

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 996 107**

51 Int. Cl.:

A61B 17/34 (2006.01)

A61M 13/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **19.10.2018** **PCT/US2018/056704**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2019** **WO19099151**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **19.10.2018** **E 18877595 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2024** **EP 3713506**

54 Título: **Sistema para controlar el rendimiento de un trocar sellado neumáticamente**

30 Prioridad:

20.11.2017 US 201715817897

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

12.02.2025

73 Titular/es:

CONMED CORPORATION (100.00%)

**525 French Road
Utica, NY 13502, US**

72 Inventor/es:

**SILVER, MIKIYA y
KANE, MICHAEL J.**

74 Agente/Representante:

DÍAZ NUÑEZ, Joaquín

ES 2 996 107 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

Sistema para controlar el rendimiento de un trocar sellado neumáticamente

Referencia cruzada a una solicitud relacionada

5 [0001] Esta solicitud reivindica el beneficio de la prioridad de la Solicitud de Patente de EE.UU. n.º 15/817.897, presentada el 20 de noviembre.

Antecedentes de la invención

1. Campo de la invención

10 [0002] La presente divulgación se refiere a sistemas de suministro de gas para su uso con dispositivos de acceso quirúrgico, y más particularmente, a un sistema y método para controlar el rendimiento de un trocar sellado neumáticamente utilizado en procedimientos quirúrgicos endoscópicos o laparoscópicos.

2. Descripción de la técnica relacionada

15 [0003] Los trocates sellados neumáticamente tales como los divulgados por ejemplo en la Patente de EE.UU. de titularidad compartida n.º 7.854.724 y la Patente de EE.UU. n.º 8.795.223 pueden operarse a través de un sistema de control electromecánico. Dichos sistemas de control se describen, por ejemplo, en las Patentes de EE.UU. n.º 8.715.219, n.º 8.961.451 y n.º 9.295.490, respectivamente. Estos sistemas funcionan para crear y mantener un sello neumático o gaseoso dentro del trocar que crea un gradiente de presión definido para cirugías laparoscópicas o endoscópicas mínimamente invasivas. Los expertos en la técnica de estas cirugías (como un cirujano o una enfermera) pueden optar por presurizar (insuflar) una cavidad quirúrgica a una presión determinada con el fin de permitir una mejor visualización de la anatomía y otros beneficios de la insuflación.

20 [0004] A la hora de operar un trocar sellado neumáticamente mediante un sistema de control electromecánico, puede ser ventajoso modular la potencia neumática suministrada al trocar para variar sus características y/o comportamiento de rendimiento. Las diferencias de diseño y fabricación pueden permitir variaciones en la potencia neumática requerida para sellar un trocar sellado neumáticamente. Esto puede verse afectado por el diseño, la variabilidad de fabricación, el área de sellado requerida (es decir, un trocar de 5 mm frente a uno de 12 mm), la eficiencia, la resistencia y otros factores.

25 [0005] La potencia neumática requerida para sellar un trocar sellado neumáticamente también depende de la magnitud del gradiente de presión mantenido por el sello neumático. Por ejemplo, un equipo quirúrgico puede elegir insuflar a un paciente a 15 mmHg, lo que requiere que el sello neumático en un trocar sellado neumáticamente mantenga un gradiente entre 15 mmHg y la presión ambiente (0 mmHg). La potencia necesaria para mantener este sellado (gradiente) es mayor que la potencia necesaria para mantener un gradiente entre 10 mmHg y 0 mmHg, por ejemplo.

30 [0006] Además, durante el funcionamiento normal de un trocar sellado neumáticamente, cabe esperar que se produzcan alteraciones o perturbaciones periódicas. Estas pueden incluir, entre otras, cambios fisiológicos en la cavidad insuflada (por ejemplo, por la respiración o el movimiento muscular), fuerzas externas aplicadas a la cavidad insuflada (mediante la presión ejercida por un cirujano o instrumento quirúrgico contra la cavidad) o el paso de instrumentos o muestras a través del sello del trocar sellado neumáticamente.

35 [0007] Por lo tanto, un sistema de control electromecánico que opere un trocar sellado neumáticamente debe ser capaz de modular la potencia suministrada a ese trocar en tiempo real para responder a esas perturbaciones y mantener el sellado y el gradiente de presión según lo especificado. El sistema de control divulgado en la Patente de EE.UU. n.º 8.715.219 incluye una válvula de control electromecánica que modula la potencia neumática suministrada al trocar. En ese sistema, una bomba (típicamente accionada por CA, corriente alterna) sobre abastece el circuito neumático con presión y flujo de gas. La potencia neumática que se suministra al trocar sellado neumáticamente se modula mediante un sistema de control integrado que ajusta la válvula electromecánica.

40 [0008] Los expertos en la técnica de la ingeniería neumática o de sistemas apreciarán el diseño del circuito neumático, y el papel que desempeña esta válvula como válvula "H" o "by-pass". La bomba accionada por corriente alterna en ese modo de realización del sistema suministra una potencia de salida constante, y la posición de la válvula electromecánica controla el porcentaje de esa potencia que llega al trocar sellado neumáticamente y el porcentaje que se recicla de vuelta a la admisión de vacío de la bomba.

45 [0009] Los expertos en la técnica apreciarán fácilmente las ventajas de utilizar un sistema de control basado en CC frente a un sistema basado en CA para el control neumático de un trocar sellado neumáticamente, incluida una mayor eficiencia energética. Por lo tanto, sería beneficioso proporcionar un sistema de control que esté configurado para

modular la potencia neumática suministrada a un trocar sellado neumáticamente en tiempo real a través de una bomba accionada por CC, en lugar de una bomba accionada por CA.

[0010] El documento US 2015/290387 A1 divulga un dispositivo para irrigación y/o insuflación durante cirugía/procedimientos endoscópicos en una cavidad corporal, que comprende un primer dispositivo de bombeo de fluido para suministrar fluido a la cavidad corporal, un segundo dispositivo de bombeo de fluido para mover fluido desde la cavidad corporal, una unidad de control conectada al primer y/o segundo dispositivo de bombeo de fluido, un dispositivo de medición de la presión sanguínea, en el que la unidad de control deriva una señal de control basada en una señal del dispositivo de medición de la presión sanguínea, y envía la señal de control al primer dispositivo de bombeo de fluido y/o al segundo dispositivo de bombeo de fluido, en el que la señal de control se deriva procesando la señal procedente del dispositivo de medición de la presión sanguínea utilizando un factor de correlación en el dispositivo, dependiente de la relación entre una señal de medición de la presión sanguínea, y una presión de perfusión de la cavidad corporal, en el que el primer y/o el segundo dispositivo de bombeo de fluido controla la presión en la cavidad corporal basándose en la señal de control de la unidad de control.

[0011] El documento US 5 628 731 A divulga un sistema de irrigación para su uso en procedimientos endoscópicos para mantener y controlar el flujo de fluido de irrigación a un sitio de irrigación interno del cuerpo. El sistema incluye un conjunto de tubos que comprende líneas de entrada y salida y un cartucho (cassette), y un módulo de control de fluido que comprende una pista (race) y un mecanismo de bombeo que aprieta la línea de entrada del conjunto de tubos contra la pista para bombear fluido al sitio de irrigación. El cartucho incluye una abertura pasante que expone una porción de la línea de entrada a la pista y al mecanismo de bombeo, de modo que el cartucho simplemente mantiene la línea de entrada alineada con el mecanismo de bombeo, pero no es necesario que resista la fuerza de compresión del mecanismo de bombeo. El cartucho puede incluir una segunda abertura pasante que expone una porción de la línea de salida a un mecanismo de válvula para regular la presión independientemente del mecanismo de bombeo, y un mecanismo de alineación de ranura-borde (ribor-groove) para alinear la línea de entrada con el mecanismo de bombeo y la línea de salida con el mecanismo de válvula.

[0012] El documento US 5 630 799 A divulga un aparato para suministrar líquido a una cavidad corporal durante un procedimiento endoscópico que incluye un dispositivo de suministro de líquido de retroalimentación controlado en bucle inherentemente capaz de suministrar líquido a una presión sustancialmente constante y sustancialmente independiente del caudal de líquido suministrado por el dispositivo de suministro de líquido dentro de un rango de caudal relativamente amplio. También se divulga un cartucho de bomba (pump cassette) de plástico desechable que tiene una bomba de flujo de entrada en una carcasa, y una cánula operativa. El procedimiento quirúrgico se realiza con un control continuo de la presión de la cavidad corporal, independientemente del caudal de salida.

[0013] El documento US 2008/243054 A1 divulga un método y un dispositivo de regulación de la presión y visión para la irrigación de una cavidad corporal, en el que una bomba de líquido de entrada presuriza el líquido de irrigación en una línea de alimentación y en el que un dispositivo de salida o una fuente de succión externa drena el líquido de irrigación de la cavidad corporal a través de una tubería a un contenedor de residuos y en el que una unidad de control controla o la bomba de líquido de entrada únicamente o tanto la bomba de líquido de entrada como el dispositivo de salida en función de una presión de líquido de irrigación de entrada procedente de un sensor de presión, donde la primera unidad de control compara la presión y el flujo del líquido de irrigación con las presiones calculadas para que correspondan a la presión en la cavidad corporal para el flujo respectivo para un sitio quirúrgico nominal, y en el que la igualación entre los valores calculados y las presiones del líquido de irrigación de entrada se realiza alterando el efecto o de la bomba de líquido de irrigación únicamente o de la bomba de líquido de irrigación de entrada y/o del dispositivo de flujo de salida y/o de la válvula de cierre.

Resumen de la divulgación

[0014] La presente invención se define por el objeto de las reivindicaciones independientes. No se reivindican métodos de cirugía o tratamiento. La invención objeto de examen se dirige a un sistema nuevo y útil para controlar el rango de rendimiento de un trocar neumáticamente sellado durante un procedimiento quirúrgico endoscópico o laparoscópico. En un modo de realización de la invención, el sistema incluye un controlador para suministrar voltaje variable de CC a un motor de CC, un motor de CC conectado operativamente al controlador para accionar una bomba conectada operativamente a un trocar sellado neumáticamente, una bomba accionada por el motor de CC para hacer circular gas presurizado a través del trocar sellado neumáticamente, y un sensor para detectar parámetros de presión y/o flujo entre la bomba y el trocar para proporcionar una señal de control de retroalimentación al controlador de modo que el controlador pueda variar el voltaje suministrado al motor de CC para afectar la presión de salida y el flujo de la bomba. Preferiblemente, el sistema incluye además una fuente de voltaje de entrada de CA y un convertidor CA-CC para suministrar voltaje de CC al controlador.

[0015] En otro modo de realización de la presente invención, el sistema incluye un controlador para suministrar voltaje de CC variable a por lo menos un motor de CC, por lo menos un motor de CC conectado operativamente al controlador

para accionar por lo menos una bomba conectada operativamente a un trocar sellado neumáticamente, por lo menos una bomba accionada por el motor de CC para hacer circular gas presurizado a través del trocar sellado neumáticamente, y por lo menos un sensor para detectar los parámetros de presión y/o flujo entre la por lo menos una bomba y el trocar sellado neumáticamente para proporcionar por lo menos una señal de control de retroalimentación al controlador, de modo que el controlador pueda variar el voltaje suministrado al por lo menos un motor de CC para afectar al flujo y a la presión de salida de la por lo menos una bomba durante un procedimiento quirúrgico endoscópico o laparoscópico.

[0016] El por lo menos un sensor incluye un primer sensor para detectar parámetros de presión positiva y flujo entre la por lo menos una bomba y un puerto de entrada del trocar sellado neumáticamente para proporcionar una primera señal de control de retroalimentación al controlador y un segundo sensor para detectar parámetros de presión negativa y/o flujo entre la por lo menos una bomba y un puerto de salida del trocar sellado neumáticamente para proporcionar una segunda señal de control de retroalimentación al controlador.

[0017] En otro modo de realización, el por lo menos un motor de CC incluye por lo menos un primer motor de CC para accionar por lo menos una bomba de presión positiva conectada al trocar sellado neumáticamente y por lo menos un segundo motor de CC para accionar por lo menos una bomba de presión negativa conectada al trocar sellado neumáticamente. En este modo de realización, el por lo menos un sensor incluye un primer sensor para detectar los parámetros de presión positiva y/o flujo entre la bomba de presión positiva y un puerto de entrada del trocar sellado neumáticamente para proporcionar una primera señal de control de retroalimentación al controlador y un segundo sensor para detectar los parámetros de presión negativa y/o flujo entre la bomba de presión negativa y el puerto de salida del trocar sellado neumáticamente para proporcionar una segunda señal de control de retroalimentación al controlador.

[0018] En otro modo de realización de la divulgación, la por lo menos una bomba incluye al menos bombas primera y segunda dispuestas en paralelo y accionadas por el al menos un motor de CC. Se prevé que el controlador podría ser adaptado y configurado para controlar las bombas primera y segunda en el mismo o distintos niveles de salida para satisfacer distintos requisitos del sistema.

[0019] En aún otro modo de realización de la invención, el por lo menos un motor de CC y el convertidor de CA a CC se sustituyen por al menos un motor paso a paso sin escobillas, al menos un controlador de motor (*motor driver*) y un generador de impulsos, que funcionan juntos como un tipo de controlador de CC, aunque técnicamente la salida de potencia (*performance output*) no se controla únicamente modulando el voltaje de CC suministrado. Las salidas mecánicas y neumáticas de los componentes de este modo de realización se controlan precisamente mediante la modulación de la señal eléctrica, como en los modos de realización de motor de CC descritos anteriormente. Sin embargo, en este caso, en lugar de modular el voltaje de CC, los impulsos eléctricos controlados desde un generador de impulsos varían y se suministran a un controlador de motor (*motor driver*) que acciona un motor paso a paso sin escobillas.

[0020] Más particularmente, impulsos eléctricos de intensidad y longitud variable pueden ser utilizados para controlar la rotación precisa del motor paso a paso mediante movimientos de un campo magnético generado por imanes en el motor. Esto permitirá un control preciso del comportamiento del motor, así como un comportamiento de arranque/parada preciso y repetible.

[0021] La divulgación también se dirige a un método para controlar el rango de rendimiento de un trocar sellado neumáticamente. El método incluye los pasos de proporcionar una bomba para hacer circular gas presurizado a través de un trocar sellado neumáticamente, accionar la bomba mediante un motor de CC, y controlar el voltaje suministrado al motor de CC basándose en parámetros detectados del gas que fluye entre la bomba y el trocar sellado neumáticamente para afectar a la presión de salida y al flujo de la bomba durante un procedimiento quirúrgico laparoscópico. El método también incluye preferiblemente el paso de detectar los parámetros de presión y/o flujo del gas que fluye entre la bomba y el trocar sellado neumáticamente.

[0022] Estas y otras características del sistema y del método de control, así como la manera en que se emplea serán más fácilmente evidentes para los expertos en la técnica a partir de la siguiente descripción explicativa de los modos de realización preferidos de la invención objeto de examen tomada en conjunto con los diversos dibujos que se describen a continuación.

Breve descripción de los dibujos

[0023] Para que los expertos en la técnica entiendan fácilmente cómo utilizar el sistema de control y el método de la divulgación sin experimentación innecesaria, se describirán en detalle a continuación modos de realización preferidos de los mismos con referencia a las figuras en las que:

La Fig. 1 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra un modo de realización preferido del sistema de control de la invención objeto de examen que incluye una bomba de presión positiva accionada por un motor de CC controlado por voltaje variable;

5 La Fig. 2 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra otro modo de realización del sistema de control de la divulgación que incluye una bomba de presión positiva accionada por un primer motor de CC controlado por voltaje variable y una bomba de presión negativa accionada por un segundo motor de CC controlado por voltaje variable;

10 La Fig. 3 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra otro modo de realización del sistema de control de la divulgación que incluye dos bombas de presión positiva neumáticamente conectadas en paralelo y accionadas por dos voltajes variables que controlan motores de corriente continua paralelos;

La Fig. 4 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra otro modo de realización preferido del sistema de control de la invención objeto de examen que incluye una bomba de presión positiva accionada por un motor paso a paso controlado por un controlador de motor (*motor driver*) que está modulado por impulsos eléctricos variables procedentes de un generador de impulsos; y

15 Fig. 5 es un diagrama de flujo esquemático que ilustra otro modo de realización del sistema de control de la divulgación que incluye dos bombas de presión positiva accionadas por respectivos motores paso a paso controlados por respectivos controladores de motor (*motor drivers*) que son modulados por impulsos eléctricos variables de un generador de impulsos.

Descripción detallada de los modos de realización preferidos

20 [0024] Con referencia a los dibujos en los que números de referencia similares identifican características o aspectos similares de los modos de realización de la invención objeto de examen, se ilustra en la Fig. 1 un sistema para controlar el rango de rendimiento de un trocar sellado neumáticamente durante un procedimiento quirúrgico endoscópico o laparoscópico, que está construido de acuerdo con un modo de realización preferido de la invención objeto de examen y designado generalmente con el número de referencia 100.

25 [0025] Con referencia ahora a la Fig. 1, el sistema 100 incluye un controlador 110 para suministrar voltaje de CC variable a un motor de CC 112. El motor de CC 112 está conectado operativamente al controlador 110 para accionar una bomba de presión positiva 114 que está conectada operativamente a un trocar 116 sellado neumáticamente. La bomba 114 es accionada por el motor de CC 112 para hacer circular gas presurizado a través del trocar 116 sellado neumáticamente. Se proporciona un primer sensor 118 para detectar los parámetros de flujo y/o de presión positiva entre la bomba 114 y un puerto de entrada del trocar 116 sellado neumáticamente para proporcionar una primera señal de control de retroalimentación al controlador 110.

30 [0026] Se proporciona un segundo sensor 120 para detectar los parámetros de flujo y/o presión negativa entre la bomba 114 y un puerto de salida del trocar 116 sellado neumáticamente para proporcionar una segunda señal de control de retroalimentación al controlador 110. Las señales de control de retroalimentación primera y segunda permiten al controlador 110 variar el voltaje suministrado al motor de CC 112 para afectar al flujo y/o a la presión de salida de la bomba 114. El sistema 100 incluye además una fuente de voltaje de entrada de CA 122 y un convertidor CA-CC 124 para suministrar voltaje de CC al controlador 110.

35 [0027] Con referencia a la Fig. 2, se ilustra otro modo de realización del sistema de control de la divulgación, que se designa generalmente con el número de referencia 200. El sistema 200 difiere del sistema 100 en que incluye un primer motor de CC 212 para accionar una bomba de presión positiva 214 conectada a un trocar sellado neumáticamente 216 y un segundo motor de CC 312 para accionar una bomba de presión negativa 314 conectada al trocar sellado neumáticamente 216. El sistema 200 incluye además un primer sensor 218 para detectar parámetros de flujo y/o presión positiva entre la bomba de presión positiva 214 y un puerto de entrada del trocar sellado neumáticamente 216 para proporcionar una primera señal de control de retroalimentación a un controlador 210 y un segundo sensor 220 para detectar parámetros de flujo de retorno y/o presión negativa entre la bomba de presión negativa 314 y el puerto de salida del trocar sellado neumáticamente 216 para proporcionar una segunda señal de control de retroalimentación al controlador 210. Al igual que en el modo de realización anterior de la Fig. 1, el sistema 200 incluye además una fuente de voltaje de entrada de CA 222 y un convertidor de CA-CC 224 para suministrar voltaje de CC al controlador 210.

40 [0028] Con referencia ahora a la Fig. 3, se ilustra una versión modificada del sistema de control 100 mostrado en la Fig. 1. Aquí, el sistema 100 incluye dos bombas de presión positiva 114a y 114b, accionadas por respectivos motores de corriente continua 112a y 112b. Estas bombas y motores se disponen o de otro modo se apilan en paralelo para aumentar las capacidades de potencia neumática del sistema 100, y proporcionan opciones de control adicionales para mejorar la eficiencia del sistema. Además, colocando dos bombas accionadas por CC en paralelo, se puede

suministrar el doble de salida neumática. En este caso, el controlador o CPU 110 controla la salida de potencia (*performance output*) de una o ambas bombas, en función de las demandas del sistema.

[0029] Por ejemplo, si las dos bombas 114a, 114b tienen cada una, una capacidad de 50 L/min y se combinan en paralelo, y el rango de funcionamiento del sistema 100 requiere siempre entre 50-100 L/min, la primera bomba 114a podría controlarse siempre al 100% de su salida (es decir, 50 L/min), mientras que la salida de la segunda bomba 114b podría controlarse de forma variable entre 0-50 L/min, para alcanzar el requisito del sistema.

[0030] Alternativamente, ambas bombas accionadas por CC 114a, 114b podrían controlarse al mismo nivel de salida. Por ejemplo, para lograr una salida de 80 L/min, ambas bombas 114a, 114b se controlarían a una salida de 40 L/min. O bien, para lograr una salida de 80 L/min, las dos bombas 114a, 114b podrían controlarse a distintos niveles. Por ejemplo, la bomba 114a podría controlarse a 45 L/min y la bomba 114b a 35 L/min.

[0031] En cada uno de estos modos de realización alternativos con múltiples motores y bombas, se requeriría una fuente de alimentación de CC más grande (por ejemplo, 24V para suministrar dos motores de 12V) y la CPU 110 será responsable de dividir y regular el voltaje suministrado entre los dos motores 112a, 112b como se especifica, qué a su vez, controlará la salida de sus respectivas bombas 114a, 114b. Mientras que este modo de realización de la Fig. 3 se ha mostrado y descrito como teniendo dos bombas de presión positiva accionadas por CC apiladas juntas en una relación paralela, se prevé que más de dos bombas de capacidad similar o distinta pueden disponerse de esta manera para aumentar y diversificar aún más las capacidades de funcionamiento del sistema de control divulgado en este documento.

[0032] Con referencia a la Fig. 4, se ilustra otra versión del sistema de control 100 mostrado en la Fig. 1. En este modo de realización de la invención objeto de examen, el motor de CC 112 y el convertidor de CA a CC 124 mostrados en la Fig. 1 se sustituyen por un motor paso a paso sin escobillas 130, un controlador de motor (*motor driver*) 132 y un generador de impulsos 134. Los expertos en la técnica podrían clasificar este modo de realización como un tipo de controlador de CC, aunque técnicamente la salida de potencia (*performance output*) no se controla únicamente modulando el voltaje de CC suministrado. No obstante, los expertos en la técnica apreciarán las similitudes de este modo de realización de la invención con otros tipos de sistemas controlados por CC.

[0033] Las salidas mecánicas y neumáticas de los componentes en este modo de realización se controlan precisamente por modulación de señal eléctrica, como en los modos de realización de motor de CC descritos anteriormente. Sin embargo, en este caso, en vez de modular el voltaje CC, los impulsos eléctricos controlados desde el generador de impulsos 134 son variados y suministrados al controlador de motor 132 que acciona el motor paso a paso sin escobillas 130. Más concretamente, los impulsos eléctricos de intensidad y longitud variable se utilizan para controlar la rotación precisa del motor paso a paso 130 mediante movimientos precisos de un campo magnético generado por los imanes en el motor. Esto permite un control preciso del comportamiento del motor, así como un comportamiento de arranque/parada preciso y repetible. Los expertos en la técnica apreciarán que la geometría en forma de engranaje de un motor paso a paso también permite un sistema de control que verifica el número de "pasos" del engranaje como parte de sus controles integrados, lo que puede permitir un diseño más simple del bucle de retroalimentación para controlar el rendimiento neumático del sistema al aliviar la necesidad de al menos un sensor independiente (como el sensor 118 o 120).

[0034] Mientras que el modo de realización de la Fig. 4 se ha mostrado y descrito como teniendo un controlador de motor 132, un motor paso a paso 130 y una bomba de presión positiva 114, se prevé bien dentro de la presente divulgación, que las agrupaciones de estos tres componentes (132, 130, 114) pueden disponerse en una relación paralela como se muestra por ejemplo en la Fig. 5, para aumentar aún más y diversificar las capacidades de funcionamiento del sistema de control 100 divulgado en este documento. Más particularmente, como se muestra en la Fig. 5, el controlador 110 puede configurarse para suministrar señales de impulsos variables suministradas por el generador de impulsos 134 a una primera agrupación de componentes que incluyen el controlador de motor 132a, el motor paso a paso 130a y la bomba de presión positiva 114a, así como una segunda agrupación paralela de componentes que incluyen el controlador de motor 132b, el motor paso a paso 130b y la bomba de presión positiva 114b. Se prevé que el controlador 110 se configure para suministrar impulsos variables de igual o distinta intensidad o duración a los conjuntos paralelos de componentes para satisfacer los requisitos del sistema.

[0035] Con referencia ahora en general a los diversos modos de realización de la invención objeto de examen descrita en el presente documento, los expertos en la técnica de los controles de sistemas integrados conocerán varios métodos para suministrar, modular y controlar el comportamiento de un componente o sistema variando el voltaje suministrado a un componente de CC como una bomba. Los componentes necesarios pueden incluir, pero no se limitan a, un convertidor de alimentación o batería, un potenciómetro (que varía la resistencia del circuito para controlar el voltaje suministrado al componente de CC), una placa de ordenador (por ejemplo, Arduino o similar), un motor de imán permanente, y otros.

[0036] El convertidor de alimentación o la batería se utilizan para suministrar corriente continua (CC) al componente de CC, en vez de corriente alterna (CA), que es la que suministran normalmente las tomas de corriente y las redes eléctricas. El control del voltaje suministrado al componente de CC variará su salida de potencia (*performance output*). Por ejemplo, un motor de CC de 12 V generará más potencia si se le suministra 10 V que si se le suministra 6 V. Este control se consigue a menudo mediante un controlador de bucle en el que un sensor que mide la salida de potencia (o alguna métrica relacionada) se comunica con la placa del ordenador, que está programada con una respuesta. La placa del ordenador activará un cambio en la potencia variable suministrada al motor cuando los datos del sensor requieran dicho cambio.

[0037] El método de la divulgación y el aparato de la invención objeto de examen modula la potencia neumática suministrada a un trocar sellado neumáticamente en tiempo real mediante el control de la salida neumática de una bomba accionada por CC. En el sistema 100 de la Fig. 1, el bucle de control está diseñado en torno a tres componentes principales: una placa de control de la CPU 110, un motor 112 que acciona la bomba 114, y un sensor 118. En este modo de realización preferido, el sistema 100 consta de un transformador 124 que convierte la corriente alterna de la pared (alimentación de la toma de corriente) en corriente continua. Alternativamente, podría tener una batería que se carga desde la corriente CA y proporciona potencia CC directamente. La fuente de alimentación disponible debe cumplir o superar la potencia nominal del componente alimentado (por ejemplo, la fuente de alimentación de CC debe ser de 12 V para alimentar completamente un motor de 12 V). Después de la conversión, la CPU modula la cantidad de voltaje suministrado al motor 112.

[0038] Variando el voltaje al motor 112 afectará directamente a la salida de presión y flujo de la bomba 114, que es registrada por el sensor 118 que hace un bucle de regreso a la CPU 110, y informa a la CPU del rendimiento del sistema y guía como responder para continuar el control y modulación del sistema 100 como sea requerido. Alternativamente, la CPU 110 podría modular el suministro de voltaje al motor 112 para variar y controlar la presión de vacío y el flujo de gas utilizando los datos del sensor de presión negativa 120.

[0039] La CPU 110 podría controlar un componente como un potenciómetro para modular el voltaje CC suministrado al motor 112. Sin embargo, los potenciómetros pueden añadir un componente adicional al diseño y desperdiciar calor y energía por pérdida de eficiencia. Un modo de realización preferido podría utilizar la modulación de ancho de pulsos (PWM por sus siglas en inglés - Pulse Width Modulation) para controlar el suministro de voltaje al motor 112. Este método de control modula pulsos de la misma magnitud de voltaje durante periodos de tiempo variables para producir un nivel "efectivo" de suministro de voltaje. Por ejemplo, el control PWM de una fuente de alimentación de 12V controlaría pulsos de mayor duración para crear un suministro "promedio" de 10V, mientras que el control PWM de esa misma fuente de alimentación de 12V controlaría pulsos de menor duración para crear un suministro "promedio" de 4V. Estos pulsos son modulados por el control temporizado de transistores que pueden encenderse y apagarse por la CPU 110.

[0040] Este método puede ser más preciso y más eficiente que el uso de un potenciómetro. Los expertos en la técnica conocerán otras formas de controlar y variar el suministro preciso de potencia aparte de utilizar la PWM. Un modo de realización alternativo podría controlar de forma independiente la presión y el vacío suministrados a un trocar sellado neumáticamente a través de dos bombas de CC independientes, como se muestra en la Fig. 2. Este modo de realización implica el control de una bomba 214 para proporcionar presión positiva y flujo al trocar sellado neumáticamente 216 y una bomba independiente 314 para proporcionar una presión negativa de compensación y un flujo de retorno que se aleja del trocar 216. Este modo de realización permitiría un control separado, en tiempo real e independiente sobre el flujo de presión y el flujo de retorno/vacío que podría permitir un nuevo paradigma de control de rendimiento granular. En este modo de realización, ambas bombas estarían abiertas al ambiente y su rendimiento no se vería afectado o limitado por un único circuito neumático de bucle cerrado.

[0041] Mientras que en el modo de realización anterior de la Fig. 1 (y el sistema divulgado en la Patente de EE.UU. n.º 8.715.219) la bomba única presuriza un lado del circuito neumático y aplica succión al otro lado del circuito para crear un flujo equilibrado en ambos lados, este modo de realización alternativo mostrado en la Fig. 2 permitiría al sistema 200 controlar la presión y los flujos de retorno a distintos caudales. Este sistema permite que el control electromecánico utilice una palanca de control adicional sobre el rendimiento del trocar sellado neumáticamente 216. Se postula que los ajustes a pequeña escala (quizás del orden de 0,1 l/min) para cambiar el equilibrio del flujo de presión frente al flujo de vacío/retorno podrían permitir un control más estricto del rendimiento neumático del trocar 216.

[0042] Por ejemplo, si el controlador de bucle tiene una pequeña desviación de control positiva (la diferencia entre el rendimiento medido y el rendimiento objetivo en un sistema de control integrado), entonces la CPU 210 podría solicitar un aumento de 0,1 L/min a la bomba de presión 214 o una disminución de 0,1 L/min a la bomba de succión 314 para equilibrar el rendimiento, mientras que anteriormente era imposible crear un desequilibrio entre esos dos caudales. Este modo de realización requeriría que la bomba de presión 214 estuviera abierta al ambiente para su admisión, y

que la bomba de vacío/succión 314 estuviera abierta al ambiente para su escape. Se prevé que la admisión abierta a la bomba de presión 214 y el escape abierto desde la bomba de vacío 314 se filtren a través de un dispositivo o elemento de filtración adecuado.

- 5 [0043] Los expertos en la técnica apreciarán fácilmente que hay una serie de ventajas en el uso de un sistema de control basado en CC en vez de un sistema basado en CA para el control neumático de un trocar sellado neumáticamente. Un sistema de control basado en CC es más eficiente energéticamente que un sistema basado en CA. Una bomba de CA debe sobre dimensionarse para abarcar todo el rango de funcionamiento del sistema de control electromecánico. La naturaleza de los componentes de CA es que siempre están totalmente "encendidos", lo que significa que se precisa plena potencia cada vez que se pone en marcha el dispositivo.
- 10 [0044] En un sistema basado en CC, la(s) bomba(s) sólo necesita(n) ser alimentada(s) al nivel exacto requerido. Por ejemplo, si un sistema tiene un rango de funcionamiento de hasta 100 L/min, pero un escenario de uso sólo requiere una salida de 20 L/min, el modo de realización basado en CA requiere que la bomba única de CA produzca 100 L/min (con 80 L/min desviados), mientras que el modo de realización basado en CC podría alimentar la bomba de CC sólo a un nivel que produzca 20 L/min. Esta disposición no sólo es más eficiente desde el punto de vista energético, sino
- 15 que reduce el calor y el ruido generados por los componentes mecánicos móviles. Como resultado, puede ser posible reducir o eliminar componentes aislantes en el diseño.
- 20 [0045] Además, puede permitir un menor número de componentes, ya que la válvula/sensores para desviar el flujo de la salida de la bomba de CA ya no son necesarios. Un menor número de componentes permite simplificar los procesos de desarrollo y las pruebas de cualificación, lo que se traducirá en un ahorro de costes, tanto de material como de desarrollo. Además, el uso de un sistema de control basado en CC no estará sujeto a los efectos que la frecuencia eléctrica tiene sobre los motores y bombas de CA, ya que las distintas redes eléctricas alrededor del mundo suministran energía a distintas frecuencias (normalmente 50 Hz o 60 Hz). Cuando se alimenta un motor o bomba de CA, la salida de potencia se ve ligeramente alterada por la frecuencia, mientras que un motor o bomba de CC puede producir el mismo comportamiento independientemente de la frecuencia.
- 25 [0046] Por último, mientras que los componentes típicos de CA, como una bomba, dependen de una fuente de alimentación (la bomba podría tener modelos distintos para una red de 100/115 V frente a una red de 230 V), una bomba de CC permite un diseño único y global, ya que el transformador de alimentación sólo necesita transformar el voltaje de entrada a 12 V para alimentar el motor. Esto ofrece ventajas en el control de inventarios y economías de escala en la fabricación, lo que reducirá el coste de material. También puede eliminar la necesidad de desarrollar,
- 30 cualificar y documentar múltiples versiones de cada dispositivo para diferentes redes eléctricas.

35

40

45

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (100) configurado para controlar el rango de rendimiento de un trocar sellado neumáticamente (216), que comprende:

- 5 a) un controlador (110) configurado para suministrar voltaje CC variable a por lo menos un motor de corriente continua (112);
- b) por lo menos un motor de corriente continua (112) conectado operativamente al controlador (110) para accionar por lo menos una bomba conectada operativamente a un trocar sellado neumáticamente (116);
- c) por lo menos una bomba (114) accionada por el motor de corriente continua (112) para hacer circular gas a presión a través del trocar sellado neumáticamente (116); y
- 10 d) por lo menos un sensor (118, 120) configurado para detectar los parámetros de presión y/o flujo entre la por lo menos una bomba (114) y el trocar sellado neumáticamente (116) para proporcionar al menos una señal de control de retroalimentación al controlador (110), de modo que el controlador (110) pueda variar el voltaje suministrado al por lo menos un motor de CC (112) para afectar al flujo y/o la presión de salida de la por lo menos una bomba durante un procedimiento quirúrgico, en el que el por lo menos un sensor (118, 120) incluye un primer sensor (118) configurado para detectar parámetros de presión positiva y flujo entre la por lo menos una bomba (114) y un puerto de entrada del trocar sellado neumáticamente (116) para proporcionar una primera señal de control de retroalimentación al controlador (110) y un segundo sensor (120) configurado para detectar parámetros de presión negativa y/o flujo entre la por lo menos una bomba (114) y un puerto de salida del trocar sellado neumáticamente (116) para proporcionar una segunda señal de control de retroalimentación al controlador (110), caracterizado por que la por lo menos una bomba (114) es una bomba única que está configurada para presurizar un lado del circuito neumático y aplicar succión al otro lado del circuito.

2. El sistema (200) según la reivindicación 1 comprende además una fuente de voltaje de entrada de CA (122) y un convertidor de CA a CC (124) para suministrar voltaje de CC al controlador (110).

- 25 3. El sistema (200) según la reivindicación 1 comprende además un trocar sellado neumáticamente (116) conectado a la por lo menos una bomba (114) para proporcionar un acceso sellado neumáticamente a una cavidad corporal de un paciente durante el procedimiento quirúrgico.

4. Un sistema (100) configurado para controlar el rango de rendimiento de un trocar sellado neumáticamente (116), que comprende:

- 30 a) un controlador (110) configurado para suministrar impulsos variables a un controlador de motor (*motor driver*);
- b) al menos un controlador de motor (132) conectado operativamente al controlador (110) para accionar al menos un motor paso a paso (130);
- c) al menos un motor paso a paso (130) accionado por el por lo menos un controlador de motor (132) y conectado operativamente a por lo menos una bomba de presión positiva;
- 35 d) al menos una bomba de presión positiva (114) accionada por el al menos un motor paso a paso (130) para hacer circular gas a presión a través del trocar sellado neumáticamente (116); y
- e) al menos un sensor (118, 120) configurado para detectar los parámetros de presión y/o flujo entre la al menos una bomba de presión positiva (114) y el trocar (116) para proporcionar una señal de control de retroalimentación al controlador (110), de modo que el controlador (110) pueda variar los impulsos suministrados al por lo menos un controlador de motor (132) para afectar al flujo y/o la presión de salida de la por lo menos una bomba de presión positiva (114) durante un procedimiento quirúrgico,
- 40

en el que el por lo menos un sensor (118, 120) incluye un primer sensor (118) configurado para detectar parámetros de presión positiva y/o flujo entre un puerto de salida de la por lo menos una bomba de presión positiva (114) y un puerto de entrada del trocar sellado neumáticamente (116) para proporcionar una primera señal de control de retroalimentación al controlador (110) y un segundo sensor (120) configurado para detectar parámetros de presión negativa y/o flujo entre un puerto de entrada de la por lo menos una bomba de presión positiva (114) y un puerto de salida del trocar sellado neumáticamente (116) para proporcionar una segunda señal de control de retroalimentación al controlador (110), caracterizado por que la por lo menos una bomba de presión positiva (114) es una bomba única que está configurada para presurizar un lado del circuito neumático y aplicar succión al otro lado del circuito.

50

5. El sistema (100) según la reivindicación 4, que comprende además un trocar sellado neumáticamente (116) conectado a la por lo menos una bomba de presión positiva (114) para proporcionar un acceso sellado neumáticamente a una cavidad corporal de un paciente durante el procedimiento quirúrgico.

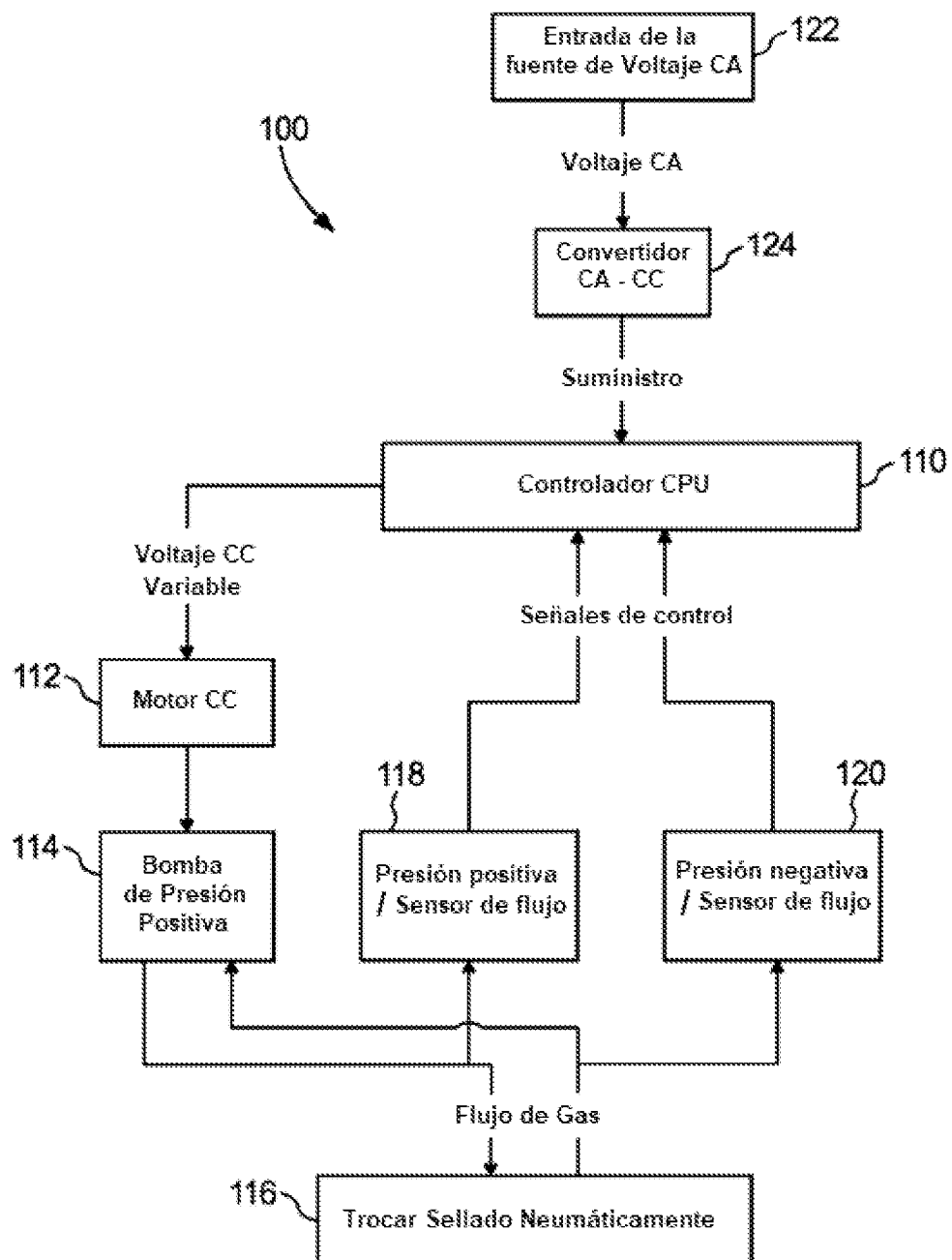


Fig. 1

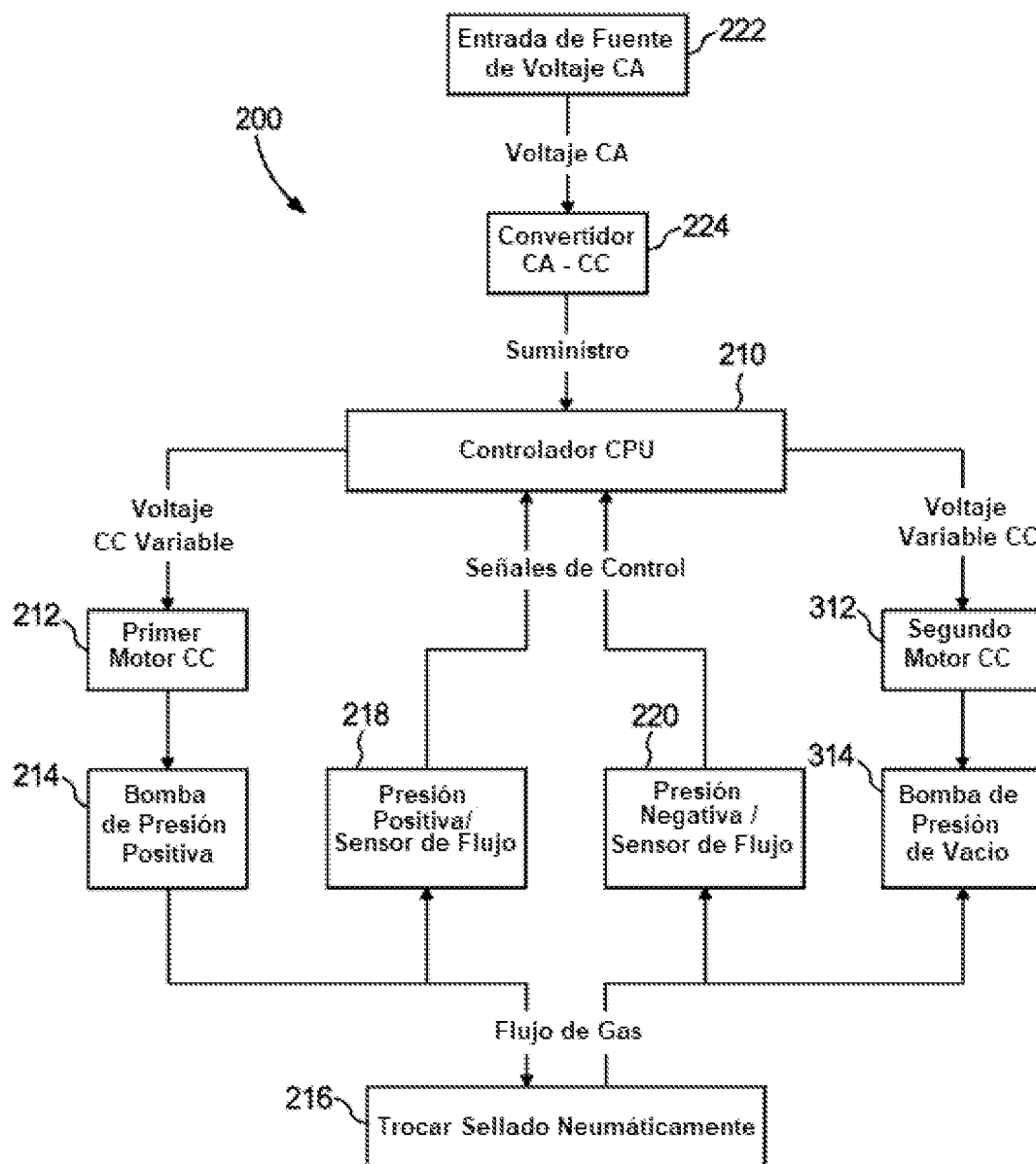
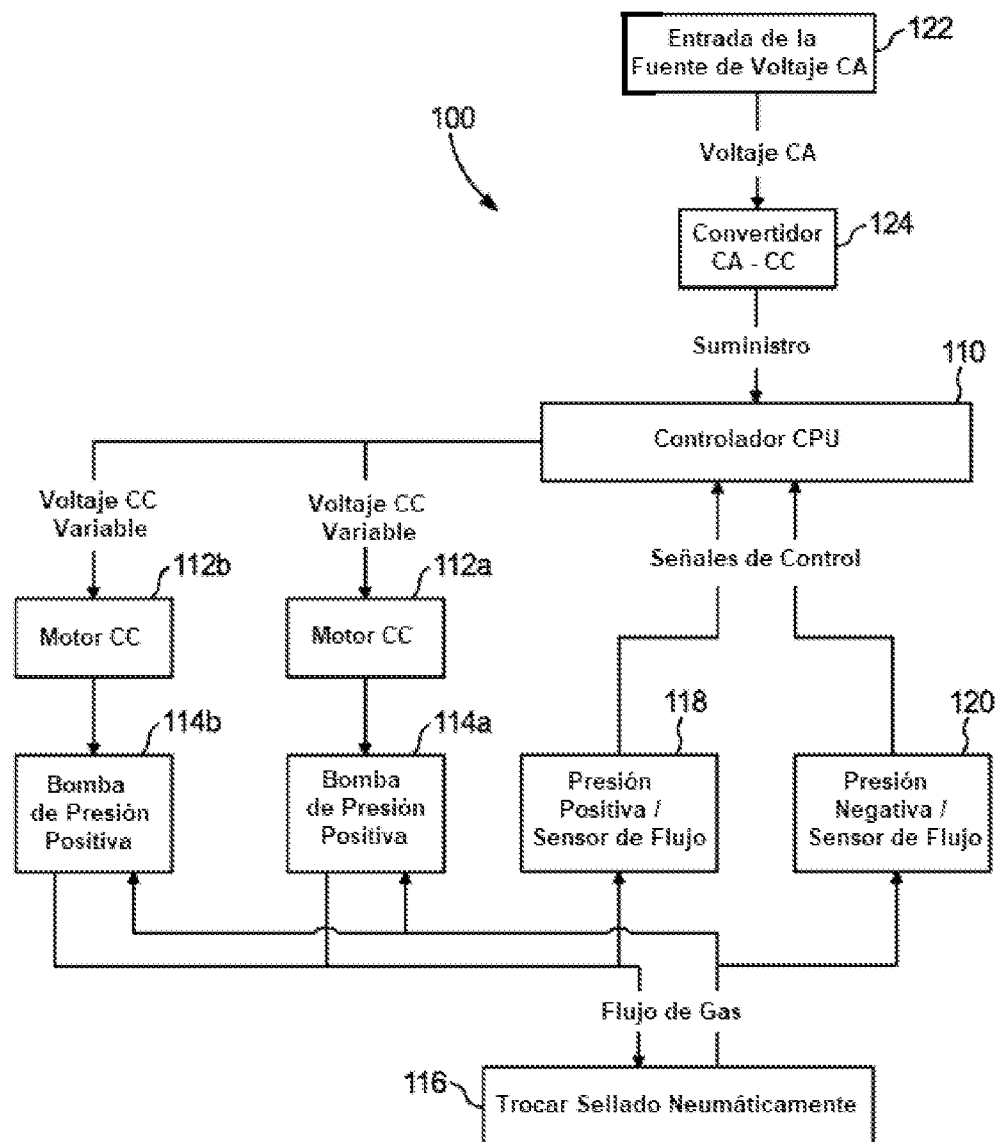
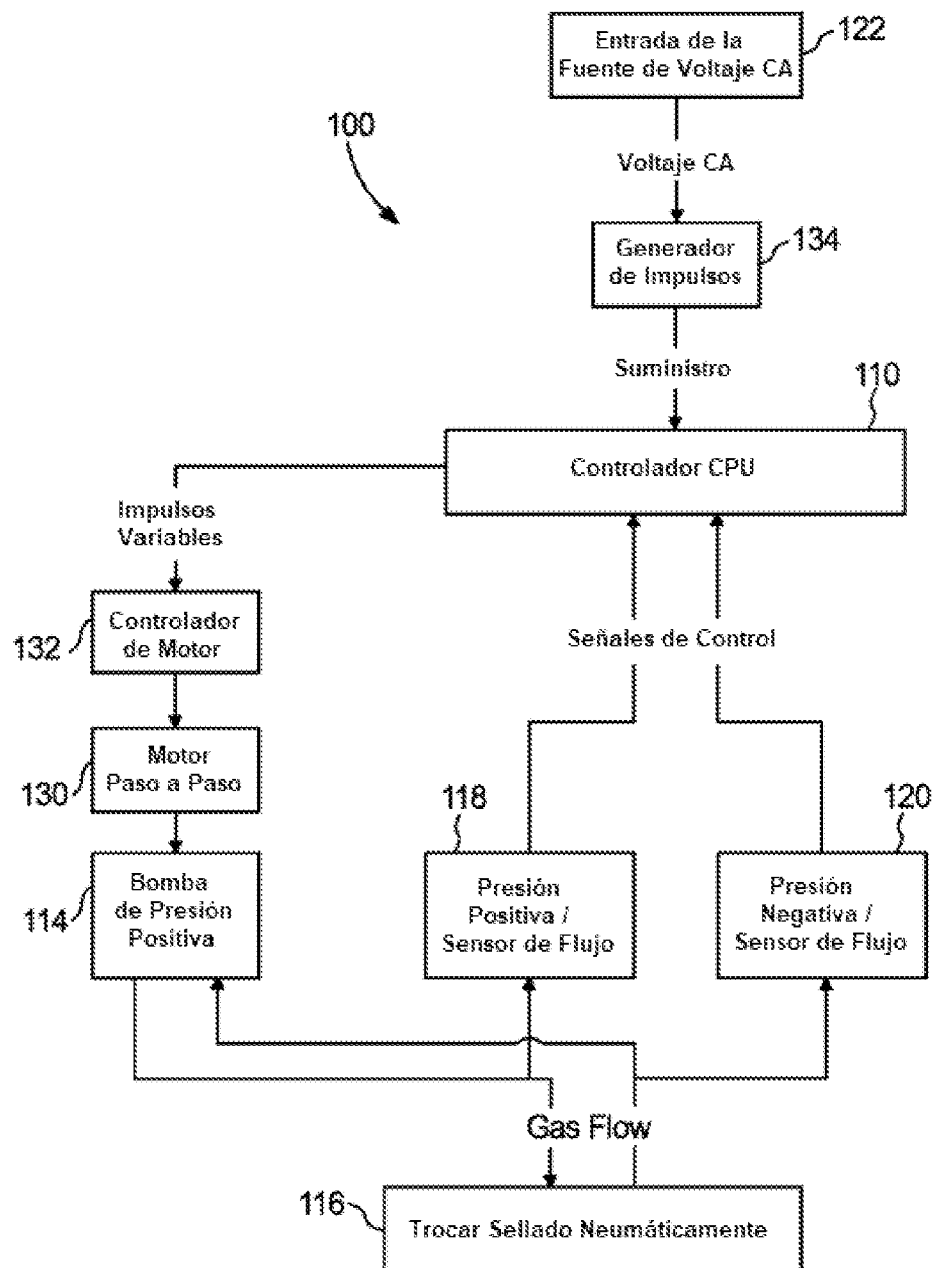


Fig. 2

**Fig. 3**

**Fig. 4**

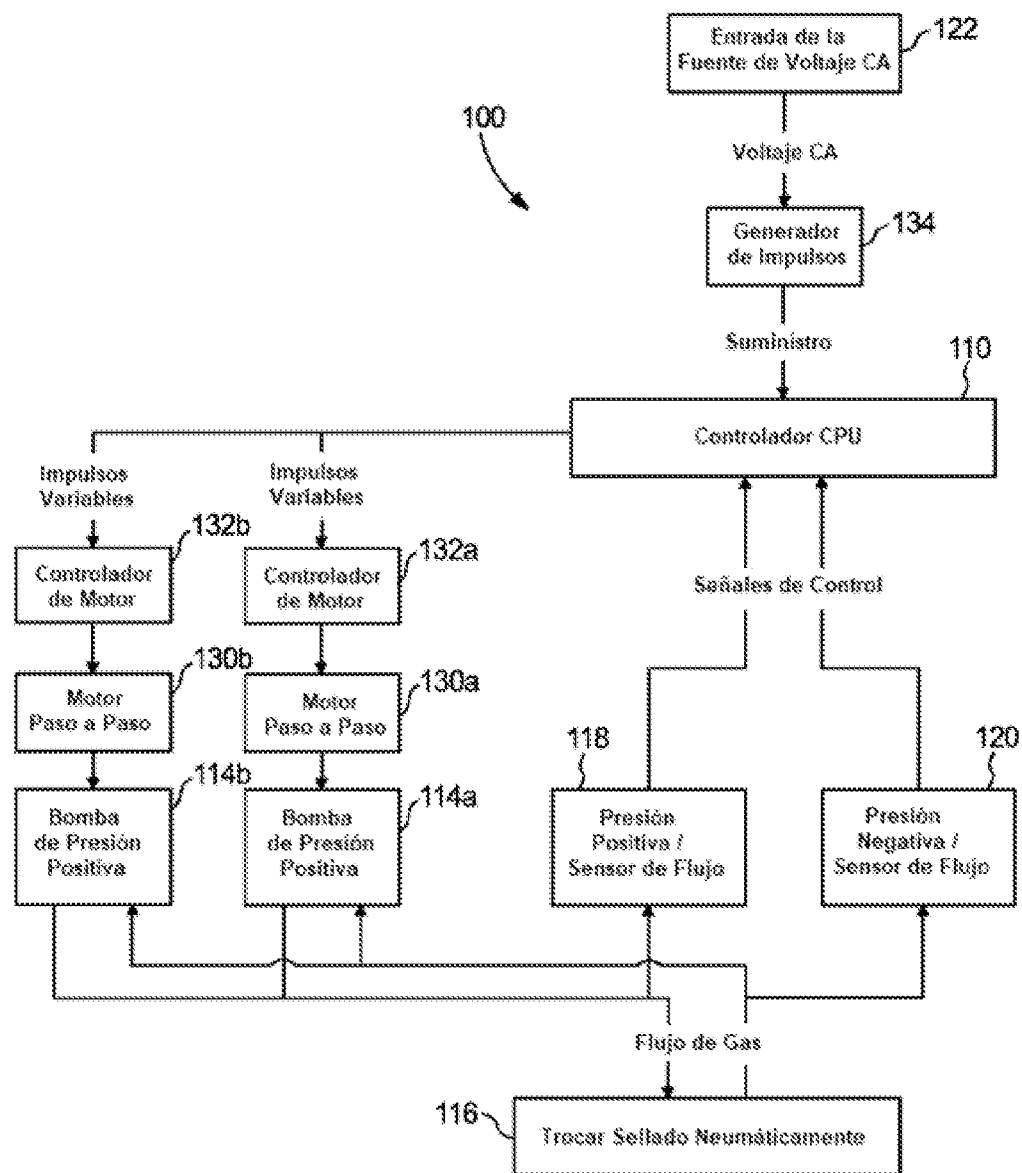


Fig. 5