



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 360 511**

51 Int. Cl.:

G05B 19/40 (2006.01)

H02P 8/22 (2006.01)

A61M 5/142 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **05724247 .1**

96 Fecha de presentación : **28.02.2005**

97 Número de publicación de la solicitud: **1741011**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **10.01.2007**

54 Título: **Sistema y método para controlar la corriente suministrada a un motor paso a paso.**

30 Prioridad: **17.03.2004 US 802180**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.06.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.06.2011

73 Titular/es: **BAXTER INTERNATIONAL Inc.**
One Baxter Parkway
Deerfield, Illinois 60015, US

72 Inventor/es: **Brundle, Alan;**
Allen, Tim y
Dao, Son

74 Agente: **Aznárez Urbieto, Pablo**

ES 2 360 511 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).

DESCRIPCION

Sistema y método para controlar la corriente suministrada a un motor paso a paso.

Campo de la Invención

- 5 En general, la presente invención se refiere a un sistema y a un método para controlar la corriente eléctrica suministrada para accionar un motor paso a paso. Más en particular, la invención se refiere a un sistema y a un método para suministrar una corriente eléctrica variable con el fin de accionar un motor paso a paso utilizado dentro de un dispositivo para suministros médicos, por ejemplo en una bomba de infusión.

Antecedentes de la Invención

- 10 Un motor paso a paso es un tipo de motor eléctrico que se mueve progresivamente, o por pasos, en lugar de girar suavemente como lo hace un motor eléctrico convencional. Típicamente, el tamaño del incremento se mide en grados y puede variar dependiendo de la aplicación. Por ejemplo, los incrementos pueden ser de 0,9 ó 1,8 grados, con 400 ó 200 incrementos, representando así un círculo completo. Además, la velocidad del motor viene determinada por el retardo temporal entre cada movimiento incremental.

- 15 En el interior de un motor paso a paso típico, grupos de bobinas producen campos magnéticos que interactúan con campos magnéticos permanentes. Las bobinas se conectan y desconectan en una secuencia específica de forma que el eje del motor gira el ángulo deseado. El motor típico puede funcionar en ambas direcciones (en el sentido de las agujas del reloj y al revés). Cuando las bobinas de un motor paso a paso reciben corriente, el eje del rotor gira hasta cierta posición y luego se mantiene ahí salvo o hasta que se aporte energía a distintas bobinas. A diferencia de un motor eléctrico convencional, el motor paso a paso resiste el par externo aplicado al eje una vez éste está en reposo con la corriente aplicada. Habitualmente esta resistencia se denomina par de retención.

- 20 El par de retención de un motor paso a paso no es constante con la posición, sino que varía a medida que el eje se desplaza de una posición de paso completo a la siguiente. Esta variación está provocada por el par de parada que se suma y resta del par inducido eléctricamente a medida que se desplaza el eje del motor. El par de parada puede aproximarse mediante un par sinusoidal que se repite cada paso completo del motor. La magnitud de la corriente resultante determina el par disponible a partir del motor.

- 25 Un motor paso a paso se caracteriza también por el par de carga. Con el fin de evitar una pérdida de paso, para superar el par de carga se debe aplicar una corriente eléctrica suficiente. Sin embargo, el par de carga puede variar considerablemente durante un ciclo de bombeo cuando se utiliza el motor en el interior de una bomba de infusión. La pérdida de paso puede provocar que el motor se cale. Para recuperarse del calado de motor, puede ser necesario que se vuelva a poner en marcha el motor a una velocidad inferior a la que tuvo lugar el calado y luego acelerarlo hasta la velocidad original. Este procedimiento de rearmado requiere una corriente más alta para producir el par. Este par más alto gasta energía.

- 30 Como será apreciado por los especialistas en la técnica, la resolución de paso completo del motor paso a paso puede aumentarse mediante la aplicación de corrientes a las bobinas del motor en proporciones tales que el motor se posiciona en algún punto entre las posiciones de parada de paso completo. Así, en un motor paso a paso de dos fases, la activación de ambas bobinas dará como resultado que el motor se posicione a medio camino entre dos posiciones de paso completo adyacentes. Esto se denomina medio paso. Un paso completo se puede subdividir además mediante la aplicación de una corriente que es el seno de la posición requerida hacia una fase y el coseno de la posición requerida hacia la otra fase. Esto se denomina micropaso. El par del motor es función de la suma vectorial de las corrientes aplicadas a cada fase, sin tener en cuenta el tipo de accionamiento.

Por ejemplo en los documentos US 6208107 y US 4855660 se describen motores paso a paso de dos fases controlados que utilizan microcontroladores y tablas para su consulta.

- 35 Tal como se ha indicado anteriormente, una de las aplicaciones de un motor paso a paso es controlar una bomba de infusión, tal como una bomba volumétrica o peristáltica. Las bombas de infusión se utilizan para administrar medicamentos líquidos a pacientes de forma automática. El medicamento líquido es suministrado desde una fuente de medicamento y se administra al paciente mediante un catéter u otro dispositivo de inyección.

- 40 Un tipo común de bomba volumétrica para fluidos intravenosos produce un flujo peristáltico tal como el que se describe en la patente de Estados Unidos Nº 5.842.841. En el interior de este tipo de bomba, un tubo de plástico que va desde la bolsa o botella en el puesto de goteo hasta la aguja intravenosa (es decir, el 'conjunto donante' o 'conjunto de goteo') pasa por una entrada especial en la que se ve ocluido entre una fila de uñas que se desplazan por un mecanismo de leva oprimiendo hacia adelante el punto cerrado.

- 45 Sin embargo, el tubo se deforma repetidas veces de forma idéntica, por ello destruyendo con el paso del tiempo sus propiedades de recuperación elástica de forma que éste mantiene un aspecto comprimido. Esta destrucción de las propiedades de recuperación elástica del tubo resulta en un cambio pronunciado con el tiempo del rendimiento volumétrico de la bomba.

Hoy día, existe el deseo de hacer funcionar las bombas de infusión y otros dispositivos médicos utilizando una batería como fuente de energía. Así, la conservación de la energía es una característica importante para hacer funcionar los dispositivos médicos accionados por baterías durante un período de tiempo prolongado.

Sumario de la Invención

5 La presente invención proporciona un método para accionar el motor de una bomba de infusión según la reivindicación 1 y un sistema según la reivindicación 10.

La presente invención consiste en un sistema y un método para controlar la corriente de entrada al motor paso a paso de una bomba de infusión basado en los requisitos de par predeterminados. El sistema incluye un controlador de motor y una memoria, por ejemplo una memoria no volátil, que contiene los valores del par de carga esperados en todo el ciclo de bombeo. Sensible a los valores del par de carga esperados, el controlador del motor proporciona al motor 10 paso a paso una corriente eléctrica variable para superar el par de carga en cada punto del ciclo de bombeo. Se pueden considerar también otros factores para la variación de la corriente eléctrica. Estos factores incluyen, sin limitarse a los mismos, la temperatura, la presión y el tiempo de operación transcurrido.

15 Otras características y ventajas de la invención se evidenciarán a partir de la especificación siguiente conjuntamente con las siguientes figuras.

Breve Descripción de las Figuras

Figura 1: esquema eléctrico simplificado en forma de diagrama de bloques de un sistema para controlar la corriente eléctrica suministrada a un motor paso a paso de acuerdo con la presente invención;

20 Figura 2: diagrama de flujo simplificado que ilustra un método para controlar la corriente eléctrica suministrada a un motor paso a paso de acuerdo con la presente invención;

Figura 3: diagrama de flujo simplificado que ilustra otra realización de un método para controlar la corriente eléctrica suministrada a un motor paso a paso de acuerdo con la presente invención;

Figura 4: diagrama de flujo simplificado que ilustra una modificación del método descrito en la Figura 3; y

Figura 5: diagrama de flujo simplificado que ilustra todavía otra modificación del método descrito en la Figura 3.

25 Descripción Detallada de la Realización Preferente

Aunque la presente invención es susceptible de múltiples y variadas realizaciones, en las figuras se muestra y se describe detalladamente una realización preferente de la invención, quedando bien entendido que la presente descripción se debe considerar como un ejemplo de los principios de la invención y que no pretende limitar el amplio aspecto de la invención con respecto a la realización ilustrada.

30 Volviendo a la Figura 1, se describe un esquema eléctrico simplificado en forma de diagrama de bloques de un sistema para controlar la corriente eléctrica suministrada a un motor paso a paso de acuerdo con la presente invención. El sistema 10 incluye un motor paso a paso 12, un actuador de corriente del motor 14, un controlador de bomba de infusión 16, una memoria 18, un sensor de temperatura 20, un sensor de contrapresión 22, un sensor de posición del motor 24, un reloj 26, una entrada de datos 28 y una fuente de energía (no mostrada). Como será apreciado por los 35 especialistas en la técnica, cada bloque de la Figura 1 incluye un sistema de circuitos eléctricos destinados a desempeñar una función o tarea tal como se describe aquí.

En una realización, el motor paso a paso 12 es un motor paso a paso convencional utilizado en una bomba de infusión. En consecuencia, el motor paso a paso 12 está conectado de manera operativa a una o varias estructuras mecánicas (no mostradas) para controlar mecánicamente el suministro de fluido a un paciente (no mostrado). Tal como 40 será apreciado por el especialista en la técnica, las estructuras mecánicas utilizadas dentro de dichas bombas de infusión son bien conocidas en la técnica. Por lo tanto, tales estructuras no se tratan aquí en profundidad.

La corriente eléctrica para accionar el motor paso a paso 12 es suministrada por el actuador de corriente del motor 14 de diseño convencional. En respuesta a la señal 30 de accionamiento por motor proporcionada por el controlador del motor 16, el actuador de corriente del motor 14 suministra corriente eléctrica para accionar el motor paso 45 a paso 12.

La señal 30 de accionamiento por motor puede ser una señal digital o analógica que contiene información sobre los datos referentes a la cantidad de corriente eléctrica que ha de ser suministrada por el actuador de corriente del motor 14 para accionar el motor paso a paso 12. Por ejemplo, la señal de accionamiento por motor 30 puede ser una 50 señal digital de cuatro bits en la que: un dígito binario "0" resulta en que el actuador de corriente 14 no proporciona corriente eléctrica al motor paso a paso 12; un dígito binario "1111" (es decir, el decimal 15) resulta en que el actuador de corriente proporciona la máxima corriente eléctrica al motor paso a paso; y los valores binarios situados entre "0" y "15" resultan en que el actuador de corriente proporciona incrementos crecientes constantes o varía el incremento creciente en la corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso 12. En otro ejemplo, la señal de accionamiento por motor 30 puede ser una señal analógica de 0 a 5 voltios en la que: aproximadamente 0 voltio resulta en que el actuador 55 de corriente 14 no proporciona corriente eléctrica al motor paso a paso 12; un voltaje de aproximadamente 5 voltios

resulta en que el actuador de corriente proporciona la máxima corriente eléctrica al motor paso a paso; y los valores analógicos situados entre 0 y 5 voltios resultan en que el actuador de corriente 14 proporciona el aumento o la reducción correspondientes en la corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso 12.

5 Como será apreciado por el especialista en la técnica, el actuador de corriente 14 está conectado de forma operativa a una alimentación de energía convencional (no mostrada) para suministrar corriente eléctrica al motor paso a paso 12. A su vez, la alimentación de energía puede estar conectada de forma operativa a una fuente de voltaje alterno (por ejemplo un enchufe de pared convencional de 120 VAC), una batería o similar.

10 Como respuesta a una o varias entradas, el controlador del motor 16 proporciona al actuador del motor 14 la señal de accionamiento por motor 30. Estas entradas al controlador del motor 16 pueden incluir, pero no se limitan a, los datos proporcionados por: la memoria 18, el sensor de temperatura 20, el sensor de contrapresión 22, el sensor de posición del motor 24, el reloj 26 y la entrada 28.

15 Como respuesta a las entradas, el controlador del motor 16 hace funcionar el motor paso a paso 12 con una corriente eléctrica suficiente para evitar una pérdida de paso y, por tanto, una posible parada del motor. Sin embargo, la cantidad de corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso 12 por el controlador del motor 16 se basa en la necesidad (es decir, la corriente eléctrica es variable), en lugar de tan sólo fijarse a un amperaje constante.

El cuándo y cómo funciona el motor paso a paso 12 viene determinado por la entrada de datos 28 introducidos típicamente por medios manuales o remotos. En consecuencia, la entrada de datos 12 puede consistir en datos o información referente, por ejemplo, a los tiempos de los ciclos y al caudal que ha de ser suministrado por la bomba de infusión.

20 Generalmente, la memoria 18 proporciona al controlador del motor 26 los datos para caracterizar el par de carga a través de todo el ciclo de bombeo. En particular, la memoria 18 incluye los datos correspondientes a la cantidad de corriente eléctrica que el motor paso a paso 12 debería recibir en base a una o más variables o factores. Tal como se describe a continuación, estas variables o factores pueden incluir temperatura, contrapresión, posición del motor y duración de la operación. En consecuencia, el controlador del motor recibe información o datos referentes a las variables, el controlador del motor compara o procesa entonces la información recibida con los datos proporcionados por la memoria 18 y luego genera una señal de accionamiento por motor 30 correspondiente para hacer funcionar el motor paso a paso 12.

30 En una realización, el sensor de temperatura 20 es convencional en su operación y diseño. El sensor 20 proporciona al controlador del motor 16 informaciones o datos referentes a la temperatura ambiente alrededor del sistema 10. Como será apreciado por el especialista en la técnica, el tubo típico utilizado dentro de un conjunto de IV para aplicar medicación vía intravenosa será cada vez más difícil de manipular por la bomba de infusión a medida que disminuye la temperatura. Por tanto, en respuesta a los datos proporcionados por la memoria 18 y el sensor de temperatura 20, el controlador del motor 16 aumenta la cantidad de corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso 12 a medida que la temperatura disminuye. Del mismo modo, el controlador del motor 16 reduce la cantidad de corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso 12 a medida que la temperatura aumenta. Además, cuando se arranca la bomba, el controlador del motor 16 suministra corriente eléctrica para hacer funcionar el motor paso a paso 12, basándose la cantidad de corriente eléctrica, al menos en parte, en la información recibida por el sensor de temperatura 20.

40 El sensor de contrapresión 22 es convencional en su operación y diseño. El sensor 22 proporciona al controlador del motor 16 informaciones o datos referentes a la contrapresión (por ejemplo, la presión distal) que resiste la presión hacia adelante generada por la bomba de infusión al aplicar la medicación vía intravenosa. En consecuencia, en respuesta a los datos proporcionados por la memoria 18 y el sensor de contrapresión 22, el controlador del motor 16 aumenta la cantidad de corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso 12 a medida que aumenta la contrapresión. De forma similar, el controlador del motor 16 reduce la cantidad de corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso 12 a medida que disminuye la contrapresión. Además, cuando se arranca la bomba, el controlador del motor 16 suministra corriente eléctrica para hacer funcionar el motor paso a paso 12, basándose la cantidad de corriente eléctrica, al menos en parte, en la información recibida por el sensor de contrapresión 22.

50 El sensor de posición del motor 24 es convencional en su operación y diseño. El sensor de posición del motor 24 proporciona al controlador del motor 16 informaciones o datos referentes a la posición del motor paso a paso 12. Como tal, en respuesta a los datos proporcionados por la memoria 18 y el sensor de posición 24, el controlador del motor 16 aumenta o reduce la cantidad de corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso 12 basándose en los incrementos o reducciones, respectivamente, de la cantidad de par de retención. Asimismo, cuando se arranca la bomba, el controlador del motor 16 suministra corriente eléctrica para hacer funcionar el motor paso a paso 12, basándose la cantidad de corriente eléctrica, al menos en parte, en la información referente a la posición del motor.

55 El reloj 26 proporciona al controlador del motor 26 informaciones o datos para indicar o medir el tiempo. Como será apreciado por el especialista en la técnica, las propiedades de recuperación elástica del tubo IV se reducen a medida que el tubo se deforma repetidas veces por la bomba de infusión durante el suministro de medicación intravenosa. Por tanto, el tubo es más cómodo para manipular la bomba de infusión con el tiempo. Sin embargo, el rendimiento energético de los motores paso a paso se reduce típicamente a medida que envejecen los motores.

En respuesta a los datos proporcionados por la memoria 18 y el reloj 26, el controlador del motor 16 reduce la cantidad de corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso 12 a medida que el tubo instalado dentro de la bomba envejece. Sin embargo, el controlador del motor 16 aumenta la cantidad de corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso 12 a medida que el motor paso a paso envejece.

5 Aunque el reloj en la Figura 1 se muestra en forma de bloque separado del controlador del motor 16, el reloj se puede integrar en el controlador del motor. Por ejemplo, el controlador del motor puede ser una unidad de procesamiento central o un microcontrolador con un reloj interno. Además, es preferente que la memoria 18 sea no volátil y pueda estar separada del controlador del motor, tal como se muestra en la Figura 1, o esté integrada en el controlador del motor.

10 En una realización, la corriente eléctrica suministrada al motor paso a paso puede expresarse mediante la fórmula siguiente:

Corriente Eléctrica Total Suministrada al Motor Paso a Paso = Corriente Eléctrica Inicial de Operación Basada en la Entrada de Datos Introducidos 28 + Aumento Incremental o Reducción de la Corriente Eléctrica Basada en los Datos Procedentes del Sensor de Temperatura 20 + Aumento Incremental o Reducción de la Corriente Eléctrica Basada en los Datos Procedentes del Sensor de Contrapresión 22 + Aumento Incremental o Reducción de la Corriente Eléctrica Basada en los Datos Procedentes del Sensor de Posición del Motor 24 + Aumento Incremental o Reducción de la Corriente Eléctrica Basada en el Tiempo Transcurrido Durante el Cual el Tubo Ha Sido Manipulado Por el Motor 12 + Aumento Incremental o Reducción de la Corriente Eléctrica Basada en el Tiempo Transcurrido Durante el Cual Ha Sido Operado el Motor Paso a Paso 12.

20 Sin embargo, tal como serás apreciado por el especialista en la técnica, cualquiera de los factores anteriores de la fórmula anterior puede modificarse y/u omitirse.

La Figura 2 es un diagrama simplificado que ilustra un método de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la Figura 2, el método empieza por el paso 100 y continúa con el paso 110, en el que se determina una posición en el ciclo de bombeo. En un ejemplo de realización, la posición en la secuencia de bombeo es una coordenada temporal en relación con el inicio de un ciclo de bombeo. En otro ejemplo de realización, la posición en el ciclo de bombeo es una coordenada temporal en relación con el inicio de un ciclo de bombeo completo. En otro ejemplo de realización, la posición en el ciclo de bombeo es una coordenada temporal en relación con el comienzo de la utilización de un conjunto IV para una sesión única. En otro ejemplo de realización, la posición en el ciclo de bombeo es una coordenada temporal en relación con el comienzo de utilización del dispositivo.

30 A continuación, en el paso 120, se determina el valor de la corriente eléctrica correspondiente a la posición en la secuencia de bombeo. En una realización, el valor de la corriente eléctrica se almacena en una base de datos que relaciona la posición en la secuencia de bombeo con un valor de corriente eléctrica correspondiente. Tal como se ha indicado anteriormente, la base de datos puede ser almacenada en una memoria prevista en una bomba médica.

Después, en el paso 130, la corriente eléctrica se aplica al motor paso a paso en un valor determinado en el paso 120. Finalmente, en el paso 140, el método finaliza.

La Figura 3 es un diagrama simplificado que ilustra otra realización de un método de acuerdo con la presente invención. Como se muestra en la Figura 3, el método empieza por el paso 200 y continúa por el paso 210, en el que se determina un caudal. El caudal determinado es una medida del flujo instantáneo de líquido a través de una bomba accionada por un motor paso a paso. En un ejemplo de realización, el caudal determinado es almacenado en un registro de ordenador o memoria para su uso posterior. En otro ejemplo de realización, el caudal determinado se almacena en una base de datos para su uso posterior.

A continuación, en el paso 220, similar al paso 110 de la Figura 2, se determina una posición en el ciclo de bombeo. Después, en el paso 230, se determina el valor de la corriente eléctrica basado en dos parámetros. El primer parámetro es la posición en el ciclo de bombeo tal como se determina en el paso 240. El segundo parámetro es el caudal determinado en el paso 210. En un ejemplo de realización, la posición en el ciclo de bombeo se recupera de una tabla de la base de datos almacenada en la memoria del ordenador o del sistema.

Después, en el paso 240, se determina o aproxima la temperatura del conjunto IV. Entonces, en el paso de toma de decisiones 250, se determina si el valor de la corriente eléctrica determinado en el paso 230 debe ser modificado de acuerdo con la temperatura determinada en el paso 240. En otra realización, esta determinación se realiza en base a los resultados de un algoritmo que relaciona el valor de la corriente eléctrica a la lectura de la temperatura actual con el valor de la corriente eléctrica a una lectura de temperatura estándar. En otra realización, esta determinación se realiza en base a los valores almacenados en una o varias tablas de bases de datos que relacionan la temperatura con los valores de corriente eléctrica.

Si se debe cambiar el valor de la corriente eléctrica en base a la temperatura determinada en el paso 240, entonces se determina un cambio en el valor de corriente eléctrica en el paso 260 y luego el procesamiento continúa con el paso 270. Sin embargo, si el valor de corriente eléctrica no va a cambiar en base a la temperatura determinada en el paso 240, entonces el procesamiento continúa directamente con el paso 270.

En el paso 270 se determina la presión distal. En una realización, la presión distal es la contrapresión que resiste la presión hacia adelante generada por la bomba. El procesamiento continúa entonces con el paso 280, en el

que se determina si el valor de corriente eléctrica va a ser modificado de nuevo según la presión distal determinada en el paso 270. En una realización, esta determinación se realiza en base a los resultados de un algoritmo que relaciona el valor de la corriente eléctrica a la lectura de la presión distal con el valor de la corriente eléctrica a una lectura de presión distal estándar. En otra realización, esta determinación se realiza en base a los valores almacenados en una o varias tablas de bases de datos que relacionan la presión distal con los valores de corriente eléctrica.

Si el valor de corriente eléctrica debe ser cambiado en base a la presión determinada en el paso 270, entonces el procesamiento continúa con el paso 290. En el paso 290, el valor de la corriente eléctrica se establece en un valor de corriente apropiado a todos los valores determinados, incluida la presión distal. El procesamiento continúa entonces con el paso 300. Sin embargo, si el valor de la corriente eléctrica no va a cambiar en base a la temperatura determinada en el paso 270, entonces el procesamiento continúa directamente con el paso 300. En el paso 300, se aplica la corriente eléctrica al motor paso a paso en el valor determinado en uno o más de los pasos 230, 260 ó 290. Finalmente, en el paso 310, el método finaliza.

La Figura 4 es un diagrama simplificado que ilustra una modificación del método descrito en la Figura 3. En la Figura 4, el valor de corriente eléctrica determinado en el método de la Figura 3 se determina además con referencia al tiempo transcurrido de una sesión del motor de la bomba de infusión volumétrica.

Específicamente, tal como se ha establecido anteriormente, el método de la Figura 3 incluye pasos donde: en el paso 210 se determina el caudal; en el paso 220 se determina la posición del motor en el ciclo de bombeo; en el paso 240 se determina o aproxima la temperatura del conjunto IV; y en el paso 270 se determina la presión distal. A continuación, en el paso 240, se determina una posición en el ciclo de bombeo. Luego, en el paso 250, se determina un valor de la corriente en base a la posición en el ciclo de bombeo tal como se determina en el paso 240, así como el caudal según se determina en el paso 210.

A continuación, se toman decisiones donde: en el paso 230, se determina el valor de la corriente eléctrica en base al caudal y la posición del motor paso a paso; en el paso 250, se determina si el valor de corriente eléctrica debe ser modificado en base a la información de la temperatura; y, en el paso 280, se determina si el valor de la corriente debe ser modificado en base a la información de la presión.

En la Figura 4 se proporciona un paso adicional 320 en el que se determina el tiempo transcurrido desde una sesión del motor de la bomba de infusión volumétrica. En una realización, se sondea un reloj basado en un microprocesador para determinar el tiempo transcurrido. La operación continúa con el paso de toma de decisiones 330, en el que se determina si se modifica el valor de la corriente eléctrica para justificar cualquier cambio en el par debido a factores relacionados con el tiempo. Si en el paso 330 se decide modificar la corriente eléctrica, entonces el procesamiento continúa con el paso 340. En consecuencia, en el paso 340, el valor de la corriente se establece a un valor de corriente apropiado a todos los valores determinados, incluido el tiempo transcurrido. En una realización, la determinación del valor de la corriente apropiado al tiempo transcurrido se realiza mediante la aplicación de un algoritmo dependiente del tiempo a un valor de corriente predeterminado apropiado a todos los demás valores determinados. En otra realización, la determinación del valor de corriente apropiado al tiempo transcurrido se realiza preguntando a una base de datos que contiene una tabla que relaciona los valores de corriente con el tiempo transcurrido. El procesamiento continúa entonces con el paso 300.

Si se determina en el paso 330 que no se debe modificar la corriente eléctrica, entonces el procesamiento continúa con el paso 300. En el paso 300, se aplica al motor paso a paso la corriente al valor de corriente determinado por el método de las Figuras 3 y 4. Finalmente, en el paso 310, el método finaliza.

La Figura 5 es un diagrama simplificado que ilustra todavía otra modificación del método ilustrado en la Figura 3. En la Figura 5, el valor de la corriente eléctrica determinado en el método de la Figura 3 se determina además con referencia a la edad del motor de la bomba de infusión volumétrica.

Específicamente, en la Figura 5 se proporciona un paso adicional 350 en el que se determina la edad del motor de la bomba de infusión volumétrica. En una realización, la edad del motor de la bomba de infusión volumétrica es la suma del tiempo transcurrido desde cada sesión del motor de bomba de infusión volumétrica. En otra realización, la edad del motor de la bomba de infusión volumétrica es el tiempo transcurrido desde un evento calificativo predefinido. En una realización, un evento calificativo predefinido es un sello fechador que indica un primer uso de una bomba de infusión volumétrica. En otra realización, un evento calificativo redefinido es un sello fechador que indica la fecha y la hora de un evento de fábrica, por ejemplo la fecha y la hora de construcción de la bomba de infusión volumétrica o la fecha y la hora de finalización del proceso de control de calidad para una bomba de infusión volumétrica.

En una realización, la edad del motor de la bomba de infusión volumétrica se almacena en una base de datos. En una realización, la edad se asocia a un identificador para un motor de bomba de infusión volumétrica específico.

A continuación, en el paso de toma de decisiones 360, se determina si se debe modificar el valor de la corriente eléctrica para justificar cualquier cambio en el par debido a factores relacionados con la edad, tales como incrementos o reducciones en la fricción, tolerancias y similares. Estos factores de la edad, si se desea, se pueden adaptar sólo al fabricante del motor. Además, los valores de cualquier modificación de la corriente eléctrica tal como se ha expuesto anteriormente pueden incluir el hecho de tener en cuenta las características únicas del motor, por ejemplo las especificaciones del fabricante y del motor.

5 Si se determina en el paso 360 que se debe modificar la corriente eléctrica, entonces el procesamiento continúa con el paso 370. En consecuencia, en el paso 370, el valor de corriente eléctrica se establece en un valor apropiado a todos los valores determinados, incluida la edad de la bomba de infusión volumétrica. En una realización, la determinación del valor de la corriente apropiado al tiempo transcurrido se realiza mediante la aplicación de un algoritmo dependiente de la edad al valor de la corriente apropiado a todos los demás valores determinados. En otra realización, la determinación del valor de la corriente apropiado a la edad de la bomba de infusión volumétrica se determina preguntado a una base de datos que contiene una tabla que relaciona los valores de corriente con la edad de una bomba de infusión volumétrica. El procesamiento continúa entonces con el paso 300.

10 Si se determina en el paso 360 que no se debe modificar la corriente eléctrica, entonces el procesamiento continúa con el paso 300. En el paso 300, la corriente con un valor de corriente determinado por el método de la Figura 3 se aplica al motor paso a paso. Finalmente, en el paso 310, el método finaliza.

15 En todavía otra realización, el valor de la corriente eléctrica determinado en el método de la Figura 3 se recalcula además con referencia al voltaje proporcionado por una batería dentro de la bomba de infusión, que suministra energía eléctrica a la bomba. En una realización, se modifica la cantidad de corriente suministrada al motor y, en particular, se incrementa cuando el potencial de voltaje de la batería cae debajo de un nivel nominal. Además, se modifica la cantidad de corriente suministrada al motor y, en particular, se reduce, cuando el potencial de voltaje de la batería sube por encima de un nivel nominal.

REIVINDICACIONES

1. Método para accionar un motor de bomba de infusión (12) que comprende los pasos de:
 - determinar una posición en un ciclo de bombeo con un sensor de posición (24);
 - determinar un caudal; y
- 5 hacer variar un valor de corriente eléctrica para accionar el motor paso a paso de la bomba de infusión en respuesta, al menos en parte, a la posición en el ciclo de bombeo y al caudal, donde la posición en el ciclo de bombeo y el valor de la corriente eléctrica están relacionados entre sí en una base de datos.
2. Método según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende además la modificación del valor de la corriente eléctrica con referencia a un voltaje proporcionado por una batería dentro de la bomba de infusión.
- 10 3. Método según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado porque la posición en el ciclo de bombeo, el caudal y el valor de la corriente eléctrica son almacenados en una base de datos y porque la posición en el ciclo de bombeo y el caudal se relacionan con el valor de la corriente eléctrica.
4. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque comprende además el paso de modificar el valor de la corriente eléctrica en respuesta a información sobre la temperatura.
- 15 5. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque comprende además el paso de modificar el valor de la corriente eléctrica en respuesta a información sobre la presión distal.
6. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque comprende además el paso de modificar el valor de la corriente eléctrica en respuesta a un valor de tiempo transcurrido.
- 20 7. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque comprende además el paso de modificar el valor de la corriente eléctrica en respuesta a la edad del motor de la bomba de infusión.
8. Método según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque comprende además la etapa de operar a medio paso el motor de la bomba de infusión.
9. Método según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque comprende además el paso de operar a micro paso el motor de la bomba de infusión.
- 25 10. Sistema (10) que comprende:
 - un controlador de motor (16);
 - un motor paso a paso (12);
 - un sensor de posición del motor (24) para proporcionar una salida al controlador del motor que es sensible a cambios en la posición del motor paso a paso (12), teniendo dicho controlador del motor (16) una salida (30) sensible a la salida del sensor de posición del motor;
 - un actuador de corriente (14) que tiene una salida de corriente eléctrica sensible a la salida del controlador del motor, siendo sensible dicho motor paso a paso (12) a la salida del controlador del motor; y
 - una memoria que incluye los valores esperados del par de carga en todo el ciclo de bombeo y los datos correspondientes a la cantidad de corriente eléctrica que debe suministrarse al motor paso a paso en base a la posición del motor.
- 35 11. Sistema según la reivindicación 10, caracterizado porque el motor paso a paso (12) está en el interior de una bomba de infusión.
12. Sistema según la reivindicación 10 u 11, caracterizado porque la bomba de infusión prevé su operación con la energía de una batería.
- 40 13. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, caracterizado porque comprende además uno o varios sensores adicionales (20, 22, 24) con salidas, donde la salida del controlador del motor (16) es sensible a las salidas de los sensores.

- 14. Sistema según la reivindicación 13, caracterizado porque comprende un sensor adicional (20, 22, 24) con una salida que es sensible a los cambios de temperatura.
- 15. Sistema según la reivindicación 13 ó 14, caracterizado porque comprende un sensor adicional (20, 22, 24) con una salida que es sensible a los cambios de contrapresión.
- 5 16. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 15, caracterizado porque la memoria (18) incluye datos correspondientes a la cantidad de corriente eléctrica que debe recibir el motor paso a paso (12) en base a uno o varios de entre temperatura, contrapresión y duración de operación.
- 17. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 16, caracterizado porque la salida del controlador del motor (16) es sensible a los cambios de edad del tubo utilizado para administrar la medicación.
- 10 18. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 17, caracterizado porque la salida del controlador del motor (16) es sensible a los cambios de edad del motor paso a paso (12).
- 19. Sistema según cualquiera de las reivindicaciones 10 a 18, caracterizado porque el controlador (16) y la memoria se encuentran dentro de un microcontrolador.

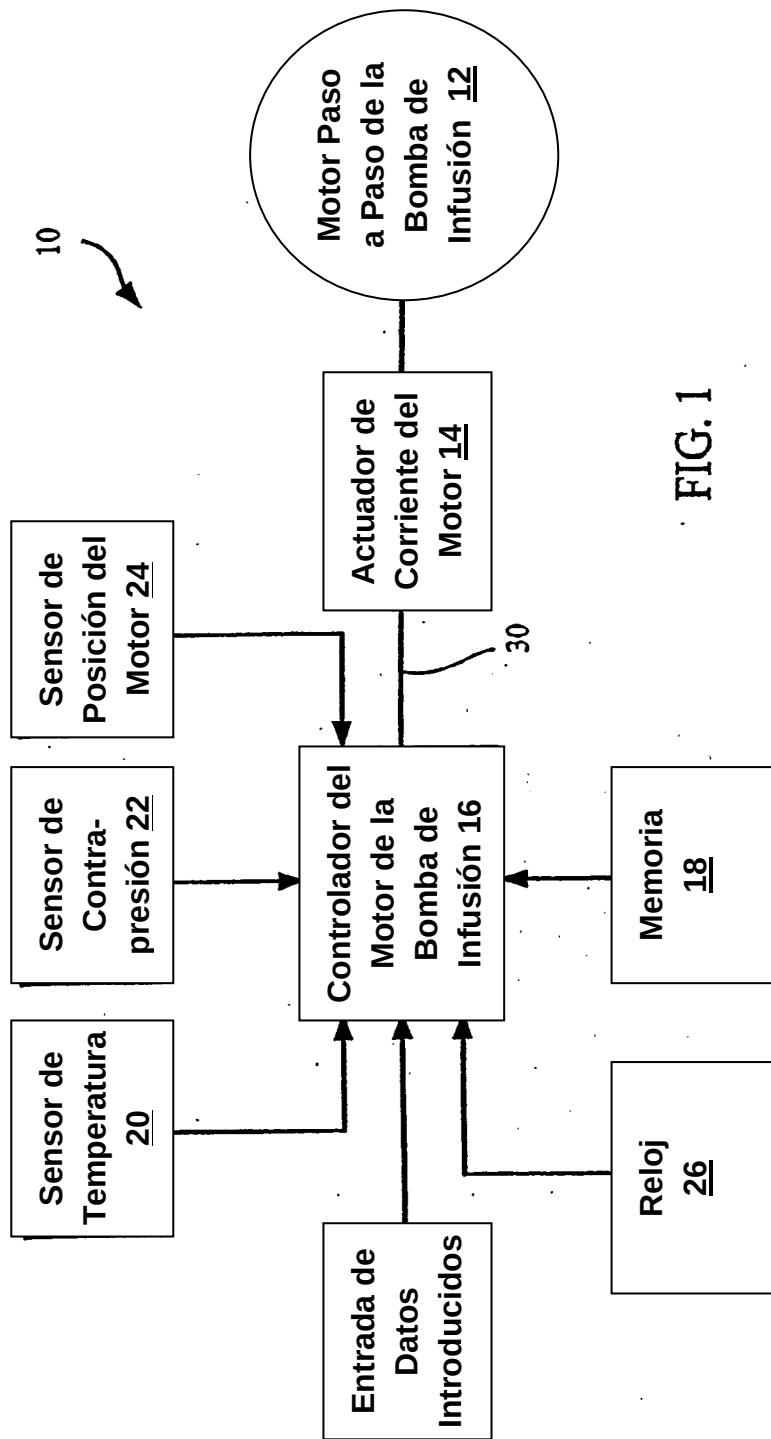


FIG. 1

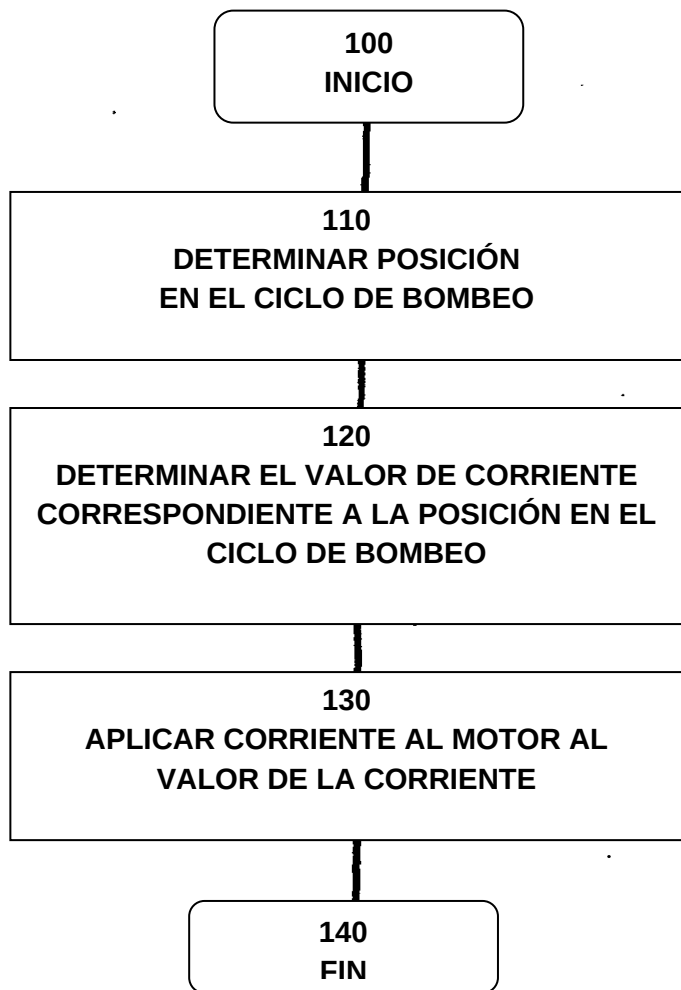


FIG. 2

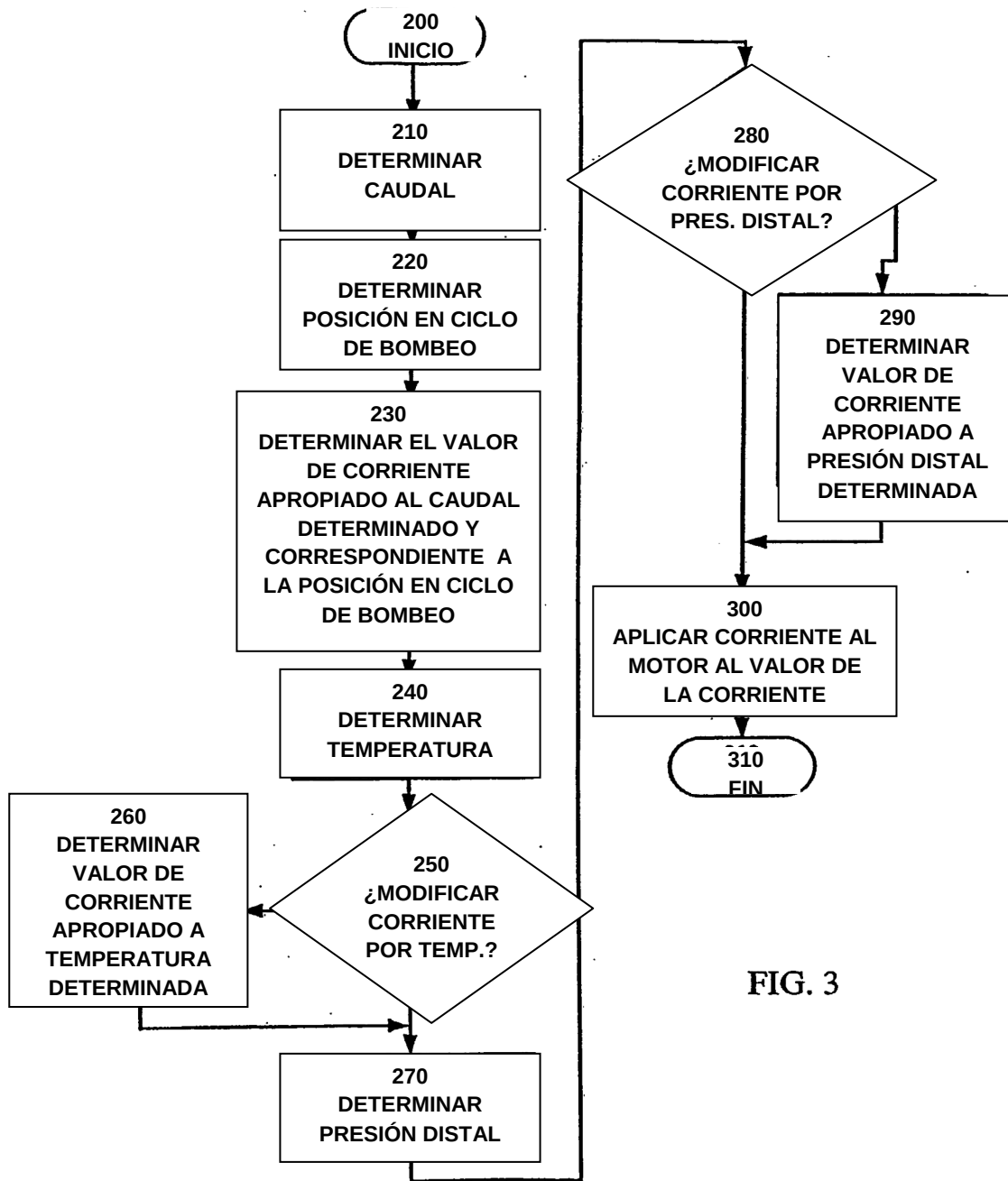


FIG. 3

