

D E S C R I P C I Ó N

“Un estesiómetro de mano”

5 Sector técnico de la invención

La invención se refiere a un estesiómetro de mano, preparado para producir soplos de aire a diferente intensidad adecuados para la medición de la sensación táctil en la córnea
10 de un paciente.

Antecedentes de la invención

Estesiometría (Esthesiometry) es la medición de la
15 sensación, específicamente táctil.

La esteisometría corneal generalmente se usa clínicamente para evaluar la queratitis neurotrófica. La queratitis neurotrófica denominada también con la sigla NK (del inglés neurotrophic keratitis), es una enfermedad degenerativa de la
20 córnea producida por un daño en el nervio trigémino que provoca una pérdida de la sensibilidad corneal, el desarrollo de lesiones espontáneas del epitelio corneal y la degradación de la capacidad de curación, que pueden traducirse en el
25 desarrollo de úlceras, necrosis aséptica y perforación en la córnea. La sensibilidad de la córnea es una condición que puede afectar además a los pacientes con diabetes, herpes ocular, usuarios de lentes de contacto y en algunos tipos de ojo seco.

En la investigación, la estesiometría se ha utilizado con diversos fines como por ejemplo para el registro de la duración de un analgésico en la córnea.

5 Para evaluar la sensación corneal, existen métodos cualitativos y cuantitativos. El método cuantitativo más común se realiza con el estesiómetro de mano Cochet-Bonnet que consta de un monofilamento de nylon que se apoya sobre la superficie corneal lo suficiente para provocar su curvatura. Dicho
10 filamento ejercerá más presión cuanto más corto sea. Se inicia la exploración con el filamento extendido y se va acortando hasta obtener una respuesta del paciente.

También es conocida la técnica de soplo de aire sin
15 contacto. No obstante, la instrumentación hasta la fecha conocida para aplicar esta técnica no permite el empleo de estesiómetros de mano.

La primera referencia conocida de un estesiómetro de soplo
20 de aire se recoge en el documento de patente WO 9412104 que describe un procedimiento comprende aplicar en la córnea o conjuntiva del ojo, cuya sensibilidad se desea determinar, una corriente de gas conteniendo una mezcla de CO₂ y aire en concentraciones variables, o bien una disolución isotónica
25 ácida; y efectuar una estesiometría cualitativa o cuantitativa de la irritación local produciría por la aplicación del producto irritante, basada en la determinación del umbral y de la intensidad del dolor, mediante respuestas verbales o el empleo de una escala lógica.

El equipo que se propone para la puesta en práctica del procedimiento comprende una bombona de CO₂ y una bombona de aire; un mezclador de gases; un indicador del flujo de gases; un transductor de presión; un osciloscopio; una válvula; un generador de pulsos; y un soporte universal de lentes para el soporte de una cánula expulsora del gas de mezcla.

En la práctica, este equipo procura un flujo continuo del gas de mezcla y mediante una válvula de tres vías se deriva el flujo hacia la cánula expulsora enfocada al ojo del paciente. El flujo apropiado se consigue mediante un regulador de flujo, dispuesto aguas arriba de la válvula de tres vías que, a partir de datos experimentales o mediante la incorporación al equipo de un transductor de presión, se estima la presión equivalente de la mezcla de gas.

El equipo descrito, incluyendo el regulador de flujo y el transductor de presión, no es apto para su miniaturización, al menos en la medida para que pueda disponerse un dispositivo autoportante, de mano, asible por un facultativo.

Los documentos de patente WO 201817594 y WO 9317613 describen equipos alternativos para un estesiómetro que emplea la técnica de soplo, pero tampoco son aptos para su miniaturización.

En el documento de patente WO 201817594 se propone un equipo en el que el disparo se acciona con un pedal y en el que interviene un regulador de presión y accesorios varios para producir soplos de gas a una presión objetivo y de duración 2s.

En el documento de patente WO 9317613 se propone conectar un compresor de aire en serie con un rotámetro capaz de regular el caudal de flujo de aire. Mediante una regla empírica se traduce el flujo a un valor objetivo de presión.

Es un primer objetivo de la presente invención dar a conocer una alternativa a estos equipos conocidos, apta para tomar la forma de un estesiómetro compacto de mano, portátil.

También es un objetivo de la presente invención un estesiómetro preciso, capaz de soplar pulsos de aire a presiones diferentes y con un marcado perfil rectangular, eso es con un valor de presión substancialmente constante durante el soplo, todo ello sin renunciar a la compacidad del estesiómetro.

También es de interés que el estesiómetro sea autónomo y que no requiera de un cable de conexión eléctrica a la red. Luego es importante que los mecanismos empleados para la obtención y control de los soplos de aire no requieran de aparatos compresores eléctricos, tal como motores eléctricos, solenoides u otro tipo de aparatos, con el propósito de que la autonomía del estesiómetro, en previsión de que requiera el uso de pilas o de baterías, no se vea comprometida.

Explicación de la invención

El estesiómetro objeto de la presente invención es un estesiómetro de mano que comprende un pulmón de gas, conectado con intermediación de unos primeros medios de válvula a una

fuelle de gas, comprendiendo el citado pulmón una cavidad expandible destinada a alojar en una fase de carga del estesiómetro un volumen del gas; una boquilla de salida, conectada al pulmón de gas con intermediación de unos segundos
5 medios de válvula, adecuada para dirigir un soplo del volumen del gas alojado en el pulmón de gas en una fase de disparo del estesiómetro hacia una diana, como por ejemplo una cornea de un paciente; y un mecanismo para procurar en la citada fase de disparo del estesiómetro el desalojo del soplo del volumen del
10 gas contenido en el pulmón de gas en dirección a la boquilla de salida mediante una contracción controlada de la cavidad expandible del pulmón de gas para asegurar una presión de salida substancialmente constante.

15 El estesiómetro de la invención evita el empleo de reguladores de caudal o de presión en línea con la fuente de suministro del gas lo que permite compactar el estesiómetro. Asimismo, el pulmón de gas permite comprimir a la presión de salida sólo un pequeño volumen del gas, aquel suficiente para
20 obtener del mismo el soplo del gas a expulsar, aumentando significativamente la eficiencia del sistema en comparación con los equipos conocidos. Asimismo, la solución escogida para dotar al soplo de la presión requerida puede miniaturizarse, tratándose de pequeños volúmenes de gas. Además, el uso de una
25 cavidad expandible cuya contracción puede ser mecánicamente fácilmente controlada permite la obtención de una forma simple y eficaz, de soplos de aire a una presión substancialmente igual en el tiempo.

30 En una variante, el mecanismo que procura una contracción controlada de la cavidad expandible en la fase de disparo

comprende unos medios de acumulación de energía potencial elástica, que acumulan una energía potencial por efecto de una expansión de la cavidad expandible durante la fase de carga del estesiómetro y que son capaces de liberar dicha energía potencial en la fase de disparo del estesiómetro. De esta forma, no es necesario el empleo de medios motores, en especial de consumo eléctrico, para la compresión del volumen de gas del que se extrae el soplo de gas requerido para un disparo.

Preferiblemente, los medios de acumulación de energía potencial elástica comprenden al menos un resorte de fuerza constante, que se estira durante la fase de carga del estesiómetro y que entrega súbitamente una fuerza restauradora constante durante la fase de disparo. Esta es una forma simple a la par que efectiva que coadyuva a obtener soplos de perfil rectangular, eso es a presión substancialmente constante.

De acuerdo con una variante de la invención, la cavidad expandible tiene una pared desplazable y el mecanismo comprende unos medios de transmisión que vinculan mecánicamente la pared desplazable y los medios de acumulación de energía potencial elástica, en su caso formados por el resorte de fuerza constante. Ventajosamente el resorte o los medios de acumulación de energía potencial no necesariamente deberán disponer alineados con la dirección de desplazamiento de la pared desplazable de la cavidad expandible, lo que permite una ubicación de los componentes en el estesiómetro que favorece su compactación.

En una forma de interés, los citados medios de transmisión comprenden una transmisión por cremallera piñón, estando la

parte cremallera unida a la pared desplazable de la cavidad expandible y la parte piñón unida a los medios de acumulación de energía elástica, todo ello de forma que en la fase de carga del estesiómetro, de entrada de gas en la cavidad expandible
5 proveniente de la fuente del gas, se produce la expansión de dicha cavidad expandible por desplazamiento de su pared desplazable, moviendo a su vez la parte cremallera en un primer sentido que procura el giro de la parte piñón en torno a un eje de giro y en un sentido que carga los medios de acumulación
10 de energía potencial elástica; y en la fase de disparo del estesiómetro al conectarse la cámara expandible con la boquilla de salida los medios de acumulación de energía elástica liberan la energía potencial acumulada aplicando un momento de fuerza a la parte piñón que procura el movimiento de la parte
15 cremallera en un sentido opuesto al primero y que produce el desplazamiento de la pared desplazable de la cavidad expandible ahora en el sentido de contracción de la misma, expulsando el soplo de gas del volumen de gas acumulado en ella durante la fase de carga.

20
Según una variante de la invención especialmente precisa, el mecanismo comprende un cuerpo de soporte del al menos un resorte de fuerza constante, provisto de un alma sobre el que se enrolla/desenrolla dicho resorte y de una guía recta para
25 guiar el desplazamiento de un extremo de actuación del resorte por el que éste está unido a la parte piñón; y la unión entre el citado extremo de actuación del resorte y la parte piñón, que determina el punto de aplicación de la fuerza restauradora que actúa sobre esta parte piñón en la fase de disparo del
30 estesiómetro, es una unión desplazable de forma guiada para conservar su distancia respecto del eje de giro, fijo, de dicha

parte piñón asegurando así que la fuerza restauradora aplica un momento de fuerza a la parte piñón de valor substancialmente constante.

5 La invención prevé que al menos uno del cuerpo de soporte y el pulmón de gas esté montado en el estesiómetro con capacidad de adoptar diferentes posiciones estables, cada una ofreciendo una distancia diferente del punto de aplicación de la fuerza restauradora respecto del eje de giro de la parte piñón al
10 inicio de la fase de disparo.

De acuerdo con una variante de interés, los primeros medios de válvula permiten al menos dos posiciones operativas de las que una posición de cierre en la que impiden la
15 comunicación entre la fuente de gas y el pulmón de gas; y la otra es una posición de carga en la que habilitan la comunicación entre la fuente de gas a presión y el pulmón de gas, comprendiendo además el estesiómetro unos medios de detección de la medida de expansión de la cavidad expandible
20 del pulmón de gas capaces de generar una señal de gobierno de los primeros medios de válvula para que estos pasen de adoptar la posición de carga a adoptar la posición de cierre cuando la citada cavidad expandible alcanza la medida de expansión que corresponde al volumen predeterminado de gas asociado al
25 disparo del estesiómetro y dar fin a la fase de carga.

Esta variante es ventajosa frente a aquellas en las que la fase de carga se detiene por puro tope mecánico, por ejemplo, de la pared desplazable de la cavidad con un final de recorrido
30 o de cualquier componente del mecanismo 7 con un tope, lo que podría producir un incremento de la presión del gas en la

cavidad si ésta no puede expandirse, pero sigue siendo suministrado gas desde la fuente de gas a presión. Este hecho podría alterar el buen control de la presión de salida.

5 Los medios de detección antes mencionados pueden comprender un sensor óptico.

La cavidad expandible puede seleccionarse, preferiblemente, entre un grupo pistón; una bolsa o un fuelle
10 axial.

El estesiómetro puede tener un contador de disparos. El contador disparos puede contar el número de veces que los medios de detección detectan que la cavidad expandible alcanza
15 la medida de expansión que corresponde al volumen predeterminado de gas suficiente para un soplo o asociado al disparo del estesiómetro.

El estesiómetro puede estar equipado con un indicador
20 visual y/o audible de que el número de disparos ha alcanzado un valor predeterminado.

Como se describe suficientemente más adelante, el estesiómetro es capaz de procurar en la citada fase de disparo
25 el desalojo de un soplo del gas contenido en el pulmón de gas en dirección a la boquilla de salida en un tiempo comprendido entre 0,3 s y 0,7 s, preferentemente entre 0,4 y 0,6 s a una presión de salida medida a 4 mm de la embocadura de la boquilla de salida, según un pulso rectangular de valor nominal
30 comprendido entre 0,0003 bar y 0,01 bar.

La invención contempla que la fuente de gas esté formada por un cartucho recambiable de gas medicinal comprimido.

Alternativa o complementariamente, se prevé que el estesiómetro esté equipado con un actuador para la expansión controlada de la cavidad expandible, que por vía de los primeros medios de válvula permiten la aspiración de gas ambiente, en la forma de aire.

Dicho actuador para la expansión controlada de la cavidad expandible mueve una pared desplazable de dicha cavidad expandible, pudiendo ser dicho actuador maniobrable o motorizado.

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1, es una vista general de un estesiómetro de mano según la invención;

La Fig. 2, es un diagrama básico de los componentes principales de que está provisto un estesiómetro según la invención;

La Fig. 3, ilustra la aplicación convencional para la que está destinado el estesiómetro de la invención;

La Fig. 4, muestra el arreglo de los medios de válvula y de una carcasa externa o cabezal del pulmón de gas según una variante de un estesiómetro según la invención;

La Fig. 5, es una vista en perspectiva de un mecanismo adecuado para procurar el desalojo de un volumen predeterminado de gas alojado en una cavidad expandible del pulmón de gas del estesiómetro por accionamiento de una pared desplazable de la misma;

Las Figs. 6a a 6c muestran una secuencia de funcionamiento del mecanismo según la Fig. 5 incluyéndose para cada figura un diagrama de flujo y una vista del mecanismo en el estado que le corresponde;

La Fig. 7, es una figura esquemática del mecanismo de la Fig. 5;

Las Figs. 8a y 8b muestran el mecanismo de la Fig. 5 adoptando los medios de acumulación de energía potencial elástica diferentes posiciones respecto de la cavidad expandible;

La Fig. 9, muestra el perfil de sendos soplos de gas que se obtienen con equipos estesiómetros documentados en el estado de la técnica;

Las Figs. 10 y 11, muestran el perfil de sendos soplos de gas que se obtienen con un estesiómetro objeto de la presente invención;

Las Figs. 12 y 13, son sendos diagramas básicos de los componentes principales de respectivas variantes de un estesiómetro según la invención;

La Fig. 14, muestra según un plano de corte longitudinal otra variante de un estesiómetro según la invención, en concreto del mecanismo para procurar el desalojo de un volumen predeterminado de gas alojado en la cavidad expandible; y

5

Las Figs. 15a y 15, muestran el mecanismo de la Fig. 14 adoptando los medios de acumulación de energía potencial elástica diferentes posiciones respecto de la cavidad expandible.

10

Descripción detallada de la invención

La Fig. 1 ilustra un estesiómetro 1 de mano que ejemplifica la invención. El estesiómetro 1 presenta una configuración general en forma de pistola en la que se distingue una porción a modo de mango o empuñadura y un cuerpo principal en el que está dispuesta una boquilla de salida 12 para dirigir soplos 14 de gas en la forma de pulsos, un pulso cada vez que se dispara el estesiómetro 1, en dirección a la córnea de un paciente, como ilustra la Fig. 3.

El diagrama de la Fig. 2 muestra los componentes principales de esta versión del estesiómetro y su relación. El estesiómetro 1 comprende un pulmón de gas 4 conectado con intermediación de unos primeros medios de válvula 5 a una fuente 2 de gas; y la boquilla de salida 12, conectada al pulmón de gas 4 con intermediación de unos segundos medios de válvula 13.

Es característico del estesiómetro 1 de la invención que el pulmón de gas 4 comprende una cavidad expandible 6 (ver

30

Figs. 5 y 6a a 6c). Esta cavidad expandible 6 está destinada a recibir en una fase de carga del estesiómetro 1 un volumen predeterminado V_1 del gas 3 que será suministrado por la fuente 2 del gas 3 a presión; y a expulsar en una fase de disparo un volumen predeterminado V_2 del gas 3 en dirección a la boquilla de salida 12 en una fase de disparo del estesiómetro 1, todo ello como se describirá en mayor detalle más adelante. Aunque los volúmenes V_1 y V_2 pueden ser coincidentes no necesariamente será siempre así pues el balance de gas debe de tener en cuenta que puede haber gas 3 alojado en la cavidad expandible 6 antes de iniciarse la fase de carga.

En el ejemplo, la fuente 2 de gas 3 está formada por un cartucho 2a recambiable de gas medicinal comprimido, en concreto de aire para uso clínico del tipo que se obtiene mediante la compresión de aire atmosférico purificado y filtrado o de la mezcla de oxígeno y nitrógeno en proporciones 21% y 79% respectivamente, que se caracterizan por ser libres de partículas, ser bacteriológicamente aptos, estar libres de aceites y libres de agua. El volumen de almacenamiento del cartucho puede estar comprendido entre 400-600 ml y para que el estesiómetro preste su función la presión del gas 3 puede ser aproximadamente de 5-7 bar. Como se explicará más adelante, se contemplan sin embargo otras opciones para llenar de gas la cavidad expandible 6.

El estesiómetro 1 está equipado con un mecanismo 7 que procurará en la citada fase de disparo del estesiómetro el desalojo del volumen predeterminado V_2 de gas 3 a expulsar mediante una contracción controlada de la cavidad expandible 6 del pulmón de gas 4, en concreto controlada para procurar una

presión de salida del gas 3 en la boquilla de salida 12
substancialmente constante.

La cavidad expandible 6 puede estar configurada por
ejemplo en forma de pistón, de fuelle axial o de bolsa. En el
ejemplo de puesta práctica de la invención la cavidad
expandible 6 es del tipo fuelle axial y tiene una pared 6a
desplazable, vinculada con el mecanismo 7. La cavidad
expandible 6 puede estar alojada total o parcialmente en una
camisa o carcasa exterior 6b rígida, como la representada en
la Fig. 4, que puede desempeñar la función de cabezal de
conexión y en la que pueden estar formadas las conexiones
fluídicas con los primeros y segundos medios de válvula 5 y 13
para el suministro de gas 3 a la cavidad expandible 6 y para
la expulsión del gas 3 en dirección a la boquilla de salida
12, en las respectivas fases de carga y de disparo del
estesiómetro 1, todo ello como ilustra la Fig. 4.

La Fig. 5, muestra en mayor detalle el conjunto formado
por la cavidad expandible 6 (sólo parcialmente representada) y
el mecanismo 7 antes mencionado, de acuerdo con una variante
de interés de la invención.

En esta variante, para la contracción controlada de la
cavidad expandible 6 el mecanismo 7 comprende unos medios de
acumulación de energía potencial elástica 8 capaces de acumular
energía potencial cuando la cámara expandible se expande en
una fase de carga del estesiómetro, empleando para ello la
presión del gas 3 entrante, y de liberar dicha energía
potencial en una fase de disparo del estesiómetro, que es
aprovechada para contraer la cavidad expandible 6 y expulsar

un volumen predeterminado V2 de gas 3 almacenado en su interior.

Esta variante permite impulsar el gas sin emplear para
5 ello motores o actuadores que precisen de una fuente de corriente eléctrica, a la par que simplifican el estesiómetro y contribuyen a mantener los costes de fabricación de este instrumento a un nivel aceptable para el mercado.

10 En el ejemplo, los medios de acumulación de energía potencial elástica 8 están formados por un resorte 18 de fuerza constante, que se deforma durante la fase de carga del estesiómetro y que entrega súbitamente una fuerza restauradora F (ver Fig. 7) constante durante la fase de disparo. Este
15 aspecto es de interés porque contribuirá a poder conseguir expulsar por la boquilla de salida 12 un soplo de gas 3 de perfil rectangular, eso es de valor o amplitud constante, siendo este aspecto muy importante para poder llevar a cabo un buen diagnóstico y obtener resultados fiables de la exploración
20 de un paciente. La invención contempla emplear más de un resorte 18 de fuerza constante, como se ejemplifica en la Fig. 14, a la que haremos referencia más adelante.

Los resortes de fuerza constante son una variedad conocida
25 y especial de resortes de extensión. En el ejemplo, este resorte 18 está formado por una banda fuertemente enrollada de acero pre-endurecido o de acero inoxidable. Otros materiales posibles son acero al carbón o Inconel®.

30 En el ejemplo, la cavidad expandible 6 tiene una pared desplazable 6a y el mecanismo 7 comprende unos medios de

transmisión 9 que vinculan mecánicamente esta pared desplazable 6a y el resorte 18 de fuerza constante.

Estos medios de transmisión 9 comprenden una transmisión por cremallera piñón, estando la parte cremallera 10 unida a la pared desplazable 6a de la cavidad expandible 6 y la parte piñón 11 unida al resorte 18, en concreto a un extremo terminal de actuación 18a del mismo.

El mecanismo 7 cuenta con un cuerpo de soporte 15 del resorte 18 de fuerza constante, provisto de un alma 15b sobre el que se enrolla/desenrolla dicho resorte y de una guía recta 15a para guiar el desplazamiento del citado extremo de actuación 18a del resorte por el que éste está unido a la parte piñón 11 de los medios de transmisión 9.

La parte piñón 11 presenta en el ejemplo forma de palanca giratoria alrededor de un eje de giro 11a, o fulcro, fijo al chasis del estesiómetro 1. A un lado de este eje de giro 11a la palanca está dotada de los dientes para su engrane con la parte cremallera 10 de los medios de transmisión 9; y al otro lado del eje de giro 11a la palanca está unida al extremo de actuación 18a del resorte 8. Luego, el movimiento lineal de este extremo de actuación 18a a lo largo de la guía recta 15a en un sentido u otro aplicará un momento de fuerza a la palanca que la obligará a girar en torno a su eje de giro 11a, y viceversa.

La invención prevé una variante del estesiómetro 1 de mucha precisión, para lo cual se opta por asegurar que la fuerza aplicada sobre la pared desplazable 6a en la dirección

de contracción de la cavidad expandible 6, impulsada por la fuerza restauradora del resorte 18, sea substancialmente constante durante toda la carrera del extremo de actuación 18a del resorte 18 durante una maniobra de disparo.

5

Con este propósito, como muestra la Fig. 7, en esta variante perfeccionada del estesiómetro 1 la unión entre el citado extremo de actuación 18a del resorte 18 y la parte piñón 11, que determina el punto de aplicación P de la fuerza restauradora F que actúa sobre esta parte piñón 11 en la fase de disparo del estesiómetro es una unión desplazable para que la distancia p, que es la distancia entre el eje de giro 11a de la parte piñón 11 y la recta sobre la que descansa la fuerza restauradora F, sea siempre la misma, dando así lugar a un momento de fuerza constante. Para ello, la palanca tiene un elemento o parte de guía 11b por la que puede resbalar un saliente 24b de que está provisto el conector 24, ampliado en la Fig. 5, que vincula el extremo de actuación 18a del resorte 18 con dicha palanca. En el ejemplo, este conector 24 tiene una parte de recepción en la que ajusta el extremo de actuación 18a del resorte 18, unido de forma firme a esta parte del conector 24.

El principio de funcionamiento del estesiómetro 1 se describe a continuación en referencia a las Figs. 6a a 6c y es el que sigue:

- En la situación de espera B representada en la Fig. 6a, los primeros medios de válvula 5 adoptan una posición de cierre 5a en la que impiden la comunicación entre la fuente 2 de gas a presión y el pulmón de gas 4. Preferentemente, los

segundos medios de válvula 13 adoptan también una posición de cierre 13a, en la que impiden la salida de gas 3 remanente que pueda haber contenido en la cavidad expandible 6.

- 5 - Partiendo de esta situación de espera B, de querer realizar un disparo en una fase de carga A ilustrada en la Fig. 6b se accionan los medios de válvula 5 para que adopten una posición de carga 5b en la que habilitan la comunicación entre la fuente 2 de gas a presión y el pulmón de gas 4. En
10 esta fase de carga A del estesiómetro 1 la entrada de gas 3 en la cavidad expandible 6 proveniente de la fuente 2 del gas a presión produce la expansión de dicha cavidad expandible 6 por desplazamiento de su pared desplazable 6a, moviendo a su vez la parte cremallera 10 en un primer sentido
15 que procura el giro de la parte piñón 11 en torno a su eje de giro 11a y en un sentido que estira y carga el resorte 18.

La invención contempla que el estesiómetro esté equipado con
20 unos medios de detección 19 de la medida de expansión de la cavidad expandible 6 capaces de generar una señal de gobierno de los primeros medios de válvula 5 para que estos pasen de adoptar la posición de carga 5b a adoptar la posición de cierre 5a cuando la citada cavidad expandible 6 alcanza la
25 medida de expansión que corresponde a un volumen de gas suficiente para producir un soplo con un volumen predeterminado V2 de gas 3 a expulsar asociado al disparo del estesiómetro y dar fin a la fase de carga A.

- 30 - Seguidamente se iniciaría, preferentemente de forma automática aunque se prevé que también sea en respuesta a

una acción del usuario, una fase de disparo C del estesiómetro representada en la Fig. 6c.

Para ello, se accionan los segundos medios de válvula 13 para que estos pasen de adoptar la posición de cierre 13a a adoptar una posición de disparo 13b durante un periodo de tiempo preestablecido, por ejemplo, de 0,5s.

Para el caso, los segundos medios de válvula 13, y naturalmente también los primeros medios de válvula 5, pueden ser electrónicos y el estesiómetro 1 estar equipado con un temporizador calibrado de fábrica para un tiempo de apertura de los segundos medios de válvula 13 de 0,5s o alternativamente estar equipado con otros medios configurables o seleccionables por el usuario, tales como una pantalla y un conjunto de pulsadores que permitan que el usuario pueda seleccionar la duración del soplo de gas durante la fase de disparo C, bien a un valor libre o a un valor de una lista de valores previamente programada de fábrica.

Una vez los segundos medios de válvula 13 adoptan la posición de disparo 13b, de forma casi instantánea el resorte 18 libera la energía potencial elástica acumulada y aplica una fuerza restauradora F sobre la parte piñón 11 de los medios de transmisión 9 que procura el movimiento de la parte cremallera 10 que a su vez produce el desplazamiento de la pared desplazable 6a de la cavidad expandible 6 ahora en el sentido de contracción de la misma, expulsando un volumen predeterminado V2 de gas 3 a expulsar del gas 3 acumulado en su interior en la fase de carga A.

La acción de disparo quedará interrumpida por acción de los medios de válvula 13 cuando éstos adopten de nuevo su posición de cierre 13a, lo que ocurrirá transcurridos, en el ejemplo, 0,5s.

El estesiómetro 1 quedará entonces de nuevo en la posición de espera B, ilustrada en la Fig. 6a.

Un estesiómetro es un dispositivo que se emplea para valorar la sensibilidad perceptiva. Para que el estesiómetro 1 pueda desplegar toda su función es imprescindible que esté preparado para que puedan disparare soplos de aire a diferentes presiones.

En el mecanismo 7 del estesiómetro 1 de ejemplo, el valor del momento de fuerza M (ver Fig. 7)

$$M=F \cdot p$$

podrá variarse de sí se modifica la distancia p. Tomando ventaja de este principio, de acuerdo con otro aspecto del estesiómetro 1 de la invención, se prevé que al menos uno del cuerpo de soporte 15 o el pulmón de gas 4 esté montado en el estesiómetro con capacidad de adoptar diferentes posiciones estables, cada una ofreciendo una distancia p diferente al inicio de una fase de disparo C.

En el estesiómetro 1 de ejemplo se opta por la primera alternativa, eso es el soporte 15 está montado en el estesiómetro pudiendo adoptar diferentes posiciones respecto

del pulmón de gas 4, más en concreto respecto de la cavidad expandible 6. Esta característica es la que se muestra en las Figs. 8a y 8b, correspondiendo la Fig. 8a a una posición de estímulo máximo y la Fig. 8b a una posición de estímulo mínimo.

5

En la forma representada, el soporte 15 y con ello el resorte 18 de fuerza constante están montados guiados en el estesiómetro 1 pudiéndose cambiar su posición relativa respecto de la cavidad expandible 6 por medio de un accionamiento 23
10 aquí en la forma de una rueda que engrana con un correspondiente dentado 22 de que está provisto el soporte 15. La rueda puede ser accionada por presión digital, eso es manualmente, por un usuario, y el estesiómetro 1 puede estar provisto de unos medios de encaje elástico con la rueda o con el soporte 15 para
15 dotar a éstos de diferentes posiciones estables, cada una de las cuales corresponderá con un disparo de un soplo de gas 3 a una presión de salida diferente.

Son varios los parámetros con los que puede jugarse para
20 obtener soplos de aire con presiones de interés. Diferentes ensayos llevados a cabo, alterando por ejemplo el volumen de gas 3 introducido en la cavidad expandible 6 en una fase de carga A y/o la posición angular inicial de la parte piñón 11 del mecanismo 7 y/o la distancia p y/o el volumen de gas 3
25 presente inicialmente en la cavidad expandible 6 y/o la distancia p (optando finalmente por dotar al estesiómetro de hasta 5 posiciones diferentes para el soporte 15 respecto de la cavidad expandible 6) y/o las características del resorte 18 de fuerza constante, entre otros parámetros que permiten un
30 ajuste en la respuesta del estesiómetro 1, han permitido un

diseño óptimo de un estesiómetro 1 de mano con las prestaciones mostradas en las Tablas 1 y 2 que siguen.

Posición	Duración soplo	Q (ml/min)	Flujo másico (kg/s)	vel. salida (m/s)	Presión en la diana (*) (bar)	Fuerza (mN)	Presión de gas en la cavidad (bar)
5	0,5	410	9,00E-06	40	0,0086	0,26	0,0196
4	0,5	315	6,88E-06	31	0,0050	0,158	0,01214
3	0,5	254	5,54E-06	25	0,0032	0,106	0,00829
2	0,5	180	3,92E-06	18	0,0015	0,056	0,00458
1	0,5	102	2,21E-06	10	0,00046	0,019	0,00178

5 Tabla 1: Parámetros del estesiómetro para cada una de las 5 opciones diferentes de soplo de aire. (*) valores medidos a una distancia de 4 mm de la boquilla de salida del estesiómetro.

Posición	Duración soplo (s)	Volumen Del soplo (mm³)	Desplazamiento pared de la cavidad (mm)
5	0,5	3,4	5,6
4	0,5	2,7	4,6
3	0,5	2	3,5
2	0,5	1,5	2,5
1	0,5	0,84	1,4

Tabla 2: Parámetros del estesiómetro para cada una de las 5 opciones diferentes de soplo de aire.

Además de la versatilidad que ofrece el estesiómetro 1, capaz de disparar varios soplos de magnitud diferente, se da la circunstancia de que estos soplos siguen un perfil rectangular, de valor nominal substancialmente constante, mejorando también este aspecto respecto de otros estesiómetros documentados en el estado de arte.

La Fig. 9, extracto del documento de patente W09317613, ejemplifica el perfil en el tiempo de los soplos de aire obtenibles mediante equipos estesiómetros conocidos, siendo el perfil superior el correspondiente al de un estesiómetro que presumiblemente perfeccionaba las técnicas conocidas.

En contraste con estos perfiles, las Figs. 10 y 11 muestran el perfil de sendos soplos de gas que se obtienen con el estesiómetro objeto de la presente invención, para una presión objetivo de 0,0086bar y 0,00046bar, respectivamente. Repárese en el perfil rectangular que muestran estos soplos y en especial en cómo se logran pulsos de gas con un valor de presión substancialmente constante.

En la variante del estesiómetro 1 de la invención en el que la fuente de gas 2 es en la forma de cartucho intercambiable, éste puede quedar alojado en la parte configurada a modo de mango mientras que los componentes principales, enmarcados en trazo discontinuo en el diagrama de la Fig. 2, pueden quedar alojados en el cuerpo principal del estesiómetro 1.

La recarga del cartucho de gas 3 a presión puede ser tan

simple como la maniobra convencional de reemplazo de una pila en cualquier dispositivo eléctrico. La invención prevé sin embargo que el estesiómetro tenga un contador de disparos con el propósito de estimar cuándo el cartucho estará cerca de agotarse y poder realizar un mantenimiento preventivo del estesiómetro.

Tomando ventaja de que el estesiómetro puede estar equipado con los medios de detección 19, en una variante de la invención el contador de disparos cuenta el número de veces que estos medios de detección 19 detectan que la cavidad expandible 6 alcanza la medida de expansión que corresponde al volumen predeterminado de gas 3 asociado a un disparo del estesiómetro. En otras palabras, el contador cuenta el número de veces que se ha completado una fase de carga A, pudiendo estimarse entonces el volumen de gas 3 que ha sido extraído del cartucho.

Conociendo la capacidad de gas 3 que tiene el cartucho no presenta mayor problema equipar al estesiómetro con un indicador visual y/o audible 21 de que el número de disparos ha alcanzado un valor predeterminado, avisador de que debería procederse al recambio del cartucho.

Los diagramas de las Figs. 12 y 13 muestran variantes alternativas de un estesiómetro según la invención, por lo que al suministro de gas 3 a la cavidad expandible 6 se refiere.

En estas variantes, en lugar de emplear un cartucho 2a como fuente 2 de gas 3, se equipa al estesiómetro con un actuador para la expansión 25 controlada de la cavidad

expandible 6 que por vía de los primeros medios de válvula 5 permiten la aspiración de gas ambiente, en la forma de aire.

El actuador para la expansión 25 controlada de la cavidad expandible 6 mueve la pared desplazable 6a de dicha cavidad expandible 6, pudiendo ser dicho actuador maniobrable, eso es accionable manualmente, como pretende ilustrar las Fig. 12; o motorizado, por ejemplo, por medio de un dispositivo solenoide, como pretende ilustrar la Fig. 13.

El principio de funcionamiento del estesiómetro es el mismo que el anteriormente descrito, con la diferencia de que, partiendo de la situación de espera, de querer realizar un disparo en una fase de carga se accionan los medios de válvula 5 para que habiliten la comunicación entre la fuente 2 de gas y el pulmón de gas 4 siendo sin embargo ahora la fuente 2 de gas ahora el aire ambiente. En la fase de carga del estesiómetro la entrada de aire en la cavidad expandible 6 se produce por succión, promovida por el movimiento de la pared desplazable 6a de la cavidad expandible por medio del actuador para la expansión 25 controlada de la cavidad expandible 6 antes referido, en el sentido que señalan las flechas de las Figs. 12 y 13.

Al igual que en la versión del estesiómetro equipado con un cartucho 2a de gas 3 a presión, el movimiento de la pared desplazable 6a, por mediación de los medios de transmisión 9, estira y carga los medios de acumulación de energía potencial elástica 8.

La Fig. 14 ilustra un estesiómetro 1 que implementa la

solución ilustrada en el diagrama de la Fig. 13, equipado con un actuador para la expansión 25 controlada de la cavidad expandible 6 motorizado, en la forma de un dispositivo solenoide. A destacar de esta versión que los medios de
5 acumulación de energía potencial elástica 8 comprenden en este caso dos resortes 18, 18' de fuerza constante que actúan en paralelo sobre los medios de transmisión 9, en lo demás análogos a los de la versión del estesiómetro con un único resorte de fuerza constante.

10

Sirva también esta versión de la Fig. 14 para mostrar que la invención contempla que el conjunto formado por los componentes principales del estesiómetro, correctamente ensamblados, es autoportante. A tal efecto se provee al mismo
15 de una suerte de chasis o placa base 26 a la que está acoplado con capacidad de movimiento guiado el cuerpo de soporte 15 de los medios de acumulación de energía potencial elástica 8 de forma que dicho soporte puede adoptar, respecto del mecanismo de transmisión 9, las diferentes posiciones que permiten
20 modular la fuerza transmitida por los medios de acumulación de energía potencial elástica 8 a la pared desplazable 6a de la cavidad expandible 6, fijada firme al citado chasis o placa base 26. Esta característica es la que se muestra en las Figs. 15a y 15b, correspondiendo la Fig. 15a a una posición de
25 estímulo máximo y la Fig. 15b a una posición de estímulo mínimo.

El movimiento guiado antes referido se implementa, en estos ejemplos, mediante un juego de guía y pasador, en concreto por medio de un pasador en la forma de vástago 27
30 recto, solidario del chasis o placa base 26 orientado normal al núcleo de los resortes 18 y 18', insertado con ajuste en un

orificio de que se provee al cuerpo de soporte 15 de forma que éste puede deslizarse a lo largo del vástago.

5

10

15

20

25

30

R E I V I N D I C A C I O N E S

1.- Un estesiómetro (1) de mano, que comprende

- un pulmón de gas (4), conectado con intermediación de unos
5 primeros medios de válvula (5) a una fuente (2) de gas, que
comprende una cavidad expandible (6) destinada a alojar en una
fase de carga (A) del estesiómetro un volumen del gas (3);

- una boquilla de salida (12), conectada al pulmón de gas (4)
con intermediación de unos segundos medios de válvula (13),
10 adecuada para dirigir un soplo (14) del volumen del gas (3)
alojado en el pulmón de gas (4) en una fase de disparo (C) del
estesiómetro hacia una diana, como por ejemplo una cornea de
un paciente; comprendiendo además el estesiómetro

- un mecanismo (7) para procurar en la citada fase de disparo
15 (C) del estesiómetro el desalojo del soplo (14) del volumen
del gas (3) contenido en el pulmón de gas (4) en dirección a
la boquilla de salida (12) mediante una contracción controlada
de la cavidad expandible (6) del pulmón de gas para asegurar
una presión de salida substancialmente constante.

20

2.- Un estesiómetro (1) según la reivindicación 1,
caracterizado porque dicho mecanismo (7) comprende unos medios
de acumulación de energía potencial elástica (8), que acumulan
una energía potencial por efecto de una expansión de la cavidad
25 expandible (6) durante la fase de carga (A) del estesiómetro y
que son capaces de liberar dicha energía potencial en la fase
de disparo (C) del estesiómetro.

3.- Un estesiómetro (1) según la reivindicación 2,
30 caracterizado porque los medios de acumulación de energía
potencial elástica (8) comprenden al menos un resorte (18, 18')

de fuerza constante, que se estira durante la fase de carga (A) del estesiómetro y que entrega súbitamente una fuerza restauradora (F) constante durante la fase de disparo (C).

5 4.- Un estesiómetro (1) según las reivindicaciones 2 ó 3, caracterizado porque la cavidad expandible (6) tiene una pared desplazable (6a) y porque el mecanismo (7) comprende unos medios de transmisión (9) que vinculan mecánicamente la pared desplazable (6a) y los medios de acumulación de energía
10 potencial elástica (8), en su caso formados por el al menos un resorte (18) de fuerza constante.

 5.- Un estesiómetro (1) según la reivindicación 4, caracterizado porque los citados medios de transmisión (9)
15 comprenden una transmisión por cremallera piñón, estando la parte cremallera (10) unida a la pared desplazable (6a) de la cavidad expandible (6) y la parte piñón (11) unida a los medios de acumulación de energía elástica (8), todo ello de forma que
- en la fase de carga (A) del estesiómetro, de entrada de gas
20 (3) en la cavidad expandible (6), se produce la expansión de dicha cavidad expandible (6) por desplazamiento de su pared desplazable (6a), moviendo a su vez la parte cremallera (10) en un primer sentido que procura el giro de la parte piñón (11) en torno a un eje de giro (11a) y en un sentido que carga los
25 medios de acumulación de energía potencial elástica (8); y
- en la fase de disparo (C) del estesiómetro al conectarse la cámara expandible (6) con la boquilla de salida (12) los medios de acumulación de energía elástica (8) liberan la energía potencial acumulada aplicando un momento de fuerza (M) a la
30 parte piñón (11) que procura el movimiento de la parte cremallera (10) en un sentido opuesto al primero y que produce

el desplazamiento de la pared desplazable (6a) de la cavidad expandible (6) ahora en el sentido de contracción de la misma, expulsando el soplo (14) de gas del volumen de gas (3) acumulado en ella durante la fase de carga (A).

5

6.- Un estesiómetro (1) según las reivindicaciones 3 y 5, caracterizado porque el mecanismo (7) comprende

- un cuerpo de soporte (15) de un resorte (18) de fuerza constante, provisto de un alma (15b) sobre el que se
10 enrolla/desenrolla dicho resorte y de una guía recta (15a) para guiar el desplazamiento de un extremo de actuación (18a) del resorte por el que éste está unido a la parte piñón (11); y porque
- la unión entre el citado extremo de actuación (18a) del
15 resorte (18) y la parte piñón (11), que determina el punto de aplicación (P) de la fuerza restauradora (F) que actúa sobre esta parte piñón (11) en la fase de disparo (C) del estesiómetro, es una unión desplazable de forma guiada para conservar su distancia (p) respecto del eje de giro (11a),
20 fijo, de dicha parte piñón (11) asegurando así que la fuerza restauradora (F) aplica un momento de fuerza (M) a la parte piñón (11) de valor substancialmente constante.

7.- Un estesiómetro (1) según la reivindicación anterior,
25 caracterizado porque al menos uno del cuerpo de soporte (15) y el pulmón de gas (4) está montado en el estesiómetro con capacidad de adoptar diferentes posiciones estables, cada una ofreciendo

- a) o bien una distancia (p) diferente del punto de aplicación
30 (P) de la fuerza restauradora (F) respecto del eje de giro (11a) de la parte piñón (11) al inicio de la fase de disparo

(C);

b) o bien una magnitud de estiramiento distinta del resorte (18) al inicio de la fase de disparo (C); o

c) una combinación distinta de ambos efectos a) y b) para cada
5 posición.

8.- Un estesiómetro (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque los primeros medios de válvula (5) permiten al menos dos posiciones
10 operativas,

- una posición de cierre (5a) en la que impiden la comunicación entre la fuente (2) de gas y el pulmón de gas (4); y

- una posición de carga (5b) en la que habilitan la comunicación entre la fuente (2) de gas a presión y el pulmón de gas (4),

15 comprendiendo además el estesiómetro unos medios de detección (19) de la medida de expansión de la cavidad expandible (6) del pulmón de gas (4) capaces de generar una señal de gobierno de los primeros medios de válvula (5) para que estos pasen de adoptar la posición de carga (5b) a adoptar la posición de
20 cierre (5a) cuando la citada cavidad expandible (6) alcanza la medida de expansión que corresponde al volumen predeterminado (V1) de gas (3) asociado al disparo del estesiómetro y dar fin a la fase de carga (A).

25 9.- Un estesiómetro (1) según la reivindicación anterior, caracterizado porque los medios de detección (19) comprenden un sensor óptico.

10.- Un estesiómetro (1) según una cualquiera de las
30 reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la cavidad expandible (6) se selecciona de entre un grupo pistón (6a);

una bolsa (6b) o un fuelle axial (6c).

11.- Un estesiómetro (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque tiene un
5 contador de disparos (20).

12.- Un estesiómetro (1) según las reivindicaciones 8 y 11, caracterizado porque el contador disparos (20) cuenta el número de veces que los medios de detección (19) detectan que
10 la cavidad expandible (6) alcanza la medida de expansión que corresponde a un volumen predeterminado de gas (3) suficiente para un soplo (14) o asociado a un disparo del estesiómetro.

13.- Un estesiómetro (1) según una cualquiera de las
15 reivindicaciones 11 o 12, caracterizado porque está equipado con un indicador visual y/o audible (21) de que el número de disparos ha alcanzado un valor predeterminado.

14.- Un estesiómetro (1) según una cualquiera de las
20 reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el mecanismo (7) es capaz de procurar en la citada fase de disparo (C) del estesiómetro el desalojo del soplo (14) del gas (3) contenido en el pulmón de gas (4) en dirección a la boquilla de salida (12) en un tiempo comprendido entre 0,3s y 0,7s,
25 preferentemente entre 0,4 y 0,6 s.

15.- Un estesiómetro (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el mecanismo (7) procura en la citada fase de disparo (C) del estesiómetro
30 una presión de salida, medida a 4 mm de la embocadura de la boquilla de salida (12), según un pulso rectangular de valor

nominal comprendido entre 0,0003 bar y 0,01 bar.

16.- Un estesiómetro (1) según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque la fuente
5 (2) de gas (3) está formada por un cartucho recambiable de gas medicinal comprimido.

17.- Un estesiómetro (1) según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 15, caracterizado porque está equipado
10 con un actuador para la expansión controlada de la cavidad expandible (6), que por vía de los primeros medios de válvula (5) permiten la aspiración de gas ambiente, en la forma de aire.

15 18.- Un estesiómetro (1) según la reivindicación anterior, caracterizado porque el actuador para la expansión controlada de la cavidad expandible (6) mueve una pared desplazable (6a) de dicha cavidad expandible (6), pudiendo ser dicho actuador maniobrable o motorizado.

R E S U M E N

Un estesiómetro de mano, que comprende un pulmón de gas conectado con intermediación de unos primeros medios de válvula
5 a una fuente de gas y que comprende una cavidad expandible destinada a alojar en una fase de carga del estesiómetro un volumen del gas; una boquilla de salida conectada al pulmón de gas con intermediación de unos segundos medios de válvula y adecuada para dirigir un soplo del volumen del gas alojado en
10 el pulmón de gas en una fase de disparo del estesiómetro; y un mecanismo para procurar en la citada fase de disparo del estesiómetro el desalojo del soplo del volumen del gas contenido en el pulmón de gas en dirección a la boquilla de salida mediante una contracción controlada de la cavidad
15 expandible del pulmón de gas para asegurar una presión de salida substancialmente constante.

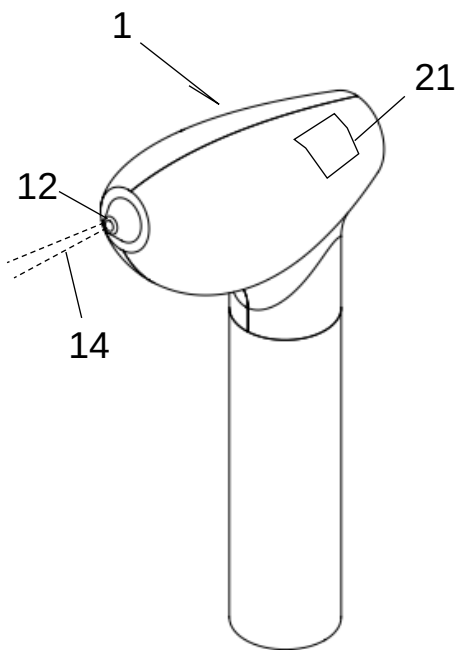


Fig. 1

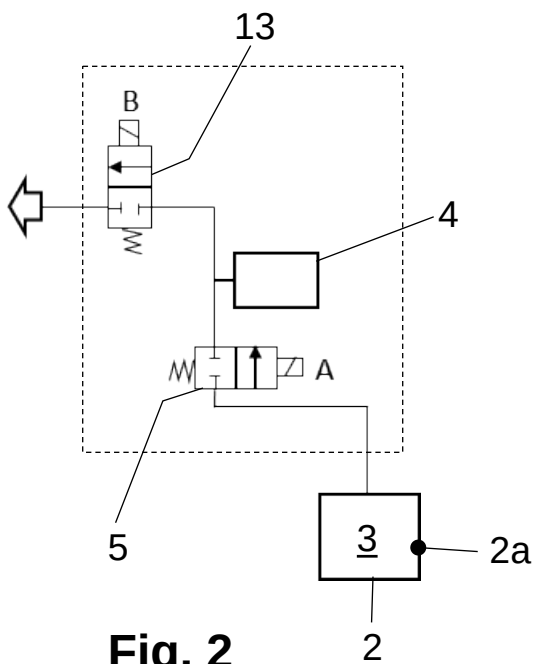


Fig. 2

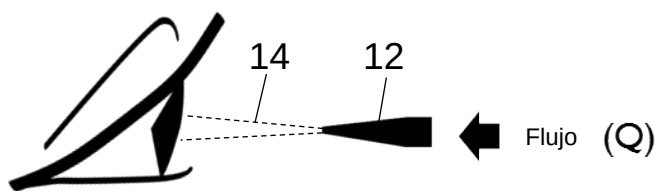


Fig. 3

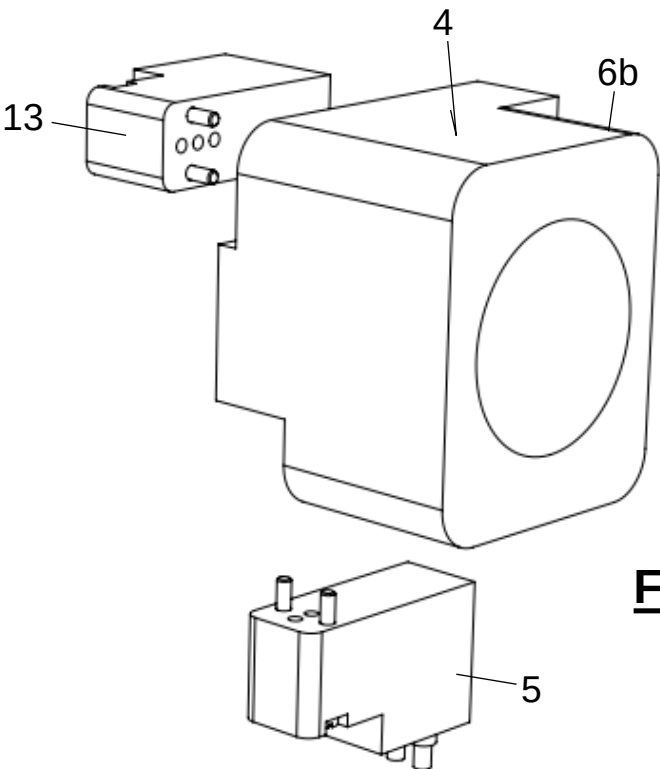


Fig. 4

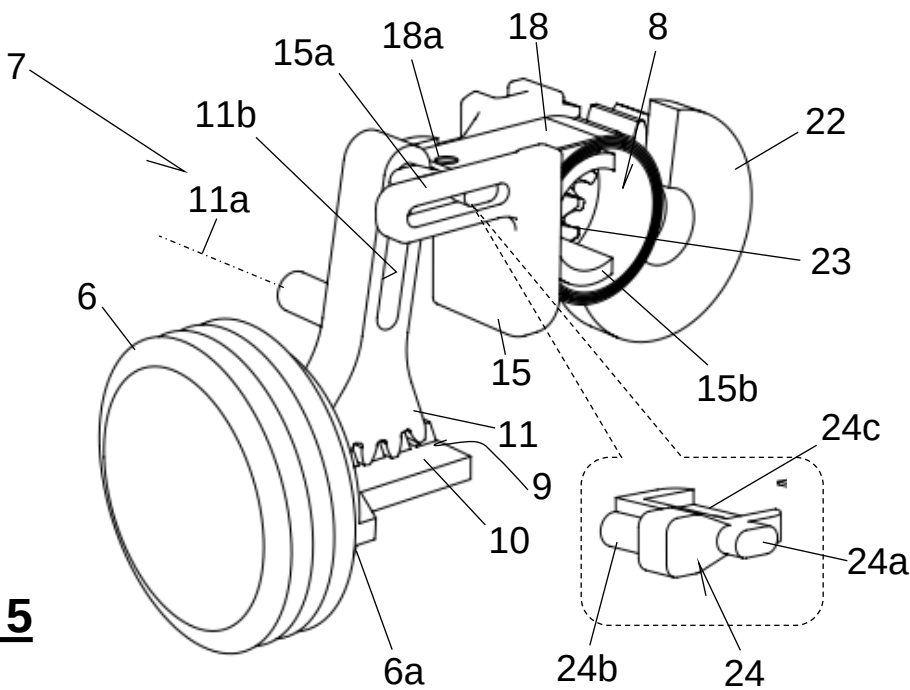


Fig. 5

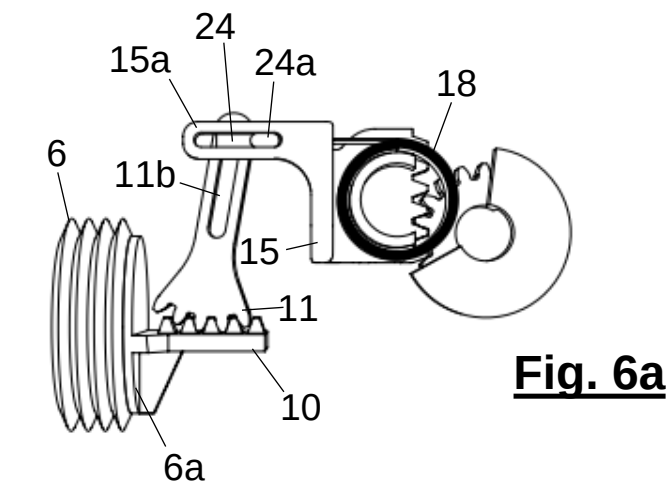
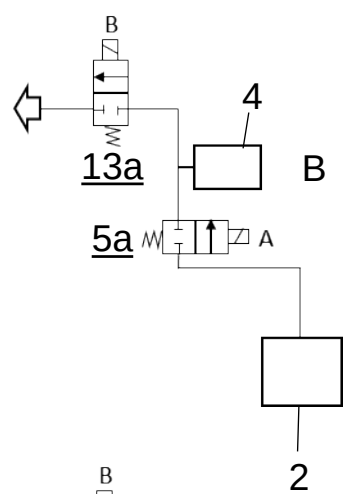


Fig. 6a

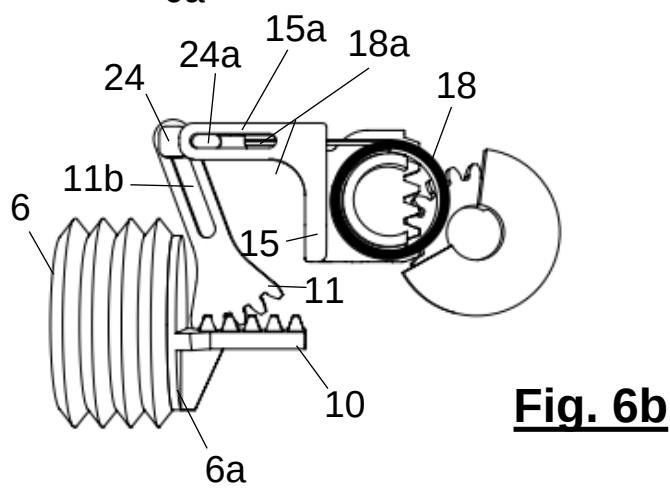
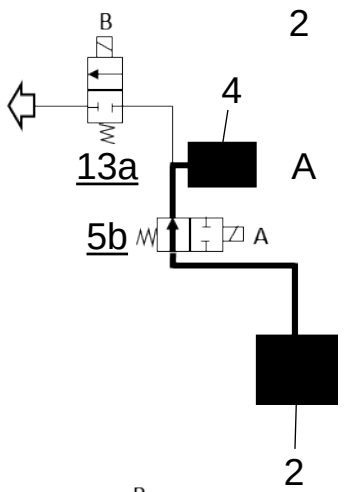


Fig. 6b

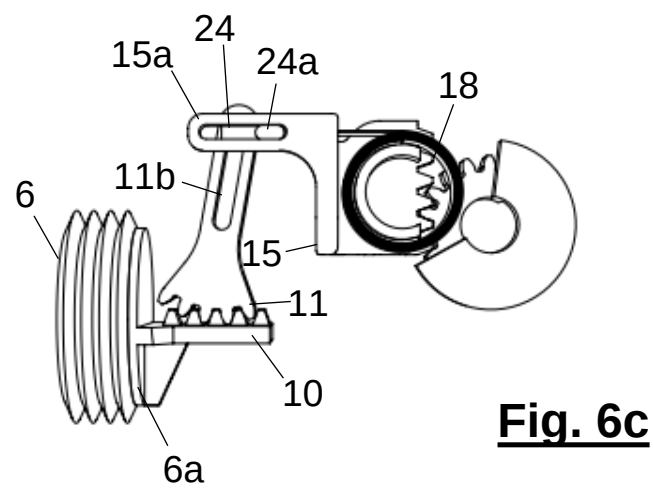
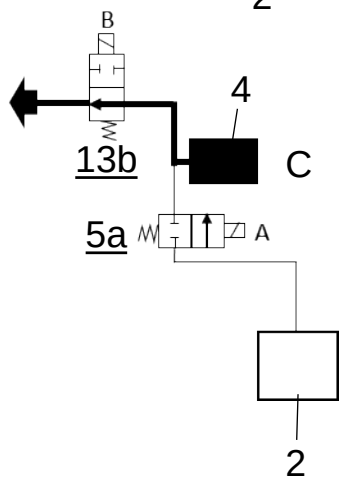
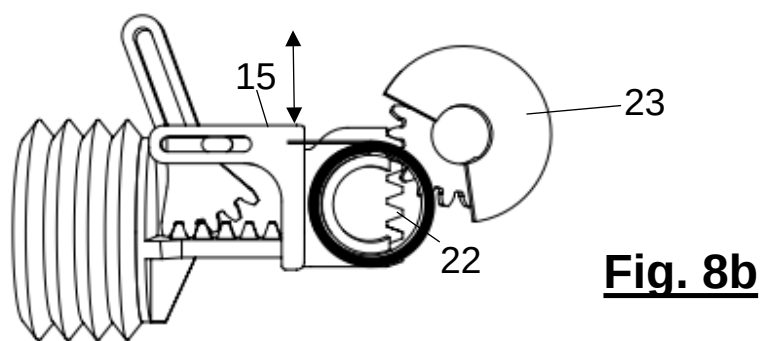
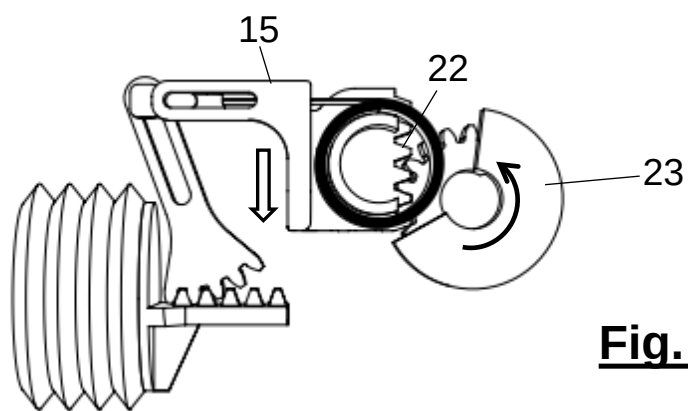
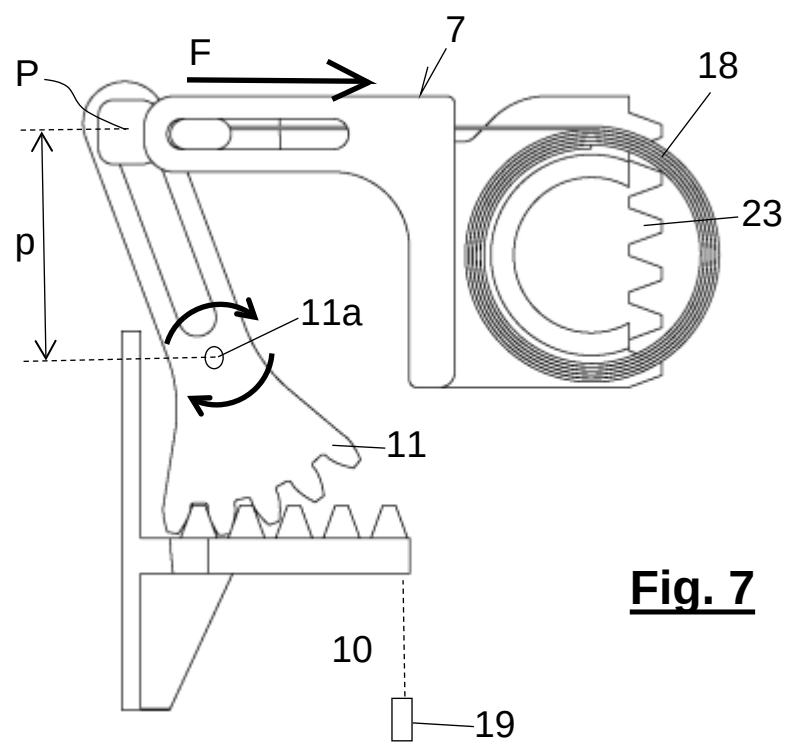


Fig. 6c



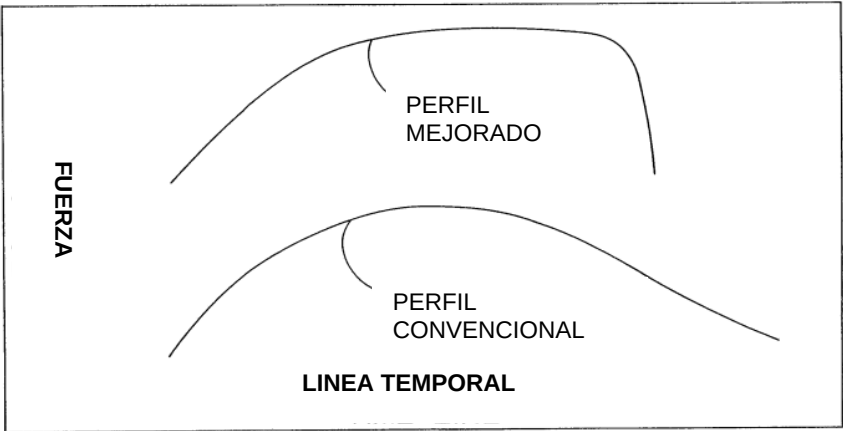


Fig. 9

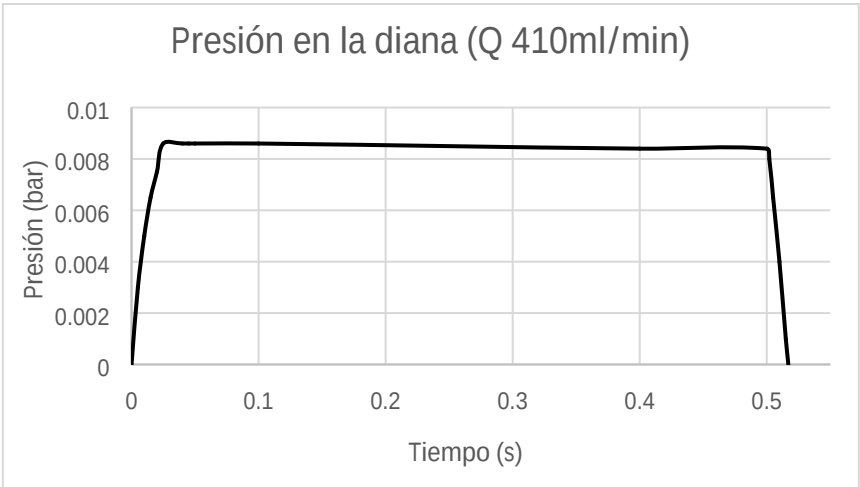


Fig. 10

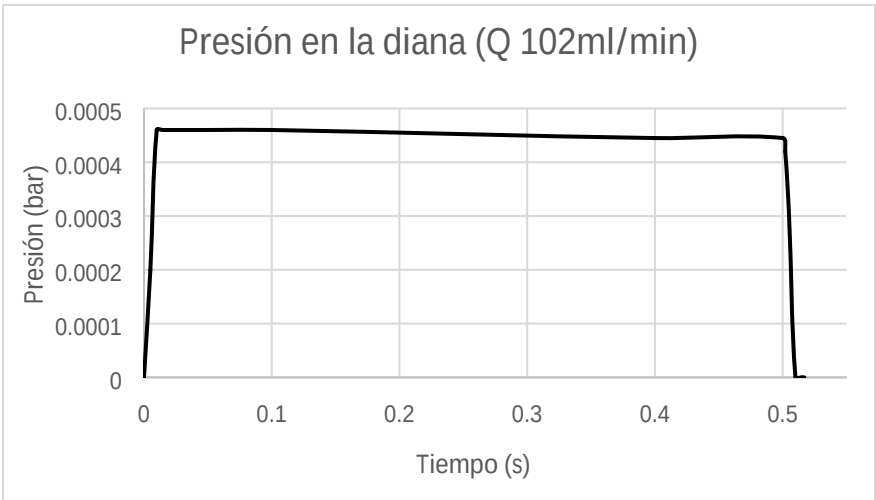


Fig. 11

