

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 651 267**

51 Int. Cl.:

A61M 5/14 (2006.01)

A61M 5/168 (2006.01)

A61M 5/142 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.02.2013** **E 13154302 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017** **EP 2764881**

54 Título: **Sistema para tratamiento médico**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
25.01.2018

73 Titular/es:
MEDIRIO SA (100.0%)
Rottenstrasse 7
3930 Visp, CH

72 Inventor/es:
CALASSO, IRIO GIUSEPPE

74 Agente/Representante:
LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 651 267 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 tratamiento médico

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a un sistema que comprende un dispositivo médico para regular el flujo de un fluido para tratamiento médico y un dispositivo de control.

10 Antecedentes de la invención

Algunas afecciones médicas requieren la infusión regular de dosis de medicamentos como tratamiento médico. Estos medicamentos a menudo se proporcionan como soluciones líquidas para infundir, por ejemplo, por vía transdérmica. Los pacientes diabéticos, por ejemplo, pueden requerir varias infusiones de insulina todos los días. Los pacientes con enfermedades crónicas pueden requerir dosis frecuentes de un medicamento para el dolor, etc. En un intento por facilitar la vida de estos pacientes, se han desarrollado dispositivos de infusión. Los dispositivos de infusión conocidos en la técnica comprenden típicamente una jeringa, y usan un bombeo electromecánico para suministrar el medicamento al paciente mediante un tubo a través de la piel. Normalmente comprenden también todos los elementos necesarios para el funcionamiento y control, por ejemplo, un procesador, componentes eléctricos, una batería, botones o interruptores ubicados en la carcasa del dispositivo, retroalimentación visual a través de una pantalla de texto o gráfica, como una pantalla LCD, etc. Sin embargo, son caros, difíciles de usar y tienden a ser voluminosos e incómodos. Además, requieren cuidado, mantenimiento y limpieza especializados para garantizar la funcionalidad y seguridad adecuadas para su uso previsto a largo plazo. Por lo tanto, se han propuesto otros tipos de dispositivos de infusión que emplean un dispositivo médico desechable que comprende un depósito de medicamento para ponerlo en contacto con un paciente y un dispositivo de control reutilizable para controlar el funcionamiento del dispositivo médico desechable, tal como se divulga en el documento US 2012245515 A1. La ventaja de dicho sistema es que el dispositivo médico desechable comprende un número mínimo de componentes y, por lo tanto, es pequeño y económico. Además, es cómodo, discreto y fácil de usar. Además, es seguro de usar ya que se puede activar y controlar de una manera específica a través del dispositivo de control, en el que el dispositivo de control también es una fuente de energía para el dispositivo médico. El documento US 2012245515 A1 divulga además que el dispositivo de control puede comprender ventajosamente un sistema de retroalimentación, por ejemplo, un receptor, capaz de recibir información del dispositivo de administración, por ejemplo, una señal que confirma que se ha transferido la cantidad y forma correcta de energía y/o que se ha administrado la dosis correcta de medicamento y/o que se ha encontrado una situación atípica, por ejemplo, una obstrucción o cuando el depósito está vacío. La señal de retroalimentación puede ser, por ejemplo, electromagnética, por ejemplo, generada por el movimiento de imanes o por una bobina en el dispositivo de administración. El documento US 2012245515 A1 divulga además que un chip RFID también puede integrarse en el dispositivo médico desechable, que puede configurarse para enviar una señal de retroalimentación, por ejemplo, cuando el depósito está vacío, por ejemplo a ponerse en contacto directa o indirectamente con un elemento móvil.

El documento EP 2022518 A1 divulga un dispositivo de administración de fármacos adaptado para proporcionar una pluralidad de dosis discretas de un medicamento, incluyendo una unidad de administración desechable adaptada para ser usada por un usuario, que comprende un depósito para contener un medicamento que se vaya a administrar, un miembro de inyección adaptado para la administración transdérmica del fármaco y una bomba adaptada para bombear el medicamento que se va a administrar desde el depósito al miembro de inyección; y una unidad base reutilizable separada que comprende un módulo de accionamiento para accionar la bomba. Una bomba adecuada para el dispositivo del documento EP 2022518 A1 se divulga en el documento WO 2005039674 A1, comprendiendo la bomba dos válvulas móviles para regular el flujo de fluido.

El documento US 20110152825 A1 divulga un dispositivo de administración para administrar un producto líquido a través del uso de presión, siendo el dispositivo modular, incluyendo una unidad base y un cartucho, en el que la unidad base contiene componentes de accionamiento y el cartucho se configura para conectarse de manera desmontable a la unidad base. El cartucho tiene un depósito de fluido y un dispositivo de control de la presión que tiene un sensor de presión y un dispositivo de transferencia acoplado operativamente al sensor de presión. El dispositivo de control de presión se puede activar mediante un campo electromagnético alterno aplicado externamente, mediante el cual se pueden leer datos, sin contacto, utilizando la presión del fluido. En un modo de realización, el sensor de presión contiene un disco rápido y el dispositivo de transferencia es un transpondedor RFID, en el que la unidad base comprende un dispositivo de lectura de presión, que se construye para producir un campo electromagnético alterno correspondiente y, dependiendo de la respuesta al campo alterno, para determinar una propiedad dependiente de la presión de fluido del dispositivo de transferencia.

En el presente documento se divulga un nuevo sistema que comprende un dispositivo médico y un dispositivo de control, comprendiendo el dispositivo médico un regulador de flujo para regular el flujo de un fluido en un conducto de fluido, en el que el sistema es capaz de determinar de una manera sencilla, rentable y ahorrando espacio al menos dos condiciones diferentes del dispositivo médico asociado con el flujo de fluido. Además, se puede lograr el mismo efecto técnico para diferentes tipos de reguladores de flujo y para diferentes tipos de dispositivos médicos. En

particular, el dispositivo médico puede comprender un conducto de fluido o configurarse para acoplarse operativamente a un conducto de fluido, y puede configurarse para colocarse externamente en contacto con un paciente o para ser implantado.

- 5 Esto se obtiene mediante la combinación de características de acuerdo con la reivindicación 1. Los modos de realización preferentes se mencionan en las reivindicaciones dependientes.

Descripción de la invención

- 10 En el presente documento se divulga un sistema para tratamiento médico. El sistema comprende un dispositivo médico y un dispositivo de control.

Un «dispositivo médico» de acuerdo con la presente invención es un dispositivo, que se configura para ponerse en contacto con un paciente y para realizar un tratamiento médico regulando el flujo de fluido en el cuerpo del paciente o al cuerpo del paciente o fuera del cuerpo del paciente.

15 «En contacto» significa, por lo tanto, en contacto dérmico con el paciente, por ejemplo, fijado de forma extraíble, por ejemplo, mediante una base adhesiva, a la piel del paciente, o más generalmente en contacto con el cuerpo, comprendiendo el interior del cuerpo, tal como fijo al menos en parte en una cavidad del cuerpo o implantado dentro del cuerpo.

El dispositivo médico comprende un conducto de fluido y/o se configura para acoplarse operativamente a un conducto de fluido, comprendiendo además el dispositivo médico un regulador de flujo para regular el flujo de un fluido en el conducto de fluido para tratamiento médico.

25 El término «conducto de fluido» se usa en el presente documento para indicar cualquier tipo de estructura que contiene fluido para transportar fluido y/o almacenar y/o recibir fluido. Puede estar hecho de metal o polímero o material compuesto, hecho de una o más piezas conectadas directa o indirectamente entre sí. El conducto de fluido no se limita a ninguna geometría o forma particular y puede comprender partes que tienen diferentes secciones transversales, tales como, por ejemplo, una parte con una sección transversal tubular o sustancialmente cilíndrica y una parte con una sección transversal sustancialmente rectangular. En particular, el conducto de fluido puede configurarse como un tubo, un recipiente o canal flúidico, y puede comprender una cámara, un depósito, un elemento de infusión, etc.

30 «Configurado para acoplarse operativamente a un conducto de fluido» significa que el conducto de fluido no es necesariamente parte del dispositivo médico o no es completamente parte del dispositivo médico. El conducto de fluido puede ser, por ejemplo, un conducto de fluido corporal, tal como un vaso sanguíneo, vaso linfático, conducto de líquido cefalorraquídeo, conducto uretral, esófago o tracto intestinal, y el dispositivo médico se configura para acoplarse operativamente al conducto de fluido, típicamente a la parte exterior del conducto de fluido, tal como para regular el flujo de fluido a través del conducto de fluido cuando se hace funcionar, por ejemplo, restringiendo desde el exterior la sección transversal del conducto de fluido. Sin embargo, el acoplamiento operativo puede ocurrir también por conexión flúidica entre un conducto de fluido del dispositivo médico y un conducto de fluido externo al dispositivo médico, de modo que el paso de fluido a través del conducto de fluido externo puede ocurrir a través del conducto de fluido interno del dispositivo médico.

45 El término «fluido» indica un medio o una sustancia en un medio, típicamente un líquido, capaz de fluir a través del conducto de fluido y cuya regulación de flujo da como resultado un tratamiento médico. Un ejemplo de fluido es un medicamento para tratar una afección médica, por ejemplo, insulina para tratar una afección diabética, un medicamento para el tratamiento del dolor para tratar los síntomas de una enfermedad crónica, un fármaco anticoagulante para reducir el riesgo de trombosis, por ejemplo, después de cirugía, una hormona para tratar o cambiar otras afecciones médicas, etc. Sin embargo, el fluido puede ser un fluido corporal o un fluido externo que pasa a través de un conducto de fluido corporal.

50 De acuerdo con un modo de realización, el dispositivo médico es un dispositivo de infusión médico configurado para administrar dosis múltiples por vía transdérmica o intravenosa de un medicamento flúidico a un paciente sin la necesidad de múltiples inyecciones. Un ejemplo típico de paciente es un paciente diabético que requiere dosis frecuentes de insulina, por ejemplo, en correspondencia con cada comida. De acuerdo con un modo de realización, el dispositivo médico es un dispositivo implantable o un dispositivo parcialmente en el cuerpo y parcialmente fuera del cuerpo, por ejemplo, un catéter. El dispositivo médico puede configurarse como un dispositivo de válvula configurado para activar/desactivar el flujo de fluido o variar el caudal de un fluido, por ejemplo un fluido corporal, o como un dispositivo de infusión continua, configurado para administrar un flujo continuo de un medicamento con una velocidad de flujo, que puede cambiarse con el tiempo. El tratamiento médico puede ser consecuencia de la regulación del flujo de un líquido desde el exterior del cuerpo al cuerpo o desde el interior del cuerpo a la parte externa del cuerpo, por ejemplo, para interrumpir temporalmente el flujo de un fluido, por ejemplo, orina en pacientes incontinentes, o para drenar el exceso de un fluido producido por el cuerpo, por ejemplo, líquido intersticial en pacientes edematosos, o de la regulación del flujo de un fluido corporal dentro del cuerpo, es decir, de una parte del

cuerpo a otra, por ejemplo, líquido cefalorraquídeo para disminuir la presión intracraneal, o de la regulación del paso de un fluido externo a través del cuerpo, por ejemplo, alimentos o bebidas a través del conducto digestivo, por ejemplo, para regular el apetito y tratar la obesidad.

5 Un «regulador de flujo» es un aparato configurado para regular, es decir, para cambiar aumentando, disminuyendo, interrumpiendo o reanudando el flujo de un fluido a través del conducto de fluido. Esto puede comprender bombear un fluido a través del conducto de fluido, ya sea de manera continua o a intervalos, ya sea a un caudal constante o variable.

10 De acuerdo con un modo de realización, el regulador de flujo se dispone o se configura para disponerse entre un lado de entrada y un lado de salida del conducto de fluido de modo que regule el flujo de un fluido desde el lado de entrada al lado de salida.

15 De acuerdo con algunos modos de realización, el lado de entrada comprende o se conecta fluidicamente a un depósito y el lado de salida comprende o se conecta de manera fluida a un elemento de infusión.

20 El depósito puede configurarse para contener un volumen de un medicamento que se va a administrar que es suficiente para varias dosis. En particular, el dispositivo médico puede ser desechable o semidesechable y, por lo tanto, al menos en parte se pretende reemplazarlo después de un período de tiempo, por ejemplo de 1 a 7 días, típicamente de 2 a 4 días, después de que se hayan infundido varias dosis del medicamento, por ejemplo, cuando el medicamento se agota o el depósito está casi vacío. El depósito puede ser cualquier tipo de recipiente con cualquier forma, adecuado para contener un medicamento de elección. El depósito, por lo tanto, preferentemente comprende un material químico y/o biocompatible, inerte para el medicamento que se va a contener. De acuerdo con ciertos modos de realización, el depósito se precarga con el medicamento en el procedimiento de fabricación. El depósito puede ser, por lo tanto, adecuado para almacenar un medicamento dentro del dispositivo durante un largo período de tiempo, por ejemplo, varios meses o años antes de que se use el dispositivo. De acuerdo con ciertos modos de realización, el depósito se configura para que el usuario, es decir, el paciente o el cuidador, cargue en él el medicamento antes del uso. De acuerdo con ciertos modos de realización, el depósito se configura para cargarlo en o sobre el dispositivo antes de su uso, ya sea antes o después de cargar el medicamento en el depósito.

30 De acuerdo con ciertos modos de realización, el depósito es una bolsa plegable, configurada para expandirse desde un estado plegado a un estado expandido al cargar el medicamento en el depósito y desde un estado expandido hasta un estado plegado al vaciar el depósito, por ejemplo al bombear el medicamento.

35 El elemento de infusión puede configurarse para la infusión transdérmica del medicamento, es decir, configurado para permanecer en una posición transdérmica durante el uso del dispositivo médico, de modo que permita la infusión de una dosis de medicamento desde el dispositivo médico al cuerpo cuando se solicite. El elemento de infusión puede comprender una aguja fina insertable a una profundidad controlada, una cánula, un catéter u otra forma de conducto de transporte de fluido hueco, insertable, por ejemplo, a través de una aguja extraíble, y configurado para infundir un medicamento. El elemento de infusión puede comprender o hacerse de metal tal como acero, de un material cerámico, de un material basado en sílice, de un material polimérico tal como silicona o teflón, o cualquier compuesto de los mismos. El elemento de infusión puede comprender una o más salidas, por ejemplo, una pluralidad de microagujas, configuradas para penetrar en la piel y/o infundir el medicamento en paralelo o secuencialmente. El elemento de infusión puede comprender un elemento de activación, que comprende, por ejemplo, un elemento elástico, por ejemplo un resorte, configurado para activar la penetración de la piel.

45 De acuerdo con algunos modos de realización, el regulador de flujo es una bomba para bombear el fluido a través del conducto de fluido o una válvula o restrictor de flujo operativamente acoplado o acoplable al conducto de fluido para regular el flujo de un fluido en el conducto de fluido.

50 Una «bomba» puede ser cualquier tipo de mecanismo de bombeo, por ejemplo, una bomba peristáltica, una bomba de membrana, una bomba electroosmótica, una microbomba, como se conoce en la técnica, y configurarse para bombear el fluido a través del conducto de fluido. Una «válvula» puede ser cualquier clase de válvula que tenga al menos una entrada de válvula y al menos una salida de válvula para interrumpir, reanudar, desviar, disminuir o aumentar el flujo de un fluido que pasa a través del conducto de fluido mediante la válvula. Por lo tanto, la válvula comprende típicamente al menos un paso para el fluido, que se conecta de manera fluidica al conducto de fluido, y que se puede abrir o cerrar o abrir en diferente medida para regular la cantidad de fluido que pasa por unidad de tiempo a través de la válvula, es decir el caudal. Un «restrictor de flujo» es un dispositivo similar en función a una válvula pero diferente con respecto a la forma en que se acopla o se puede acoplar al conducto de fluido. En particular, el restrictor de flujo se configura para regular el caudal de un fluido en el conducto de fluido restringiendo el conducto de fluido, por ejemplo en un grado diferente, desde el exterior. Un ejemplo de restrictor de flujo es un elemento de empuje o arrastre o apriete configurado para aplicar una presión al conducto de fluido deformando de este modo el conducto de fluido y obstruyendo o reduciendo el paso de fluido a través del conducto de fluido cuando se empuja o estira o aprieta. Otro ejemplo de restrictor de flujo es una abrazadera o un bucle dispuesto alrededor del conducto de fluido y configurado para restringir la sección transversal del conducto de fluido cuando se tira de él. Cerrar el bucle en diferentes grados puede dar como resultado diferentes caudales u obstrucción total. Las acciones

tanto de la válvula como del restrictor de flujo pueden ser reversibles y repetibles según sea necesario para el tratamiento médico.

5 El dispositivo médico comprende además al menos dos elementos móviles, que son pasivamente desplazables en función de un cambio de presión fluidica en el conducto de fluido o desplazables activamente para regular el flujo de fluido en el conducto de fluido. Un «elemento pasivamente desplazable» es una parte del conducto de fluido, que es móvil, por ejemplo, flexible, expansible y/o contráctil, como resultado de un aumento o disminución respectivamente de la presión fluidica en el conducto de fluido, o un elemento acoplado externamente al conducto de fluido, de modo que sea directa o indirectamente móvil como resultado del desplazamiento de al menos parte del conducto de fluido
10 cuando cambia la presión fluidica dentro del conducto de fluido. De acuerdo con un modo de realización, el conducto de fluido es un tubo hueco hecho de material elastomérico flexible tal como silicona. El tubo en sí puede ser flexible, expansible o contraíble como resultado de un aumento o disminución, respectivamente, de la presión fluidica en el tubo. De acuerdo con un modo de realización, el conducto de fluido comprende al menos una membrana, en el que la membrana es el elemento pasivamente desplazable. Un «elemento desplazable activamente» es un elemento
15 acoplado al conducto de fluido, cuyo desplazamiento provoca un cambio en la presión fluidica en el conducto de fluido.

Un ejemplo de elemento desplazable activamente es un elemento móvil regulador tal como un elemento de válvula o elemento restrictor de flujo, cuyo desplazamiento provoca activamente un cambio en la presión fluidica, por ejemplo,
20 un aumento de la presión debido a la restricción u obstrucción del flujo fluidico.

El dispositivo médico comprende además al menos un circuito transpondedor que comprende al menos un elemento transpondedor elegido de un condensador (C), un inductor (L), una resistencia (R) o combinaciones de los mismos, que se disponen con respecto a los elementos móviles de modo que el circuito transpondedor tiene una capacitancia o inductancia o resistencia, o frecuencia resonante o factor Q en caso de que el circuito transpondedor sea un resonador, que cambia en función del desplazamiento de los elementos móviles. De acuerdo con un modo de
25 realización preferente, el circuito transpondedor es «pasivo» en el sentido de que se configura para obtener la energía requerida para su función (energía de activación) desde un campo externo solamente, por ejemplo en forma de energía electromagnética tal como señales de radiofrecuencia u oscilación magnética, desde el exterior del dispositivo médico, y se diseña para funcionar sin su propia fuente de energía permanente.
30

En particular, el mismo circuito transpondedor comprende al menos un elemento transpondedor L y/o C y/o R dispuesto con respecto a cada elemento móvil o con respecto a al menos dos elementos móviles de modo que se puede determinar el desplazamiento de cualquiera de dichos elementos móviles con el mismo circuito. Una ventaja de dicho circuito transpondedor es que se pueden lograr ahorros de espacio y costes. El dispositivo médico puede ser, por lo tanto, más sencillo, más pequeño y rentable. De acuerdo con algunos modos de realización, el circuito transpondedor también está en una relación sin contacto con los elementos móviles y, por lo tanto, es fácil de integrar en el dispositivo médico. El «circuito transpondedor» es, por lo tanto, un elemento de sensor de movimiento del dispositivo médico, que preferentemente es pasivo y se configura para detectar el movimiento de al menos dos
35 elementos móviles como se definió anteriormente. Para aumentar la sensibilidad de detección, los elementos móviles pueden hacerse de o comprender un material susceptible magnética o eléctricamente, por ejemplo, un metal, que puede estar en forma de un revestimiento, pintura o patrón.
40

De acuerdo con un modo de realización, el dispositivo médico comprende un elemento móvil de entrada y un elemento móvil de salida acoplado a un elemento transpondedor de entrada/salida. El mismo elemento transpondedor (de entrada/salida) se puede acoplar, por lo tanto, a dos elementos móviles para detectar movimiento de cualquiera de los dos elementos móviles de entrada y salida, respectivamente. Esto se puede lograr si los elementos móviles de entrada y salida y/o el lado de entrada y el lado de salida del conducto de fluido se disponen cerca el uno del otro, por ejemplo, adyacentes. De forma análoga, de acuerdo con otro modo de realización, el dispositivo médico comprende al menos dos elementos móviles reguladores acoplados a al menos un elemento transpondedor. El mismo elemento transpondedor regulador puede acoplarse, por lo tanto, a dos elementos móviles reguladores para detectar movimiento de cualquiera de los dos elementos móviles reguladores, respectivamente.
45
50

De acuerdo con un modo de realización, el dispositivo médico comprende al menos dos de los siguientes: un elemento móvil de entrada acoplado a un elemento transpondedor de entrada en el lado de entrada, un elemento móvil de salida acoplado a un elemento transpondedor de salida en el lado de salida, un elemento móvil regulador acoplado a un elemento transpondedor regulador. En el presente documento «acoplado» significa que un elemento transpondedor se coloca cerca o en contacto con el elemento móvil respectivo de modo que la capacitancia o inductancia o resistencia o frecuencia resonante o factor Q del circuito transpondedor se ve influenciada por el elemento móvil cuando se desplaza. De acuerdo con un modo de realización, el circuito transpondedor comprende un inductor de entrada y un inductor de salida conectados en serie a un condensador.
55
60

De acuerdo con algunos modos de realización, el circuito transpondedor se integra en un sustrato de tipo lámina o placa dispuesto en el dispositivo médico de modo que un elemento transpondedor se acople con un elemento móvil respectivo. De acuerdo con algunos modos de realización, el sustrato de tipo lámina o placa comprende uno o más circuitos transpondedores, comprendiendo cada circuito transpondedor al menos un elemento de transpondedor
65

acoplado a un elemento móvil.

5 El sustrato de tipo lámina o placa se hace preferentemente de plástico u otro material eléctricamente aislante. El circuito transpondedor puede imprimirse en el sustrato y/o intercalado entre dos capas de sustrato. Las dos capas se pueden unir mediante cualquier técnica convencional, tal como adhesiva, unión térmica, etc.

10 De acuerdo con algunos modos de realización, los elementos móviles son de diferente tipo o tamaño y/o son desplazables en un grado diferente y/o se disponen con respecto a los elementos transpondedores de modo que cambien la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor Q del circuito transpondedor en un grado diferente o de manera inversa cuando se desplazan.

15 De acuerdo con algunos modos de realización, los elementos transpondedores son de diferente tipo o tamaño y/o se disponen con respecto a los elementos móviles de modo que la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor del circuito transpondedor se cambia en un grado diferente o de manera inversa cuando los elementos móviles se desplazan.

20 El sistema comprende además un dispositivo de control. Un «dispositivo de control» es un dispositivo configurado para comunicarse con el dispositivo médico, controlando de este modo el funcionamiento del dispositivo médico. En particular, el dispositivo de control comprende un transceptor, en el que el transceptor se configura para transmitir energía al circuito transpondedor del dispositivo médico y para leer la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor Q del circuito transpondedor, de modo que determine con el mismo circuito transpondedor si hay un desplazamiento de cualquiera de los elementos móviles.

25 En términos generales, el término «transceptor» significa un aparato que actúa como un transmisor y como un receptor y cuya función comprende al menos el acto de generar un campo de muestreo (activación) y recibir señales emitidas por el circuito transpondedor como respuesta al mismo.

30 De acuerdo con algunos modos de realización, para garantizar una alta seguridad de los datos, puede ser ventajoso en el presente contexto encriptar los datos transferidos.

35 De acuerdo con un modo de realización preferente, el regulador de flujo comprende una unidad de recepción de energía pasiva y el dispositivo de control comprende una unidad de transferencia de energía para transferir energía operativa a la unidad de recepción de energía para hacer funcionar el regulador de flujo, y de ese modo regular el flujo de fluido a través del conducto de fluido para realizar el tratamiento médico.

40 Transferir energía operativa a la unidad de recepción de energía puede comprender desbloquear uno o más mecanismos de bloqueo seguro y puede comprender transferir fuerza rotacional a al menos un rotor y/o fuerza axial a al menos un elemento axial de la unidad de recepción de energía. El mecanismo de bloqueo seguro pretende evitar el funcionamiento incontrolado del dispositivo médico. La transferencia de energía operativa a la unidad de recepción de energía puede comprender proporcionar potencia al dispositivo médico, por ejemplo, por inducción o acoplamiento magnético. La energía que recibirá la unidad de recepción de energía proviene de la unidad de transferencia de energía del dispositivo de control, típicamente sin una fuente de energía presente en el propio dispositivo médico. Sin embargo, el dispositivo médico puede comprender una fuente de energía interna, por ejemplo, una fuente de energía auxiliar.

45 De acuerdo con algunos modos de realización, el dispositivo médico comprende además una etiqueta telemétrica conectada al circuito transpondedor. En particular, el transceptor se configura para transmitir energía a la etiqueta telemétrica, que puede comprender un circuito auxiliar, para medir la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor Q del circuito transpondedor y para leer la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor Q del circuito transpondedor a través de la etiqueta telemétrica. Un ejemplo de etiqueta telemétrica es una etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID) o una etiqueta de comunicación de campo cercano (NFC). La etiqueta telemétrica puede configurarse además para almacenar información relacionada con el dispositivo médico de modo que el dispositivo de control pueda identificar al dispositivo médico. De acuerdo con un modo de realización, la etiqueta telemétrica almacena información relacionada con el conducto de fluido tal como el diámetro, longitud, que puede ser variable para diferentes dispositivos médicos debido a las tolerancias de fabricación. La etiqueta telemétrica puede además o de forma alternativa almacenar información relacionada con la bomba, tal como las especificaciones de la bomba, y/o relacionada con el depósito, tal como la capacidad del depósito y/o el tipo de medicamento. El dispositivo de control puede configurarse entonces para leer dicha información a través del transceptor y para hacer funcionar el regulador de flujo tomando como base dicha información. De esta forma, el dispositivo médico puede calibrarse, por tanto, logrando una mayor precisión en la regulación del flujo de fluido.

65 De acuerdo con algunos modos de realización, el dispositivo de control comprende una unidad lógica. Una «unidad lógica» es una unidad informática, incorporada, por ejemplo, como un controlador lógico programable que ejecuta un programa legible por ordenador provisto de instrucciones para realizar operaciones para determinar una o más condiciones o eventos asociados con el dispositivo médico y/o para reaccionar en respuesta a una o más

condiciones o eventos. En particular, la unidad lógica se configura para discriminar cuál o cuales de los elementos móviles se desplazan basándose en la lectura de la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor Q. del circuito transpondedor. Esto puede comprender comparar los datos de lectura con datos de referencia almacenados y/o datos de referencia medidos antes del funcionamiento del regulador de flujo, e identificar a partir de esta comparación si hay un cambio o una desviación. El dispositivo de control puede comprender una pluralidad de unidades lógicas independientes entre sí, por ejemplo, dedicadas a tareas particulares o en comunicación entre sí, por ejemplo, cooperando entre sí.

De acuerdo con algunos modos de realización, la unidad lógica se configura para determinar una cualquiera o más de las siguientes condiciones.

De acuerdo con una condición, la presión fluidica permanece sustancialmente sin cambios durante el funcionamiento del regulador de flujo. Esta condición indica el funcionamiento normal o correcto del dispositivo médico cuando el regulador de flujo es una bomba, que bombea un fluido en funcionamiento. El término «sustancialmente sin cambios» significa que la presión fluidica promedio en el conducto de fluido permanece sin cambios durante el funcionamiento. En la práctica, la presión fluidica puede cambiar localmente durante el bombeo, por ejemplo, en el lado de entrada y en el lado de salida, por ejemplo, de manera periódica. Esto puede ocurrir cuando se usan ciertos tipos de bombas, por ejemplo una bomba peristáltica o de membrana, por la cual el fluido puede avanzar de manera pulsante. Esto, a su vez, puede provocar un desplazamiento periódico de los elementos móviles durante el funcionamiento, que sin embargo es normal y puede controlarse a través del circuito transpondedor para confirmar el funcionamiento correcto. Además, en el lado de salida, puede producirse un ligero aumento de la presión fluidica debido a una posible restricción del conducto de fluido en el elemento de infusión, y/o debido a la resistencia al flujo cuando el fluido entra en el cuerpo.

De acuerdo con otra condición, una disminución persistente de la presión fluidica ocurre en el lado de entrada del conducto de fluido, cuando se compara con la presión fluidica durante el funcionamiento normal, que típicamente está causada por el agotamiento de fluido en el lado de entrada, por ejemplo, cuando el depósito está vacío. Esto se determina como un desplazamiento persistente de un elemento móvil de entrada pasivamente desplazable.

De acuerdo con otra condición, se produce un aumento persistente de la presión fluidica en el lado de entrada, cuando se compara con la presión fluidica durante el funcionamiento normal, que típicamente está causado por un exceso de fluido en el lado de entrada. Esto se determina como un desplazamiento persistente de un elemento móvil de entrada pasivamente desplazable, en el que la dirección de desplazamiento es típicamente opuesta a la que se produce en el caso de una disminución en la presión fluidica.

De acuerdo con otra condición, se produce un aumento persistente de la presión fluidica en el lado de salida, cuando se compara con la presión fluidica durante el funcionamiento normal, que típicamente está causado por una oclusión u oclusión parcial en el lado de salida, que bloquea o reduce significativamente el flujo de fluido. Esto se determina como un desplazamiento persistente de un elemento móvil de salida pasivamente desplazable.

Además, en caso de que el regulador de flujo sea, por ejemplo, una válvula o un restrictor de flujo, el estado operativo del regulador de flujo puede determinarse determinando la posición de los elementos desplazables activamente o los elementos reguladores de flujo. En caso de que el regulador de flujo sea una bomba, por ejemplo, una bomba peristáltica o de membrana, el estado operativo del regulador de flujo se puede determinar monitorizando un desplazamiento periódico de los elementos móviles durante el funcionamiento.

De acuerdo con otra condición, el paso de fluido en el conducto de fluido por primera vez, por ejemplo, al purgar el dispositivo médico, puede determinarse determinando el desplazamiento de cualquiera de los elementos móviles, confirmando así el purgado adecuado.

El término «persistente» o «persistentemente» se usa en el presente documento para indicar un período de tiempo prolongado, es decir, más prolongado de lo que puede ocurrir durante el funcionamiento normal, por ejemplo, durante al menos la duración del funcionamiento del regulador de flujo. De acuerdo con algunos modos de realización, el dispositivo de control se configura para hacer funcionar o interrumpir el funcionamiento del regulador de flujo en respuesta a una condición determinada, y/o para generar una señal identificable por el usuario.

El dispositivo de control puede configurarse para unirse de manera extraíble al dispositivo médico, por ejemplo, durante el uso del dispositivo médico, en el que el dispositivo médico puede ser desechable y el dispositivo de control puede ser reutilizable.

De acuerdo con un modo de realización preferente, el dispositivo de control se configura para colocarlo temporalmente en una posición de transferencia de energía con respecto al dispositivo médico para hacer funcionar el regulador de flujo y/o transferir energía al circuito transpondedor, en el que en la posición de transferencia de energía el dispositivo de control está separado del dispositivo médico. En particular, el dispositivo de control puede configurarse como un dispositivo portátil para mantenerlo temporalmente de forma portátil en la posición de transferencia de energía.

El sistema puede comprender además un sensor de posicionamiento para verificar la posición del dispositivo médico y para garantizar una transferencia de energía óptima entre el dispositivo de control y el dispositivo médico.

5 El dispositivo de control puede usarse como un dispositivo de interfaz que permite al usuario, por ejemplo, el paciente y/o un técnico/médico/cuidador, interactuar con el dispositivo médico, por ejemplo para establecer la cantidad de una dosis de medicamento, para verificar que las condiciones de administración de dicha dosis se cumplen, y para alertar al usuario si ocurre una situación atípica en el procedimiento o para reaccionar ante una situación atípica, sugiriendo o ejecutando una operación de reparación.

10 Por lo tanto, todos o la mayoría de los componentes electrónicos, tales como, por ejemplo, un procesador, una memoria, botones interruptores y de funcionamiento, circuitos eléctricos, placas de circuitos impresos, cables, una pantalla visual y/o en Braille, una batería u otra forma de fuente de alimentación, uno o más puertos para recargar y/o para conectarse a otros dispositivos, por ejemplo, un ordenador, por ejemplo, para intercambiar datos, por ejemplo, emisores de señales de alerta o de advertencia inalámbricos, se integran en el dispositivo de control en lugar de en el dispositivo médico. Por lo tanto, el dispositivo médico sigue siendo sencillo, pequeño y de bajo coste, y puede ser desechable o implantable. El dispositivo de control puede tener funciones adicionales. Se puede configurar, por ejemplo, como un medidor de parámetros corporales, por ejemplo, como un medidor de glucosa, por ejemplo para controlar la respuesta al tratamiento médico. Puede comprender incluso funciones como un teléfono, un GPS, etc. El dispositivo de control puede ser un dispositivo de interfaz común para varios dispositivos médicos del mismo o diferente tipo y/o para diferentes pacientes.

Más detalladamente, la presente invención se explica con referencia a los siguientes dibujos que representan modos de realización esquemáticamente ejemplares.

25 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 representa esquemáticamente un sistema para tratamiento médico que comprende un dispositivo médico y un dispositivo portátil separado en posición de transferencia de energía.

30 La figura 2 es una ampliación del dispositivo médico de la figura 1.

La figura 3 representa esquemáticamente algunas de las condiciones, que pueden ocurrir durante el funcionamiento del dispositivo médico de la figura 2.

35 La figura 4 muestra esquemáticamente un modo de realización que comprende un circuito transpondedor con un elemento transpondedor de entrada/salida.

40 La figura 5 muestra una variante del modo de realización de la figura 3 con un tipo diferente de regulador de flujo y circuito transpondedor.

La figura 6 muestra esquemáticamente otro tipo de circuito transpondedor.

45 La figura 7 muestra esquemáticamente ejemplos de circuitos transpondedores que comprenden una etiqueta telemétrica.

La figura 8 muestra esquemáticamente una variante del sistema de la figura 1 que comprende un tipo diferente de dispositivo médico.

50 La figura 9 muestra esquemáticamente una variante del dispositivo médico de la figura 8.

Descripción detallada de la invención

55 La figura 1 representa esquemáticamente y no a escala un sistema 300 para tratamiento médico, en este caso para la administración transdérmica de dosis de un medicamento. El sistema 300 comprende un dispositivo médico 100 y un dispositivo de control 200 configurado como un dispositivo portátil separado. El dispositivo médico 100 y el dispositivo de control 200 se muestran en una posición de transferencia de energía. La figura 2 es una ampliación del dispositivo médico 100. El dispositivo médico 100 comprende un depósito 101 para contener un medicamento que se va a administrar, un elemento de infusión transdérmica 102 para administrar dosis del medicamento y un conducto de fluido 110 para transportar el medicamento desde el depósito 101 al elemento de infusión 102. El depósito 101 es una bolsa plegable. El dispositivo médico 100 comprende además un regulador de flujo 120. El regulador de flujo 120 comprende una unidad de recepción de energía pasiva 121 configurada para recibir energía operativa desde el dispositivo de control 200 cuando el dispositivo de control 200 está en la posición de transferencia de energía y para transferir la energía recibida al regulador de flujo 120. El regulador de flujo 120 transforma a continuación la energía recibida desde la unidad de recepción de energía 121 en una fuerza de bombeo para bombear dosis del medicamento desde el depósito 101 al elemento de infusión transdérmica 102. El dispositivo de

control 200 hace funcionar de este modo el regulador de flujo 120 a través de la unidad de recepción de energía 121. En particular, el regulador de flujo 120 es una bomba peristáltica acoplada operativamente al tubo 103 de modo que bombea medicamento a través del conducto de fluido 110 cuando se hace funcionar.

5 El conducto de fluido 110 comprende un lado de entrada 110' y un lado de salida 110'' y el regulador de flujo 120 se dispone entre el lado de entrada 110' y el lado de salida 110'' de modo que bombea el medicamento desde el lado de entrada 110' al lado de salida 110'' cuando se hace funcionar. El conducto de fluido 110 comprende un tubo 103, en el que el tubo 103 se acopla operativamente al regulador de flujo 120 de modo que el funcionamiento del regulador de flujo 120 da como resultado el bombeo peristáltico del medicamento a través del conducto de fluido 10
10 110. El conducto de fluido 110 comprende una cámara de entrada 104 conectada de manera fluida al tubo 103 en el lado de entrada 110' y una cámara de salida 105 conectada fluidicamente al tubo 103 en el lado de salida 110''. La cámara de entrada 104 comprende un elemento móvil de entrada 106 y la cámara de salida 105 comprende un elemento móvil de salida 107, en el que el elemento móvil de entrada 106 y el elemento móvil de salida 107 son pasivamente desplazables en función de un cambio de presión fluidica en el conducto de fluido 110. En particular, el elemento móvil de entrada 106 y el elemento móvil de salida 107 son membranas estancas a los fluidos que sellan una abertura de la cámara de entrada 104 y la cámara de salida 105, respectivamente. Las membranas 106, 107 tienen propiedades elásticas y, por lo tanto, son desplazables, en este caso estirables o deformables en función de un cambio de presión fluidica en la cámara de entrada 104 y la cámara de salida 105, respectivamente. El dispositivo médico 100 comprende además un circuito transpondedor 131 integrado en un sustrato 130 de tipo lámina eléctricamente aislante. El circuito transpondedor 131 es un circuito pasivo configurado para obtener energía de un campo externo proporcionado por el dispositivo de control 200. El circuito transpondedor 131 comprende un elemento transpondedor de entrada 132, un inductor de entrada y un elemento transpondedor de salida 133, un inductor de salida. El circuito transpondedor 131 comprende además un condensador (no mostrado) conectado en serie al inductor de entrada 132 y al inductor de salida 133 de modo que se forme un resonador. En particular, el
20 25 circuito transpondedor 131 se dispone en la lámina 130 y la lámina 130 se dispone en el dispositivo médico 100 a una distancia de las membranas 106, 107 de modo que el inductor de entrada 132 se acople sin contacto a la membrana 106 y el inductor de salida 133 se acople sin contacto a la membrana 107. De dicha manera, el circuito transpondedor 130 tiene una frecuencia resonante, que cambia en función del desplazamiento de los elementos móviles 106, 107.

30 El dispositivo de control 200 comprende un transceptor 231, en el que el transceptor se configura para transmitir energía al circuito transpondedor 131 y para leer la frecuencia resonante del circuito transpondedor 131, de modo que determine con el mismo circuito transpondedor 131 si hay un desplazamiento de cualquiera de las membranas 106, 107. Las membranas 106, 107 pueden comprender un material susceptible magnética o eléctricamente, por ejemplo, un metal (no mostrado) para aumentar la sensibilidad de detección del desplazamiento por el circuito transpondedor 131.
35

40 El dispositivo de control 200 comprende además una unidad de transferencia de energía 221 para transferir energía operativa a la unidad de recepción de energía 121 del dispositivo médico 100 para hacer funcionar la bomba peristáltica 120. En particular, la unidad de recepción de energía 121 se configura como un rotor acoplado con una pluralidad de ruedas peristálticas (no mostradas), comprendiendo el rotor uno o más elementos ferromagnéticos. La unidad de transferencia de energía 221 se configura como un rotor de accionamiento conectado a un motor (no mostrado), comprendiendo el rotor de accionamiento una pluralidad de imanes, configurados para establecer un acoplamiento magnético con los elementos ferromagnéticos de la unidad de recepción de energía 121. La unidad de transferencia de energía 221 proporciona, por lo tanto, fuerza de rotación a la bomba peristáltica 120 a través de la unidad de recepción de energía 121 cuando la unidad de recepción de energía 121 y la unidad de transferencia de energía 221 están en la posición de transferencia de energía y se establece el acoplamiento magnético.
45

50 El dispositivo de control 200 comprende además una unidad lógica 230 configurada para discriminar qué membrana 106, 107 se desliza basándose en la lectura de la frecuencia resonante del circuito transpondedor 131 por el transceptor 231 y, tomando esto como base, para determinar una o más condiciones, que pueden ocurrir durante el funcionamiento del dispositivo médico 100.

55 El dispositivo de control 200 comprende además, entre otros elementos, una batería 240, un puerto 250 para recargar y para conectar a otros dispositivos, botones 260 para hacer funcionar el dispositivo de control 200, una pantalla 270. La unidad lógica 230 es en este ejemplo en comunicación eléctrica con al menos el transceptor 231, la unidad de transferencia de energía 221 y la pantalla 270. En particular, la unidad lógica 230 se configura para hacer funcionar o interrumpir el funcionamiento de la unidad de transferencia de energía 221 y, por lo tanto, del regulador de flujo en respuesta a una condición determinada, y para generar una señal identificable por el usuario. El dispositivo de control 200 es, por lo tanto, un dispositivo de interfaz que permite al usuario, por ejemplo, el paciente y/o un técnico/médico/cuidador, interactuar con el dispositivo médico 100, por ejemplo para establecer la cantidad de una dosis de medicamento, para verificar que las condiciones de administración de dicha dosis se cumplen, y para alertar al usuario si ocurre una situación atípica en el procedimiento o para reaccionar ante una situación atípica, sugiriendo o ejecutando una operación de reparación.
60

65 La figura 3 representa esquemáticamente algunas de las condiciones, que pueden ocurrir durante el funcionamiento

del dispositivo médico 100 de la figura 2. Por razones de claridad, solo aquellos componentes del dispositivo médico 100, que son relevantes para la comprensión, se muestran esquemáticamente y se simplifican aún más. En particular, las figuras 3a-3f muestran el regulador de flujo (bomba) 120 dispuesto entre el lado de entrada 110' y el lado de salida 110'' del conducto de fluido 110, el lado de entrada 110' que comprende la cámara de entrada 104 con la membrana de entrada 106 y el lado de salida 110'' que comprende la cámara de salida 105 con la membrana de salida 107. Las figuras 3a-3d también muestran la lámina 130, con el circuito transpondedor 131 separado por motivos de claridad y representado esquemáticamente por encima de la lámina 130. La figura 3e muestra un modo de realización diferente con un circuito transpondedor 131' separado como anteriormente de la lámina 130', que es una variante del circuito transpondedor 131. La figura 3f muestra una variante del modo de realización de la figura 3e. Los circuitos transpondedores 131, 131' comprenden un inductor de entrada 132 acoplado sin contacto a la membrana de entrada 106 y un inductor de salida 133, 133' acoplado sin contacto a la membrana de salida 107. El inductor de entrada 132 y el inductor de salida 133, 133' se conectan en serie a un condensador 134. Los circuitos transpondedores 131, 131' se configuran, por lo tanto, como resonadores pasivos y el tranceptor 231 se configura para activar el resonador y para leer la frecuencia resonante ω_0 antes de iniciar el funcionamiento de la bomba 120, por ejemplo tan pronto como el dispositivo de control 200 se coloca en la posición de transferencia de energía, y para leer la frecuencia resonante ω durante y/o después del funcionamiento de la bomba 120, en donde $\omega_0 = 1/\sqrt{L_0 \times C}$, que es 1 dividido entre la raíz cuadrada de (la inductancia multiplicada por la capacitancia) antes de iniciar el funcionamiento de la bomba 120 y en donde $\omega = 1/\sqrt{L \times C}$, es decir 1 dividido entre la raíz cuadrada de (la inductancia multiplicada por la capacitancia) durante y/o después del funcionamiento de la bomba 120. Es preferente leer la frecuencia resonante ω_0 también antes del funcionamiento de la bomba 120 porque esta puede variar dependiendo de factores externos tales como la temperatura ambiente. Por lo tanto, es preferente una lectura relativa a una lectura absoluta.

Más en detalle, la figura 3a muestra una primera condición de funcionamiento en la que la presión fluídica en el conducto de fluido 110 permanece sustancialmente sin cambios durante el funcionamiento de la bomba 120. De acuerdo con esta condición, las membranas 106, 107 no se desplazan o se desplazan mínimamente o se desplazan de una manera predecible, típicamente de una manera alternante y periódica, como pulsante, cuando se hace funcionar la bomba peristáltica 120. En particular, la membrana de salida 107 puede experimentar un ligero desplazamiento positivo seguido de una fase de relajación y la membrana de entrada 106 puede experimentar un ligero desplazamiento negativo seguido de una fase de relajación. La frecuencia resonante promedio ω es, por lo tanto, similar a ω_0 (ω es aproximadamente igual a ω_0). Mediante una lectura continua, se puede controlar el desplazamiento predecible de las membranas 106, 107 para confirmar además el funcionamiento normal. La unidad lógica 230 determina mediante esta lectura y comparación que el dispositivo médico 100 funciona correctamente.

La figura 3b muestra otra condición de funcionamiento, que puede ocurrir cuando, por ejemplo, hay una oclusión en el lado de salida 110''. En este caso, la presión fluídica en el lado de salida 110'' aumenta cuando se hace funcionar la bomba 120 y la membrana de salida 107 se desplaza persistentemente hacia fuera, es decir, sufre un desplazamiento positivo. Este desplazamiento provoca a su vez un cambio de inductancia en el inductor de salida 133 y, por lo tanto, un cambio en la frecuencia resonante ω del circuito transpondedor 131. En este caso $\omega < \omega_0$ y la unidad lógica 230 determina mediante esta lectura y comparación que existe una situación atípica en el lado de salida 110'', por ejemplo, una oclusión.

La figura 3c muestra otra condición de funcionamiento, que puede ocurrir cuando, por ejemplo, el depósito 101 está vacío. En este caso, la presión fluídica en el lado de entrada 110' disminuye cuando se hace funcionar la bomba 120 y la membrana de entrada 106 se desplaza persistentemente hacia abajo, es decir, sufre un desplazamiento negativo. Este desplazamiento provoca a su vez un cambio de inductancia en el inductor de entrada 132 y, por lo tanto, un cambio en la frecuencia resonante ω del circuito transpondedor 131. En este caso $\omega > \omega_0$ y la unidad lógica 230 determina mediante esta lectura y comparación que existe una situación atípica en el lado de entrada 110', por ejemplo, agotamiento de medicamento o depósito vacío. La determinación de esta condición en el lado de entrada 110' es útil para saber de antemano cuando el medicamento está a punto de agotarse, de modo que el agotamiento del medicamento pueda no producirse, por ejemplo, mientras se administra una dosis de medicamento y se solicita al usuario que reemplace el dispositivo médico 100 o el depósito 101 antes de que pueda administrarse la siguiente dosis. La cámara de entrada 104 puede dimensionarse de modo que contenga una cantidad suficiente de medicamento para garantizar al menos una última dosis después de que se haya determinado esta condición de funcionamiento.

La figura 3d muestra otra condición de funcionamiento, que es muy poco probable que ocurra, por ejemplo, cuando el depósito 101 está vacío y también hay una oclusión en el lado de salida 110''. En este caso, la presión fluídica en el lado de entrada 110' disminuye cuando se hace funcionar la bomba 120 y la membrana 107 se desplaza persistentemente hacia abajo, es decir, sufre un desplazamiento negativo. Sin embargo, la presión fluídica en el lado de salida 110'' aumenta cuando se hace funcionar la bomba 120 y la membrana de salida 107 se desplaza (estira) persistentemente hacia afuera, es decir, experimenta un desplazamiento positivo. En dicho caso, un cambio en la frecuencia resonante ω del circuito transpondedor 131 con respecto a ω_0 puede no ser detectable y en algunas circunstancias puede interpretarse como un funcionamiento correcto como se muestra en la figura 3a. Para mejorar la discriminación en casos similares, se puede emplear un circuito transpondedor 131' con elementos transpondedores discriminantes tales como un inductor de entrada 132 y un inductor de salida 133' con diferentes

inductancias, en los que la frecuencia resonante ω del circuito transpondedor 131' se cambia en diferente grado por el desplazamiento de la membrana de entrada 106 y la membrana de salida 107, respectivamente, a la paridad de desplazamiento ($\omega < \omega_0$ en la figura 3e). De forma alternativa o además, se puede emplear una membrana de entrada 106 y una membrana de salida 107' u otros elementos móviles de diferente tamaño y/o con diferente susceptibilidad magnética o eléctrica y/o con diferente disposición con respecto a los elementos móviles ($\omega < \omega_0$ en la figura 3f).

La figura 4 muestra esquemáticamente una variante de los modos de realización de la figura 2 y la figura 3. En particular, la figura 4 muestra un regulador de flujo 120' incorporado como una bomba peristáltica dispuesto entre un lado de entrada 111' y un lado de salida 111'' de un conducto de fluido 111. La diferencia con el conducto de fluido 110 de las figuras 2 y 3 es que el conducto de fluido 111 se dispone alrededor de la bomba 120' de forma que el lado de entrada 111' y el lado de salida 111'' y en particular las cámaras 104 en el lado de entrada 111' y la cámara 105 en el lado de salida 111'' se disponen adyacentes entre sí de modo que la membrana de entrada 106 en el lado de entrada 111' está enfrentada a la membrana de salida 107 en el lado de salida 111''. Una lámina 140 con un circuito transpondedor integrado 141, tal como un resonador, se dispone entre la membrana de entrada 106 y la membrana de salida 107 de modo que un elemento transpondedor de entrada/salida 142, por ejemplo un inductor (inductor de entrada/salida) se acopla sin contacto tanto a la membrana de entrada 106 como la membrana de salida 107. El desplazamiento de cualquiera de las membranas 106, 107 se puede determinar de ese modo con solo un elemento transpondedor 142. En particular, dependiendo de la dirección, grado y duración del desplazamiento (temporal o persistente) por una o ambas membranas 106, 107 diferentes condiciones de funcionamiento pueden determinarse análogamente a al menos algunos de los modos de realización de la figura 3. Con referencia específica a la figura 4, se indica una condición de oclusión en el lado de salida 111', en el que la membrana de salida 107 sufre un desplazamiento positivo persistente. Esto se determina como $\omega < \omega_0$.

La figura 5 muestra una variante del modo de realización de la figura 3 con un tipo diferente de regulador de flujo 120'' y un tipo diferente de circuito transpondedor 151. En particular, el regulador de flujo 120'' es una válvula que comprende un paso de fluido, que se conecta de manera fluidica a un lado de entrada 112' y un lado de salida 112'' de un conducto de fluido 112, y que puede abrirse o cerrarse o abrirse a un diferente grado para regular la cantidad de fluido que pasa a través de la válvula 120'' moviendo un elemento regulador de válvula 125. El lado de entrada 112' comprende una cámara de entrada 104 con membrana de entrada 106 y el lado de salida 112' comprende una cámara de salida 105 con membrana de salida 107. El circuito transpondedor 151 comprende un inductor 152 de entrada y un inductor de salida 153 conectados en serie a un condensador 154 y en paralelo a una resistencia variable 155. En particular, el circuito transpondedor 151 se dispone con respecto a la válvula 120'' y el conducto de fluido 112 de modo que el inductor de entrada 152 se acopla sin contacto a la membrana de entrada 106, el inductor de salida 153 se acopla sin contacto a la membrana de salida 107 y la resistencia variable 155 se acopla al elemento regulador de válvula 125. La resistencia variable 155 es un ejemplo de un elemento transpondedor regulador acoplado a un elemento móvil regulador. Mediante la lectura de la frecuencia resonante del circuito transpondedor 151 es posible, por lo tanto, determinar el desplazamiento de las membranas 106, 107, determinando de este modo un cambio de presión fluidica en el conducto de fluido 112 análogamente a los modos de realización de la figura 3. Sin embargo, también es posible leer el factor Q del circuito transpondedor 151 y, de este modo, determinar el estado, por ejemplo, posición abierta, cerrada o intermedia de la válvula 120''.

La figura 6 muestra esquemáticamente otro tipo de circuito transpondedor pasivo 161 configurado como un resonador. Sin embargo, como se muestra en la figura 6a, el circuito transpondedor 161 comprende dos condensadores variables 162, 163 conectados en serie a un inductor 164. Un condensador variable 162, 163 puede configurarse de diferentes maneras. La figura 6b muestra un ejemplo de condensador variable 162' integrado en una membrana 106', en el que el desplazamiento de la membrana 106' causado por un cambio de presión fluidica causa un cambio de capacitancia y, por lo tanto, un cambio de frecuencia resonante ω del circuito transpondedor 161. La figura 6c muestra otro ejemplo de condensador variable 163' en el que un conducto de fluido 113 se dispone entre las placas del condensador variable 163'. Las placas pueden estar en contacto o en una relación sin contacto con el conducto de fluido 113. El desplazamiento del conducto de fluido 113 provocado por un cambio de presión fluidica provoca un cambio de capacitancia y, por lo tanto, un cambio de frecuencia resonante ω del circuito transpondedor 161.

La figura 7 muestra esquemáticamente ejemplos de circuitos transpondedores 171, 171' que comprenden una etiqueta de RFID 176, 176'. En particular, la figura 7a muestra un circuito transpondedor 171 que comprende dos inductores 172, 173 conectados a una etiqueta RFID 176 que comprende un circuito auxiliar 177 para medir la inductancia del circuito transpondedor 171, en el que el transceptor 231 se configura para transmitir energía a la etiqueta RFID 176 para medir la inductancia del circuito transpondedor 171 en función del desplazamiento de los respectivos elementos móviles acoplados al mismo y para leer la inductancia del circuito transpondedor a través de la etiqueta telemétrica 176. La figura 7b muestra un circuito transpondedor 171' que comprende un inductor 172' y un condensador variable 174 conectado a una etiqueta RFID 176' que comprende un circuito auxiliar 177' para medir la inductancia y/o la capacitancia del circuito transpondedor 171', en el que el transceptor 231 se configura para transmitir energía a la etiqueta RFID 176' para medir la inductancia y/o la capacitancia del circuito transpondedor 171' en función del desplazamiento de los respectivos elementos móviles acoplados al mismo y para leer la inductancia y/o la capacitancia de el circuito transpondedor 171' a través de la etiqueta telemétrica 176'.

La figura 8 muestra esquemáticamente un sistema 300', que es una variante del sistema 300 de la figura 1. En particular, el sistema 300' comprende un tipo diferente de dispositivo médico 100' y un dispositivo de control 200' similar al dispositivo de control 200 de la figura 1. El dispositivo médico 100' es un dispositivo implantable y se representa esquemáticamente implantado bajo una capa de tejido corporal 400. En particular, el dispositivo médico 100' se muestra operativamente acoplado a un conducto de fluido 410, que en este caso es un conducto de fluido corporal. El dispositivo médico 100' comprende un regulador de flujo 122 para regular el flujo de un fluido en el conducto de fluido para tratamiento médico. El regulador de flujo 122 es un restrictor de flujo que comprende dos elementos móviles reguladores 108, 109, que se configuran como abrazaderas y son desplazables activamente para regular el flujo de fluido en el conducto de fluido 410. El regulador de flujo 122 comprende además una unidad de recepción de energía pasiva 123 configurada para recibir energía operativa desde el dispositivo de control 200' cuando el dispositivo de control 200' está en una posición de transferencia de energía. El regulador de flujo 122 transforma a continuación la energía transferida por la unidad de recepción de energía 123 en un desplazamiento activo de uno o ambos de los dos elementos 108, 109 desplazables activamente. En este ejemplo, el dispositivo médico 100' comprende además un elemento pasivamente desplazable 186, en este caso una abrazadera elástica, operativamente acoplada al conducto de fluido 410 en un lado de entrada 410', que es desplazable en función de la presión fluidica en el conducto de fluido 410. El dispositivo médico 100' comprende además un circuito transpondedor 181 que comprende dos inductores 182, 183 conectados en serie a un condensador 184 y en paralelo a una resistencia variable 185. Los inductores 182, 183 son elementos transpondedores reguladores, cada uno dispuesto con respecto a un elemento desplazable activamente respectivo 108, 109 de modo que el circuito transpondedor 181 tiene una frecuencia resonante ω , que cambia en función del desplazamiento de los elementos desplazables activamente 108, 109. Para aumentar la sensibilidad de la detección del desplazamiento, los elementos desplazables activamente 108, 109 comprenden partes susceptibles magnéticamente 108', 109', que cambian de posición con respecto a los inductores 182, 183, respectivamente, cuando se mueven los elementos desplazables activamente 108, 109. La resistencia variable 185 se dispone con respecto al elemento móvil pasivamente desplazable 186 de modo que el circuito transpondedor tiene un factor Q, que cambia en función del desplazamiento del elemento pasivamente desplazable 186. El circuito transpondedor 181 es para algunos aspectos similar al circuito transpondedor 151 de la figura 5.

El dispositivo de control 200' comprende un transceptor 231', en el que el transceptor 231' se configura para transmitir energía al circuito transpondedor 181 y para leer la frecuencia resonante ω así como el factor Q del circuito transpondedor 181, de modo que determine con el mismo circuito transpondedor 181 si hay un desplazamiento de cualquiera de los elementos desplazables activamente 108, 109 y/o del elemento pasivamente desplazable 186.

El dispositivo de control 200' comprende además una unidad lógica 230' configurada para determinar la posición de los elementos desplazables activamente 108, 109 y del elemento pasivamente desplazable 186 tomando como base la lectura de la frecuencia resonante ω y el factor Q del circuito transpondedor 181 por el transceptor 231', y tomando eso como base, para determinar una o más condiciones, que pueden ocurrir durante el funcionamiento del dispositivo médico 100' y eventualmente reaccionar en consecuencia. Para dar un ejemplo, una condición posible, que puede ocurrir, es un aumento de la presión fluidica en el lado de entrada 410' que indica el exceso de fluido en el lado de entrada 410'. Basándose en la determinación de dicha condición, la unidad lógica 230' puede indicar al dispositivo de control 200' que abra activamente una o ambas abrazaderas 108, 109, por ejemplo temporalmente, para disminuir la presión fluidica en el conducto de fluido 410 permitiendo que fluya el fluido en su interior. Puede ser ventajoso usar al menos dos elementos desplazables activamente 108, 109 de modo que se controle mejor el flujo de fluido en el conducto de fluido o que se pueda alternar la restricción del conducto de fluido 410 en diferentes posiciones, evitando de este modo la tensión del conducto de fluido 410 siempre en la misma posición. El control y/o la verificación precisos del desplazamiento de los elementos desplazables activamente 108, 109, así como el control de la presión fluidica se pueden conseguir, por lo tanto, con el mismo circuito transpondedor 181.

El dispositivo de control 200' comprende además una unidad de transferencia de energía 221' similar a la unidad de transferencia de energía 221 del sistema 300, configurada para establecer un acoplamiento magnético con la unidad de recepción de energía 123 en la posición de transferencia de energía. Dado el hecho de que el dispositivo médico 100' se implanta y, por lo tanto, no es visible, para encontrar y/o mantener y/o confirmar más fácilmente la posición de transferencia de energía, también se proporciona un sensor de posicionamiento 232 en el dispositivo de control 200'. La unidad lógica 230' está en este ejemplo en comunicación eléctrica también con el sensor de posicionamiento 232. En particular, la unidad lógica 230' se configura además para hacer funcionar o interrumpir el funcionamiento de la unidad de transferencia de energía 221' y, por lo tanto, del regulador de flujo 122 en función de la posición del dispositivo de control 200' con respecto al dispositivo médico 100'. El dispositivo de control 200' comprende además, como el dispositivo de control 200, una batería 240, un puerto 250 para recargar y para conectar a otros dispositivos, botones 260 para hacer funcionar el dispositivo de control 200' y una pantalla 270.

La figura 9 muestra esquemáticamente un dispositivo médico 100'', que es una variante del dispositivo médico 100' de la figura 8. El dispositivo médico 100'' también es implantable y se representa esquemáticamente acoplado operativamente a un conducto de fluido 411, que es un vaso de fluido corporal. El dispositivo médico 100'' comprende además un regulador de flujo 124 para regular el flujo de un fluido en el conducto de fluido 411 para

tratamiento médico. El regulador de flujo 124 es un restrictor de flujo que comprende un elemento móvil regulador 190, que se configura como una abrazadera y se puede desplazar activamente para regular el flujo de fluido en el conducto de fluido 411. El dispositivo médico 100" comprende además un elemento pasivamente desplazable 191, configurado como una abrazadera elástica, acoplado operativamente al conducto de fluido 411 en un lado de entrada 411', que es desplazable en función de la presión fluídica en el conducto de fluido 411. El dispositivo médico 100" comprende además un circuito transpondedor 193 que comprende un inductor 194 conectado en serie a un condensador 195 y en paralelo a una resistencia variable 196. La resistencia variable 196 es un elemento transpondedor regulador, dispuesto con respecto al elemento móvil regulador desplazable activamente 190 de modo que el circuito transpondedor 193 tiene un factor Q, que cambia en función del desplazamiento del elemento móvil regulador desplazable activamente 190. El inductor 194 se dispone con respecto al elemento pasivamente desplazable 191 de modo que el circuito transpondedor 193 tiene una frecuencia resonante ω , que cambia en función del desplazamiento del elemento pasivamente desplazable 191. El control y/o la verificación precisos del desplazamiento del elemento móvil regulador desplazable activamente 190 así como el control de la presión fluídica en el conducto de fluido 411 se pueden conseguir, por lo tanto, con el mismo circuito transpondedor 193.

Por supuesto, son posibles numerosas variaciones de los modos de realización descritos sin apartarse del alcance de la invención. También se observa que los términos como «preferentemente» o «preferente» y «típicamente» o «típico» o «ventajoso» no se utilizan en el presente documento para limitar el alcance de la invención reivindicada ni para implicar que ciertas características son críticas, esenciales o incluso importante para la estructura o función de la invención reivindicada. Por el contrario, estos términos simplemente pretenden resaltar características alternativas o adicionales que pueden utilizarse o no en un modo de realización particular de la presente invención.

REIVINDICACIONES

1. Sistema (300, 300') para tratamiento médico, comprendiendo el sistema (300, 300'):

5 a) un dispositivo médico (100, 100', 100'') para ponerlo en contacto con un paciente, en el que el dispositivo médico (100, 100', 100'') comprende un conducto de fluido (110, 111, 112, 113) y/o se configura para acoplarse operativamente a un conducto de fluido (410, 411), comprendiendo además el dispositivo médico (100, 100', 100''):

10 - un regulador de flujo (120, 120', 120'', 122, 124) para regular el flujo de un fluido en el conducto de fluido (110, 111, 112, 113, 410, 411) para tratamiento médico,

- al menos dos elementos móviles (106, 107, 106', 107', 113, 125, 108, 149, 186, 190, 191),

15 b) un dispositivo de control (200, 200');

caracterizado porque:

20 - los al menos dos elementos móviles (106, 107, 106', 107', 113, 125, 108, 109, 186, 190, 191) son pasivamente desplazables (106, 107, 106', 107', 113, 186, 191) en función de un cambio de presión fluidica en el conducto de fluido o desplazables activamente (125, 108, 109, 190) para regular el flujo de fluido en el conducto de fluido,

25 - el dispositivo médico (100, 100', 100'') comprende además al menos un circuito transpondedor (131, 131', 141, 151, 161, 171, 171', 181, 193) que comprende al menos un elemento transpondedor elegido de un condensador (134, 154, 162, 162', 163, 163', 174, 184, 195), un inductor (132, 133, 133', 142, 152, 153, 164, 172, 173, 172', 182, 183, 194), una resistencia (155, 185, 196), o combinaciones de los mismos, que se disponen con respecto a los elementos móviles (106, 107, 106', 107', 113, 125, 108, 109, 186, 190, 191) de modo que el circuito transpondedor (131, 131', 141, 151, 161, 171, 171', 181, 193) tenga una capacitancia o inductancia o resistencia o frecuencia resonante o factor Q, que cambia en función del desplazamiento de los elementos móviles (106, 107, 106', 107', 113, 125, 108, 109, 186, 190, 191),

30 - el dispositivo de control (200, 200') comprende un transceptor (231, 231'), en el que el transceptor (231, 231') se configura para transmitir energía al circuito transpondedor (131, 131', 141, 151, 161, 171, 171', 181, 193) y para leer la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor Q del circuito transpondedor (131, 131', 141, 151, 161, 171, 171', 181, 193), para determinar con el mismo circuito transpondedor (131, 131', 141, 151, 161, 171, 171', 181, 193) si hay un desplazamiento de cualquiera de los elementos móviles (106, 107, 106', 107', 113, 125, 108, 109, 186, 190, 191).

40 2. Sistema de acuerdo con la reivindicación 1 en el que el regulador de flujo se dispone o se configura para disponerse entre un lado de entrada y un lado de salida del conducto de fluido de modo que regule el flujo de un fluido desde el lado de entrada al lado de salida.

3. Sistema de acuerdo con la reivindicación 2 en el que el regulador de flujo es una bomba para bombear el fluido o una válvula o un restrictor de flujo para regular el flujo del fluido.

45 4. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el regulador de flujo comprende una unidad de recepción de energía pasiva y en el que el dispositivo de control comprende una unidad de transferencia de energía para transferir energía operativa a la unidad de recepción de energía para hacer funcionar el regulador de flujo.

50 5. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el dispositivo de control se configura para colocarlo temporalmente en una posición de transferencia de energía con respecto al dispositivo médico para hacer funcionar el regulador de flujo y/o transferir energía al circuito transpondedor, en el que en la posición de transferencia de energía el dispositivo de control está separado del dispositivo médico.

55 6. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5 en el que el dispositivo médico comprende un elemento móvil de entrada y un elemento móvil de salida acoplado a un elemento transpondedor de entrada/salida.

60 7. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5 en el que el dispositivo médico comprende al menos dos de

- un elemento móvil de entrada acoplado a un elemento transpondedor de entrada en el lado de entrada,

- un elemento móvil de salida acoplado a un elemento transpondedor de salida en el lado de salida,

65 - un elemento móvil regulador acoplado a un elemento transpondedor regulador.

8. Sistema de acuerdo con la reivindicación 7 en el que el circuito transpondedor comprende un inductor de entrada y un inductor de salida conectados en serie a un condensador.
- 5 9. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el circuito transpondedor se integra en un sustrato de tipo lámina o placa dispuesto en el dispositivo médico de modo que un elemento transpondedor se acople con un elemento móvil respectivo.
- 10 10. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el dispositivo médico comprende además una etiqueta telemétrica conectada al circuito transpondedor y en el que el transceptor se configura para transmitir energía a la etiqueta telemétrica para medir la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor Q del circuito transpondedor y para leer la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor Q del circuito transpondedor a través de la etiqueta telemétrica.
- 15 11. Sistema de acuerdo con la reivindicación 10 en el que la etiqueta telemétrica almacena información relacionada con el conducto de fluido tal como el diámetro y/o longitud del conducto de fluido y/o relacionado con la bomba tales como las especificaciones de la bomba y/o relacionadas con el depósito tal como como la capacidad del depósito y/o el tipo de medicamento, y el dispositivo de control se configura para leer dicha información a través del transceptor y para hacer funcionar el regulador de flujo en función de dicha información.
- 20 12. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los elementos móviles son de diferente tipo o tamaño y/o son desplazables en un grado diferente y/o se disponen con respecto a los elementos transpondedores, y/o en el que los elementos transpondedores son de diferente tipo o tamaño y/o se disponen con respecto a los elementos móviles, de modo que la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor del circuito transpondedor se cambia en un grado diferente o de manera inversa cuando los
25 elementos móviles se desplazan.
- 30 13. Sistema de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores en el que el dispositivo de control comprende una unidad lógica configurada para discriminar cuál o cuales de los elementos móviles se desplazan basándose en la lectura de la capacitancia y/o la inductancia y/o la resistencia y/o la frecuencia resonante y/o el factor Q. del circuito transpondedor.
- 35 14. Sistema de acuerdo con la reivindicación 13 en el que la unidad lógica se configura para determinar una o más de las siguientes condiciones:
- presión fluidica sustancialmente sin cambios durante el funcionamiento del regulador de flujo que indica el funcionamiento correcto del dispositivo médico,
 - disminución de la presión fluidica en el lado de entrada que indica el agotamiento del fluido en el lado de entrada,
 - 40 - aumento de la presión fluidica en el lado de entrada que indica exceso de fluido en el lado de entrada,
 - aumento de la presión fluidica en el lado de salida que indica una oclusión en el lado de salida,
 - estado operativo del regulador de flujo,
 - 45 - paso de fluido en el conducto de fluido por primera vez.
- 50 15. Sistema de acuerdo con la reivindicación 14 en el que el dispositivo de control se configura para hacer funcionar o interrumpir el funcionamiento del regulador de flujo en respuesta a una condición determinada, y/o para generar una señal identificable por el usuario.

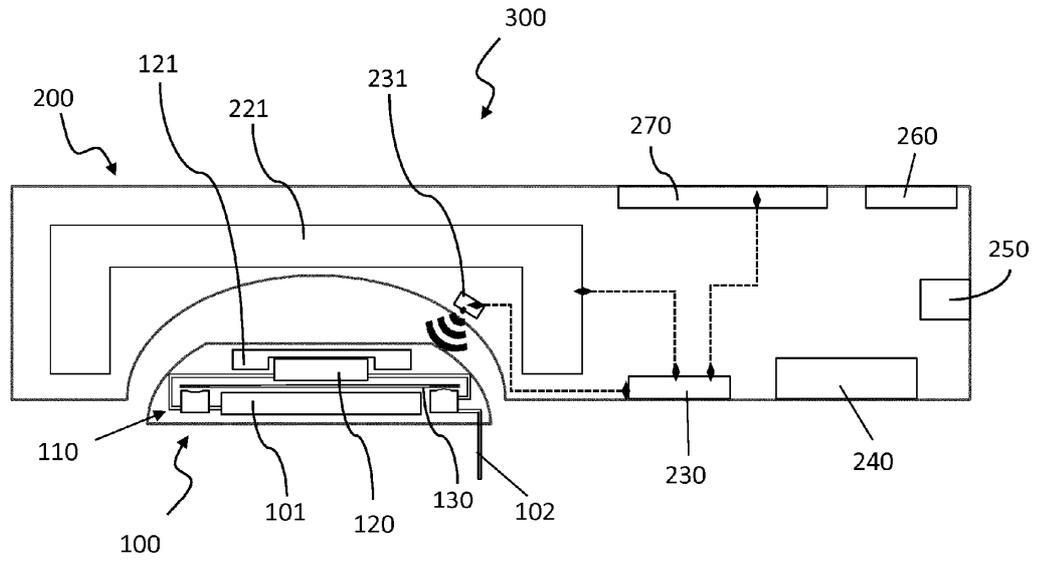


FIG. 1

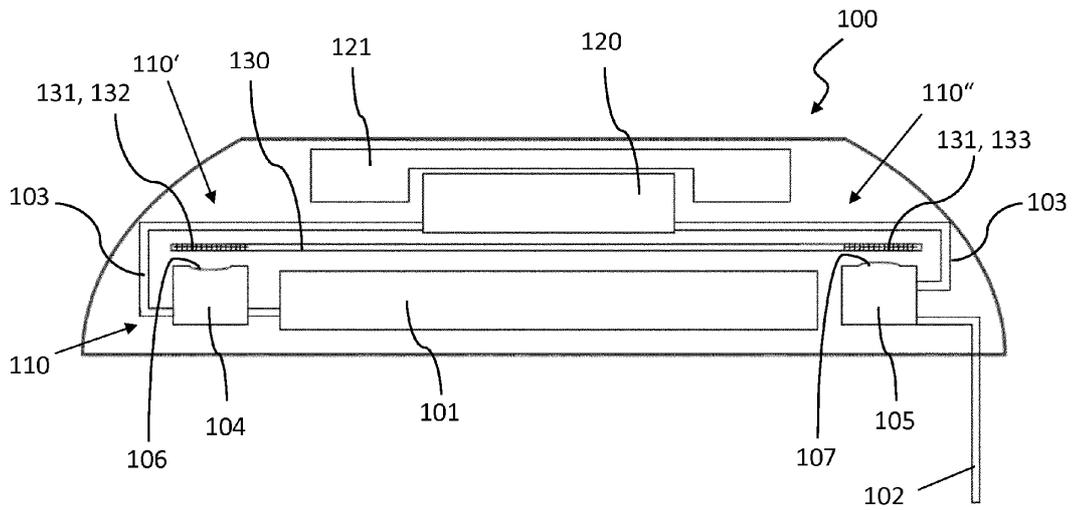
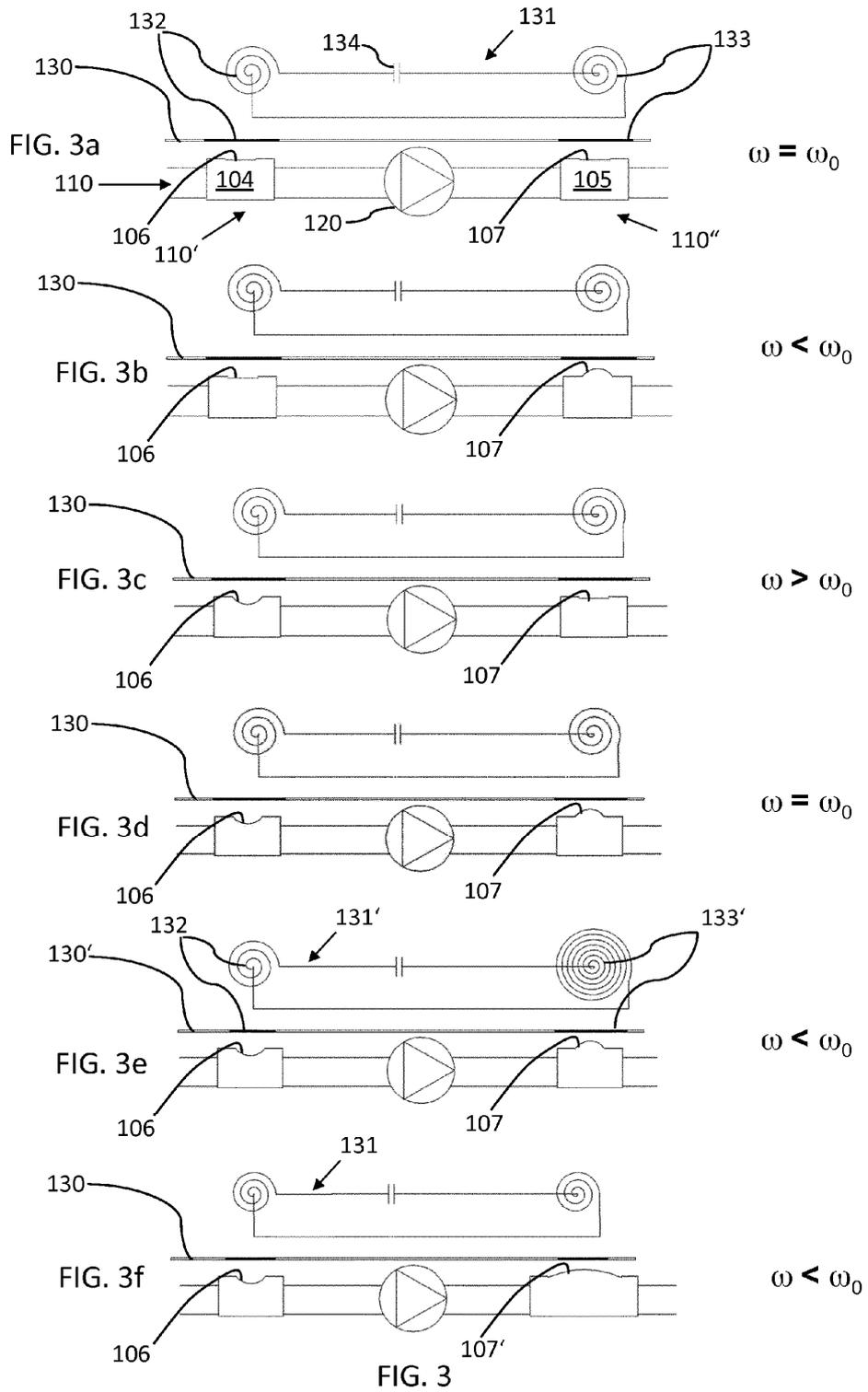


FIG. 2



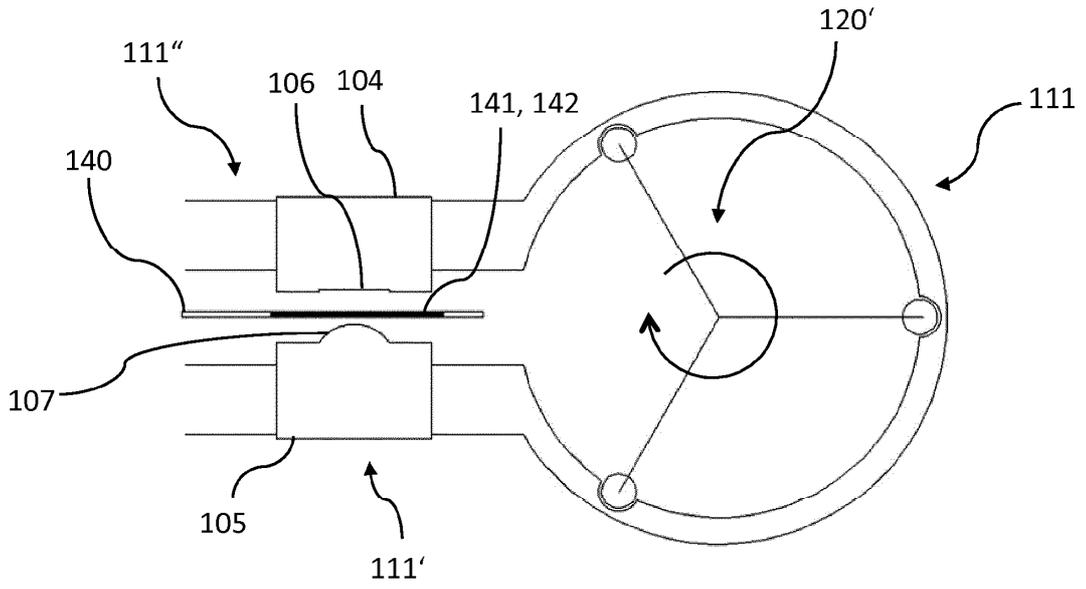


FIG. 4

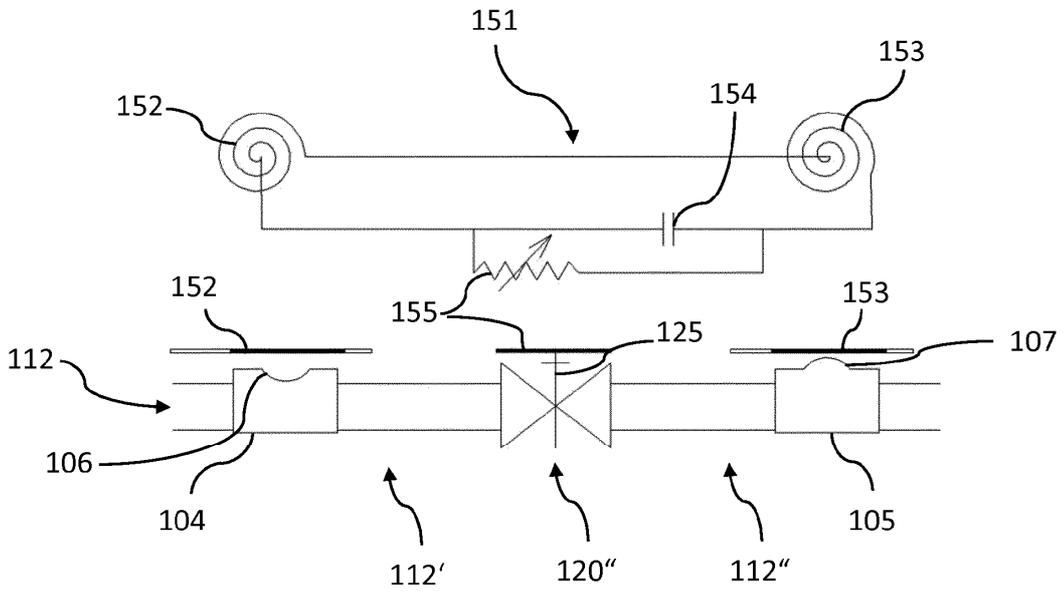


FIG. 5

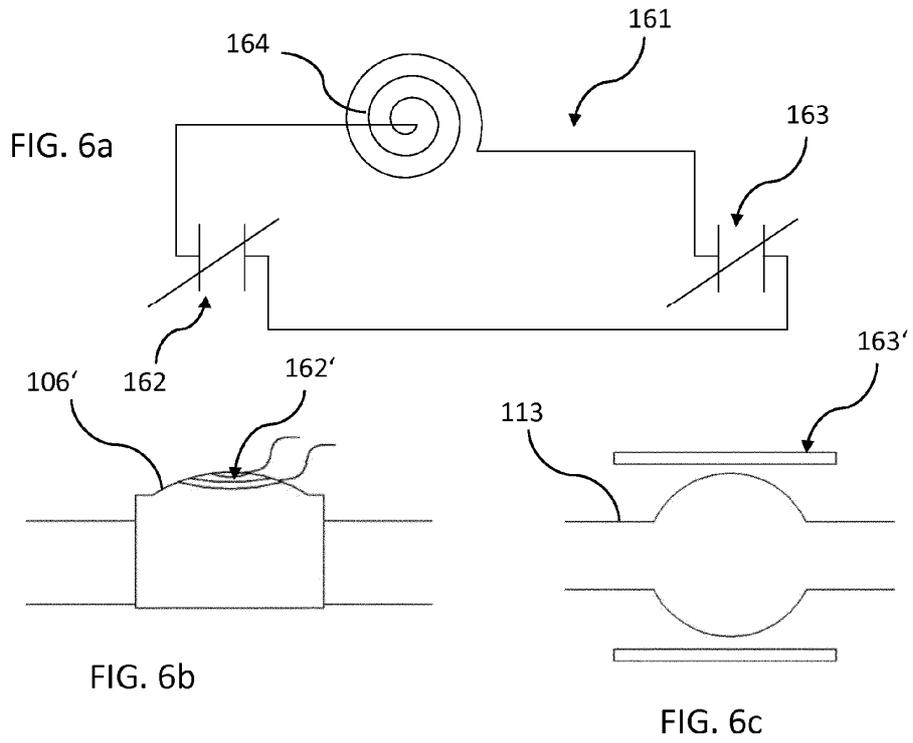


FIG. 6

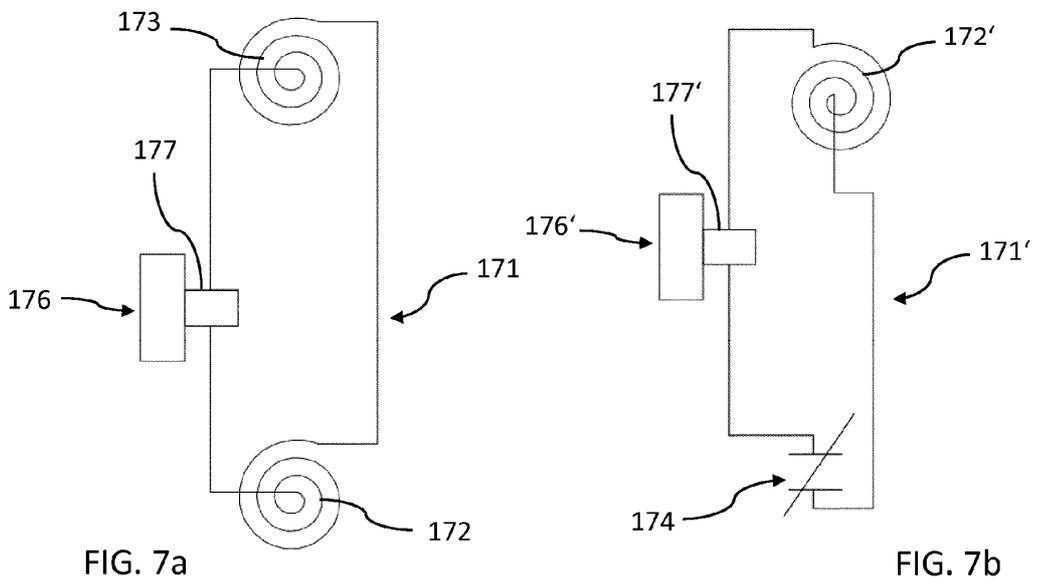


FIG. 7

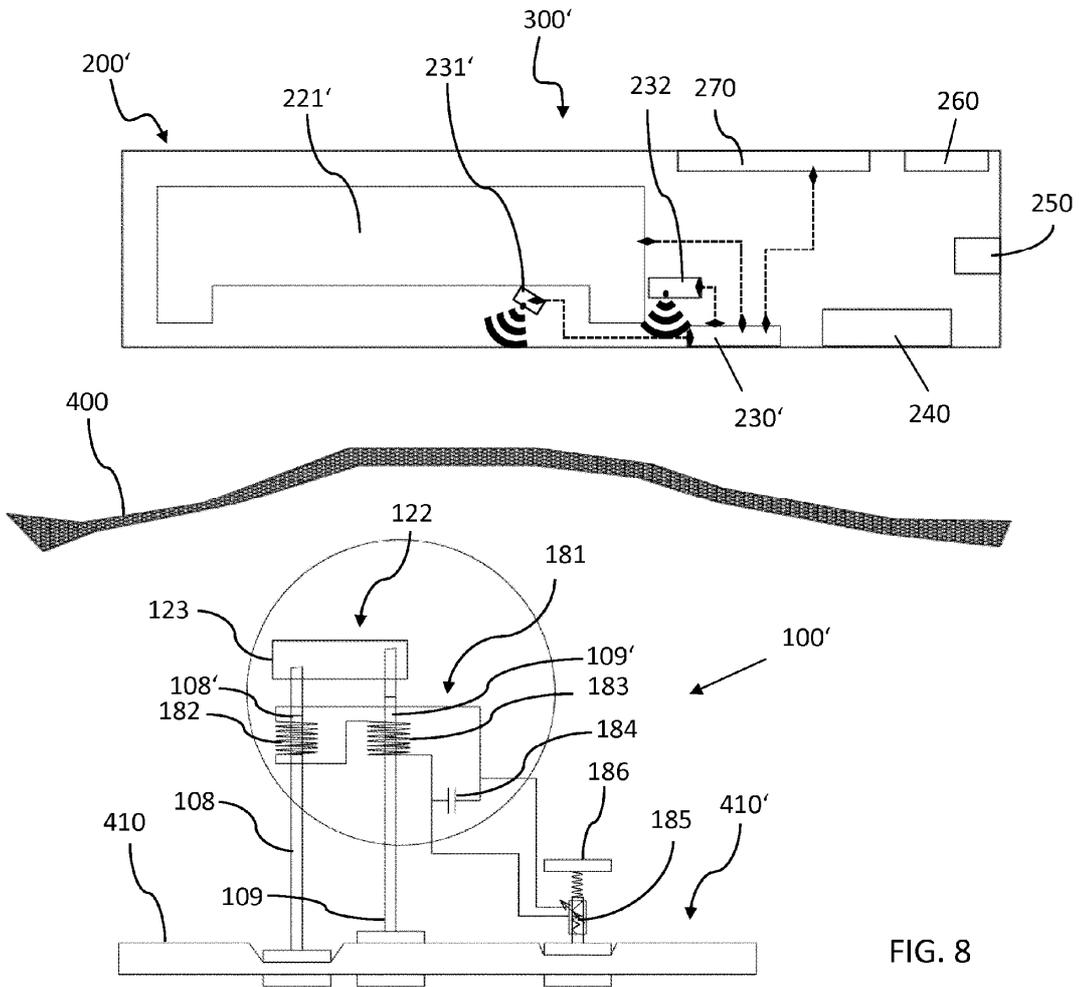


FIG. 8

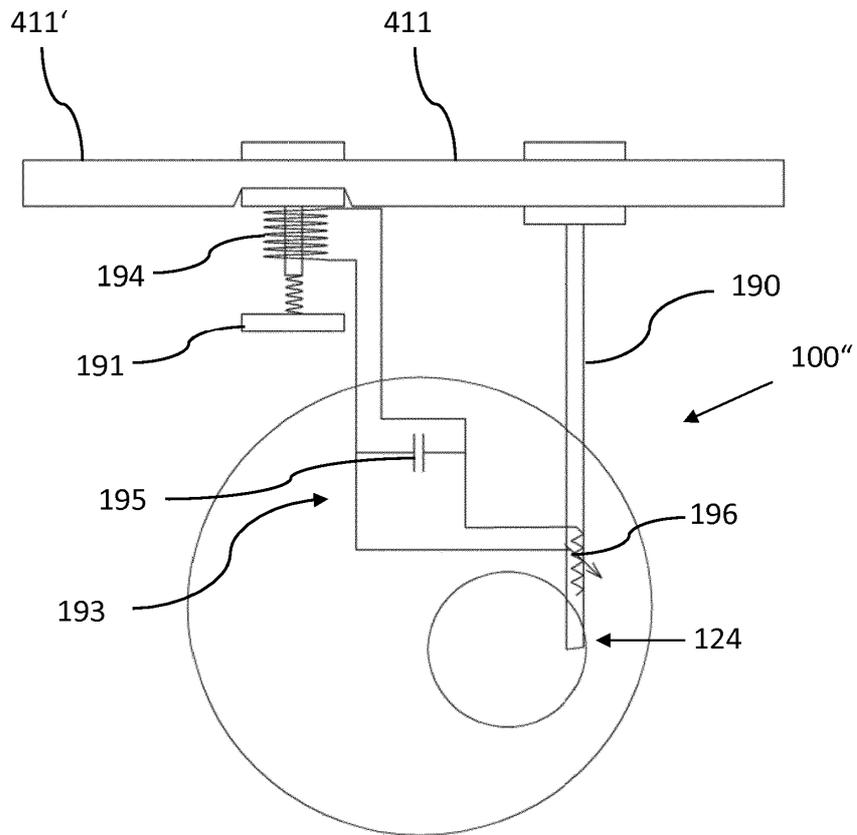


FIG. 9