenimiento del motor de la bomba para que funcione a una cadencia constante y no contribuir al consumo de energía. La bomba de infusión del sistema NATWICK consta de un motor, un árbol de levas arrastrado por el motor, una pluralidad de curvas motrices de leva situadas a intervalos separados uniformemente alrededor de la circunferencia del árbol de levas. La bomba consta también de una válvula de agrietamiento de entrada, de un émbolo y de una válvula de agrietamiento de salida que coopera con dicha curva motriz de la leva, capaz de al menos parcialmente ocluir un tubo flexible en múltiples puntos a lo largo de dicha trayectoria del tubo. El sistema de compensación del par comprende una curva de compensación del par y un palpador de compensación del par conectado a la curva de compensación del par. El palpador incluye un rodillo que es presionado contra la curva motriz mediante la incurvación de un muelle de metal plano, el cual traba con fuerza dicho rodillo contra dicha curva motriz de leva de compensación del par.

El documento US 5,215,450 describe un sistema de bombeo que consta de un tubo extruido con una pared relativamente delgada y una bomba que aprovecha las características del tubo.

Muchos dispositivos y máquinas de alta velocidad hacen uso de árboles de arrastre para hacer funcionar diversos dispositivos de toma de fuerza. Los árboles de arrastre de estas máquinas experimentan un par variable en cada punto de carga del par donde un dispositivo de toma de fuerza está conectado al árbol. En motores de alta velocidad, como por ejemplo en motores de combustión interna, un par variable puede provocar la torsión angular del árbol de arrastre lo que conduce a la fatiga y al desgaste tanto del árbol del arrastre como de los componentes arrastrados. Es bien conocido el empleo de levas de compensación en dichas aplicaciones para reducir el par aplicado al árbol motor (véanse las Patentes estadounidenses Nos. 5,040,500 y 5,544,537). La finalidad de utilizar levas de compensación en dichas aplicaciones es prolongar la vida del árbol de levas mediante la reducción de la vibración y del desgaste, y no reducir el consumo de energía.

Sumario de la invención

De acuerdo con la invención se proporciona una bomba de infusión peristáltica lineal que incluye un medio de arrastre, como por ejemplo un motor paso a paso eléctrico, que está operativamente conectado a un árbol de levas con múltiples levas situadas sobre éste. Numerosos palpadores de leva están, a su vez, operativamente conectados a cada leva correspondiente. Una pluralidad de dedos alargados engranan con los correspondientes palpadores de leva y son capaces, al menos parcialmente, de ocluir un tubo de goteo intravenoso en múltiples puntos a lo largo de la trayectoria del tubo. Como característica de máxima importancia, la bomba incluye también un sistema de reducción de energía.

En una forma de realización de la invención, el sistema de reducción de energía comprende un sistema de compensación del par. El sistema de compensación del par comprende una leva de compensación del par situada sobre el árbol de levas, en combinación con un palpador de leva de compensación del par que coopera con la leva de compensación del par. Un elemento de acumulación de energía, como por ejemplo un resorte mecánico, traba con fuerza el palpador de leva de compensación del par contra la leva de compensación del par para contribuir con el motor mientras que éste está actuando contra un palpador de leva ascendente. El sistema de compensación del par, por consiguiente, reduce el par producido reduciendo el consumo de energía del motor de la bomba.

En otra forma de realización de la invención, el sistema de reducción de energía incluye también un sistema de control de recuperación de energía. El sistema de control de recuperación de energía, comprende un suministro de energía de salida variable, que controla la energía suministrada a dicho motor, un transductor para medir el exceso de energía del sistema y un controlador. El controlador es capaz de ajustar dinámicamente el suministro de energía de salida en base al exceso de energía medida y a una energía deseada predeterminada. La energía deseada predeterminada se regula mediante un control por software para establecer una cadencia de bombeo específica determinada por el usuario de la bomba. El sistema de control de recuperación de energía ajusta de forma óptima la energía suministrada al medio de arrastre para reducir el consumo de energía global de la bomba.

De acuerdo con la invención se proporciona también un procedimiento de reducción del consumo de energía de una bomba de infusión peristáltica mediante la utilización del sistema de control de recuperación anteriormente mencionado. El usuario regula una cadencia de bombeo deseada, a partir de la cual se determina un valor de energía deseado. Utilizando un sensor o un transductor, se mide cualquier exceso de energía producida por el motor ocasionada por la carga del par. El valor del exceso de energía en combinación con la energía deseada predeterminada se utiliza por un controlador para constituir un valor de energía nuevo que es aplicado al suministro de energía variable para ajustar la energía suministrada al motor.

Breve descripción de los dibujos

Para una mejor comprensión de la naturaleza y objetivos de la invención, debe hacerse referencia a la descripción detallada subsecuente tomada en combinación con los dibujos que se acompañan, en los cuales:

La Fig. 1 es una vista lateral esquemática de un sistema de bombeo de infusión de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La Fig. 2 es una vista en perspectiva de una leva de compensación, sin carcasa, de acuerdo con una forma de realización de la invención.

La Fig. 3 es una vista lateral de la leva de compensación de la Fig. 2.

La Fig. 4 es una vista en perspectiva de la leva de compensación de la Fig. 2, con la carcasa en posición.

La Fig. 5 es una vista lateral de la leva de compensación de la Fig. 2, sin los resortes en posición.

La Fig. 6 es una gráfica del par motor con respecto a la rotación del árbol de levas.

La Fig. 7 es un diagrama de bloques esquemático de un sistema de control de recuperación de acuerdo con otra forma de realización de la invención.

Descripción de la invención

Como se ilustra de forma óptima en la Fig. 1, el sistema de bomba de infusión 1 de la invención comprende un motor paso a paso 2 que está conectado a un árbol de levas 4 por medio de un conjunto de engranajes de reducción. El motor paso a paso 2 arrastra el árbol de levas 4 con varias levas 8 situadas sobre él en distintas posiciones separadas regularmente alrededor de la circunferencia del árbol 4. Estas levas 8 engranan y están conectadas con unos dedos de palpador 10 que comprimen diversas porciones de un tubo de goteo intravenoso (IV) 12 que discurre en paralelo con el árbol de levas 4. Una bolsa de goteo intravenoso (IV) 22 contiene un fluido que fluye hasta el paciente a través del tubo 12. El tubo 12 es situado manualmente dentro del mecanismo por medio de una placa o puerta de contención 16. El resultado es que el fluido IV que discurre por el tubo 12 es forzado a través de la bomba 1 a unas cadencias de flujo controladas de forma precisa que están directamente relacionadas con la cadencia de paso del motor paso a paso.

Las Figs. 1 a 5 muestran una forma de realización de un sistema de compensación del par de acuerdo con la presente invención. El sistema de compensación del par consta al menos de una leva adicional, la leva de compensación 14, situada sobre el árbol de levas 4. La leva de compensación 14 está provista de lóbulos y valles situados sobre su superficie, los cuales se corresponden con los lóbulos y los valles opuestos de las otras levas 8. La leva de compensación 14 está a su vez operativamente conectada a un palpador de leva de compensación 24, que puede apreciarse de forma óptima en las Figs. 2 a 5. La leva de compensación 14 comprime, mediante el palpador de leva de compensación 24, un resorte mecánico 20 o un elemento de acumulación de energía similar. Una carcasa 26 cubre el palpador de leva de compensación 24 y el resorte 20, como puede apreciarse de forma óptima en la Fig. 4. Cuando el palpador de leva de compensación 24 engrana con el lado trasero de un lóbulo, sobre la superficie de la leva de compensación, la fuerza del resorte es aplicada al árbol de levas 4, asistiendo de forma efectiva al motor 2 mientras está en marcha actuando contra un dedo de palpador ascendente 10. El resultado es que el motor 2 experimenta unos cambios de amplitud mucho más bajos en la carga del par. La leva de compensación 14 eleva ligeramente la media global de la carga del par sobre el motor 2 debido a su contribución con una cierta fricción sobre el sistema. Esta carga media del par incrementada no es sin embargo significativa en comparación con los beneficios obtenidos por la leva de compensación 14.

El palpador de leva de compensación 24 proporciona un beneficio adicional en el modo de ráfaga. El modo de ráfaga se produce cuando una ráfaga de los pasos del motor se proporciona al motor seguida de un tiempo de retardo variable durante el cual el motor no se está moviendo y está en situación de “retenido”. Cuando el motor está funcionando entre ráfagas, en el estado de retenido, un cierto flujo de corriente permanece en las bobinas del motor para impedir que el motor sea arrastrado marcha atrás (o marcha adelante) por el mecanismo. La leva de compensación reduce el nivel de la corriente de retención requerida dado que el par hacia delante y hacia atrás apreciado por el motor se reduce de manera considerable. La leva de compensación proporciona también una ventaja cuando está funcionando a ráfagas en el sentido de que la energía requerida es menor dado que la carga del par global es menor.

La Fig. 6 muestra los resultados de una prueba dirigida a ilustrar el sistema de compensación del par de la invención. El par sobre el árbol motor es representado con respecto a la rotación del árbol de levas (58 muestras por revolución). Entre aproximadamente la muestra 90 y la muestra 290, puede apreciarse que la carga del par en el motor paso a paso fluctúa fuertemente durante la rotación del árbol de levas. El par sobre el árbol de levas varía de aproximadamente -7.1×10^{-4} a 35×10^{-4} Nm. Los niveles de carga del par y las cadencias de cambio de la carga del par varían con la cadencia de bombeo y con otros factores tales como la contrapresión acumulada en el tubo cuando se utilizan agujas con pequeños orificios. Con el fin de cumplir las exigencias de la carga del par fluctuante y asegurar que el motor no se bloquee en ninguna situación operativa los niveles de la corriente del motor paso a paso se fijan típicamente mediante la selección de un “nivel de energía superior” para cada cadencia de bombeo. Esto requiere que el “nivel de energía superior” se fije para el nivel más alto del par al que está expuesto el motor paso a paso. Este “nivel de energía superior” fijado se traduce en la aplicación de un exceso de energía al motor paso a paso durante periodos que tienen un par bajo, lo que lleva a una pérdida de energía. Mediante la reducción del par global sobre el sistema, puede seleccionarse un “nivel de energía superior” para cada cadencia de bombeo, reduciendo con ello el consumo de energía global. El reglaje de un “nivel de energía superior” en un modo de ráfaga puede también fijarse a un nivel más bajo.

Aproximadamente entre la muestra 290 y la muestra 400, se introdujo el sistema de leva de compensación del par. Los efectos del sistema de leva de compensación del par pueden apreciarse en cuanto hay una reducción apreciable tanto en la carga como en la fluctuación del par del árbol motor. Así mismo, puede apreciarse que el “nivel de energía superior” puede fijarse en un nivel considerablemente más bajo que el que tendría que fijarse si no hubiera una leva de compensación del par.

Una ventaja añadida de la leva de compensación, es que al reducirse la amplitud del perfil de la carga del par de cresta a cresta, se produce una reducción automática de la cadencia de cambio de la carga del par. En una forma de realización alternativa, la leva de compensación está diseñada solamente para contrarrestar las crestas que producen la misma cadencia de elevación del par entre las crestas reducidas.

La Fig. 7 muestra un sistema de control de recuperación de acuerdo con otra forma de realización de la invención. El sistema de control de recuperación detecta el exceso de energía del sistema ocasionado por los cambios de la carga sobre el motor por medio de un sensor del exceso de par del motor. El sensor introduce una señal en un detector de errores, el cual compara el exceso de energía real con una energía deseada predeterminada. La energía deseada predeterminada se regula mediante un control por software, por ejemplo existente en un microprocesador, para una cadencia de bombeo específica fijada por el usuario. El detector de errores a continuación procesa las señales del exceso de energía y de la energía deseada, e introduce el resultado en un suministro de energía variable el cual a su vez ajusta la energía suministrada al motor.

El motor paso a paso utilizado para hacer rotar la leva, puede ser un motor con un número de fases indeterminada, pero preferentemente es un motor de cinco fases. El voltaje de salida del suministro de energía del motor, el cual aplica la energía a las fases del motor paso a paso en secuencia para hacer que el rotor gire, se ajusta de tal forma que se aplica un mínimo de energía. El sensor del exceso de par del motor detecta la magnitud de la corriente medida con respecto a las fases del motor. A medida que la carga se incrementa sobre el motor, la corriente se incrementa, dando como resultado una señal de error que es sumada en el detector de errores con una señal preestablecida procedente de un microprocesador, lo que da como resultado un exceso de par fijado añadido a un par óptimo. Una tabla está contenida en la memoria del microprocesador como una función de la cadencia. Esto se lleva a cabo de tal forma que siempre

habrá más par disponible por el motor para explicar de algunos cambios de la carga sin que se produzca el bloqueo. Este exceso de par se determina empíricamente mediante la medición del par requerido y mediante la utilización de las desviaciones máximas como exceso de par multiplicadas por un factor de seguridad, como por ejemplo un factor de seguridad de dos (2). El procesamiento de la señal de error en esta forma de realización puede consistir o bien en un clásico proceso PID (proporcional, integral y diferencial) que utilice o bien partes análogas o implementadas en el microprocesador, o bien un sistema PI (proporcional integral), en el que la señal directa es condicionada y añadida a la integral de la señal de error, transfiriéndose el resultado al suministro de energía del motor.

En otra forma de realización, la pendiente de la corriente del motor es dividida en N partes para cada fase y cambio de pendiente producida por las variaciones de la carga del motor y se utiliza para crear la señal de exceso de par del motor. Por ejemplo, siendo N igual a dos, la forma de onda de la corriente se divide en dos partes, la primera parte de la forma de onda es comparada con la segunda mitad integrando las señales, invirtiendo la segunda mitad y sumándolas, dando como resultado una señal de error que mide el exceso de corriente que se produce cuando el rotor del motor ha completado su paso.

En otra forma de realización adicional, la bomba puede actualizar la tabla de exceso del par en base a la experimentación de episodios de bloqueo del motor. El bloqueo del motor se detecta utilizando una rueda codificadora, la cual se utiliza para contar las revoluciones y las partes de revoluciones del árbol de levas de la bomba. Cuando se detectan pasos que faltan, la tabla puede ser actualizada para asegurar que no se produce ninguna situación de bloqueo. Esto se utiliza para contrarrestar el desgaste, la fricción incrementada debida a la suciedad o cualquier otra situación que pudiera incrementar el par.

El suministro de energía variable comprende un suministro de energía de conmutación del voltaje de salida variable. El voltaje procedente del suministro de energía variable es introducido en la circuitería de puente en “H” para accionar las fases del motor paso a paso de acuerdo con lo requerido. Una lógica de control genera las señales de fase requeridas por el motor paso a paso a una cadencia programada por el usuario. Un resistor de valor bajo está situado entre el motor y la toma de tierra el cual detecta una corriente del motor. El voltaje desarrollado a través de este resistor es amplificado y enviado a un detector de cresta. La salida del detector de cresta es almacenada en búfer (para la capacidad de excitación) y enviada al detector de errores. El detector de errores es un amplificador operacional que responde con una alta ganancia a una diferencia entre la señal de la corriente del motor detectada de la cresta y la entrada de control. El resultado de ello (la señal de error) se invierte y se filtra para proporcionar una señal de error media a la entrada del voltaje del suministro de energía del motor. El voltaje de suministro de energía del motor está, por consiguiente, directamente relacionado con la señal de error media.

Así mismo, unos conmutadores controlados por software posibilitan que se desactive el bucle de realimentación para unas cadencias de bombeo muy bajas cuando se utilice el modo de ráfaga. En el modo de ráfaga, el suministro variable de energía del motor es directamente controlado por el software a un voltaje fijo con independencia de la cadencia, dado que lo único que determina la cadencia de bombeo en el modo de ráfaga es el retardo de tiempo entre ráfagas. Todas las ráfagas tienen la misma cadencia y el mismo número de pasos. En la aplicación preferente, si no hubo ningún tiempo de retardo entre ráfagas, la cadencia de bombeo sería de aproximadamente 120 mililitros por hora. El modo de ráfaga generalmente no se utiliza en cadencias por encima de 40 mililitros por hora.

Así, de acuerdo con la invención, el “nivel de energía superior” puede fijarse (bajo control del software a partir de una tabla de consulta o mediante algún otro procedimiento) en un valor bajo único para cada cadencia de bombeo. Durante el bombeo, el bucle de control de realimentación ajusta la energía aplicada al motor de acuerdo con lo requerido para mantener la constante de salida del exceso de salida con independencia de la fluctuación de la carga del par.

A cadencias de bombeo más rápidas (por encima de 40 ml / hr en la aplicación preferente) el bucle de realimentación es activado para ajustar dinámicamente el voltaje de suministro de energía del motor de acuerdo con lo requerido para mantener las crestas de corriente del motor esencialmente constantes. El efecto del cambio de la carga del par es que, para un voltaje de suministro de energía del motor determinado, la corriente del motor ascenderá durante cada paso a un ritmo diferente. Cuando la carga del par es menor, la corriente asciende más rápidamente. Por consiguiente, el detector de las crestas aprecia esta corriente de cresta más alta y la respuesta es rebajar el voltaje del motor. Siendo el resultado neto que la corriente de cresta del motor se mantiene muy constante bajo situaciones de carga variables. La corriente de cresta alcanzada es proporcional a la salida del exceso del par motor más allá de lo requerido por el mecanismo. Por consiguiente, la entrada de control al bucle (bajo control del software el cual, en la aplicación preferente, es un valor constante para cualquier cadencia de bombeo determinada) es un valor representativo de la cantidad de salida de exceso del par procedente del motor que proporciona un margen de seguridad contra el bloqueo del motor. (El motor se bloqueará si la carga del par excede el par de salida disponible procedente del motor).

El bucle de realimentación necesita un cierto margen de exceso de energía porque hay un tiempo limitado requerido para que el bucle detecte un incremento de la carga del par y para que el suministro de energía del motor responda con un incremento de su voltaje de salida. Para el funcionamiento del bucle cerrado los niveles de cresta del par, no son específicamente la causa del bloqueo, porque si estos niveles de cresta son alcanzados lentamente, el bucle de realimentación puede responder a lo largo de una amplia gama de cargas. Es la carga de “cadencia de elevación del par” lo que provocará el bloqueo. Un paso instantáneo de carga de par añadida que sea solo ligeramente superior al margen proporcionado por la entrada de control, provocará el bloqueo si el bucle no tiene tiempo para responder.

ES 2 317 858 T3

El sistema de reducción de energía, consistente en una combinación tanto del sistema del control de recuperación como del sistema de leva de compensación del par, posibilita que la energía del motor se ajuste con gran precisión, eliminando el exceso de energía y reduciendo el consumo de energía global. Una ventaja añadida del sistema de compensación del par es una reducción considerable tanto del ruido audible de la bomba como de la vibración.

5

Las descripciones precedentes de las formas de realización específicas de la presente invención se han ofrecido con fines ilustrativos y de descripción. No pretenden ser exhaustivas o limitar la invención a las concretas formas divulgadas, siendo evidentemente posibles muchas modificaciones y variantes a la vista de las enseñanzas expuestas. Las formas de realización fueron escogidas y descritas con el fin de explicar de forma óptima los principios de la invención y sus aplicaciones prácticas, para de esta forma posibilitar que los expertos en la materia utilicen del mejor modo la invención y las diversas formas de realización con diversas modificaciones en cuanto estén indicadas para el uso particular contemplado. Se pretende que el alcance de la invención quede definido por las reivindicaciones subsecuentes.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Una bomba peristáltica (1), que comprende:

un medio de arrastre (2);

un árbol de levas (4) arrastrado por dicho medio de arrastre;

una pluralidad de levas (8) situadas a intervalos regularmente separados alrededor de la circunferencia de dicho árbol de levas;

una pluralidad de dedos alargados (10) que cooperan con dichas levas, siendo dichos dedos capaces de al menos parcialmente ocluir un tubo de goteo intravenoso (12) en múltiples puntos a lo largo de dicha trayectoria del tubo;

un sistema de compensación del par, que comprende:

al menos una leva de compensación (14) del par, situada sobre dicho árbol de levas;

al menos un palpador (24) de leva de compensación del par operativamente conectado a dicha leva de compensación del par; y

un elemento de acumulación de energía (20) operativamente conectado a dicho palpador de leva de compensación del par, el cual traba con fuerza dicho palpador de leva de compensación del par contra dicha leva de compensación del par; y

un sistema de control de recuperación de energía que comprende:

un suministro de energía de salida variable, que controla la energía suministrada a dicho medio de arrastre;

un transductor para medir el exceso de energía existente en dicho medio de arrastre; y

un controlador capaz de ajustar dinámicamente dicho suministro de energía variable mediante el procesamiento del exceso de energía medida y de una energía deseada predeterminada

en la que dicho sistema de control de recuperación de energía ajusta de forma óptima la energía suministrada a dicha fuente de energía y dicho sistema de compensación del par reduce el par producido en dicho medio de arrastre, por medio de lo cual la combinación de dicho sistema de control de recuperación de energía y dicho sistema de compensación del par reduce el consumo de energía global de dicha bomba.

2. La bomba peristáltica de acuerdo con la reivindicación 1 en la que dicho medio de arrastre comprende:

un motor (2);

un conjunto de engranajes de reducción (6) conectado a dicho motor; y

un suministro de energía.

3. La bomba peristáltica de acuerdo con la reivindicación 2 en la que dicho motor es un motor paso a paso accionado por corriente continua, capaz de funcionar a una cadencia rotatoria fija con independencia de la carga.

4. La bomba peristáltica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3 en la que dicho elemento de acumulación de energía es un resorte mecánico (20).

5. La bomba peristáltica de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4 en la que dicho controlador comprende:

un detector de una cresta de voltaje dispuesto para controlar la energía utilizada por el motor; y

un detector de errores dispuesto para recibir la señal de voltaje, compararla con un valor predeterminado, y modificar la corriente suministrada al motor por el suministro de corriente de acuerdo con el resultado de la comparación.

6. La bomba peristáltica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 en la que dicho controlador comprende:

un microprocesador que proporciona una señal preajustada representativa de un nivel de energía deseado predeterminado; y

ES 2 317 858 T3

un detector de errores que compara una señal de error procedente de dicho transductor representativa del exceso de energía de dicho medio de arrastre con la señal preajustada procedente del microprocesador, y proporciona un resultado de la comparación de dicho suministro de energía variable para ajustar la energías suministrada a dicho medio de arrastre.

7. La bomba peristáltica de acuerdo con la reivindicación 6 en la que:

dicho medio de arrastre incluye una pluralidad de fases del motor y está adaptado para operar a una pluralidad de cadencias de bombeo;

dicho exceso de energía existente en dicho medio de arrastre se corresponde con una magnitud de la corriente medida para las fases del motor; y

dicho microprocesador incluye una memoria adaptada para contener una tabla de señales preajustadas como una función de la cadencia de bombeo.

8. La bomba peristáltica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en la que dicha energía deseada predeterminada es regulada por un usuario de dicha bomba para cada cadencia de bombeo específica.

9. Un procedimiento de control de la bomba de infusión peristáltica (1), con el fin de reducir dicho consumo de energía de la bomba, que comprende las etapas de:

la determinación de un valor de energía deseado;

la medición de un valor de exceso de energía ocasionado por la carga del par sobre un medio de arrastre (2);

el procesamiento de dicho valor de energía deseado predeterminado y de dicho valor de exceso de energía para constituir un nuevo valor; y

el ajuste de la energía suministrada a dicho medio de arrastre de acuerdo con dicho nuevo valor para reducir el consumo de energía global de la bomba.

10. El procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9, en el que dicho procedimiento comprende también las etapas de:

la provisión de al menos una leva de compensación (14) del par situada sobre un árbol de levas (4);

la provisión de al menos un palpador (24) de leva de compensación del par operativamente conectado a dicha leva de compensación del par; y

el suministro de un elemento de acumulación de energía (20) operativamente conectado a dicha leva de compensación del par, el cual traba con fuerza dicho palpador de leva de compensación del par contra dicha leva de compensación del par para reducir cualquier par producido por dicho medio de arrastre.

11. El procedimiento de acuerdo con las reivindicaciones 9 o 10 en el que la etapa de la determinación de un nivel de energía deseado incluye la obtención de un nivel de energía deseado a partir de una tabla de niveles de energía deseados contenidos en una memoria.

12. El procedimiento de acuerdo con una cualquiera de la reivindicaciones 9 a 11 en el que dicho procedimiento comprende también las etapas de:

la detección de un bloqueo del medio de arrastre;

la actualización de la tabla de los niveles de energía deseados en base a la aparición de un bloqueo de dicho medio de arrastre.

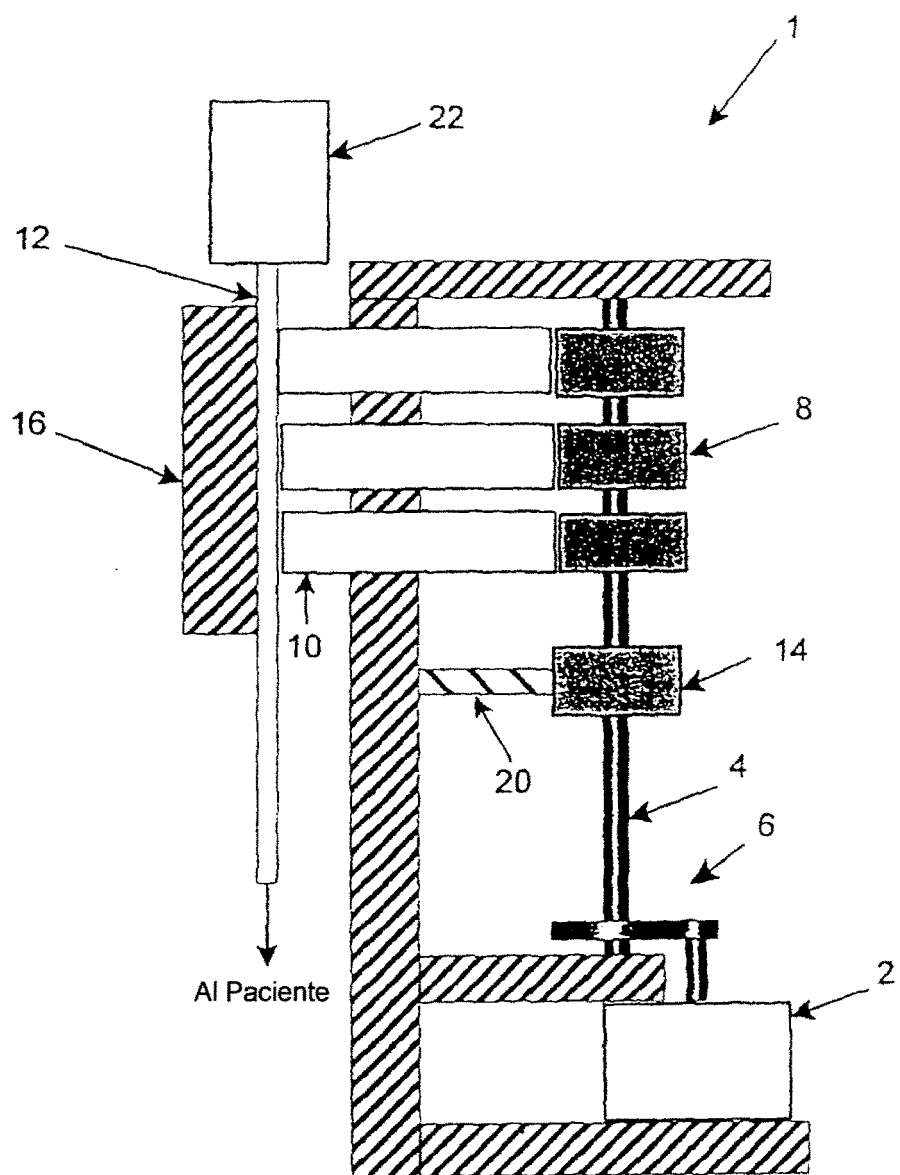


FIG. 1

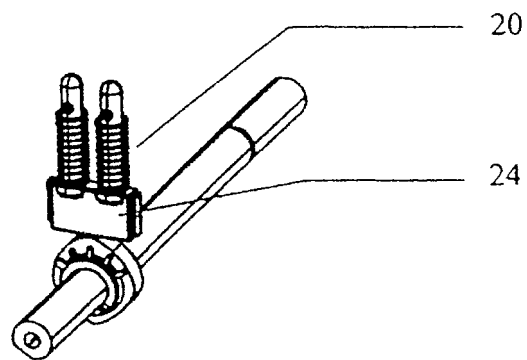


FIG. 2

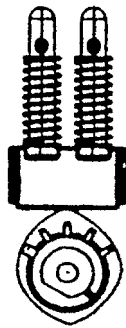


FIG. 3

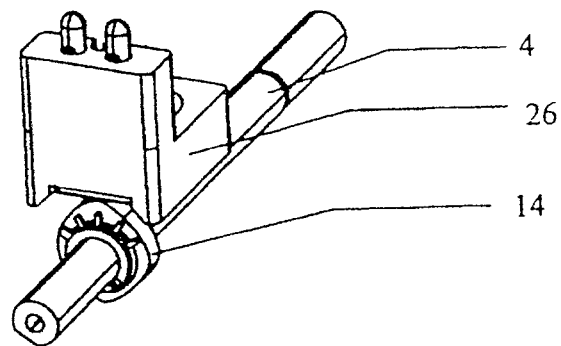


FIG. 4

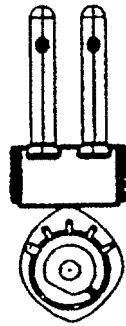


FIG. 5

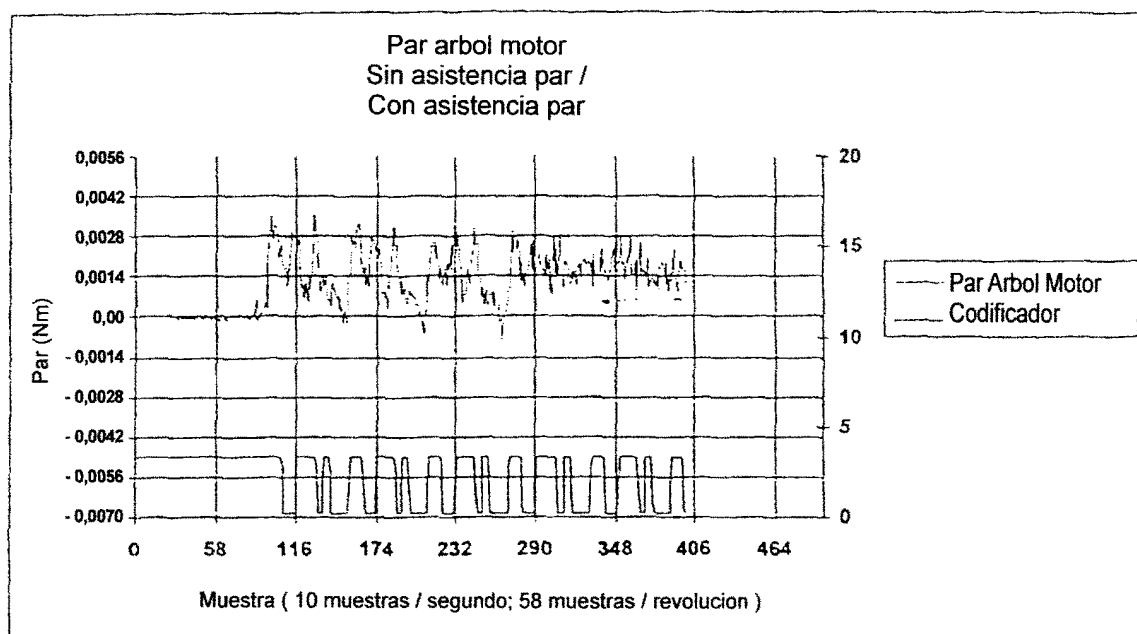


FIG. 6

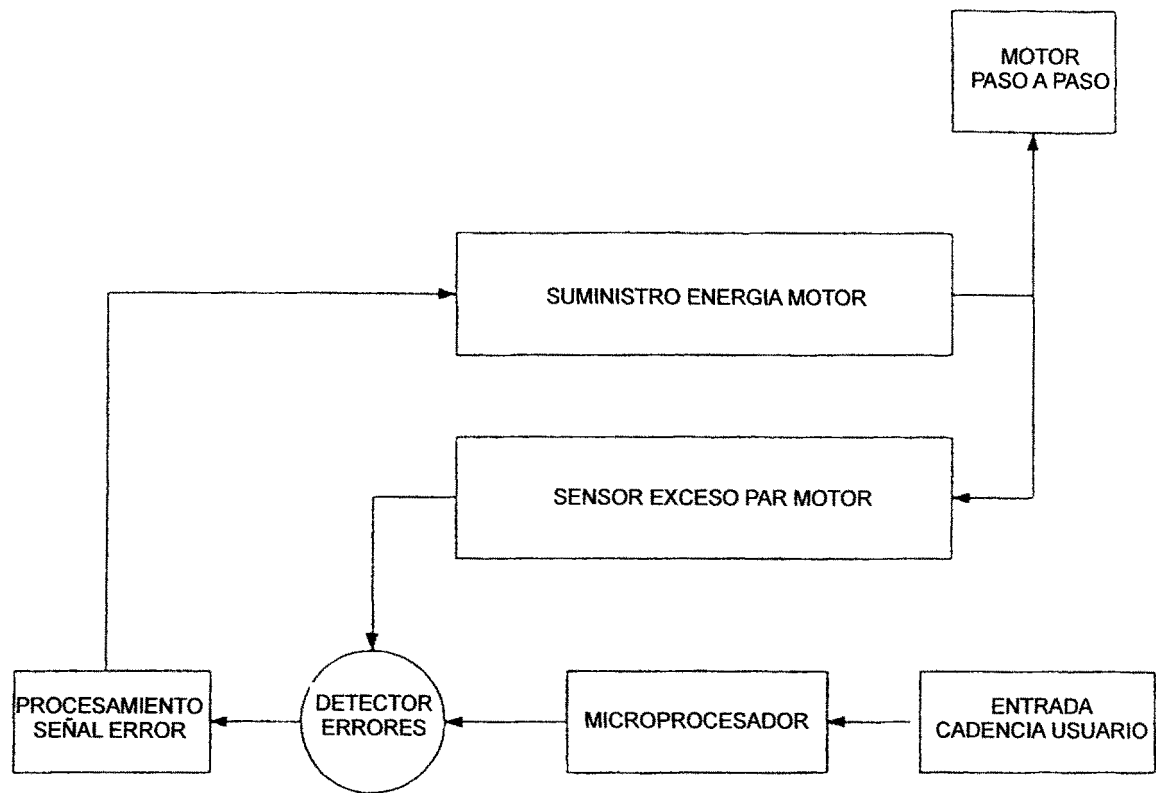


FIG. 7