

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 919**

51 Int. Cl.:
G05D 16/20 (2006.01)
F15B 21/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07874204 .6**
96 Fecha de presentación: **03.10.2007**
97 Número de publicación de la solicitud: **2092403**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **26.08.2009**

54 Título: **Sistema neumático regulable para una máquina quirúrgica**

30 Prioridad:
13.12.2006 US 610275

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
06.09.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
06.09.2012

73 Titular/es:
NOVARTIS AG
Lichtstrasse 35
4056 Basel, CH

72 Inventor/es:
TURNER, Denis P.;
OLIVERA, Argelio;
HUCULAK, John C. y
HOPKINS, Mark A.

74 Agente/Representante:
Curell Aguilá, Mireia

ES 2 386 919 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 neumático regulable para una máquina quirúrgica.

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un módulo neumático para una máquina quirúrgica y, más particularmente, a un módulo neumático con un punto de referencia de presión regulable dinámicamente.

10 **Antecedentes de la invención**

Los procedimientos de vítreo y retina incluyen una variedad de procedimientos realizados para restaurar, conservar y mejorar la visión. Dichos procedimientos de vítreo y retina resultan adecuados para tratar muchas afecciones graves de la parte posterior del ojo. Los procedimientos de vítreo y retina tratan afecciones como la degeneración macular relacionada con la edad (AMD), la retinopatía diabética y la hemorragia vítrea diabética, el agujero macular, el desprendimiento de retina, la membrana epiretinal, la retinitis CMV, así como muchas otras afecciones oftalmológicas.

El vítreo normalmente es una sustancia clara con una consistencia de tipo gel que llena el centro del ojo. Constituye aproximadamente dos tercios del volumen del ojo y le proporciona una configuración y forma antes del nacimiento. Algunos problemas que afectan la parte posterior del ojo pueden requerir una vitrectomía, o la retirada quirúrgica del vítreo.

Una vitrectomía se puede realizar para limpiar sangre y detritos del ojo, para retirar tejido cicatrizal, o para paliar la tracción en la retina. La sangre, las células inflamatorias, los detritos y el tejido cicatrizal oscurecen la luz cuando pasa a través del ojo a la retina, dando como resultado una visión borrosa. El vítreo también se retira si se estira o arrastra la retina de su posición normal. Algunas de las afecciones del ojo más normales que requieren una vitrectomía incluyen complicaciones de la retinopatía diabética, como el desprendimiento de retina o el sangrado, agujero macular, desprendimiento de retina, fibrosis de la membrana pre-retinal, sangrado interior del ojo (hemorragia vítrea), herida o infección, así como determinados problemas relacionados con cirugía previa del ojo.

Un cirujano de retina realiza una vitrectomía con un microscopio y lentes especiales concebidas para proporcionar una imagen clara de la parte posterior del ojo. Se realizan varias incisiones pequeñas de solo unos milímetros de largo en la esclerótica. El cirujano de retina inserta instrumentos microquirúrgicos a través de las incisiones, como una fuente de luz de fibra óptica para iluminar la parte interior del ojo, una vía de infusión para mantener la forma del ojo durante la cirugía, además de instrumental para cortar y retirar el vítreo.

En una vitrectomía, el cirujano crea tres incisiones pequeñas en el ojo para tres instrumentos separados. Dichas incisiones se realizan en la *pars plana* del ojo, que está situada justo detrás del iris, pero frente a la retina. El instrumental que pasa a través de dichas incisiones incluye un tubo de luz, un orificio de infusión, y el dispositivo de corte de vitrectomía o vitrector. El tubo de luz es el equivalente a una fuente de luz de alta intensidad microscópica para su uso en el interior del ojo. El orificio de infusión se necesita para sustituir el fluido en el ojo y mantener la presión adecuada en el interior del mismo. El vitrector, o dispositivo de corte, funciona como una pequeña guillotina, con un cortador microscópico oscilante para retirar el gel vítreo de un modo controlado. Esto evita la tracción significativa en la retina durante la retirada del humor vítreo.

La maquinaria quirúrgica utilizada para realizar una vitrectomía y otras operaciones en la parte posterior del ojo es muy compleja. Típicamente, una máquina quirúrgica oftalmológica de este tipo incluye una consola principal a la que se acoplan varias herramientas diferentes. Dicha consola principal proporciona energía y controla el funcionamiento de las herramientas acopladas.

Las herramientas acopladas típicamente incluyen sondas, tijeras, fórceps, iluminadores, vitrectores y vías de infusión. Cada una de dichas herramientas típicamente está acoplada a la consola quirúrgica principal. Un ordenador en dicha consola quirúrgica principal supervisa y controla el funcionamiento de dichas herramientas. Además, dichas herramientas también obtienen su energía de dicha consola quirúrgica principal. Algunas de estas herramientas funcionan eléctricamente, mientras que otras están accionadas de forma neumática.

Con el fin de proporcionar alimentación neumática a las distintas herramientas, la consola quirúrgica principal prevé un módulo neumático. Dicho módulo neumático acondiciona y suministra aire o gas comprimido para accionar las herramientas. Típicamente, el módulo neumático está conectado a un cilindro que contiene gas comprimido. El módulo neumático debe proporcionar la presión de gas adecuada para que las herramientas acopladas funcionen correctamente. Al proporcionar diferentes presiones a una herramienta se puede alterar el modo en el que ésta funciona sobre este intervalo de presiones. Por ejemplo, es deseable proporcionar una presión de gas baja cuando funciona un vitrector a una velocidad de corte relativamente baja, y resulta necesario proporcionar una presión de gas elevada cuando está funcionando un vitrector a una velocidad de corte elevada.

Sería deseable proporcionar un módulo neumático que proporcione un intervalo dinámico de presiones, de manera que se puedan utilizar las herramientas acopladas en todos sus intervalos de funcionamiento.

- 5 La técnica anterior más próxima US-A-5.549.139; US-A-4.679.583; GB-A-2.016.746; US-A-5.094.260 y EP-A-0.884.667 son representativas del estado de la técnica.

Sumario de la invención

10 La presente invención proporciona un sistema neumático de acuerdo con las reivindicaciones siguientes.

En una forma de realización de acuerdo con los principios de la presente invención, la presente invención es un sistema neumático para una máquina quirúrgica. El sistema incluye un depósito, unas primeras y segundas válvulas proporcionales y un controlador. El depósito incluye gas presurizado. La primera válvula proporcional está dispuesta en un lado de entrada del depósito y permite la entrada de una cantidad variable de gas presurizado en dicho depósito. La segunda válvula proporcional está dispuesta en un lado de salida del depósito y permite la salida de una segunda cantidad variable de gas presurizado de dicho depósito. El controlador controla el funcionamiento de la primera y la segunda válvula. Dicho controlador regula la primera válvula proporcional y la segunda válvula proporcional, de manera que se mantenga un intervalo constante de presión de gas en una salida del depósito en un primer intervalo de presiones de gas de entrada y un segundo intervalo de utilización de gas.

En otra forma de realización de acuerdo con los principios de la presente invención, la presente invención es un sistema neumático para una máquina quirúrgica. El sistema incluye un depósito, primera y segunda válvula proporcional, un controlador, primera y segunda interfaz y transductores de presión de entrada y salida. El depósito aloja gas presurizado. La primera válvula proporcional está dispuesta en un lado de entrada del depósito y permite la entrada de una cantidad de gas presurizado variable en el depósito. La segunda válvula proporcional está dispuesta en un lado de salida de un depósito y permite la salida de una cantidad de gas presurizado variable del depósito. El controlador está adaptado para controlar el funcionamiento de la primera y la segunda válvula proporcional, regulando de este modo una cantidad de gas presurizado que entra y sale del depósito. La primera interfaz acopla eléctricamente la primera válvula proporcional al controlador. La segunda interfaz acopla eléctricamente la segunda válvula proporcional al controlador. El transductor de presión de salida está dispuesto en el lado de salida del depósito, mide una presión del gas presurizado que sale de dicho depósito y está acoplado eléctricamente al controlador. El transductor de presión de entrada está dispuesto en un lado de entrada del depósito, mide una presión del gas presurizado próximo a la primera válvula proporcional y está acoplado eléctricamente al controlador. El controlador recibe una primera señal del transductor de presión de entrada correspondiente a la presión del gas presurizado cercano a la primera válvula proporcional y una segunda señal del transductor de presión de salida correspondiente a la presión del gas presurizado que sale del depósito. El controlador utiliza la primera y la segunda señal para regular la primera y la segunda válvula proporcional, de manera que se mantenga un intervalo de presión de gas constante en el depósito sobre un primer intervalo de presiones de gas de entrada y un segundo intervalo de utilización de gas.

Se deberá apreciar que tanto la descripción general anterior como la descripción detallada siguiente son proporcionadas únicamente a título de ejemplo y explicativo y su objetivo consiste en proporcionar una explicación adicional de la invención según se reivindica. La descripción siguiente, así como la práctica de la invención, establece y sugiere ventajas y objetivos adicionales de la invención.

Breve descripción de los dibujos

50 Los dibujos adjuntos, que se incorporan a y forman parte de la presente memoria, ilustran varias formas de realización de la invención y, junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

La figura 1 es un diagrama de bloques de una máquina de cirugía oftalmológica accionada neumáticamente, según la presente invención.

55 La figura 2 es un esquema de un sistema neumático que puede proporcionar un intervalo dinámico de presiones según una forma de realización de la presente invención.

La figura 3 es una parte esquema de una válvula, transductor y controlador de un sistema neumático capaz de proporcionar un intervalo dinámico de presiones según una forma de realización de la presente invención.

60 La figura 4 es un gráfico que muestra un procedimiento de funcionamiento de un sistema neumático capaz de proporcionar un intervalo dinámico de presiones según una forma de realización de la presente invención.

Descripción detallada de las formas de realización preferidas

5 A continuación se hará referencia en detalle a las formas de realización a título de ejemplo de la invención, de la que se ilustran ejemplos en los dibujos adjuntos. Siempre que sea posible, se utilizan los mismos números de referencia en los dibujos para hacer referencia a las mismas partes o similares.

10 La Figura 1 es un diagrama de bloques de una máquina quirúrgica oftalmológica accionada neumáticamente según una forma de realización de la presente invención. En la Figura 1, la máquina incluye un sistema de supervisión de presión de gas 110, controladores proporcionales 120 y 130, así como herramientas 140, 150, 160 y 170. Dichas herramientas 140, 150, 160 y 170 pueden ser, por ejemplo, tijeras, vitrectores, fórceps y módulos de inyección o de extracción. También se pueden utilizar otras herramientas con la máquina de la Figura 1.

15 Tal como se muestra en la Figura 1, el sistema de supervisión de presión de gas 110 está acoplado de forma fluida mediante un colector a controladores proporcionales 120 y 130. Un único colector puede conectar el sistema de supervisión de presión de gas 110 a los controladores proporcionales 120 y 130, o dos colectores separados pueden conectar el sistema de supervisión de presión de gas 110 a los controladores proporcionales 120 y 130, respectivamente.

20 En funcionamiento, la máquina de cirugía oftalmológica accionada neumáticamente de la Figura 1 funciona para ayudar a un cirujano en la realización de varios procedimientos quirúrgicos oftalmológicos, como una vitrectomía. Un gas comprimido, como el nitrógeno, proporciona la potencia a las herramientas 140, 150, 160 y 170. Dicho gas comprimido pasa a través del sistema de supervisión de presión de gas 110, a través de uno o más colectores a los controladores proporcionales 120 y 130, y a través de colectores adicionales y/o conducciones a las herramientas 140, 150, 160 y 170.

25 El sistema de supervisión de presión de gas 110 funciona para supervisar la presión del gas comprimido procedente de una fuente de gas, cuando entre en la máquina. Los controladores proporcionales 120 y 130 sirven para distribuir el gas comprimido recibido del sistema de supervisión de presión de gas 110. Dichos controladores proporcionales 120 y 130 controlan la alimentación neumática suministrada a las herramientas 140, 150, 160 y 170. Se utilizan varias válvulas, colectores y conducciones para dirigir el gas comprimido del sistema de supervisión de presión de gas 110, a través de los controladores proporcionales 120 y 130, y a las herramientas 140, 150, 160 y 170. Dicho gas comprimido acciona los cilindros, por ejemplo, en dichas herramientas 140, 150, 160 y 170.

35 La Figura 2 es un esquema de un sistema neumático capaz de proporcionar un intervalo dinámico de presiones según una forma de realización de la presente invención. En la Figura 2, el sistema neumático 200 incluye una válvula proporcional de entrada 205, una válvula proporcional de salida 210, un depósito 215, transductores de presión de salida 220 y 225, un transductor de presión de entrada 260, un silenciador 230 y colectores 235, 240, 245, 250 y 255.

40 El colector 235 conecta el transductor de presión de entrada 260 a la válvula proporcional de entrada 205. El colector 240 conecta dicha válvula proporcional de entrada 205 al depósito 215. El colector 245 conecta la válvula proporcional de salida 210 al depósito 215. El colector 250 conecta la válvula proporcional de salida 210 a un orificio de ventilación al que se acopla el silenciador 230. El colector 255 conecta el depósito 215 a los transductores de presión de salida 220 y 225.

45 En la forma de realización de la Figura 2, las válvulas proporcionales 205 y 210 son válvulas regulables estándar. Tal como se conoce comúnmente, una válvula proporcional incorpora un solenoide que funciona para mover la válvula hacia cualquier cantidad de posiciones. Las válvulas proporcionales 205 y 210 se pueden abrir en cualquier grado dentro de los parámetros de funcionamiento de la válvula. Típicamente, el porcentaje de abertura de cada válvula proporcional 205, 210 es cualquier porcentaje entre el 0% (completamente cerrada) y el 100% (completamente abierta). Por ejemplo, las válvulas proporcionales 205 y 210 se pueden abrir el 10%, 20%, 30%, etc. para permitir que una cantidad precisa de gas fluya a través de las mismas durante un periodo de tiempo. Las válvulas proporcionales 205 y 210 están controladas de forma independiente mediante un controlador (no representado). De este modo, la válvula proporcional 205 se puede accionar en una posición, mientras que la válvula proporcional 210 se puede accionar en otra posición.

50 La válvula proporcional de entrada 205 controla el flujo de gas presurizado del colector 235 al depósito 215. De este modo, la válvula proporcional 205 controla la cantidad de gas que entra en el depósito 215 durante un periodo de tiempo determinado. La válvula proporcional de salida 210 controla la cantidad de gas presurizado expulsado a la atmósfera desde el depósito 215. De este modo, la válvula proporcional 205 controla la cantidad de gas que sale del depósito 215 a través del colector 250 y un orificio de ventilación al que se acopla el silenciador 230.

60 El depósito 215 es una cámara que puede contener el gas presurizado. Típicamente, dicho depósito 215 se realiza a partir de una o más piezas de aluminio. Como tal, el depósito 215 aloja un volumen de gas determinado a una presión. Cuando se utiliza, el depósito 215 es hermético al aire. Dicho depósito 215 también puede prever acoplamientos o accesorios para su conexión a los colectores. En otra forma de realización de acuerdo con los

principios de la presente invención, el depósito 215, así como varios colectores, pueden estar realizados a partir de una única pieza de aluminio.

5 Los transductores de presión 220, 225 y 260 funcionan para leer una presión atmosférica del gas alojado en los colectores 255, 245 y 235, respectivamente. Dicho de otro modo, los transductores de presión 220 y 225 leen la presión del gas comprimido adyacente a los mismos en los colectores 245 y 255. Están previstos dos transductores de presión 220 y 225 de forma redundante. En este caso, la presión medida por el proceso puede ser más robusta y menos susceptible a fallos del transductor. Del mismo modo, el transductor de presión 260 lee la presión del gas comprimido adyacente al mismo en el colector 235. En la forma de realización de la Figura 2, los transductores de presión 220, 225 y 260 son transductores de presión comunes. Dichos transductores de presión 220, 225 y 260 pueden leer la presión de un gas comprimido y enviar una señal eléctrica que contenga información sobre la presión del gas comprimido a un controlador (no representado).

15 Los colectores 235, 240, 245, 250 y 255 están todos configurados para alojar gas comprimido. En la forma de realización de la Figura 2, dichos colectores están realizados a partir de un metal, como el aluminio. Dichos colectores son herméticos al aire, contienen varios acoplamientos y accesorios, y están concebidos para soportar presiones de gas relativamente elevadas. Dichos colectores se pueden fabricar como piezas individuales, o de una sola pieza. Por ejemplo, los colectores 235, 240, 245, 250 y 255 se pueden realizar a partir de una única pieza de aluminio. En otra forma de realización de acuerdo con la presente invención, los colectores 235 y 240 se pueden realizar a partir de una única pieza de aluminio, y los colectores 245, 250 y 255 se pueden realizar a partir de otra pieza de aluminio.

25 El silenciador 230 es un silenciador usual concebido para suprimir el ruido realizado por el gas de escape. Dicho silenciador típicamente presenta una forma cilíndrica.

30 En funcionamiento, el sistema neumático de la Figura 2 puede proporcionar un intervalo de salida de presión de gas constante en el colector 255 sobre un intervalo de presiones de gas de entrada y de utilización de gas. En general, el gas presurizado entra en el módulo neumático 200 a través del colector 235. Dicho gas presurizado que entra en el módulo neumático 200 ha sido filtrado y/o tratado. La fuente de gas presurizado típicamente es un cilindro. Muchos médicos utilizan cilindros de nitrógeno comprimido. En otros casos, los médicos pueden utilizar otra fuente de aire comprimido. Independientemente de la fuente, el gas comprimido entra en el colector 235 a cualquiera entre un intervalo de presiones diferentes. Por ejemplo, el gas comprimido en el colector 235 puede estar en el intervalo entre 4.137 milibar y 8274 milibar, o entre 60 psi y 120 psi (libras por pulgada cuadrada). Dependiendo de la fuente, el gas comprimido en el colector 235 puede estar entre 4.137 milibar y 8.274 milibar, o entre 60 psi y 120 psi, o cualquier presión entre las mismas.

40 Igualmente, la utilización de gas depende del funcionamiento de las herramientas accionadas mediante el gas comprimido alojado en el depósito 215. Dicho gas comprimido pasa a través del colector 255 y, típicamente, a través de otros componentes, para accionar varias herramientas quirúrgicas. Por ejemplo, se puede utilizar el gas comprimido para accionar un vitrector (no representado). Dicho vitrector puede consumir diferentes volúmenes de gas comprimido dependiendo de su modo de funcionamiento. Si se acciona el vitrector a una velocidad de corte lenta, entonces puede consumir una cantidad relativamente pequeña de gas comprimido durante un periodo de tiempo. Si se acciona a una velocidad de corte rápido, entonces puede consumir una cantidad relativamente grande de gas comprimido durante un periodo de tiempo. Este intervalo de utilización de gas puede variar ampliamente.

45 En general, mientras mayor utilización de gas del depósito 215, mayor será la cantidad de gas comprimido que deberá entrar en dicho depósito 215 para mantener un intervalo de presión de gas constante. Igualmente, mientras menor utilización de gas del depósito 215, menor será la cantidad de gas comprimido que entrará en dicho depósito 215 para mantener un intervalo de presión de gas constante. De acuerdo con esto, la válvula proporcional de entrada 205 se abre un porcentaje determinado para permitir que una cantidad determinada de gas comprimido entre en el depósito 215 para una utilización de gas y una presión de entrada determinados. Del mismo modo, la válvula proporcional de salida 210 se abre un porcentaje determinado para permitir que una cantidad determinada de gas comprimido salga en el depósito 215 para una utilización de gas y una presión de entrada determinados. A medida que la utilización de gas y la presión de entrada varían, la cantidad de abertura de las válvulas proporcionales 205 y 210 también varía. Las válvulas proporcionales de entrada y salida 205 y 210 se controlan de forma independiente, para mantener un intervalo de presión de gas constante en el depósito 215 para una utilización de gas y una presión de entada determinados.

60 El intervalo de presión de gas constante que se mantiene en el depósito 215 presenta un punto medio que es típicamente un punto de referencia. Se mantiene un intervalo de presión estrecho alrededor de este punto de referencia en el depósito 215. Por ejemplo, dependiendo de la presión de gas, el intervalo puede ser más o menos el 0,5% o el 0,05%.

65 La Figura 3 es una parte esquemática de una válvula, un transductor y un controlador de un sistema neumático capaz de proporcionar un intervalo de presiones dinámicas según una forma de realización de la presente invención.

En la Figura 3, el controlador 300 y las interfaces 305, 310, 315, 320 y 325 se muestran junto con las válvulas proporcionales 205 y 210 y los transductores de presión 220, 225 y 260.

En la forma de realización de la Figura 3, el controlador 300 recibe información de la presión de los transductores de presión 220, 225 y 260 a través de las interfaces 305, 310 y 325, respectivamente. De este modo, el transductor de presión 220 se acopla eléctricamente al controlador 300 a través de la interfaz 305, el transductor de presión 225 se acopla eléctricamente al controlador 300 a través de la interfaz 310 y el transductor de presión 260 se acopla eléctricamente al controlador 300 a través de la interfaz 325. El controlador 300 envía señales de control a las válvulas proporcionales 205 y 210 a través de las interfaces 315 y 320, respectivamente.

El controlador 300 típicamente es un circuito integrado capaz de realizar funciones lógicas. Así, dicho controlador 300 presenta la forma de un empaquetado de circuito integrado estándar con patillas de potencia, entrada y salida. En varias formas de realización, el controlador 300 es un controlador de válvula o un controlador de dispositivo concreto. En tal caso, el controlador 300 realiza funciones de control específicas destinadas a un dispositivo específico, como una válvula. En otras formas de realización, el controlador 300 es un microprocesador. En tal caso, el controlador 300 se puede programar de manera que pueda funcionar para controlar las válvulas, así como otros componentes de la máquina. En otros casos, el controlador 300 no es un microprocesador programable, sino un procesador concreto configurado para controlar válvulas diferentes que realizan funciones diferentes.

El controlador 300 está configurado para recibir señales de los transductores de presión 220, 225 y 260 a través de las interfaces 305, 310 y 325, respectivamente. Estas señales, por ejemplo, corresponden a las lecturas de la presión de gas en los colectores 255 y 235. El controlador 300 también está configurado para enviar señales de salida a través de las interfaces 315 y 320 a las válvulas proporcionales 205 y 210, respectivamente. Estas señales de salida permiten al controlador 300 controlar el funcionamiento de las válvulas proporcionales 205 y 210.

Las interfaces 305, 310 y 325 están concebidas para llevar las señales de los transductores de presión 220, 225 y 260 al controlador 300. En este caso, las interfaces 305, 310 y 325 son conductores eléctricos comunes como cables, buses, pistas o similares. Del mismo modo, las interfaces 315 y 320 llevan señales del controlador 300 a las válvulas proporcionales 205 y 210. Las interfaces 315 y 320 pueden ser uno o más entre: cables, buses, pistas o similares concebidos para llevar señales eléctricas o de datos.

En una forma de realización de acuerdo con los principios de la presente invención, el controlador 300 aplica un controlador PID. Un controlador proporcional integral derivativo (controlador PID) es un componente de bucle de retroalimentación común en los sistemas de control industrial. Un controlador PID toma un valor medido de un proceso u otro aparato y lo compara con un valor de punto de referencia de referencia. A continuación, se utiliza la diferencia o la señal de error para regular algunas entradas al proceso, con el fin de retornar dicho valor medido del proceso a su punto de referencia deseado. Al contrario que los controladores sencillos, un controlador PID puede regular las salidas del proceso dependiendo de la historia y velocidad de cambio de la señal de error, que da un control más preciso y estable.

En esta forma de realización, el punto de referencia es la presión que se desea mantener en el depósito 215. Dicho punto de referencia la selecciona el médico de forma efectiva apretando un conmutador de pedal. En una forma de realización, el punto de referencia se selecciona utilizando un conmutador de pedal (no representado). Apretando dicho conmutador de pedal se incrementa la presión y la cantidad de gas utilizada durante un periodo de tiempo determinado.

La presión de gas de entrada y la utilización de gas también influyen en el funcionamiento del controlador 300. Para una presión de entrada determinada, tal como se mide por el transductor de presión de entrada 260, se accionan las válvulas proporcionales 205 y 210 para mantener un intervalo de presión constante en el depósito 215 durante un intervalo de utilización de gas. Las válvulas proporcionales 205 y 210 se accionan independientemente mediante el controlador 300. Dicho controlador 300 dirige las válvulas proporcionales 205 y 210 para abrir un porcentaje determinado (por ejemplo el 0%, 2%, 10%, 30%, 75%, 99%, 100%, etc.) para mantener un intervalo de presión de gas constante en el depósito 215.

En una forma realización de acuerdo con los principios de la presente invención, la presión de entrada del gas presurizado en el colector 235 se mide mediante el transductor de presión de entrada 260. Dependiendo de esta presión de entrada, se selecciona un grupo de constantes de control para utilizar en un algoritmo de PID. El controlador 300 utiliza dicho grupo de constantes de control para controlar el funcionamiento de las válvulas proporcionales 205 y 210. Dichas válvulas proporcionales 205 y 210 se regulan mediante el controlador 300 para mantener un intervalo de presión constante en el depósito 215 sobre un intervalo de utilización de gas.

La Figura 4 es un gráfico que muestra un procedimiento de funcionamiento de un sistema neumático capaz de proporcionar un intervalo de presiones dinámicas de acuerdo con una forma de realización de la presente invención. En la Figura 4, el eje x muestra el tiempo y el eje y muestra la presión en el depósito 215. Se seleccionan tres presiones de gas diferentes (P1, P2 y P3) en tres momentos diferentes. El gráfico de la Figura 4 muestra cómo

responde la presión de gas en el depósito 215 al control de las válvulas proporcionales 205 y 210 mediante el controlador 300.

5 En el periodo de tiempo T1, la presión de gas en el depósito 215 aumenta de cero a P1. Durante este periodo de tiempo, las válvulas proporcionales 205 y 210 se controlan de forma independiente mediante el controlador 300. Por ejemplo, un cirujano puede apretar un conmutador de pedal para seleccionar de manera efectiva un punto de referencia de P1. En respuesta a esta selección, el controlador 300 acciona las válvulas proporcionales 205 y 210 para conseguir una presión de P1 en el depósito 215. Como un resultado del algoritmo de control seleccionado, la presión aumenta de cero, rebasa P1, y se estabiliza en P1 después de un periodo de tiempo muy corto.
10 Típicamente, el periodo de tiempo T1 es un periodo de tiempo muy corto, del orden de milisegundos.

En el periodo de tiempo T2, la presión de gas en el depósito 215 se ha asentado en el punto de referencia deseado. En T2, la presión de gas en el depósito 215 se mantiene en un intervalo estrecho de presión de gas alrededor del punto de referencia seleccionado.
15

En el periodo de tiempo T3, la presión de gas en el depósito 215 aumenta de P1 a P2. Durante este periodo de tiempo, las válvulas proporcionales 205 y 210 se controlan de forma independiente mediante el controlador 300. Por ejemplo, un cirujano puede apretar un conmutador de pedal para seleccionar de manera efectiva un punto de referencia de la P2. En respuesta a esta selección, el controlador 300 acciona las válvulas proporcionales 205 y 210 para conseguir un intervalo de presión de P2 en el depósito 215. Como un resultado del algoritmo de control seleccionado, la presión aumenta de P1, rebasa la P2 y se estabiliza en P2 después de un periodo de tiempo muy corto. Típicamente, el periodo de tiempo T3 es un periodo de tiempo muy corto, del orden de milisegundos.
20

En el periodo de tiempo T4, la presión de gas en el depósito 215 se ha asentado en el punto de referencia deseado. En T4, la presión de gas en el depósito 215 se mantiene en un intervalo estrecho de presión de gas alrededor del punto de referencia seleccionado, en este caso, P2.
25

En el periodo de tiempo T5, la presión de gas en el depósito 215 pasa de P2 a P3. Durante este periodo de tiempo, las válvulas proporcionales 205 y 210 se controlan de forma independiente mediante el controlador 300. Por ejemplo, un cirujano puede apretar un conmutador de pedal para seleccionar de manera efectiva un punto de referencia de P3. En respuesta a esta selección, el controlador 300 acciona las válvulas proporcionales 205 y 210 para conseguir un intervalo de presión de P3 en el depósito 215. Como un resultado del algoritmo de control seleccionado, la presión desciende de P2, rebasa P3 y se estabiliza en P3 después de un periodo de tiempo muy corto. Típicamente, el periodo de tiempo T5 es un periodo de tiempo muy corto, del orden de milisegundos.
30

En el periodo de tiempo T6, la presión de gas en el depósito 215 se ha asentado en el punto de referencia deseado. En T6, la presión de gas en el depósito 215 se mantiene en un intervalo estrecho de presión de gas alrededor del punto de referencia seleccionado, en este caso, P3.
35

40 A partir de lo anterior, se podrá apreciar que la presente invención proporciona un sistema mejorado para proporcionar una alimentación neumática a una herramienta quirúrgica. La presente invención permite proporcionar gas comprimido en un intervalo de presiones variable, permitiendo de este modo el funcionamiento de una herramienta quirúrgica en su intervalo de funcionamiento completa. Además, el punto de referencia de presión se puede ajustar de forma dinámica y el tiempo de respuesta es corto. La presente invención se ilustra en la memoria a título de ejemplo, y los expertos en la materia pueden introducir varias modificaciones.
45

Se pondrán de manifiesto otras formas de realización de la invención para los expertos en la materia a partir de la consideración de la descripción y la práctica de la invención divulgadas en la presente memoria. Se pretende que dicha especificación y los ejemplos se consideren como únicamente a título de ejemplo, con un verdadero alcance de la invención indicado por las reivindicaciones adjuntas.
50

REIVINDICACIONES

1. Sistema neumático para proporcionar un punto de referencia de presión regulable dinámicamente en una máquina quirúrgica, que comprende:
- 5 un depósito (215) para contener gas presurizado;
- una primera válvula proporcional (205) dispuesta sobre un lado de entrada del depósito, estando la primera válvula proporcional configurada para permitir que una primera cantidad variable de gas presurizado entre en el depósito;
- 10 un transductor de presión de entrada (260) dispuesto sobre un lado de entrada de la primera válvula proporcional (205);
- una segunda válvula proporcional (210) dispuesta sobre un lado de salida del depósito, estando la segunda válvula proporcional configurada para permitir que una segunda cantidad variable de gas presurizado salga del depósito;
- 15 un transductor de presión de salida (220) dispuesto sobre el lado de salida del depósito (215), estando el transductor de presión de salida configurado para medir una presión del gas que sale del depósito; y
- 20 un controlador (300) adaptado para controlar el funcionamiento de las primera y segunda válvulas proporcionales;
- caracterizado porque el transductor de presión de entrada está configurado para medir una presión del gas presurizado que entra en la primera válvula proporcional; y porque el controlador (300) está configurado para recibir una primera señal del transductor de presión de entrada (260) correspondiente a la presión del gas presurizado que
- 25 entra en la primera válvula proporcional (205) y una segunda señal procedente del transductor de presión de salida (220) correspondiente a la presión del gas presurizado que sale del depósito (215) y en el que el controlador está configurado para utilizar las primera y segunda señales para regular las primera y segunda válvulas proporcionales (205, 210) de manera que se mantenga un intervalo de presión de gas constante en el depósito alrededor de un
- 30 intervalo de utilización de gas.
2. Sistema según la reivindicación 1, que comprende además:
- una primera interfaz (315) que acopla eléctricamente la primera válvula proporcional (205) al controlador (300); y
- 35 una segunda interfaz (320) que acopla eléctricamente la segunda válvula proporcional (210) al controlador (300).
3. Sistema según la reivindicación 1, que comprende además:
- 40 un segundo transductor de presión de salida redundante (225) dispuesto en el lado de salida del depósito (215), estando dicho segundo transductor de presión de salida redundante configurado para medir una presión del gas que sale del depósito.
4. Sistema según la reivindicación 1, que comprende además:
- 45 un primer colector (235) que acopla por fluido el transductor de presión de entrada (260) a la primera válvula proporcional (205);
- un segundo colector (240) que acopla por fluido la primera válvula proporcional (205) al depósito (215);
- 50 un tercer colector (245) que acopla por fluido el depósito (215) a la segunda válvula proporcional (210);
- un cuarto colector (250) que acopla por fluido la segunda válvula proporcional (210) a un orificio de ventilación.
- 55 5. Sistema según la reivindicación 4, que comprende además:
- un silenciador (230) dispuesto en el orificio de ventilación.
6. Sistema según la reivindicación 1, en el que el intervalo de presión de gas constante que se mantiene se puede seleccionar a partir de un intervalo de presiones.
- 60 7. Sistema según la reivindicación 6, en el que el intervalo de presión de gas constante que se mantiene se puede seleccionar mediante el accionamiento de un conmutador de pedal.
- 65 8. Sistema según la reivindicación 1, en el que el primer intervalo de presiones de gas de entrada es un intervalo con presiones de inicio y de final de hasta 100 libras por metro cuadrado de diferencia.

9. Sistema según la reivindicación 1, en el que el controlador (300) implementa un algoritmo de control proporcional integral derivado con un punto de referencia de presión variable, un parámetro de presión de entrada variable y un parámetro de utilización de gas de salida variable.

5
10. Sistema según la reivindicación 1, en el que el intervalo de presión de gas constante es aproximadamente más o menos 0,5% de un punto de referencia seleccionado por un usuario, en el que el primer intervalo de presiones de gas de entrada es de aproximadamente 4.137 a 8274 milibar (60 psi a 120 psi), y en el que el segundo intervalo de utilización de gas corresponde a la utilización entre una presión de gas baja para el funcionamiento de un vitrector a una velocidad de corte relativamente baja y una presión de gas elevada para el funcionamiento del vitrector a una
10 velocidad de corte relativamente alta.

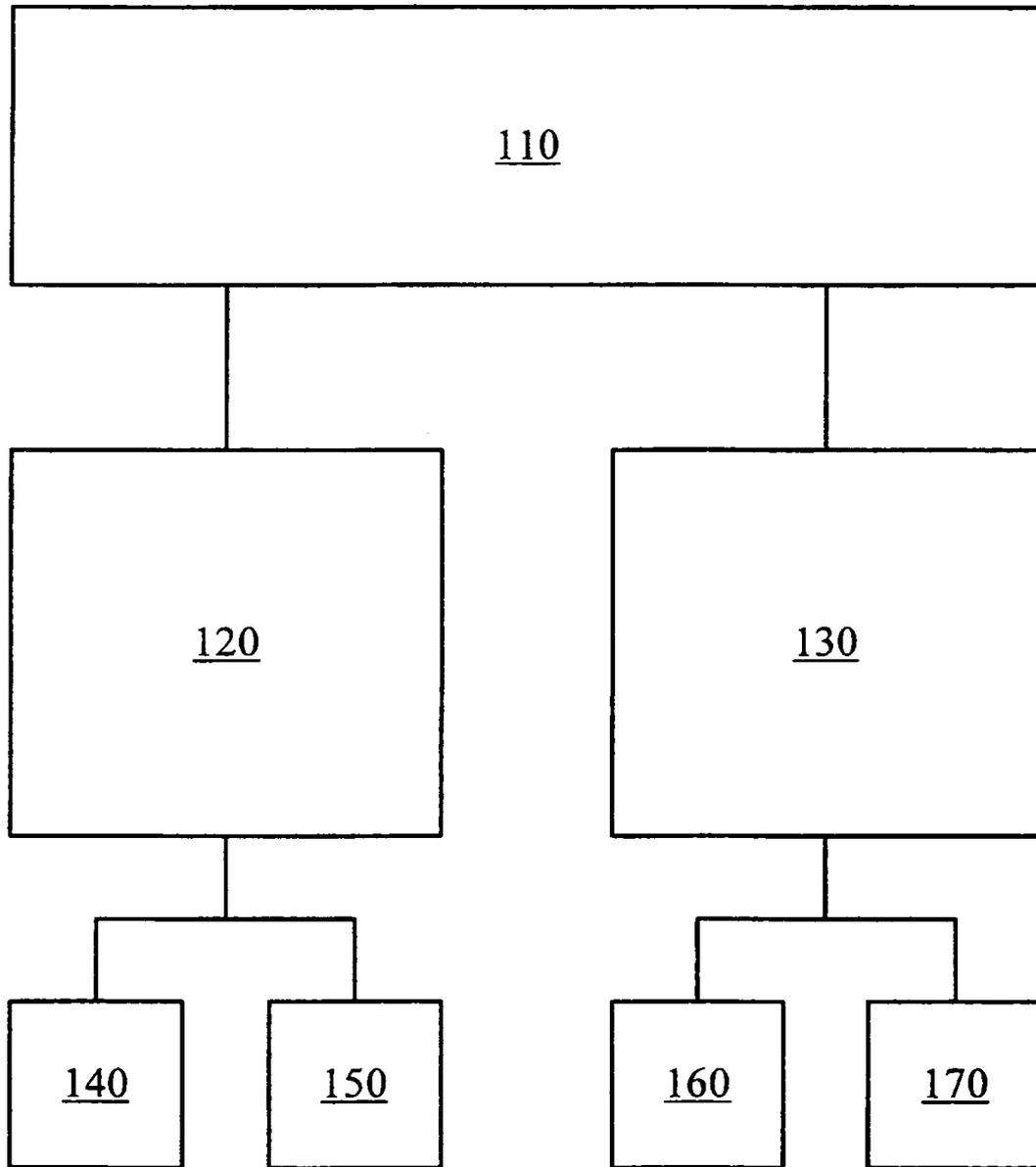


Fig. 1

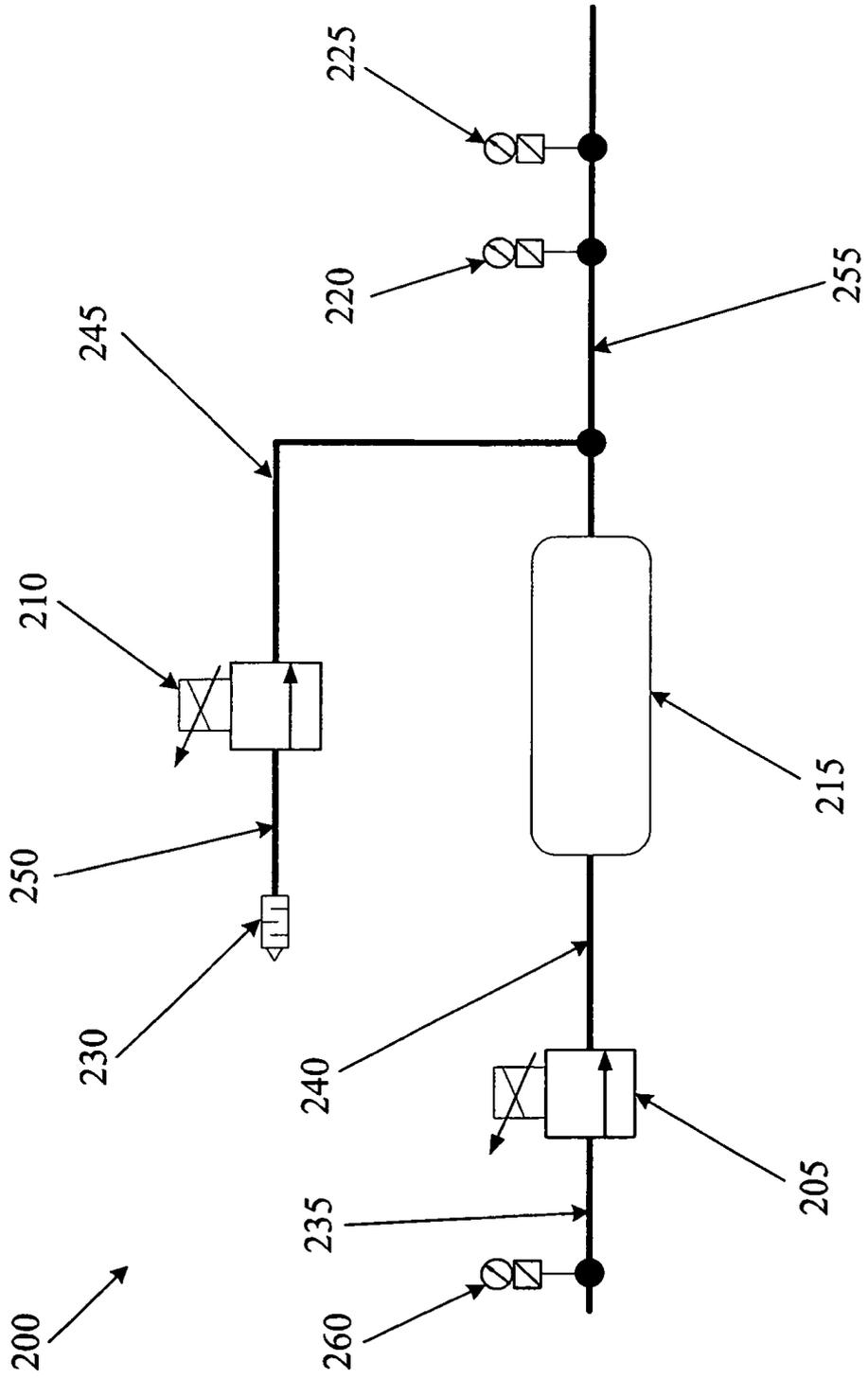


Fig. 2

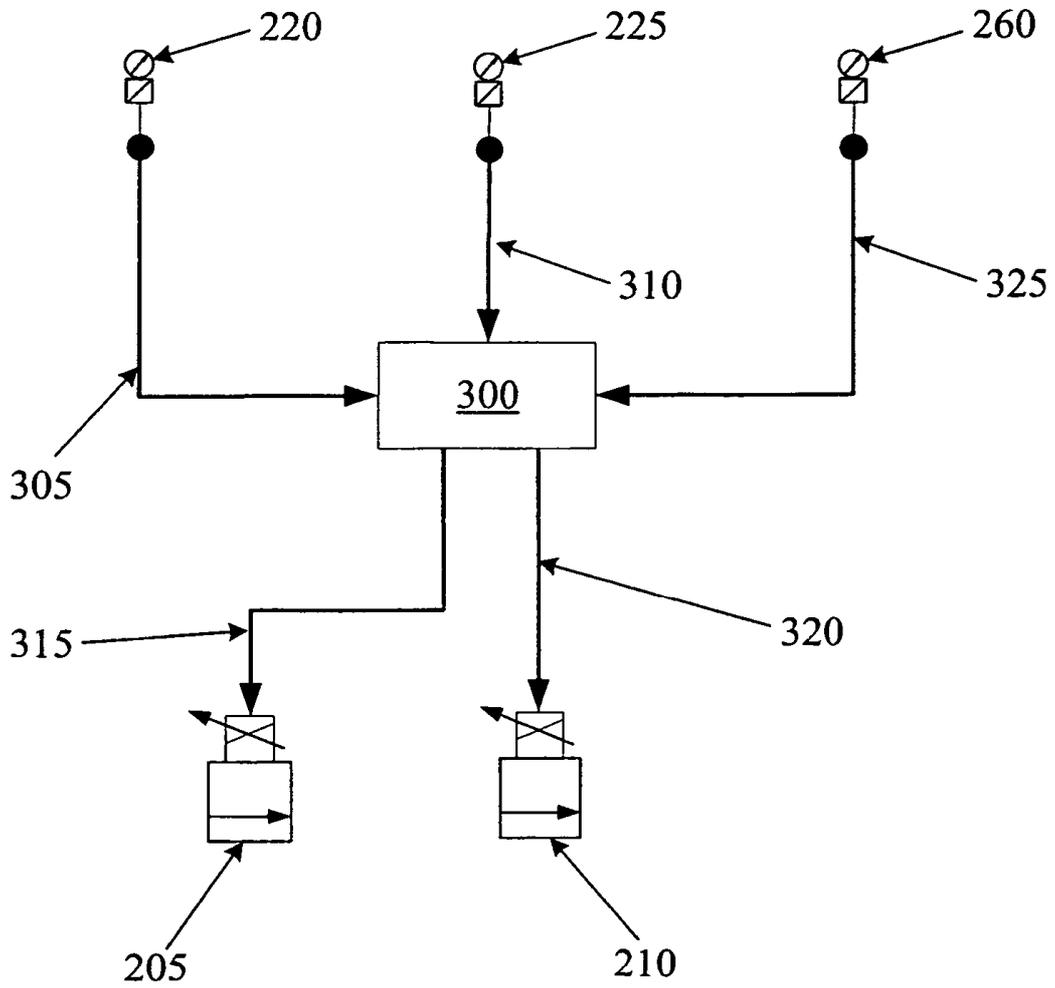


Fig. 3

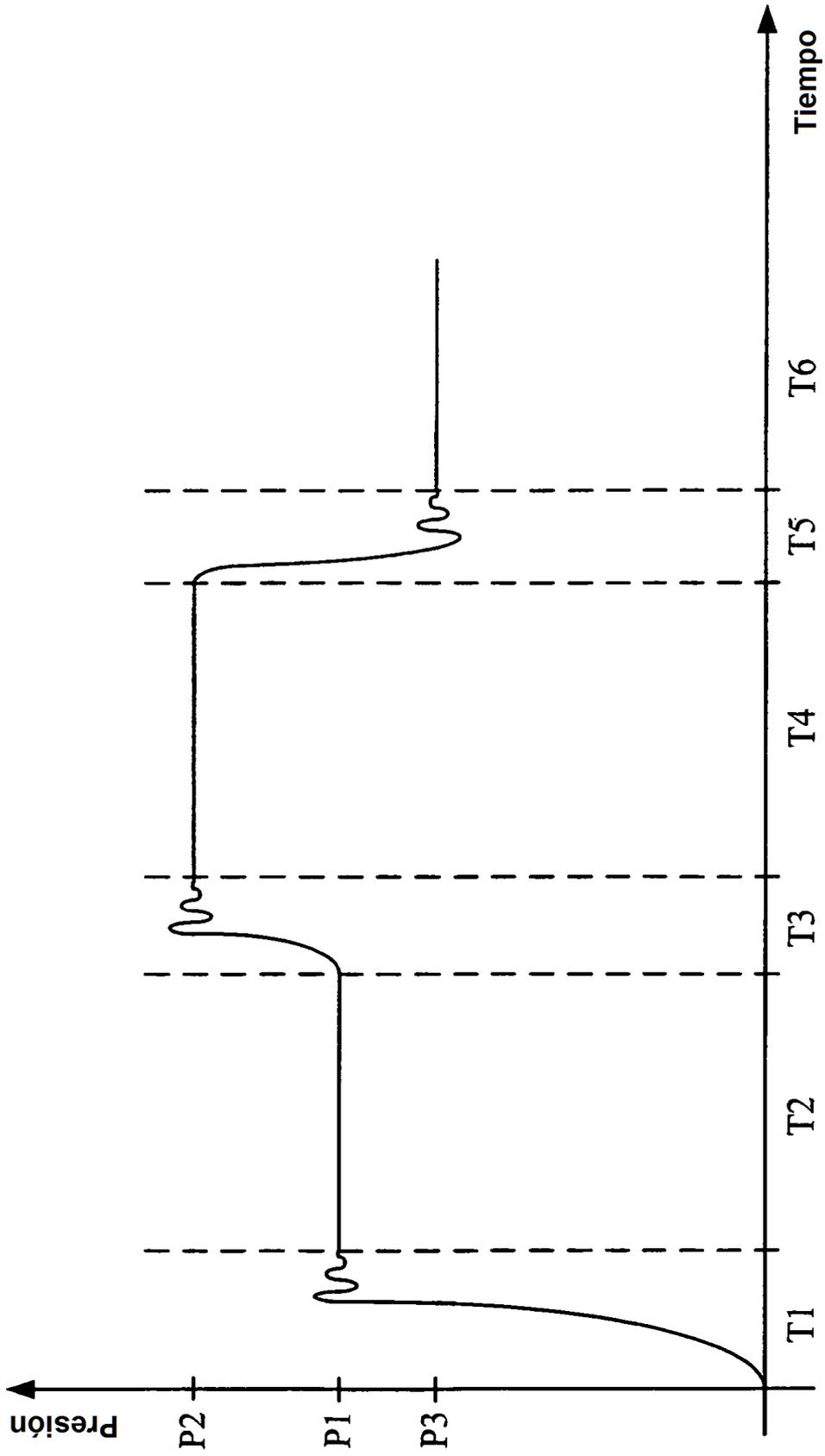


Fig. 4