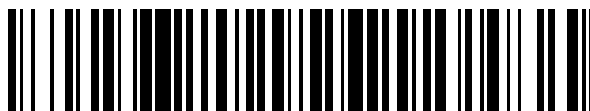


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 622 166**

51 Int. Cl.:

<b>A61F 2/26</b>	(2006.01)
<b>A61H 19/00</b>	(2006.01)
<b>A61N 1/372</b>	(2006.01)
<b>A61N 1/378</b>	(2006.01)
<b>A61H 23/02</b>	(2006.01)
<b>A61F 5/41</b>	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.10.2009 PCT/SE2009/051140**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.04.2010 WO10042053**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2009 E 09819507 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.01.2017 EP 2349106**

54 Título: **Sistema para el tratamiento de la disfunción sexual del hombre**

30 Prioridad:

**10.10.2008 SE 0802158**  
**23.07.2009 US 227829 P**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**05.07.2017**

73 Titular/es:

**KIRK PROMOTION LTD. (100.0%)**  
**Frejgatan 13, Att. 1492**  
**114 79 Stockholm , SE**

72 Inventor/es:

**FORSELL, PETER**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 622 166 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 el tratamiento de la disfunción sexual del hombre

### CAMPO TÉCNICO

La presente invención se refiere a un sistema para el tratamiento de la disfunción sexual del hombre.

#### 5 ANTECEDENTES

Hay una falta de terapias para tratar la disfunción sexual del hombre (MSD). La disfunción sexual masculina tal como desórdenes del deseo sexual, de la excitación u orgasmo es un problema común. Factores tanto biológicos como psicológicos contribuyen a la MSD. La disfunción sexual del hombre en forma de eyaculación disfuncional del hombre (MDE) es un área donde hay una falta de terapia.

10 Los tratamientos disponibles incluyen orientación psicológica a las parejas o a los individuos. Cuando los efectos laterales de la medicación contribuyen a la MSD, alterar la medicación o la dosificación puede ayudar. Sin embargo, hay una necesidad de un tratamiento mejorado de la MSD.

15 Durante la excitación sexual del hombre, la congestión vascular de la región pélvica conduce a una obstrucción de los genitales con sangre lo que conduce a una inflamación de los genitales externos y a una erección del pene. En el hombre, el cuerpo cavernoso son dos extensiones simétricas emparejadas en el pene y la obstrucción de éstas es un importante paso durante la excitación sexual del hombre.

La excitación sexual del hombre es mejorada por estimulación del pene, tocando o acariciando el pene, lo que contribuye por ejemplo a la excitación.

20 Los dispositivos manuales u otros dispositivos externos que estimulan el pene son bien conocidos. Un ejemplo es una ayuda sexual que vibra. Se ha propuesto un dispositivo para tratar la MSD que aplica un vacío o succión al pene. Esto creará una presión negativa que promueve la obstrucción del pene con sangre. Se conocen previamente los implantes médicos que contribuyen a la erección con una prótesis alargada expandible que ayuda en la erección.

La medicación contra la MSD incluye sildenafil (Viagra), que tiene un número de efectos laterales y parece ser más efectivo cuando hay alguna función eréctil restante.

25 El documento US 4.941.461 describe un dispositivo protésico de erección del pene accionado. Este dispositivo utiliza un campo magnético alternativo generado desde un dispositivo externo al paciente que está acoplado inductivamente a una bobina de captación que está implantada bien dentro del cuerpo cavernoso del pene o subcutáneamente en el abdomen. La energía eléctrica procedente de la bobina de captación es utilizada para alimentar una bomba implantada que puede bombear solución salina desde un depósito implantado en la parte pendular del dispositivo de erección del pene.

30 El documento WO 97/41799 describe un aparato de bombeo accionado por transferencia de energía a distancia, para implantación en el cuerpo del sujeto. El aparato incluye una cámara de bomba que tiene una entrada y una salida, y que comprende una pared exterior, que define y contiene un volumen de un fluido en ella. La cámara tiene una válvula de salida de una vía en la entrada de la misma y una válvula de salida de una vía en la salida. Un elemento que responde al campo magnético, está acoplado a la cámara, de tal modo que el movimiento del elemento en respuesta a la aplicación  
35 de un campo magnético al mismo hace que cambie el volumen de fluido en la cámara. La bomba puede ser implantada en combinación con una prótesis de pene inflable en un sujeto que padece impotencia, como una ayuda para producir la erección del pene.

La administración local de prostaglandina a los genitales del hombre con el fin de tratar la MSD es también conocida.

40 El dispositivo propuesto, también llamado vibrador, es implantado y puede ser implantado en una ubicación apropiada en los genitales masculinos, o en un implante de pene para curar la impotencia en la erección. Una ventaja con la implantación de un vibrador es que está siempre a mano y puede ser activado convenientemente antes o durante las relaciones sexuales. Los dispositivos sostenidos con la mano es más probable que causen una situación embarazosa.

### RESUMEN

45 Es un objeto de la presente invención obviar al menos alguna de las desventajas de la técnica anterior y proporcionar una nueva dimensión para tratar la disfunción sexual masculina, por ejemplo MSD, que afecta positivamente a los estímulos sexuales y al orgasmo.

Una ventaja es que en la probabilidad de alcanzar el orgasmo aumentará con el vibrador.

Otra ventaja es que la respuesta sexual a los estímulos sexuales aumentará.

La presente invención está definida en la reivindicación 1.

- 5 En un primer aspecto se ha proporcionado un sistema que comprende un aparato para tratar a un paciente masculino de disfunción sexual, que comprende al menos una prótesis expandible adaptada para implantación en el pene y adaptada para ser ajustada para conseguir temporalmente un tamaño aumentado del pene y un vibrador al menos que puede implantarse adaptado para ser implantado dentro de al menos uno de los cuerpos cavernosos de un paciente masculino en una región de tejido del pene que responde sexualmente, adaptado dicho vibrador para provocar vibración en al menos uno de los cuerpos cavernosos para estimular el tejido del pene que responde sexualmente.
- 10 El aparato puede comprender al menos un dispositivo operativo adaptado para hacer funcionar al menos dicho vibrador. El dispositivo operativo puede ser una parte integrada del vibrador o el vibrador y el dispositivo operativo pueden ser la misma y una sola unidad. Al menos el dispositivo operativo puede ser también implantado a distancia de al menos un vibrador.
- 15 En una realización el vibrador está adaptado para ser implantado en al menos un implante alargado de cuerpo cavernoso, donde el implante alargado expandible es accionado hidráulicamente.
- El aparato que incluye al menos un vibrador puede ser adaptado para ser implantado en al menos uno de los dos implantes del cuerpo cavernoso alargado, dos implantes expandibles alargados hidráulicos que comprenden un depósito lleno cada uno con fluido hidráulico, cuando son implantados.
- 20 Otras realizaciones comprenden al menos un dispositivo vibratorio adaptado para crear una vibración preferible con una frecuencia de desde 0,1 a 10.000 Hz, y en donde al menos un dispositivo vibratorio está adaptado para crear vibración preferible con una amplitud de desde 0,01 a 30 mm. En una realización al menos un dispositivo vibratorio está adaptado para crear vibraciones a lo largo de más de un eje.
- El aparato puede comprender además un dispositivo de control para controlar manualmente al menos un dispositivo vibratorio desde el exterior del cuerpo del paciente, y puede además comprender un dispositivo de control para controlar la intensidad de la vibración.
- 25 Alternativamente el aparato puede comprender un dispositivo de control y al menos un sensor adaptado para detectar un parámetro fisiológico del paciente y/o un parámetro funcional del aparato, en donde dicho dispositivo de control comprende una unidad de control adaptada para controlar automáticamente al menos un dispositivo vibratorio basado en la entrada procedente de al menos dicho sensor.
- El dispositivo operativo puede comprender muchos ejemplos diferentes tales como:
- 30 un dispositivo electromagnético o magnético, en donde la vibración es conseguida por dicho dispositivo electromagnético o magnético; un motor eléctrico, en donde la vibración es conseguida por dicho motor eléctrico; un dispositivo hidráulico, en donde la vibración es conseguida por dicho dispositivo hidráulico; un dispositivo mecánico, en donde la vibración es conseguida por dicho dispositivo mecánico; un motor, en donde la vibración es conseguida por dicho motor; un dispositivo piezoeléctrico, en donde la vibración es conseguida por dicho dispositivo piezoeléctrico.
- 35 En una realización preferida, el sistema comprende al menos un conmutador que se puede implantar en el paciente para controlar el aparato de manera manual y no invasivamente.
- En otra realización preferida, el sistema comprende un control remoto inalámbrico para controlar el aparato no invasivamente.
- En la realización preferida, el sistema comprende un dispositivo operativo hidráulico para hacer funcionar el aparato.
- En un ejemplo, el sistema comprende un motor o una bomba para hacer funcionar el aparato.
- 40 También se ha descrito un método ejemplar para hacer funcionar y utilizar dicho vibrador. Un método de funcionamiento que utiliza el aparato comprende las operaciones de: crear una abertura en la piel o en la pared del pene del paciente masculino, diseccionar un área del tejido que responde sexualmente, colocar el vibrador dentro de dicha área, adaptado para estimular post operativamente dicho tejido que responde sexualmente bajo el mando del paciente.
- Otras operaciones pueden incluir colocar un dispositivo operativo y una fuente de alimentación dentro del cuerpo.
- 45 La operación de colocar un vibrador puede comprender colocar una unidad integrada que comprende el vibrador y un dispositivo operativo en la misma unidad integrada.
- La operación de colocar una fuente de alimentación puede comprender; colocar una unidad de control y una batería recargable alejada de dicho tejido que responde sexualmente.
- 50 El método de funcionamiento preferible incluye controlar dicho vibrador post-operativamente y no invasivamente desde el exterior del cuerpo.

5 El método de funcionamiento puede incluir un método de operación laparoscópica, en donde la operación de crear una abertura en la piel o pared del pene del paciente masculino comprende: insertar un tubo o aguja en el cuerpo del paciente, llenar el tubo o aguja con un gas y por ello expandir una cavidad dentro del cuerpo del paciente masculino, insertar al menos dos trocares en dicha cavidad, insertar al menos una cámara a través de al menos un trocar laparoscópico e insertar al menos una herramienta de disección a través de al menos un trocar laparoscópico.

Otros aspectos y realizaciones están definidos en las reivindicaciones adjuntas, que están incorporadas específicamente aquí como referencia.

10 En un ejemplo la invención comprende además un dispositivo de control para controlar manualmente al menos un dispositivo vibrador desde el exterior del cuerpo del paciente. El dispositivo de control controla la intensidad de vibración. El dispositivo de control puede controlar de manera independiente la amplitud y la frecuencia de la vibración en los dos ejes diferentes.

15 En otro ejemplo el aparato comprende un dispositivo de control y al menos un sensor adaptado para detectar un parámetro fisiológico del paciente y/o un parámetro funcional del aparato, en donde dicho dispositivo de control comprende una unidad de control adaptada para controlar automáticamente al menos un dispositivo vibratorio basado en la entrada procedente de al menos dicho sensor.

En otra realización al menos un dispositivo vibratorio es controlado por una señal endógena.

En un ejemplo al menos un dispositivo operativo está adaptado para ser implantado a una distancia desde al menos un dispositivo vibratorio.

20 En una realización hay al menos dos dispositivos vibratorios, adaptados para ser colocados en la región del tejido del pene que responde sexualmente.

En un ejemplo el dispositivo operativo es una parte integrada del vibrador o el vibrador y el dispositivo operativo son la misma y una sola unidad.

La vibración puede ser conseguida por diferentes medios en diferentes realizaciones. Así, el dispositivo operativo puede comprender un motor eléctrico, un dispositivo hidráulico, un dispositivo mecánico, o un dispositivo magnético.

25 En una realización el aparato comprende al menos un depósito que se puede implantar, adaptado para ser implantado en el tejido del pene del paciente que responde sexualmente, en donde al menos dicho vibrador es colocado en al menos dicho depósito.

30 La prótesis puede ser hecha de un material flexible, tal como silicona, y puede ser controlada y energizada de la misma manera que el vibrador. Por ejemplo, la prótesis puede ser regulada por un mecanismo hidráulico y puede comprender una bomba.

En un ejemplo la prótesis está hecha de silicona.

El aparato puede ser hecho funcionar por un elemento piezoeléctrico, un motor eléctrico, un mecanismo excéntrico o un mecanismo electromagnético.

35 El aparato puede ser hecho funcionar por un mecanismo hidráulico, en cuyo caso el aparato puede comprender una bomba.

En una realización el sistema comprende al menos un conmutador que se puede implantar en el paciente para controlar manualmente y no invasivamente el aparato.

40 En una realización el sistema comprende un dispositivo hidráulico que tiene un depósito hidráulico que se puede implantar, que está hidráulicamente conectado al aparato, en donde el aparato está adaptado para ser regulado de manera no invasiva presionando manualmente el depósito hidráulico.

En una realización el sistema comprende un control remoto inalámbrico para controlar de manera no invasiva el aparato. El control remoto inalámbrico puede comprender al menos un transmisor y/o receptor de señal externo, que comprende además un receptor y/o transmisor de señal interno que se puede implantar en el paciente para recibir señales transmitidas por el transmisor de señal externo o transmitir señales al receptor de señal externo.

45 En un ejemplo el control remoto inalámbrico transmite al menos una señal de control inalámbrica para controlar el aparato.

En un ejemplo la señal de control inalámbrico comprende una señal modulada en frecuencia, amplitud, o fase o una combinación de las mismas.

En un ejemplo el control remoto inalámbrico transmite una señal de onda portadora electromagnética para transportar la

señal de control.

Una realización comprende un dispositivo de transmisión de energía inalámbrico para energizar de manera no invasiva componentes del aparato o del sistema que consumen energía que se pueden implantar, con energía inalámbrica.

- 5 En un ejemplo hay prevista una señal de onda seleccionada a partir de las siguientes: una señal de onda sónica, una señal de onda ultrasónica, una señal de onda electromagnética, una señal de luz infrarroja, una señal de luz visible, una señal de luz ultravioleta, una señal de luz láser, una señal de microondas, una señal de ondas de radio, una señal de radiación de rayos x y una señal de radiación gamma. La señal puede ser una señal analógica, una señal digital, o una combinación de una señal analógica y digital.

- 10 La energía inalámbrica puede ser diferente en diferentes ejemplos, por ejemplo: un campo eléctrico, un campo magnético, o un campo eléctrico y magnético combinados.

La señal de control puede ser diferente en diferentes ejemplos, por ejemplo un campo eléctrico, un campo magnético, o un campo eléctrico y magnético combinados.

En una realización principal hay prevista una fuente de energía interna que se puede implantar para alimentar componentes del aparato que consumen energía que se pueden implantar.

- 15 En una realización hay prevista una fuente de energía externa para transferir energía en un modo inalámbrico, en donde la fuente de energía interna puede ser cargada por la energía transferida en el modo inalámbrico.

- 20 En una realización hay previsto un sensor o dispositivo de medición que detecta o mide un parámetro funcional correlacionado con la transferencia de energía para cargar la fuente de energía interna, y un dispositivo de realimentación para enviar información de realimentación desde dentro del cuerpo del paciente al exterior del mismo, estando relacionada la información de realimentación con el parámetro funcional detectado por el sensor o medido por el dispositivo de medición.

Una realización principal comprende además un dispositivo de realimentación para enviar información de realimentación desde dentro del cuerpo del paciente al exterior del mismo, estando relacionada la información de realimentación al menos con un parámetro fisiológico del paciente y un parámetro funcional relacionado con el aparato.

- 25 En un ejemplo hay previsto un sensor y/o un dispositivo de medición y una unidad de control interna que se puede implantar para controlar el aparato en respuesta a información que está relacionada al menos con uno, o bien de un parámetro fisiológico del paciente detectado por el sensor o medido por el dispositivo de medición o bien de un parámetro funcional relacionado con el aparato detectado por el sensor o medido por el dispositivo de medición. El parámetro fisiológico puede ser presión, motilidad o movimiento.

- 30 En un ejemplo hay previsto un comunicador de datos externo y un comunicador de datos interno que se puede implantar que comunica con el comunicador de datos externo, en donde el comunicado interno alimenta datos relacionados con el aparato o el paciente al comunicador de datos externo y/o el comunicador de datos externo alimenta datos al comunicador de datos interno.

En un ejemplo hay previsto un motor o una bomba para hacer funcionar el aparato.

- 35 En un ejemplo hay previsto un dispositivo operativo hidráulico para hacer funcionar el aparato.

En un ejemplo hay previsto un dispositivo operativo para hacer funcionar el aparato, en donde el dispositivo operativo comprende un servo diseñado para disminuir la fuerza necesaria para que el dispositivo operativo haga funcionar el aparato en lugar de que el dispositivo operativo actué un tramo más largo, aumentando el tiempo para una acción determinada.

- 40 En un ejemplo hay previsto un dispositivo operativo para hacer funcionar el aparato, en donde la energía inalámbrica es utilizada en su estado inalámbrico para alimentar directamente al dispositivo operativo para crear energía cinética para el funcionamiento del aparato, cuando la energía inalámbrica está siendo transmitida por el dispositivo de transmisión de energía.

- 45 En un ejemplo hay previsto un dispositivo de transformación de energía para transformar la energía inalámbrica transmitida por el dispositivo de transmisión de energía desde una primera forma a una segunda forma de energía.

En un ejemplo el dispositivo de transformación de energía alimenta directamente componentes del aparato que consumen energía que se pueden implantar con la segunda forma de energía, cuando el dispositivo de transformación de energía transforma la primera forma de energía transmitida por el dispositivo de transmisión de energía a la segunda forma de energía.

- 50 En un ejemplo la segunda forma de energía comprende al menos una de entre una corriente continua, una corriente continua pulsatoria y una corriente alterna.

En un ejemplo hay previsto un acumulador que se puede implantar, en donde la segunda forma de energía es utilizada al menos parcialmente para cargar el acumulador.

5 En un ejemplo la energía de la primera o segunda forma comprende al menos una de entre una energía magnética, energía cinética, energía sónica, energía química, energía radiante, energía electromagnética, energía luminosa, energía nuclear, energía térmica, energía no magnética, energía no cinética, energía no química, energía no sónica, energía no nuclear y energía no térmica.

En un ejemplo hay previstos componentes eléctricos que se pueden implantar que incluyen al menos una protección del nivel de tensión y/o al menos una protección de corriente constante.

10 En un ejemplo hay previsto un dispositivo de control para controlar la transmisión de energía inalámbrica desde el dispositivo de transmisión de energía, y un receptor de energía interno que se puede implantar para recibir la energía inalámbrica transmitida, estando conectado al receptor de energía interno a componentes del aparato que consumen energía que se pueden implantar para alimentar directa o indirectamente la energía recibida a los mismos, comprendiendo el sistema además un dispositivo de determinación adaptado para determinar un equilibrio de energía entre la energía recibida por el receptor de energía interno y la energía utilizada para los componentes del aparato que consumen energía que se pueden implantar, en donde el dispositivo de control controla la transmisión de energía inalámbrica desde el dispositivo de transmisión de energía externo, basado en el equilibrio de energía determinado por el dispositivo de determinación.

20 En un ejemplo el dispositivo de determinación está adaptado para detectar un cambio en el equilibrio de energía, y el dispositivo de control controla la transmisión de energía inalámbrica basándose en el cambio de equilibrio de energía detectado.

En un ejemplo el dispositivo de determinación está adaptado para detectar una diferencia entre la energía recibida por el receptor de energía interno y la energía utilizada para los componentes del aparato que consumen energía que se pueden implantar, y el dispositivo de control controla la transmisión de energía inalámbrica basándose en la diferencia de energía detectada.

25 En un ejemplo el dispositivo de transmisión de energía comprende una bobina colocada externamente al cuerpo humano, comprendiendo además un receptor de energía que se puede implantar para ser colocado internamente en el cuerpo humano y un circuito eléctrico conectado para alimentar la bobina externa con impulsos eléctricos para transmitir la energía inalámbrica, teniendo los impulsos eléctricos bordes anterior y posterior, estando el circuito eléctrico adaptado para variar primeros intervalos de tiempo entre bordes anterior y posterior sucesivos y/o segundos intervalos de tiempo entre bordes posterior y anterior sucesivos de los impulsos eléctricos para variar la potencia de la energía inalámbrica transmitida, recibiendo el receptor de energía la energía inalámbrica transmitida que tiene una potencia variada.

En un ejemplo el circuito eléctrico está adaptado para entregar los impulsos eléctricos para que permanezcan sin cambios excepto la variación del primer y/o segundo intervalos de tiempo.

35 En un ejemplo el circuito eléctrico tiene una constante de tiempo y está adaptado para variar el primer y segundo intervalos de tiempo solamente en el rango de la primera constante de tiempo, de modo que cuando las longitudes del primer y/o segundo intervalos son variadas, la potencia transmitida sobre la bobina es variada.

40 En un ejemplo hay previsto un sistema que comprende un receptor de energía interno que se puede implantar para recibir energía inalámbrica, teniendo el receptor de energía una primera bobina interna y un primer circuito electrónico conectado a la primera bobina, y un transmisor de energía externo para transmitir energía inalámbrica, teniendo el transmisor de energía una segunda bobina externa y un segundo circuito electrónico conectado a la segunda bobina, en donde la segunda bobina externa del transmisor de energía transmite energía inalámbrica que es recibida por la primera bobina del receptor de energía, comprendiendo el sistema apenas un conmutador de potencia para activar y desactivar la conexión de la primera bobina interna al primer circuito electrónico, de tal manera que la información de realimentación relacionada con la carga de la primera bobina es recibida por el transmisor de energía externo en forma de una variación de impedancia en la carga de la segunda bobina externa, cuando el conmutador de potencia activa y desactiva la conexión de la primera bobina interna al primer circuito electrónico.

50 En un ejemplo hay un receptor de energía interno que se puede implantar para recibir energía inalámbrica, teniendo el receptor de energía una primera bobina interna y un primer circuito electrónico conectado a la primera bobina, y un transmisor de energía externo para transmitir energía inalámbrica, teniendo el transmisor de energía una segunda bobina externa y un segundo circuito electrónico conectado a la segunda bobina, en donde la segunda bobina externa del transmisor de energía transmite energía inalámbrica que es recibida por la primera bobina del receptor de energía, comprendiendo el sistema además un dispositivo de realimentación para comunicar la cantidad de energía recibida en la primera bobina como una información de realimentación, y en donde el segundo circuito electrónico incluye un dispositivo de determinación para recibir la información de realimentación y para comparar la cantidad de energía transferida por la segunda bobina con la información de realimentación relacionada con la cantidad de energía recibida en la primera bobina para obtener los factores de acoplamiento entre la primera y segunda bobinas.

En un ejemplo la energía transmitida puede ser regulada dependiendo del factor de acoplamiento obtenido.

En un ejemplo hay previsto un sistema en donde la segunda bobina externa está adaptada para ser movida en relación a la primera bobina interna para establecer la colocación óptima de la segunda bobina, en que el factor de acoplamiento es maximizado.

- 5 En un ejemplo hay previsto un sistema en donde la segunda bobina externa está adaptada para calibrar la cantidad de energía transferida para conseguir la información de realimentación en el dispositivo de determinación, antes de que el factor de acoplamiento sea maximizado.

- 10 Un método de funcionamiento ejemplar que utiliza un aparato o sistema de acuerdo con lo anterior comprende además las operaciones de: a) crear una abertura en la piel o en la pared del pene del paciente masculino, b) diseccionar un área del tejido que responde sexualmente, c) colocar la prótesis alargada incluyendo el vibrador dentro de al menos un cuerpo cavernoso, adaptado para conseguir post-operativamente la erección y hacer vibrar el fluido hidráulico dentro de dichos implantes para estimular dicho tejido que responde sexualmente bajo el mando del paciente.

En un ejemplo se ha descrito un método de funcionamiento que comprende la operación de colocar un dispositivo operativo y una fuente de alimentación dentro del cuerpo.

- 15 En un ejemplo el método de funcionamiento comprende colocar un vibrador que comprende colocar una unidad integrada que comprende el vibrador y un dispositivo operativo en la misma unidad integrada.

En un ejemplo el método de funcionamiento comprende colocar una fuente de alimentación que comprende, colocar una unidad de control y una batería recargable alejada de dicho tejido que responde sexualmente.

- 20 En un ejemplo el método de funcionamiento comprende controlar dicho vibrador post-operativamente y de manera no invasiva desde el exterior del cuerpo.

- 25 En un ejemplo el método de funcionamiento comprende la operación de crear una abertura en la piel o pared del pene del paciente masculino que comprende, a) insertar un tubo o aguja en el cuerpo del paciente, b) rellenar el tubo o aguja con un gas y expandir por ello una cavidad dentro del cuerpo del paciente masculino, c) insertar al menos dos trocares laparoscópicos en dicha cavidad, d) insertar al menos una cámara a través de al menos un trocar laparoscópico, e) insertar al menos una herramienta de disección a través de al menos un trocar laparoscópico.

En una realización el vibrador está adaptado para ser implantado en cualquiera, o en cada uno, de los cuerpos cavernosos del pene del paciente masculino.

En una realización el vibrador está adaptado para poder ser implantado fuera del cuerpo cavernoso pero en el tejido que responde sexualmente del pene del paciente masculino, o en contacto con él.

- 30 En una realización el vibrador está adaptado para ser implantado en la proximidad del glande del pene del paciente masculino, o en contacto con él.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

La presente invención será descrita a continuación con más detalle a modo de ejemplos no limitativos y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- 35 La fig. 1a ilustra un sistema para tratar la disfunción sexual en un paciente masculino, en donde el sistema incluye un aparato de la invención implantado en un paciente.

Las figs. 1b-1e ilustran el sistema y aparato en más detalle.

Las figs. 2- 16 muestran esquemáticamente distintos ejemplos del sistema para alimentar de manera inalámbrica el aparato mostrado en la fig. 1.

- 40 La fig. 17 es un diagrama de bloques esquemático que ilustra una disposición para suministrar una cantidad exacta de energía utilizada para el funcionamiento del aparato mostrado en la fig. 1.

La fig. 18 muestra esquemáticamente un ejemplo del sistema, en el que el aparato es hecho funcionar con energía proporcionada a través de cable.

- 45 La fig. 19 es un diagrama de bloques más detallado de una disposición para controlar la transmisión de energía inalámbrica utilizada para el funcionamiento del aparato mostrado en la fig. 1.

La fig. 20 es un circuito para la disposición mostrada en la fig. 19, de acuerdo con un posible ejemplo de implementación.

Las figs. 21-27 muestran distintos modos de disponer la alimentación hidráulica o neumática de un aparato implantado

en un paciente.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE REALIZACIONES PREFERIDAS

5 Antes de que la invención sea expuesta y descrita en detalle, ha de comprenderse que esta invención no está limitada a pasos quirúrgicos, configuraciones, operaciones de método, sustratos, y materiales particulares descritos en este documento ya que tales pasos quirúrgicos, configuraciones, operaciones de método, sustratos, y materiales pueden variar ligeramente. Se ha de comprender también que la terminología empleada en este documento es utilizada con el propósito de describir realizaciones particulares solamente y no pretende ser limitativa ya que el marco de la presente invención está limitado sólo por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalencias.

10 Debe observarse que, como son utilizadas en esta memoria y en las reivindicaciones adjuntas, las formas singulares "un", "uno", "una" y "el", "lo", "la" incluyen referentes plurales a menos que el contexto dicte claramente lo contrario.

Si no se ha definido otro, cualesquiera términos y terminología científica utilizados en este documento están destinados a tener los significados corrientemente entendidos por los expertos en la técnica a la que pertenece esta invención.

"Contacto": unión de superficies, incluyendo pero no limitado a: tocar, contactar, impactar y golpear.

15 "Vibración": cambiar repetidamente de lugar o posición o postura, incluyendo pero no limitado a: vibración, oscilación, presión, rotación, expansión y contracción alternativas.

"Tejido del pene que responde sexualmente ": tejido del pene masculino que responde sexualmente que incluye el pene, el glande, los cuerpos cavernosos, la uretra del cuerpo cavernoso.

"En la región de": en, cerca o en la proximidad de.

El término "vibrador" y "dispositivo de vibración" son utilizados de manera intercambiable en esta solicitud.

20 El término "aparato" se refiere al vibrador o dispositivo de vibración, bien sólo o bien en combinación con una prótesis de pene.

25 La fig. 1a ilustra un sistema para tratar un paciente masculino disfuncional sexualmente que comprende un aparato 10 de la presente invención que comprende un vibrador colocado en un paciente. Un dispositivo 1002 de transformación de energía implantado está adaptado para alimentar con energía a los componentes del aparato que consumen energía mediante una línea 1003 de alimentación. Un dispositivo 1004 de transmisión de energía externo para energizar de manera no invasiva el aparato 10 transmite energía por al menos una señal de energía inalámbrica. El dispositivo 1002 de transformación de energía implantado transforma la energía procedente de la señal de energía inalámbrica a energía eléctrica que es alimentada a través de la línea 1003 de alimentación.

30 La señal de energía inalámbrica puede incluir una señal de onda seleccionada a partir de una de las siguientes: una señal de onda sónica, una señal de onda ultrasónica, una señal de onda electromagnética, una señal de luz infrarroja, una señal de luz visible, una señal de luz ultravioleta, una señal de luz láser, una señal de microondas, una señal de ondas de radio, una señal de radiación de rayos x y una señal de radiación gamma. Alternativamente, la señal de energía inalámbrica puede incluir un campo eléctrico o magnético, o un campo eléctrico y magnético combinados.

35 El dispositivo 1004 de transmisión de energía inalámbrica puede transmitir una señal portadora para transportar la señal de energía inalámbrica. Dicha señal portadora puede incluir una señal digital, analógica, o una combinación de una señal analógica y digital. En este caso, la señal de energía inalámbrica incluye una señal analógica o una señal digital, o una combinación de una señal analógica y digital.

40 Hablando en general, el dispositivo 1002 de transformación de energía está previsto para transformar energía inalámbrica de una primera forma transmitida por el dispositivo 1004 de transmisión de energía a energía de una segunda forma, que típicamente es diferente de la energía de la primera forma. El aparato 10 implantado es accionable en respuesta a la energía de la segunda forma. El dispositivo 1002 de transformación de energía puede alimentar directamente el aparato por la segunda forma de energía, cuando el dispositivo 1002 de transformación de energía transforma la primera forma de energía transmitida por el dispositivo 1004 de transmisión de energía a la segunda forma de energía. El sistema puede incluir además un acumulador que se puede implantar, en donde la segunda forma de energía es utilizada al menos parcialmente para cargar el acumulador.

50 Alternativamente, la energía inalámbrica transmitida por el dispositivo 1004 de transmisión de energía puede ser utilizada para alimentar directamente el aparato, cuando la energía inalámbrica está siendo transmitida por el dispositivo 1004 de transmisión de energía. Cuando el sistema comprende un dispositivo operativo para hacer funcionar el aparato, como se describirá a continuación, la energía inalámbrica transmitida por el dispositivo 1004 de transmisión de energía puede ser utilizada para alimentar directamente el dispositivo operativo para crear energía cinética para el funcionamiento del aparato.



5 La energía inalámbrica de la primera forma puede comprender ondas sonoras y el dispositivo 1002 de transformación de energía puede incluir un elemento piezoeléctrico para transformar las ondas sonoras en energía eléctrica. La energía de la segunda forma puede comprender energía eléctrica en forma de una corriente continua o una corriente continua pulsatoria, o una combinación de una corriente continua y una corriente continua pulsatoria, o una corriente alterna o una combinación de una corriente continua y alterna. Normalmente, el aparato comprende componentes eléctricos que son energizados con energía eléctrica. Otros componentes eléctricos que se pueden implantar del sistema pueden ser al menos una protección del nivel de tensión o al menos una protección de corriente constante conectada con los componentes eléctricos del aparato.

10 Opcionalmente, una de entre la energía de la primera forma y de la energía de la segunda forma pueden comprender energía magnética, energía cinética, energía sónica, energía química, energía radiante, energía electromagnética, energía luminosa, energía nuclear o energía térmica. Preferiblemente una de entre la energía de la primera forma y de la energía de la segunda forma es no magnética, no cinética, no química, no sónica, no nuclear o no térmica.

15 El dispositivo de transmisión de energía puede ser controlado desde el exterior del cuerpo del paciente para liberar energía inalámbrica electromagnética, y la energía inalámbrica electromagnética liberada es utilizada para hacer funcionar el aparato. Alternativamente, el dispositivo de transmisión de energía es controlado desde el exterior del cuerpo del paciente para liberar energía inalámbrica no magnética, y la energía inalámbrica no magnética liberada es utilizada para hacer funcionar el aparato.

20 El dispositivo 1004 de transmisión de energía externo incluye también un control remoto inalámbrico 1200 que tiene un transmisor de señal externo para transmitir una señal de control inalámbrico para controlar de manera no invasiva el aparato. La señal de control es recibida por un receptor de señal implantado que puede estar incorporado en el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado o estar separado del mismo.

25 La señal de control inalámbrica puede incluir una señal modulada en frecuencia, amplitud, o fase o una combinación de las mismas. Alternativamente, la señal de control inalámbrica incluye una señal analógica o una señal digital, o una combinación de una señal analógica y digital. Alternativamente, la señal de control inalámbrica comprende un campo eléctrico o magnético, o un campo eléctrico y magnético combinados.

30 El control remoto inalámbrico puede transmitir una señal portadora para transportar la señal de control inalámbrica. Dicha señal portadora puede incluir señales digital, analógica o una combinación de señales digital y analógica. Cuando la señal de control incluye una señal analógica o una señal digital, o una combinación de una señal analógica y digital, el control remoto inalámbrico transmite preferiblemente una señal de onda portadora electromagnética para transportar las señales de control digital o analógica.

35 La fig. 1b muestra un aparato que comprende un implante 10a de pene que tiene un vibrador 1001, implantado en el cuerpo cavernoso de un pene 30 donde el implante 10a de pene está en su estado relajado. El implante 10a del pene está conectado al dispositivo 1002 de transformación de energía a través de una línea 1003 de alimentación. Un dispositivo 1004 de transmisión de energía externo para energizar el aparato 10 transmite energía por al menos una señal de energía inalámbrica. El sistema 1000 puede ser controlado con un control remoto 1200. También puede ser utilizado un conmutador 1006 de control subcutáneo para controlar el aparato 10. En una realización un sensor 1070 mide al menos un parámetro fisiológico o funcional. La ubicación del sensor 1070 está adaptada a las circunstancias, por ejemplo a que parámetro debería ser medido. El sensor 1070 puede por ejemplo estar conectado al dispositivo 1002 de transformación de energía o a la unidad de control 1041 a través de una línea de comunicación 1072 que también puede alimentar al sensor 1070.

40 En la fig. 1b las letras a, b, c y d indican ubicaciones alternativas para el vibrador 1001. El vibrador 1001 puede desde luego ser implantado directamente en el pene o en la región del pene y no necesita estar situado en un implante 10a del pene.

45 El dispositivo 1002 de transformación de energía puede comprender al menos un artículo seleccionado del grupo que consiste de: una unidad de control 1041, una batería 1042, un sensor 1043, un motor 1044, una bomba 1045, un depósito 1046. El artículo 1047 puede ser un puerto u orificio de inyección. Los artículos son seleccionados dependiendo de las circunstancias, por ejemplo si el aparato 10 es accionado eléctrica, hidráulica, o mecánicamente.

50 Si se utiliza una batería no recargable el dispositivo 1002 de transformación de energía puede ser omitido pero los artículos 1041 a 1047 pueden ser utilizados según sea adecuado, y ser conectados al aparato 10 y al sensor 1070 según sea adecuado. Si por ejemplo el aparato 10 es accionado hidráulicamente puede por ejemplo ser adecuado utilizar una unidad de control 1041, una bomba 1045, y/o un depósito 1046.

55 En general, cualquier artículo, o combinación de artículos, descritos y adecuados por ello, pueden ser conectados al aparato 10 mediante la línea de alimentación 1003. El artículo, o combinaciones de artículos reales, son elegidos dependiendo de las circunstancias, por ejemplo si el aparato 10 es accionado eléctrica, hidráulica, o mecánicamente.

Si por ejemplo el aparato 10 es accionado mecánicamente puede ser conectado a un motor 1044 mediante la línea 1003 de alimentación que en este caso puede ser un cable o conductor. Una unidad de control 1041 puede estar conectada al

motor 1044.

Si por ejemplo el aparato 10 es accionado eléctricamente puede ser adecuado conectarlo a una fuente de energía eléctrica 1002 o 1042 a través de la línea 1003 de alimentación que en este caso puede ser un conducto eléctrico. Una unidad de control 1041 puede ser conectada a la fuente de energía eléctrica 1002 o 1042.

- 5 El aparato 10 comprende adecuadamente un vibrador 1001 y está implantado de manera adecuada en el tejido del pene 30 del paciente que responde sexualmente, o está en contacto con el mismo.

10 La fig. 1c muestra una ubicación ejemplar de un vibrador 1001 en cada implante 10a de pene de un sistema 1000. El aparato 10 en forma de implantes 10a de pene está conectado al dispositivo 1002 de transformación de energía a través de una línea 1003 de alimentación. Un dispositivo 1004 de transmisión de energía externo para energizar el aparato 10 transmite energía por al menos una señal de energía inalámbrica. El sistema 1000 puede ser controlado con un control remoto 1200. También puede ser utilizado un conmutador de control subcutáneo 1006 bajo la piel 1005 del paciente para controlar el aparato 10.

15 La fig. 1d muestra esquemáticamente una realización ejemplar del vibrador 1001 que comprende una envolvente exterior 602, un motor 604, un primer árbol 606 del motor, un elemento excéntrico 608 montado excéntricamente al primer árbol 606 del motor, un segundo árbol 610 que está soportado de manera adecuada por un cojinete montado sobre la envolvente exterior 602. El motor 604 puede comprender una caja de cambios 611 que transforma la velocidad de rotación del motor a una velocidad adecuada.

La fig. 1e ilustra un dispositivo electromagnético 1001b que es otro medio de realización ejemplar de hacer mover el vibrador 1001.

20 La fig. 2 ilustra el sistema 1000 de la fig. 1a en forma de un diagrama de bloques más generalizado que muestra el aparato 10, el dispositivo 1002 de transformación de energía que alimenta el aparato 10 mediante la línea de alimentación 1003, y el dispositivo 1004 de transmisión de energía externo. La piel 1005 del paciente, generalmente mostrada por una línea vertical, separa el interior del paciente a la derecha de la línea, del exterior a la izquierda de la línea.

25 La fig. 3 muestra un ejemplo idéntico al de la fig. 2, excepto en que un dispositivo inversor en forma de un conmutador eléctrico 1006 que puede ser accionado por ejemplo por energía polarizada también está implantado en el paciente para invertir el aparato 10. Cuando el conmutador es accionado por la energía polarizada el control remoto inalámbrico del dispositivo 1004 de transmisión de energía externo transmite una señal inalámbrica que transporta energía polarizada y el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado transforma la energía polarizada inalámbrica en una corriente polarizada para hacer funcionar el conmutador eléctrico 1006. Cuando la polaridad de la corriente es desplazada por el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado el conmutador eléctrico 1006 invierte la función realizada por el aparato 10.

35 La fig. 4 muestra un ejemplo idéntico al de la fig. 2, excepto en que el dispositivo operativo 1007 implantado en el paciente para accionar el aparato 10 está previsto entre el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado y el aparato 10. Este dispositivo operativo puede tener la forma de un motor 1007, tal como un servomotor eléctrico. El motor 1007 es accionado con energía procedente del dispositivo 1002 de transformación de energía implantado, cuando el control remoto del dispositivo 1004 de transmisión de energía externo transmite una señal inalámbrica al receptor del dispositivo 1002 de transformación de energía implantado.

40 La fig. 5 muestra un ejemplo idéntico al de la fig. 2, excepto que también comprende un dispositivo operativo en forma de un conjunto 1008 que incluye una unidad 1009 de motor/bomba y un depósito 1010 de fluido está implantado en el paciente. En este caso el aparato 10 es accionado hidráulicamente, es decir la unidad 1009 de motor/bomba bombea fluido hidráulico desde el depósito 1010 de fluido a través de un conducto 1011 al aparato 10 para accionar el aparato, y el fluido hidráulico es bombeado por la unidad 1009 de motor/bomba de nuevo desde el aparato 10 al depósito de fluido 1010 para devolver el aparato a una posición de comienzo. El dispositivo 1002 de transformación de energía implantado transforma la energía inalámbrica en corriente, por ejemplo una corriente polarizada, para alimentar la unidad 1009 de motor/bomba a través de una línea 1012 de suministro de alimentación eléctrica.

En lugar de un aparato 10 accionado hidráulicamente, se ha considerado también que el dispositivo operativo comprende un dispositivo de funcionamiento neumático. En este caso el fluido hidráulico puede ser aire presurizado que ha de ser utilizado para la regulación y el depósito de fluido es reemplazado por una cámara de aire.

50 En la totalidad de estos ejemplos el dispositivo 1002 de transformación de energía puede incluir un acumulador recargable como una batería o un condensador que ha de ser cargado por la energía inalámbrica y suministra energía para cualquier parte del sistema que consuma energía.

55 Como alternativa, el control remoto inalámbrico descrito anteriormente puede ser reemplazado por un control manual de cualquier parte implantada para hacer contacto con la mano del paciente más probablemente indirecto, por ejemplo un botón pulsador colocado bajo la piel.

La fig. 6 muestra un ejemplo que comprende el dispositivo 1004 de transmisión de energía externo con el control remoto inalámbrico, el aparato 10, en este caso accionado hidráulicamente, y el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado, y que además comprende un depósito 1013 de fluido hidráulico, una unidad 1009 de motor/bomba y un dispositivo inversor en forma de un dispositivo 1014 de desplazamiento de válvula hidráulica, todos implantados en el paciente. Desde luego el accionamiento hidráulico podría ser realizado fácilmente sólo cambiando la dirección de bombeo y la válvula hidráulica puede por ello ser omitida. El control remoto puede ser un dispositivo separado del dispositivo de transmisión de energía externo o estar incluido en el mismo. El motor de la unidad 1009 de motor/bomba es un motor eléctrico. En respuesta a una señal de control procedente del control remoto inalámbrico del dispositivo 1004 de transmisión de energía externa, el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado acciona la unidad 1009 de motor/bomba con energía procedente de la energía transportada por la señal de control, por lo que la unidad 1009 de motor/bomba distribuye fluido hidráulico entre el depósito 1013 de fluido hidráulico y el aparato 10. El control remoto del dispositivo 1004 de transformación de energía externo controla el dispositivo 1014 de desplazamiento de la válvula hidráulica para desplazar la dirección de circulación del fluido hidráulico entre una dirección en la que el fluido es bombeado por la unidad 1009 de motor/bomba desde el depósito 1013 de fluido hidráulico al aparato 10 para accionar el aparato, y otra dirección opuesta en la que el fluido es bombeado por la unidad 1009 de motor/bomba de nuevo desde el aparato 10 al depósito 1013 de fluido hidráulico para devolver el aparato a una posición de comienzo.

La fig. 7 muestra un ejemplo que comprende el dispositivo 1004 de transmisión de energía externo con su control remoto inalámbrico, el aparato 10, el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado, una unidad 1015 de control interna implantada controlada por el control remoto inalámbrico del dispositivo 1004 de transmisión de energía externo, un acumulador 1016 implantado y un condensador 1017 implantado. La unidad 1015 de control interno prevé el almacenamiento de energía eléctrica recibida desde el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado en el acumulador 1016, que suministra energía al aparato 10. En respuesta a una señal de control procedente del control remoto inalámbrico del dispositivo 1004 de transmisión de energía externo, la unidad 1015 de control interna o bien libera energía eléctrica procedente del acumulador 1016 y transfiere la energía liberada a través de líneas de alimentación 1018 y 1019, o bien directamente transfiere energía eléctrica desde el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado a través de una línea de alimentación 1020, el condensador 1017, que estabiliza la corriente eléctrica, una línea de alimentación 1021 y la línea de alimentación 1019, para el funcionamiento del aparato 10.

La unidad de control interna es preferiblemente programable desde el exterior del cuerpo del paciente. Preferiblemente, la unidad de control interna es programada para regular el aparato 10 de acuerdo con un horario de tiempo programado previamente o a introducir desde cualquier sensor, por ejemplo el sensor 1070, que detecta cualquier posible parámetro fisiológico del paciente o cualquier parámetro funcional del sistema.

De acuerdo con una alternativa, el condensador 1017 en el ejemplo de la fig. 7 puede ser omitido. De acuerdo con otra alternativa, el acumulador 1016 en este ejemplo puede ser omitido.

La fig. 8 muestra un ejemplo idéntico al de la fig. 2 excepto en que una batería 1022 para suministrar energía para el funcionamiento del aparato 10 y un conmutador eléctrico 1023 para conmutar el funcionamiento del aparato 10 también están implantados en el paciente. El conmutador eléctrico 1023 puede ser controlado por el control remoto y puede también ser accionado por la energía suministrada por el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado para conmutar desde un modo desactivado, en el que la batería 1022 no está en uso, a un modo activado, en el que la batería 1022 suministra energía para el funcionamiento del aparato 10.

La fig. 9 muestra un ejemplo idéntico al de la fig. 8 excepto en que una unidad 1015 de control interno controlable por el control remoto inalámbrico del dispositivo 1004 de transmisión de energía externo también está implantada en el paciente. En este caso, el conmutador eléctrico 1023 es accionado por la energía suministrada por el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado para conmutar desde un modo desactivado, en el que se impide que el control remoto inalámbrico controle la unidad 1015 de control interna y la batería no está en uso, a un modo de espera, en el que se permite que el control remoto controle la unidad 1015 de control interna para liberar energía eléctrica desde la batería 1022 para el funcionamiento del aparato 10.

La fig. 10 muestra un ejemplo idéntico al de la fig. 9 excepto en que un acumulador 1016 es sustituido por la batería 1022 y los componentes implantados son interconectados de manera diferente. En este caso, el acumulador 1016 almacena energía procedente del dispositivo 1002 de transformación de energía implantado. En respuesta a una señal de control procedente del control remoto inalámbrico del dispositivo 1004 de transmisión de energía externo, la unidad 1015 de control interno controla el conmutador eléctrico 1023 para conmutar desde un modo desactivado, en el que el acumulador 1016 no está en uso, a un modo activado, en el que el acumulador 1016 suministra energía para el funcionamiento del aparato 10. El acumulador puede estar combinado con un condensador o ser reemplazado por él.

La fig. 11 muestra un ejemplo idéntico al de la fig. 10, excepto en que una batería 1022 también está implantada en el paciente y los componentes implantados son interconectados de manera diferente. En respuesta a una señal de control procedente del control remoto inalámbrico del dispositivo 1004 de transmisión de energía externo, la unidad 1015 de control interna controla el acumulador 1016 para que entregue energía para hacer funcionar el conmutador eléctrico 1023 para conmutar desde un modo desactivado, en el que la batería 1022 no está en uso, a un modo activado, en el que la batería 1022 suministra energía eléctrica para el funcionamiento del aparato 10.

Alternativamente, el conmutador eléctrico 1023 puede ser accionado mediante energía suministrada por el acumulador 1016 para conmutar desde un modo desactivado, en el que se impide que el control remoto inalámbrico controle la batería 1022 para suministrar energía eléctrica no está en uso, a un modo de espera, en el que se permite que el control remoto inalámbrico controle la batería 1022 para suministrar energía eléctrica para el funcionamiento del aparato 10.

- 5 Debería comprenderse que el conmutador 1023 y todos los otros conmutadores en esta solicitud debería ser interpretados en su sentido más amplio. Esto significa un transistor, MCU, MCPU, ASIC, FPGA o un convertidor DA o cualquier otro componente o circuito electrónico que pueda conmutar la activación y desactivación. Preferiblemente el conmutador es controlado desde el exterior del cuerpo, o alternativamente por una unidad de control interna implantada.

- 10 La fig. 12 muestra un ejemplo idéntico al de la fig. 8, excepto en que un motor 1007, un dispositivo inversor mecánico en forma de una caja de cambios 1024, y una unidad 1015 de control interna para controlar la caja de cambios 1024 también están implantados en el paciente. La unidad 1015 de control interna controla la caja de cambios 1024 para invertir la función realizada por el aparato 10 (accionado mecánicamente). Incluso más simple es conmutar la dirección del motor electrónicamente. La caja de cambios interpretada en su sentido más amplio puede consistir en una servo-disposición que ahorra fuerza para el dispositivo operativo en favor de una carrera más larga para actuar.

- 15 La fig. 13 muestra un ejemplo idéntico al de la fig. 19 excepto en que los componentes implantados están interconectados de manera diferente. Así, en este caso la unidad 1015 de control interna es alimentada por la batería 1022 cuando el acumulador 1016, de manera adecuada un condensador, activa el conmutador eléctrico 1023 para conmutar a un modo activado. Cuando el conmutador eléctrico 1023 está en su modo activado se permite que la unidad 1015 de control interna controle la batería 1022 para suministrar, o no suministrar, energía para el funcionamiento del  
20 aparato 10.

- La fig. 14 muestra esquemáticamente combinaciones que se pueden concebir de componentes implantados del aparato para conseguir distintas opciones de comunicación. Básicamente, hay el aparato 10, la unidad 1015 de control interno, la unidad 1009 de motor o bomba, y el dispositivo 1004 de transmisión de energía externo que incluye el control remoto inalámbrico externo. Como ya se ha descrito anteriormente el control remoto inalámbrico transmite una señal de control  
25 que es recibida por la unidad 1015 de control interno, que a su vez controla los distintos componentes del aparato implantados.

- Un dispositivo de realimentación, que comprende preferiblemente un sensor o dispositivo de medición 1025, puede ser implantado en el paciente para detectar un parámetro fisiológico del paciente. El parámetro fisiológico puede ser al menos uno seleccionado del grupo que consiste en presión, volumen, diámetro, estiramiento, alargamiento, extensión, movimiento, flexión, elasticidad, contracción muscular, impulso nervioso, temperatura corporal, presión sanguínea, flujo sanguíneo, ritmo cardíaco y respiración. El sensor puede detectar cualquiera de los parámetros fisiológicos anteriores. Por ejemplo, el sensor puede ser un sensor de presión o motilidad. Alternativamente, el sensor 1025 puede estar previsto para detectar un parámetro funcional. El parámetro funcional puede estar correlacionado con la transferencia de energía para cargar una fuente de energía implantada y puede incluir además al menos uno seleccionado del grupo de  
30 parámetros que consisten en: electricidad, cualquier parámetro eléctrico, presión, volumen, diámetro, estiramiento, alargamiento, extensión, movimiento, flexión, elasticidad, temperatura y flujo.

La realimentación puede ser enviada a la unidad de control interno o fuera a una unidad de control externo preferiblemente a través de la unidad de control interno. La realimentación puede ser enviada fuera desde el cuerpo a través del sistema de transferencia de energía o de un sistema de comunicación separado con receptor y transmisores.

- 40 La unidad 1015 de control interna, o alternativamente el control remoto inalámbrico externo del dispositivo 1004 de transmisión de energía externo, puede controlar el aparato 10 en respuesta a señales procedentes del sensor 1025. Un transceptor puede ser combinado con el sensor 1025 para enviar información sobre el parámetro fisiológico detectado al control remoto inalámbrico externo. El control remoto inalámbrico puede comprender un transmisor de señal o transceptor y la unidad 1015 de control interna puede comprender un receptor de señal o transceptor. Alternativamente el  
45 control remoto inalámbrico puede comprender un receptor de señal o transceptor y la unidad 1015 de control interna puede comprender un transmisor de señal o transceptor. Los transceptores, transmisores y receptores anteriores, pueden ser utilizados para enviar información o datos relacionados con el aparato 10 desde dentro del cuerpo del paciente al exterior del mismo.

- 50 Cuando la unidad 1009 de motor/bomba y la batería 1022 para alimentar la unidad 1009 de motor/bomba están implantadas, puede ser realimentada información relacionada con la carga de la batería 1022. Para ser más preciso, cuando se carga una batería o acumulador con energía, la información de realimentación relacionada con dicho proceso de carga es enviada y el suministro de energía es cambiado consiguientemente.

- La fig. 15 muestra un ejemplo alternativo en donde el aparato 10 es regulado desde el exterior del cuerpo del paciente. El sistema 1000 comprende una batería 1022 conectada al aparato 10 mediante un conmutador eléctrico subcutáneo 1026.  
55 Así, la regulación del aparato 10 se realizará de manera no invasiva presionando manualmente el conmutador subcutáneo, por lo que el funcionamiento del aparato 10 es activado y desactivado. Se apreciará que el ejemplo mostrado es una simplificación y que componentes adicionales, tales como una unidad de control interna o cualquier otra

parte descrita en la presente solicitud puede ser añadidos al sistema. También pueden ser utilizados dos conmutadores subcutáneos. Preferiblemente, un conmutador implantado envía información a la unidad de control interna para realizar una cierta prestación predeterminada y cuando el paciente presione el conmutador de nuevo, se invierte la prestación.

5 La fig. 16 muestra un ejemplo alternativo, en donde el sistema 1000 comprende un depósito 1013 de fluido hidráulico conectado hidráulicamente al aparato. Se realiza una regulación no invasiva presionando manualmente el depósito hidráulico conectado al aparato.

10 El sistema puede incluir un comunicador de datos externo y un comunicador de datos interno que se puede implantar que comunica con el comunicador de datos externo. El comunicador interno alimenta datos relacionados con el aparato o el paciente al comunicador de datos externo y/o el comunicador de datos externo alimenta datos al comunicador de datos interno.

15 La fig. 17 ilustra esquemáticamente una disposición del sistema que es capaz de enviar información desde dentro del cuerpo del paciente al exterior del mismo para dar información de realimentación relacionada con al menos un parámetro funcional del aparato o sistema, o relacionada con un parámetro fisiológico del paciente, con el fin de suministrar una cantidad de energía exacta a un receptor 1002 de energía interno implantado conectado a los componentes del aparato 10 implantados que consumen energía. Dicho receptor 1002 de energía puede incluir una fuente de energía y/o un dispositivo de transformación de energía. Brevemente descrito, la energía inalámbrica es transmitida desde una fuente 1004a de energía externa situada fuera del paciente y es recibida por el receptor 1002 de energía interno situado dentro del paciente. El receptor de energía interno está adaptado para suministrar directa o indirectamente energía recibida a los componentes del aparato 10 que consumen energía a través de un conmutador 1026. Un equilibrio de energía es determinado entre la energía recibida por el receptor 1002 de energía interno y la energía utilizada por el aparato 10, y la transmisión de energía inalámbrica es controlada a continuación basándose en el equilibrio de energía determinado. El equilibrio de energía proporciona así una indicación exacta de la cantidad correcta de energía necesaria, que es suficiente para hacer funcionar el aparato 10 de manera apropiada, pero sin causar una elevación indebida de temperatura.

25 En la fig. 17 la piel del paciente está indicada por una línea vertical 1005. Aquí, el receptor de energía comprende un dispositivo 1002 de transformación de energía ubicado dentro del paciente, preferiblemente justo por debajo de la piel 1005 del paciente. Hablando en general, el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado puede ser colocado en el abdomen, tórax, fascia muscular (por ejemplo en la pared del abdomen), subcutáneamente, o en cualquier otra ubicación adecuada. El dispositivo 1002 de transformación de energía implantado está adaptado para recibir energía inalámbrica E transmitida desde la fuente de energía externa 1004a prevista en un dispositivo 1004 de transmisión de energía externo ubicado fuera de la piel 1005 del paciente en la proximidad del dispositivo 1002 de transformación de energía implantado.

35 Como es bien conocida la técnica, la energía inalámbrica E puede ser transferida generalmente por medio de cualquier dispositivo de Transferencia de Energía Transcutánea (TET) adecuado, tal como un dispositivo que incluye una bobina primaria dispuesta en la fuente 1004a de energía externa y una bobina adyacente secundaria dispuesta en el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado. Cuando se alimenta una corriente eléctrica a través de la bobina primaria, se induce energía en forma de una tensión en la bobina secundaria que puede ser utilizada para alimentar los componentes del aparato implantados que consumen energía, por ejemplo después de almacenar la energía entrante en una fuente de energía implantada, tal como una batería recargable o un condensador. Sin embargo, la presente invención no está limitada en general a ninguna técnica de transferencia de energía particular. Pueden ser utilizados dispositivos de TET o fuentes de energía, y cualquier tipo de energía inalámbrica.

40 La cantidad de energía recibida por el receptor de energía implantado puede ser comparada con la energía utilizada por los componentes implantados del aparato. El término "energía utilizada" es entonces entendido que incluye también energía almacenada por componentes implantados del aparato. Un dispositivo de control incluye una unidad 1004b de control externa que controla la fuente de energía externa 1004a basándose en el equilibrio de energía determinado para regular la cantidad de energía transferida. Con el fin de transferir la cantidad de energía correcta, el equilibrio de energía y la cantidad de energía requerida son determinados por medio de un dispositivo de determinación que incluye una unidad 1015 de control interna implantada conectada entre el conmutador 1026 y el aparato 10. La unidad 1015 de control interna puede así estar dispuesta para recibir distintas mediciones obtenidas mediante sensores adecuados o similares, no mostrados, que miden ciertas características del aparato 10, que reflejan de alguna manera la cantidad requerida de energía necesaria para el funcionamiento apropiado del aparato 10. Además, el estado actual del paciente puede también ser detectado por medio de dispositivos de medición o sensores adecuados, con el fin de proporcionar parámetros que reflejen el estado del paciente. Por tanto, tales características y/o parámetros pueden ser relacionados al estado actual del aparato 10, tal como consumo de potencia, modo operativo y temperatura, así como al estado del paciente reflejado por parámetros tales como: temperatura corporal, presión sanguínea, ritmo cardíaco y respiración. Otros tipos de parámetros fisiológicos del paciente y parámetros funcionales del dispositivo están descritos en otro lugar.

55 Además, una fuente de energía en forma de un acumulador 1016 puede ser conectada opcionalmente al dispositivo 1002 de transformación de energía implantado a través de la unidad 1015 de control para acumular energía recibida para un uso posterior por el aparato 10. Alternativa o adicionalmente, también pueden medirse características de tal

acumulador, que reflejan también la cantidad requerida de energía. El acumulador puede ser sustituido por una batería recargable, y las características medidas pueden estar relacionadas con el estado actual de la batería, cualquier parámetro eléctrico tal como tensión, consumo de energía, temperatura, etc. Con el fin de proporcionar una tensión y corriente suficientes al aparato 10, y también de evitar su calentamiento excesivo, se comprende claramente que la batería debería ser cargada opcionalmente recibiendo una cantidad de energía correcta desde el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado, es decir ni demasiado poca ni demasiado mucha. El acumulador puede también ser un condensador con características correspondientes.

Por ejemplo, las características de la batería pueden ser medidas sobre una base regular para determinar el estado actual de la batería, que entonces puede ser almacenado como información de estado en un medio de almacenamiento adecuado en la unidad 1015 de control interna. Así, siempre que se hacen nuevas mediciones, la información del estado de la batería almacenada puede ser actualizada consecuentemente. De este modo, el estado de la batería puede ser "calibrado" transfiriendo una cantidad de energía correcta, de modo que mantenga la batería en un estado óptimo.

Así, la unidad 1015 de control interna del dispositivo de determinación está adaptada para determinar el equilibrio de energía y/o la cantidad de energía requerida actualmente (bien la energía por unidad de tiempo o bien la energía acumulada) basándose en mediciones hechas por los sensores o dispositivos de medición antes mencionados del aparato 10, o del paciente, o si se utiliza una fuente de energía implantada, o cualquier combinación de los mismos. La unidad 1015 de control interna está conectada además a un transmisor 1027 de señal interno, dispuesto para transmitir una señal de control que refleja la cantidad de energía requerida determinada, a un receptor 1004c de señal externo conectado a la unidad 1004b de control externa. La cantidad de energía transmitida desde la fuente 1004a de energía externa puede entonces ser regulada en respuesta a la señal de control recibida.

Alternativamente, el dispositivo de determinación puede incluir la unidad 1004b de control externa. En esta alternativa, las mediciones del sensor pueden ser transmitidas directamente a la unidad 1004b de control externa en donde el equilibrio de energía y/o la cantidad de energía requerida actualmente puede ser determinado por la unidad 1004b de control externa, integrando así la función antes descrita de la unidad 1015 de control interna en la unidad 1004b de control externa. En ese caso, la unidad 1015 de control interna puede ser omitida y las mediciones del sensor son suministradas directamente al transmisor 1027 de señal interna que envía las mediciones sobre el receptor 1004c de señal externo y la unidad 1004b de control externa. El equilibrio de energía y la cantidad de energía requerida actualmente pueden a continuación ser determinados por la unidad 1004b de control externa basándose en esas mediciones del sensor.

Por tanto, la solución actual de acuerdo con la disposición de la fig. 17 emplea la realimentación de información que indica la energía requerida, que es más eficiente que las soluciones previas debido que está basada en el uso real de energía que es comparado con la energía recibida, por ejemplo, con respecto a la cantidad de energía, la diferencia de energía, o la tasa de recepción de energía cuando es comparada con la tasa de energía utilizada por los componentes implantados del aparato que consumen energía. El aparato puede utilizar la energía recibida bien para consumir o bien para almacenar la energía en una fuente de energía implantada o similar. Los diferentes parámetros descritos anteriormente serían utilizados así si fuera relevante y necesario y a continuación como una herramienta para determinar el equilibrio de energía real. Sin embargo, tales parámetros pueden también ser necesarios de por sí para cualesquiera acciones tomadas internamente para hacer funcionar específicamente el aparato.

El transmisor 1027 de señal interno y el receptor 1004c de señal externo pueden ser implementados como unidades separadas utilizando medios de transferencia de señal adecuados, tales como señales de radio, de IR (infrarrojos) o ultrasónicas. Alternativamente, el transmisor 1027 de señal interno y el receptor 1004c de señal externo pueden ser integrados en el dispositivo 1002 de transformación de energía implantado y la fuente 1004a de energía externa, respectivamente, de modo que transporte señales de control en sentido inverso con relación a la transferencia de energía, utilizando básicamente la misma técnica de transmisión. Las señales de control pueden ser moduladas con respecto a la frecuencia, fase o amplitud.

Así, la información de realimentación puede ser transferida bien por un sistema de comunicación separado que incluye receptores y transmisores o puede estar integrado en el sistema de energía. De acuerdo con la presente invención, dicha realimentación de información integrada y sistema de energía comprende un receptor de energía interna que se puede implantar para recibir energía inalámbrica, teniendo el receptor de energía una primera bobina interna y un primer circuito electrónico conectado a la primera bobina, y un transmisor de energía externo para transmitir energía inalámbrica, teniendo el transmisor de energía una segunda bobina externa y un segundo circuito electrónico conectado a la segunda bobina. La segunda bobina externa del transmisor de energía transmite energía inalámbrica que es recibida por la primera bobina del receptor de energía. Este sistema comprende además un conmutador de potencia para desactivar la conexión de la primera bobina interna al primer circuito electrónico y desactivarla, de tal manera que la información de realimentación relacionada con la carga de la primera bobina es definida por el transmisor de energía externo en forma de una variación de impedancia en la carga de la segunda bobina externa cuando el conmutador de potencia activa la conexión de la primera bobina interna al primer circuito electrónico y la desactiva. Implementando este sistema en la disposición de la fig. 17, el conmutador 1026 está o bien separado y controlado por la unidad 1015 de control interna, o bien integrado en la unidad 1015 de control interna. Debería comprenderse que el conmutador 1026 debería ser interpretado en su sentido más amplio. Esto significa un transistor, MCU, MCP, ASIC, FPGA, o un convertidor de DA o

cualquier otro componente o circuito electrónico que pueda activar y desactivar la alimentación.

Para concluir, la disposición de suministro de energía ilustrada en la fig. 17 puede funcionar básicamente de la siguiente manera. Se determina en primer lugar el equilibrio de energía por la unidad 1015 de control interna del dispositivo de determinación. También se crea una señal de control que refleja la cantidad de energía requerida por la unidad 1015 de control interna, y la señal de control es transmitida desde el transmisor 1027 de señal interno al receptor 1004c de señal externo. Alternativamente, el equilibrio de energía puede ser determinado por la unidad 1004b de control externa en lugar de depender de la implementación, como se ha mencionado antes. En ese caso, la señal de control puede transportar resultados de medición procedentes de distintos sensores. La cantidad de energía emitida desde la fuente 1004a de energía externa puede a continuación ser regulada por la unidad 1004b de control externa, basándose en el equilibrio de energía determinado, por ejemplo en respuesta a la señal de control recibida. Este proceso puede ser repetido de manera intermitente a ciertos intervalos durante el transcurso de la transferencia de energía, o puede ser ejecutado sobre una base más o menos continua durante la transferencia de energía.

La cantidad de energía transferida puede ser regulada generalmente ajustando distintos parámetros de transmisión en la fuente 1004a de energía externa, tal como tensión, corriente, amplitud, frecuencia de onda y características del impulso.

Este sistema puede también ser utilizado para obtener información acerca de los factores de acoplamiento entre las bobinas en un sistema de TET incluso para calibrar el sistema tanto para encontrar un lugar óptimo para la bobina externa en relación a la bobina interna como para optimizar la transferencia de energía. Comparando simplemente en este caso la cantidad de energía transferida con la cantidad de energía recibida. Por ejemplo si la bobina externa es movida el factor de acoplamiento puede variar y los movimientos presentados correctamente podrían causar que la bobina externa encuentre el lugar óptimo para la transferencia de energía. Preferiblemente, la bobina externa está adaptada para calibrar la cantidad de energía transferida para conseguir la información de realimentación en el dispositivo de determinación, antes de que se maximice el factor de acoplamiento.

Esta información del factor de acoplamiento puede también ser utilizada como una realimentación durante la transferencia de energía. En tal caso, el sistema de energía de la presente invención comprende un receptor de energía interno que se puede implantar para recibir energía inalámbrica, teniendo el receptor de energía una primera bobina interna y un primer circuito electrónico conectado a la primera bobina, y un transmisor de energía externo para transmitir energía inalámbrica, teniendo el transmisor de energía una segunda bobina externa y un segundo circuito electrónico conectado a la segunda bobina. La segunda bobina externa del transmisor de energía transmite energía inalámbrica que es recibida por la primera bobina del receptor de energía. Este sistema comprende además un dispositivo de realimentación para comunicar la cantidad de energía recibida en la primera bobina como una información de realimentación, y en donde el segundo circuito electrónico incluye un dispositivo de determinación para recibir la información de realimentación y para comparar la cantidad de energía transferida por la segunda bobina con la información de realimentación relacionada con la cantidad de energía recibida en la primera bobina para obtener el factor de acoplamiento entre la primera y segunda bobinas. El transmisor de energía puede regular la energía transmitida en respuesta al factor de acoplamiento obtenido.

Con referencia a la fig. 18, aunque se ha descrito anteriormente la transferencia de energía inalámbrica para hacer funcionar el aparato para permitir un funcionamiento no invasivo, se apreciará que el aparato puede ser hecho funcionar también con energía alimentada mediante cables. Tal ejemplo se ha mostrado en la fig. 18, en donde un conmutador externo 1026 está interconectado entre la fuente 1004a de energía externa y un dispositivo operativo, tal como un motor eléctrico 1007 que hace funcionar el aparato 10. Una unidad 1004b de control externa controla el funcionamiento del conmutador externo 1026 para efectuar el funcionamiento apropiado del aparato 10.

La fig. 19 ilustra diferentes ejemplos de cómo puede ser suministrada la energía recibida al aparato 10 y utilizada por el mismo. Similar al ejemplo de la fig. 17, un receptor 1002 de energía interno recibe energía inalámbrica E procedente de una fuente 1004a de energía externa que es controlada por una unidad 1004b de control de transmisión. El receptor 1002 de energía interno puede comprender un circuito de tensión constante, indicado como una caja de trazos "V constante" en la figura, para suministrar energía a tensión constante al aparato 10. El receptor 1002 de energía interno puede además comprender un circuito de corriente constante, indicado como una caja de trazos "C constante" en la figura, para suministrar energía a corriente constante al aparato 10.

El aparato 10 comprende una parte 10b consumidora de energía, que puede ser un motor, bomba, dispositivo de restricción, o cualquier otro accesorio médico que requiera energía para su funcionamiento eléctrico. El aparato 10 puede además comprender un dispositivo 10c de almacenamiento de energía para almacenar energía suministrada desde el receptor 1002 de energía interno. Así, la energía suministrada puede ser directamente consumida por la parte 10b que consumen energía, almacenada por el dispositivo 10c de almacenamiento de energía, o la energía suministrada puede ser parcialmente consumida y parcialmente almacenada. El aparato 10 puede comprender además una unidad 10d de estabilización de energía para estabilizar la energía suministrada desde el receptor 1002 de energía interno. Así, la energía puede ser suministrada de una manera fluctuante de tal modo que puede ser necesario estabilizar la energía antes de que sea consumida o almacenada.

La energía suministrada desde el receptor 1002 de energía interno puede además ser acumulada y/o estabilizada por

una unidad 1028 estabilizadora de energía separada situada fuera del aparato 10, antes de ser consumida y/o almacenada por el aparato 10. Alternativamente, la unidad 1028 de estabilización de energía puede estar integrada en el receptor 1002 de energía interno. En cualquier caso, la unidad 1028 de estabilización de energía puede comprender un circuito de tensión constante y/o un circuito de corriente constante.

- 5 Debería observarse que la fig. 17 y la fig. 19 ilustran algunas opciones de implementación posibles pero no limitativas de cómo los distintos componentes y elementos funcionales mostrados pueden ser dispuestos y conectados entre sí. Sin embargo, el experto apreciará fácilmente que pueden hacerse muchas variaciones y modificaciones dentro del marco de la presente invención.

10 La fig. 20 muestra esquemáticamente un circuito de medición de equilibrio de energía de uno de los diseños propuestos del sistema para controlar la transmisión de energía inalámbrica, o sistema de control de equilibrio de energía. El circuito tiene una señal de salida centrada en 2,5 V y relacionada proporcionalmente con el desequilibrio de energía. La derivada de esta señal muestra si el valor asciende y desciende y cómo sucede de rápido al cambio. Si la cantidad de energía recibida es menor que la energía utilizada por los componentes del aparato implantados, se transfiere más energía y así es cargada en la fuente de energía. La señal de salida procedente del circuito es típicamente alimentada a un convertidor A/D y convertida a un formato digital. La información digital puede a continuación ser enviada al dispositivo de transmisión de energía externo permitiéndole ajustar el nivel de la energía transmitida. Otra posibilidad es tener un sistema analógico completamente que utiliza comparadores que comparan el nivel de equilibrio de energía con ciertos umbrales máximo y mínimo enviando información al dispositivo de transmisión de energía externo si el equilibrio se desplaza de la ventana del máximo/mínimo.

20 La fig. 20 esquemática muestra una implementación de circuito para un sistema que transfiere energía a los componentes de energía implantados del aparato de la presente invención desde el exterior del cuerpo del paciente utilizando transferencia de energía inductiva. Un sistema de transferencia de energía inductivo utiliza típicamente una bobina de transmisión externa y una bobina de recepción interna. La bobina de recepción, L1, está incluida en la fig. 3 esquemática; las partes transmisoras del sistema están excluidas.

25 La implementación del concepto general de equilibrio de energía y el modo en que la información es transmitida al transmisor de energía externo pueden desde luego ser implementados de diferentes maneras. La fig. 20 esquemática y el método antes descrito de evaluar y transmitir la información deberían ser sólo considerados como ejemplos de cómo implementar el sistema de control.

#### Detalles del circuito

30 En la fig. 20 los símbolos Y1, Y2, Y3 y sucesivos simbolizan puntos de ensayo dentro del circuito. Los componentes en el diagrama y sus valores respectivos son valores que trabajan en esta implementación particular que desde luego es sólo una de un número infinito de posibles soluciones de diseño.

35 La energía para alimentar el circuito es recibida por la bobina L1 de recepción de energía. La energía a los componentes implantados es transmitida en este caso particular a una frecuencia de 25 kHz. La señal de salida del equilibrio de energía está presente en el punto de ensayo Y1.

40 Los expertos en la técnica comprenderán que los distintos ejemplos anteriores del sistema podrían ser combinados de muchas maneras diferentes. Por ejemplo, el conmutador eléctrico 1006 de la fig. 3 podría ser incorporado en cualquiera de los ejemplos de las figs. 6-12, el dispositivo 1014 de desplazamiento de la válvula hidráulica de la fig. 6 podría ser incorporado en el ejemplo de la fig. 5 y la caja de cambios 1024 podría ser incorporada en el ejemplo de la fig. 4. Por favor obsérvese que el conmutador simplemente podría significar cualquier circuito o componente electrónico.

Los ejemplos descritos en conexión con las figs. 17, 19 y 20 identifican un método y sistema para controlar la transmisión de energía inalámbrica a componentes que consumen energía implantados de un aparato accionables eléctricamente. Dicho método y sistema serán definidos en términos generales a continuación.

45 Un método es así proporcionado para controlar la transmisión de energía inalámbrica suministrada a componentes implantados de un aparato que consumen energía como se ha descrito anteriormente. La energía inalámbrica E es transmitida desde una fuente de energía externa situada fuera del paciente y es recibida por un receptor de energía interno situado dentro del paciente, siendo conectado un receptor de energía interno a los componentes implantados del aparato que consumen energía para suministrar directa o indirectamente energía recibida a los mismos. Un equilibrio de energía es determinado entre la energía recibida por el receptor de energía interno y la energía utilizada por el aparato.

50 La transmisión de energía inalámbrica E desde la fuente de energía externa es a continuación controlada basándose en el equilibrio de energía determinado.

La energía inalámbrica puede ser transmitida de manera inductiva desde una bobina primaria en la fuente de energía externa a una bobina secundaria en el receptor de energía interno. Un cambio en el equilibrio de energía puede ser detectado para controlar la transmisión de energía inalámbrica basándose en el cambio de equilibrio de energía detectado. Una diferencia también puede ser detectada entre la energía recibida por el receptor de energía interno y la energía utilizada por el dispositivo médico, para controlar la transmisión de energía inalámbrica basándose en la



diferencia de energía detectada.

Cuando se controla la transmisión de energía, la cantidad de energía inalámbrica transmitida puede ser disminuida si el cambio de equilibrio de energía detectado implica que el equilibrio de energía está creciendo, o viceversa. La disminución/aumento de transmisión de energía puede además corresponder a una tasa de cambio detectada.

- 5 La cantidad de energía inalámbrica transmitida puede además ser disminuida si la diferencia de energía detectada implica que la energía recibida es mayor que la energía utilizada, o viceversa. La disminución/aumento de transmisión de energía puede entonces corresponder a la magnitud de la diferencia de energía detectada.

10 Como se ha mencionado anteriormente, la energía utilizada para el dispositivo médico puede ser consumida para hacer funcionar el dispositivo médico, y/o almacenada en al menos un dispositivo de almacenamiento de energía del dispositivo médico.

Cuando se determinan parámetros eléctricos y/o fisiológicos del dispositivo médico y/o parámetros fisiológicos del paciente, la energía puede ser transmitida para consumo y almacenamiento de acuerdo con una tasa de transmisión por unidad de tiempo que es determinada basándose en dichos parámetros. La cantidad total de energía transmitida puede ser también determinada basándose en dichos parámetros.

- 15 Cuando se detecta una diferencia entre la cantidad total de energía recibida por el receptor de energía interna y la cantidad total de energía consumida y/o almacenada, y la diferencia detectada está relacionada con la integral a lo largo del tiempo de al menos un parámetro eléctrico medido relacionado con dicho equilibrio de energía, la integral puede ser determinada para una tensión y/o corriente vigilada relacionada con el equilibrio de energía.

20 Cuando la derivada es determinada a lo largo del tiempo de un parámetro eléctrico medido relacionado con la cantidad de energía consumida y/o almacenada, la derivada puede ser determinada para una tensión y/o corriente vigilada relacionada con el equilibrio de energía.

25 La transmisión de energía inalámbrica desde la fuente de energía externa puede ser controlada aplicando a la fuente de energía externa impulsos eléctricos desde un primer circuito eléctrico para transmitir la energía inalámbrica, teniendo los impulsos eléctricos bordes anterior y posterior, variando la longitud de los primeros intervalos de tiempo entre los bordes anterior y posterior sucesivos de los impulsos eléctricos y/o las longitudes de los segundos intervalos de tiempo entre bordes anterior y posterior sucesivos de los impulsos eléctricos, y transmitiendo energía inalámbrica, teniendo la energía transmitida generada a partir de los impulsos eléctricos una potencia variada, dependiendo la variación de la potencia de las longitudes del primer y/o segundo intervalo de tiempo.

30 En ese caso, la frecuencia de los impulsos eléctricos puede ser sustancialmente constante cuando varían el primer y/o segundo intervalos de tiempo. Cuando se aplican impulsos eléctricos, los impulsos eléctricos pueden permanecer sin cambios, excepto para variar el primer y/o segundo intervalos de tiempo. La amplitud de los impulsos eléctricos puede ser sustancialmente constante cuando varían el primer y/o segundo intervalos de tiempo. Además los impulsos eléctricos pueden ser variados variando solamente las longitudes de los primeros intervalos de tiempo entre bordes anterior y posterior sucesivos de los impulsos eléctricos.

35 Un tren de dos o más impulsos eléctricos puede ser suministrado en una fila, en donde cuando se aplica el tren de impulsos, el tren que tiene un primer impulso eléctrico al comienzo del tren de impulsos y que tiene un segundo impulso eléctrico al final del tren de impulsos, dos o más trenes de impulsos pueden ser suministrados en una fila, en donde las longitudes de los segundos intervalos de tiempo entre el borde posterior sucesivo del segundo impulso eléctrico en un primer tren de impulsos y el borde anterior del primer impulso eléctrico de un segundo tren de impulsos son variados.

40 Cuando se aplican los impulsos eléctricos, los impulsos eléctricos pueden tener una corriente sustancialmente constante y una tensión sustancialmente constante. Los impulsos eléctricos pueden tener una corriente sustancialmente constante y una tensión sustancialmente constante. Además, los impulsos eléctricos pueden también tener una frecuencia sustancialmente constante. Los impulsos eléctricos dentro de un tren de impulsos pueden tener de modo similar una frecuencia sustancialmente constante.

45 El circuito formado por el primer circuito eléctrico y la fuente de energía externa puede tener un primer período de tiempo característico o una primera constante de tiempo, y cuando varía efectivamente la energía transmitida, al período de tiempo de frecuencia puede ser del orden del primer período de tiempo característico o constante de tiempo más corto.

50 Un sistema que comprende un aparato como se ha descrito anteriormente está así también previsto para controlar la transmisión de energía inalámbrica suministrada a los componentes implantados del aparato que consumen energía. En su sentido más amplio, el sistema comprende un dispositivo de control para controlar la transmisión de energía inalámbrica desde un dispositivo de transmisión de energía, y un receptor de energía interno que se puede implantar para recibir la energía inalámbrica transmitida, estando conectado el receptor de energía interno a componentes del aparato que consumen energía que se pueden implantar para suministrar directa o indirectamente energía recibida a los mismos. El sistema comprende además un dispositivo de determinación adaptado para determinar un equilibrio de energía entre la energía recibida por el receptor de energía interno y la energía utilizada para los componentes del

55

aparato que consumen energía que se pueden implantar, en donde el dispositivo de control controla la transmisión de energía inalámbrica desde el dispositivo de transmisión de energía externo, basándose en el equilibrio de energía determinada por el dispositivo de determinación.

Además, el sistema puede comprender cualquiera de lo siguiente:

- 5 - Una bobina primaria en la fuente de energía externa adaptada para transmitir la energía inalámbrica inductivamente a una bobina secundaria en el receptor de energía interno.
- El dispositivo de determinación está adaptado para detectar un cambio en el equilibrio de energía, y el dispositivo de control controla la transmisión de energía inalámbrica basado en el cambio de equilibrio de energía detectado.
- 10 - El dispositivo de determinación está adaptado para detectar una diferencia entre la energía recibida por el receptor de energía interno y la energía utilizada para los componentes del aparato que consumen energía que se pueden implantar, y el dispositivo de control controla la transmisión de energía inalámbrica basándose en la diferencia de energía detectada.
- El dispositivo de control controla el dispositivo de transmisión de energía externo para disminuir la cantidad de energía inalámbrica transmitida si el cambio de equilibrio de energía detectado implica que el equilibrio de energía está creciendo, o viceversa, en donde la disminución/aumento de transmisión de energía corresponde a una tasa de cambio detectada.
- 15 - El dispositivo de control controla el dispositivo de transmisión de energía externo para disminuir la cantidad de energía inalámbrica transmitida si la diferencia de energía detectada implica que la energía recibida es mayor que la energía utilizada, o viceversa, en donde la disminución/aumento de transmisión de energía corresponde a la magnitud de dicha diferencia de energía detectada.
- 20 - La energía utilizada para el aparato es consumida para accionar el aparato, y/o almacenada en al menos un dispositivo de almacenamiento de energía del aparato.
- Donde los parámetros eléctricos y/o fisiológicos del aparato y/o los parámetros fisiológicos del paciente son determinados, el dispositivo de transmisión de energía transmite la energía para consumo y almacenamiento de acuerdo con una tasa de transmisión por unidad de tiempo que es determinada por el dispositivo de determinación basándose en dichos parámetros. El dispositivo de determinación también determina la cantidad total de energía transmitida basándose en dichos parámetros.
- 25 - Cuando se detecta una diferencia entre la cantidad total de energía recibida por el receptor de energía interna y la cantidad total de energía consumida y/o almacenada, y la diferencia detectada está relacionada con la integral a lo largo del tiempo de al menos un parámetro eléctrico medido relacionado con el equilibrio de energía, el dispositivo de determinación determina la integral para una tensión y/o corriente vigilada relacionada con el equilibrio de energía.
- 30 - Cuando la derivada es determinada a lo largo del tiempo de un parámetro eléctrico medido relacionado con la cantidad de energía consumida y/o almacenada, el dispositivo de determinación determina la derivada para una tensión y/o corriente vigilada relacionada con el equilibrio de energía.
- El dispositivo de transmisión de energía comprende una bobina colocada externamente al cuerpo humano, y hay previsto un circuito eléctrico para alimentar la bobina externa con impulsos eléctricos para transmitir la energía inalámbrica. Los impulsos eléctricos tienen bordes anterior y posterior, y el circuito eléctrico está adaptado para variar primeros intervalos de tiempo entre bordes anterior y posterior sucesivos y/o segundos intervalos de tiempo entre bordes posterior y anterior sucesivos de los impulsos eléctricos para variar la alimentación de la energía inalámbrica transmitida. Como resultado, el receptor de energía que recibe la energía inalámbrica transmitida tiene una potencia variada.
- 35 - El circuito eléctrico está adaptado para entregar los impulsos eléctricos para permanecer sin cambios excepto variar el primer y/o segundo intervalos de tiempo.
- El circuito eléctrico tiene una constante de tiempo y está adaptado para variar el primer y segundo intervalos de tiempo sólo en el rango de la primera constante de tiempo, de manera que cuando las longitudes del primer y/o segundo intervalos de tiempo son variadas, la potencia transmitida sobre la bobina es variada.
- 40 - El circuito eléctrico está adaptado para entregar los impulsos eléctricos que han de ser variados variando solamente las longitudes de los primeros intervalos de tiempo entre los bordes anterior y posterior sucesivos de los impulsos eléctricos.
- El circuito eléctrico está adaptado para suministrar un tren de dos o más impulsos eléctricos en una fila, teniendo dicho tren un primer impulso eléctrico al comienzo del tren de impulsos y teniendo un segundo impulso eléctrico al final del tren de impulsos, y
- 45 - las longitudes de los segundos intervalos de tiempo entre el borde posterior sucesivo del segundo impulso eléctrico en un primer tren de impulsos y el borde anterior del primer impulso eléctrico de un segundo tren de impulsos son variados
- 50

por el primer circuito electrónico.

- El circuito eléctrico está adaptado para proporcionar los impulsos eléctricos como impulsos que tienen una altura y/o amplitud y/o intensidad y/o tensión y/o corriente y/o frecuencia sustancialmente constantes.

5 - El circuito eléctrico tiene una constante de tiempo, y está adaptado para variar el primer y segundo intervalos de tiempo solo en el rango de la primera constante de tiempo, de modo que cuando las longitudes del primer y/o segundo intervalos de tiempo son variadas, la potencia transmitida sobre la primera bobina es variada.

- El circuito eléctrico está adaptado para proporcionar los impulsos eléctricos que varían las longitudes del primer y/o el segundo intervalos de tiempo sólo dentro de un rango que incluye la primera constante de tiempo o que está situado relativamente próximo a la primera constante de tiempo, comparado con la magnitud de la primera constante de tiempo.

10 Las figs. 21-24 muestran con más detalle diagrama de bloques de cuatro formas diferentes de alimentación hidráulica o neumática de un aparato implantado de acuerdo con la invención.

La fig. 21 muestra un sistema como se ha descrito anteriormente. El sistema comprende un aparato implantado 10 y además un depósito 1013 de regulación separado, una bomba 1009 de una vía y una válvula alternativa 1014.

15 La fig. 22 muestra el aparato 10 y un depósito 1013 de fluido. Moviendo la pared del depósito de regulación o cambiando el tamaño del mismo en cualquier otra forma diferente, el ajuste del aparato puede ser realizado sin ninguna válvula, sólo paso libre de fluido en cualquier momento moviendo la pared del depósito.

La fig. 23 muestra el aparato 10, una bomba 1009 de dos vías y el depósito 1013 de regulación.

20 La fig. 24 muestran diagrama de bloques de un servosistema invertido con un primer sistema cerrado que controla un segundo sistema cerrado. El servosistema comprende un depósito 1013 de regulación y un servo-depósito 1050. El servo-depósito 1050 controla mecánicamente un aparato implantado 10 a través de una interconexión mecánica 1054. El aparato tiene una cavidad expandible/contractil. Esta cavidad es preferiblemente expandida o contractil suministrando fluido hidráulico desde el mayor depósito ajustable 1052 en conexión fluida con el aparato 10. Alternativamente, la cavidad contiene un gas compresible, que puede ser comprimido y expandido bajo el control del servo-depósito 1050.

El servo-depósito 1050 puede ser también parte del propio aparato.

25 En un ejemplo, el depósito de regulación es colocado subcutáneo bajo la piel del paciente y es hecho funcionar empujando la superficie exterior del mismo mediante un dedo. Este sistema está ilustrado en la fig. 25a-c. En la fig. 25a, un depósito 1013 de regulación cutánea flexible está mostrado conectado a un servo-depósito 1050 con forma sobresaliente por medio de un conducto 1011. Este servo-depósito 1050, forma de fuelle es comprimido en un aparato flexible 10. En el estado mostrado en la fig. 25a, el servo-depósito 1050 contiene un mínimo de fluido y la mayor parte del fluido se encuentra en el depósito 1013 de regulación. Debido a la interconexión mecánica entre el servo-depósito 1050 y el aparato 10, la forma exterior del aparato 10 es contractil, es decir, ocupa menos que su volumen máximo. Este volumen máximo está mostrado con líneas de trazos en la figura.

30 La fig. 25b muestra un estado en el que un usuario, tal como el paciente en el que el aparato está implantado, presiona el depósito 1013 de regulación de modo que el fluido contenido en él es obligado a fluir a través del conducto 1011 y al servo-depósito 1050, que, gracias a su forma de fuelle, se expande longitudinalmente. Esta expansión a su vez expande el aparato 10 de modo que ocupa su volumen máximo, estirando por ello la pared del estómago (no mostrada) con la que contacta.

35 El depósito 1013 de regulación está preferiblemente provisto con medios 1013a para mantener su forma después de compresión. Esto significa, como se ha mostrado esquemáticamente en la figura, que mantendrá así al aparato 10 en una posición estirada también cuando el usuario libere el depósito de regulación. De este modo, el depósito de regulación funciona esencialmente como un activador/desactivador del sistema.

40 Un ejemplo alternativo de funcionamiento hidráulico o neumático será descrito a continuación con referencia a las figs. 26 y 27a-c. El diagrama de bloques mostrado en la fig. 26 comprende un primer sistema cerrado que controla un segundo sistema cerrado. El primer sistema comprende un depósito de regulación 1013 y un servo-depósito 1050. El servo-depósito 1050 controla mecánicamente un depósito 1052 ajustable mayor a través de una interconexión mecánica 1054. Un aparato implantado 10 que tiene una cavidad expandible/contractil está a su vez controlado por el depósito 1052 ajustable mayor mediante el suministro de fluido hidráulico desde el depósito 1052 ajustable mayor en conexión fluida con el aparato 10.

45 Un ejemplo será descrito a continuación con referencia a la fig. 27a-c. Como en el ejemplo previo, el depósito de regulación es colocado subcutáneo bajo la piel del paciente y es hecho funcionar empujando la superficie exterior del mismo mediante un dedo. El depósito 1013 de regulación está en conexión fluida con un servo-depósito 1050 en forma de fuelle por medio de un conducto 1011. En el primer sistema cerrado 1013, 1011, 1050 mostrado en la fig. 27a, el servo-depósito 1050 contiene un mínimo de fluido y la mayor parte del fluido se encuentra en el depósito 1013 de

regulación.

5 El servo-depósito 1050 está conectado mecánicamente a un depósito 1052 ajustable mayor, que en este ejemplo tiene también una forma de fuelle pero con un diámetro mayor que el del servo-depósito 1050. El depósito 1052 ajustable mayor esta en conexión fluida con el aparato 10. Esto significa que cuando un usuario presiona el depósito 1013 de regulación, desplazando por ello fluido desde el depósito 1013 de regulación al servo-depósito 1050, la expansión del servo-depósito 1050 desplazará un volumen mayor de fluido desde el depósito 1052 ajustable mayor al aparato 10. En otras palabras, en este servo invertido, un pequeño volumen en el depósito de regulación es comprimido con una fuerza mayor y esto crea un movimiento de un área total mayor con menos fuerza por unidad de área.

10 Como en el ejemplo previo descrito anteriormente con referencia a las figs. 25a-c, el depósito 1013 de regulación está preferiblemente provisto con medios 1013a para mantener su forma después de compresión. Esto significa, como se ha mostrado esquemáticamente en la figura, que conservará así el aparato 10 en una posición estirada también cuando el usuario libere el depósito de regulación. De este modo, el depósito de regulación funciona esencialmente como un activador/desactivador del sistema.

15 Otras características y usos de la invención y sus ventajas asociadas serán evidentes para una persona experta en la técnica al leer la descripción y los ejemplos.

Ha de comprenderse que esta invención está limitada a las realizaciones particulares mostradas en este documento. Los siguientes ejemplos son proporcionados con propósitos ilustrativos y no están destinados a limitar el marco de la invención ya que el marco de la presente invención está limitado solamente por las reivindicaciones adjuntas y sus equivalencias.

20

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema (1000) que comprende un aparato (10) para tratar a un paciente masculino con disfunción sexual, que comprende al menos una prótesis alargada (10a) de cuerpo cavernoso que es hecha funcionar y accionada hidráulicamente y controlable desde el exterior del cuerpo del paciente, en donde al menos una prótesis (10a) está adaptada para ser implantada dentro de al menos un cuerpo cavernoso del paciente masculino y ajustada de manera post-operatoria para conseguir temporalmente un estado aumentado y/o una erección del pene (30), caracterizado por que el aparato comprende al menos un vibrador (1001) adaptado para ser implantado dentro de al menos un cuerpo cavernoso en una región de tejido del pene que responde sexualmente, y por que el sistema comprende un receptor (1002) de energía interno que se puede implantar que incluye una fuente de energía y/o un dispositivo de transformación de energía adaptado para suministrar energía a los componentes (10b) del aparato que consumen energía a través de una línea (1003) de alimentación, en donde al menos un vibrador está adaptado para provocar vibración en al menos una de los cuerpos cavernosos para estimular el tejido del pene que responde sexualmente durante las relaciones sexuales, cuando está implantado, bajo el mando del paciente.
2. El sistema según la reivindicación 1, en donde al menos un vibrador está adaptado para crear al menos uno de:
- una vibración con una frecuencia de desde 0,1 a 10.000 Hz,
  - un movimiento con una amplitud de desde 0,01 a 30 mm, y
  - vibraciones a lo largo de más de un eje.
3. El sistema según la reivindicación 1, en donde al menos un vibrador es controlado por una señal endógena.
4. El sistema según la reivindicación 1, en donde al menos un vibrador comprende un dispositivo mecánico (1001a), en donde la vibración es conseguida por dicho dispositivo mecánico.
5. El sistema según la reivindicación 4, en donde el dispositivo mecánico comprende un motor (604) que tiene un primer árbol (606) del motor, en donde la vibración es conseguida por dicho motor.
6. El sistema según la reivindicación 5, que comprende un elemento excéntrico (608) conectado al primer árbol del motor, en donde la vibración es conseguida por el elemento excéntrico.
7. El sistema según la reivindicación 5 o 6, en donde el motor comprende una caja de velocidades que reduce la velocidad del motor.
8. El sistema según la reivindicación 1, que comprende al menos uno de:
- un dispositivo electromagnético (1001b), en donde la vibración es conseguida por el dispositivo electromagnético, y
  - un elemento piezoeléctrico, en donde la vibración es conseguida por el elemento piezoeléctrico.
9. El sistema según la reivindicación 1, que comprende un dispositivo hidráulico, en donde la vibración es conseguida por el dispositivo hidráulico.
10. El sistema según la reivindicación 1, que comprende al menos dos vibradores.
11. El sistema según la reivindicación 10, en donde al menos un vibrador adicional está adaptado para ser implantado fuera del cuerpo cavernoso pero en el tejido del pene que responde sexualmente del paciente masculino, o en contacto con él.
12. El sistema según la reivindicación 1, en donde al menos un vibrador está adaptado para ser implantado en la proximidad del glande del pene del paciente masculino, o en contacto con éste.
13. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en donde al menos una prótesis alargada de cuerpo cavernoso comprende al menos un depósito alargado de cuerpo cavernoso y al menos un vibrador está adaptado para ser colocado en dicho depósito y para hacer vibrar el fluido hidráulico dentro de al menos dicha prótesis.
14. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende al menos uno de: al menos un conmutador (1006; 1023; 1026) que se puede implantar en el paciente, un control remoto inalámbrico (1200), y un depósito hidráulico (1013) que se puede implantar conectado hidráulicamente al aparato y adaptado para ser regulado presionando manualmente el depósito hidráulico, para controlar el aparato manualmente y de manera no invasiva.
15. El sistema según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además un receptor (1002) de energía interno adaptado para ser energizado de manera no invasiva e inalámbricamente por un dispositivo (1004) de transmisión de energía desde el exterior del cuerpo del paciente, enviando energía inalámbrica al menos a uno de:

- una fuente de energía interna que se puede implantar comprendida en el sistema, que puede ser cargada por la energía transferida desde el dispositivo de transmisión de energía, y

- al menos un componente del aparato que consume energía que se puede implantar.

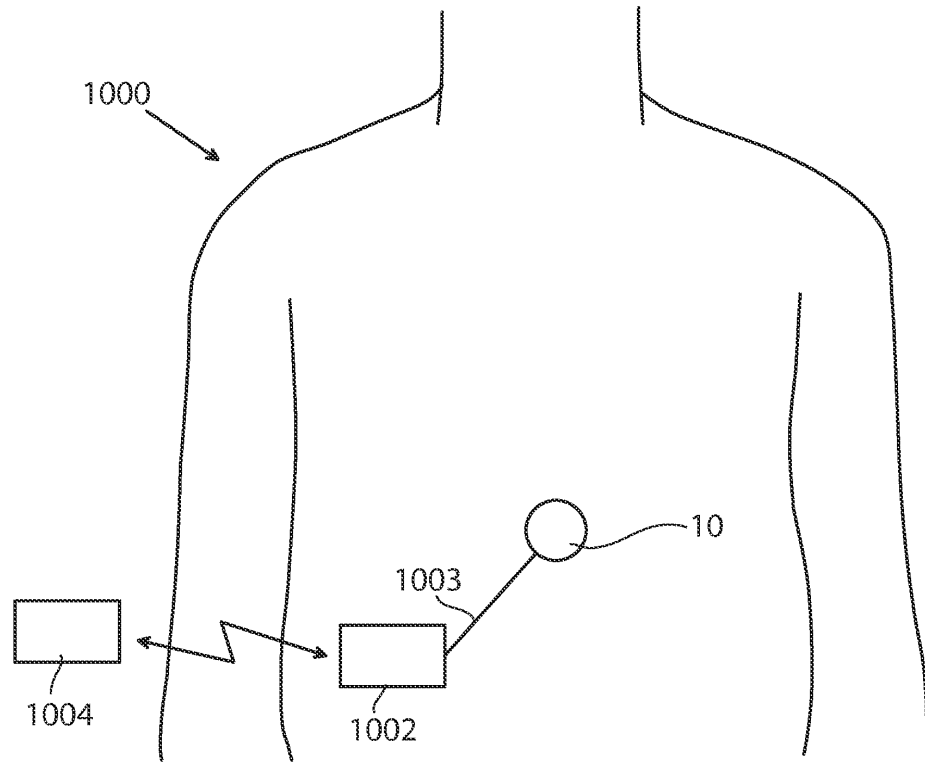
5 16. El sistema según la reivindicación 16, que comprende además un dispositivo de realimentación que incluye un sensor y/o un dispositivo de medición (1025) adaptado para detectar o medir al menos uno de:

- al menos un parámetro fisiológico del paciente, que comprende al menos uno de: presión, volumen, diámetro, estiramiento, alargamiento, extensión, movimiento, flexión, elasticidad, contracción muscular, impulso nervioso, temperatura corporal, presión sanguínea, flujo sanguíneo, ritmo cardíaco y respiración, y

10 - al menos un parámetro funcional relacionado con el aparato, que comprende al menos uno de: un parámetro funcional correlacionado con la transferencia de energía para cargar la fuente de energía interna, y cualquier otro parámetro funcional relacionado con el aparato, en donde

15 - el dispositivo de realimentación está adaptado para enviar información de realimentación desde dentro del cuerpo del paciente al menos a uno de entre: una unidad de control interna (1015) que se puede implantar y el exterior del cuerpo del paciente, en donde la información de realimentación está relacionada con al menos uno de los siguientes: al menos un parámetro fisiológico del paciente y al menos un parámetro funcional relacionado con el aparato.

Fig.1a



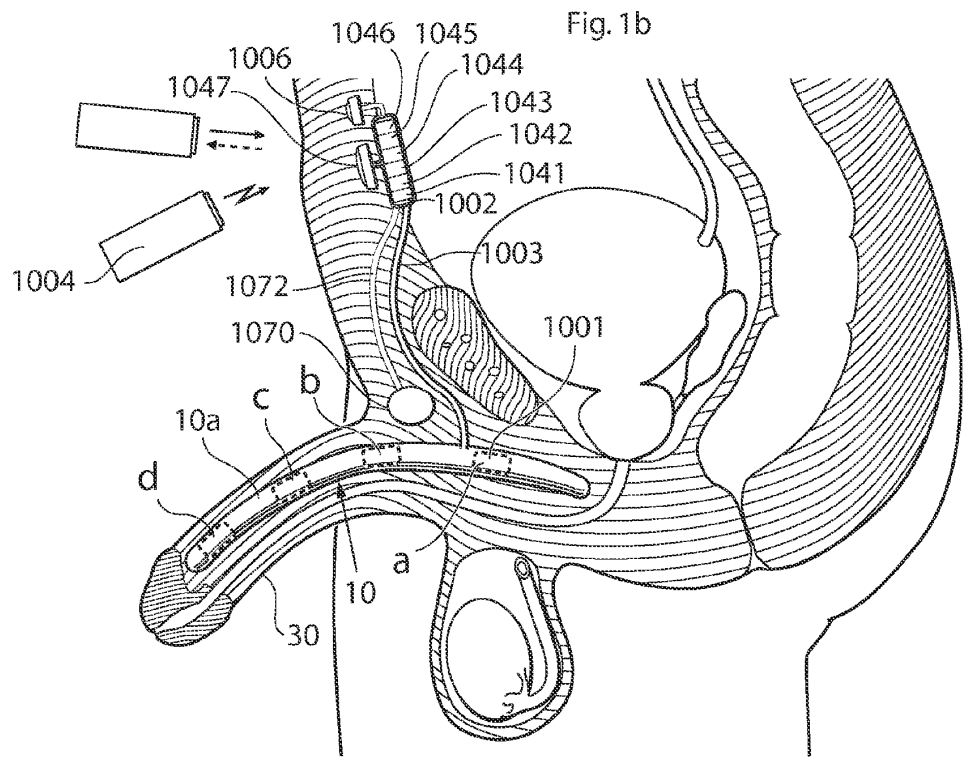


Fig. 1c

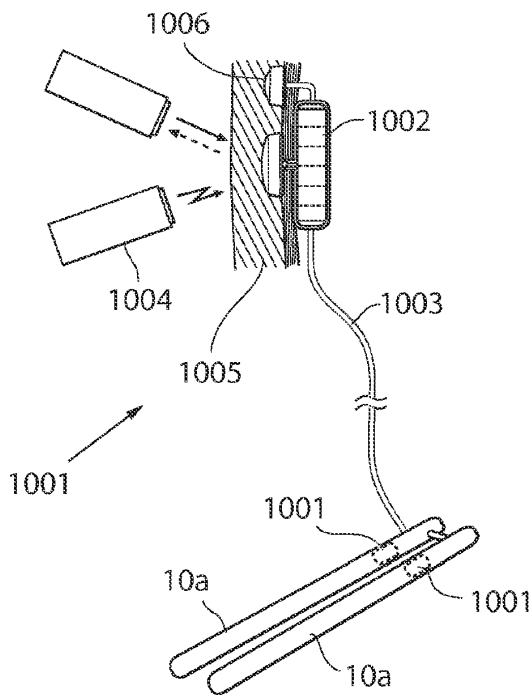


Fig. 1d

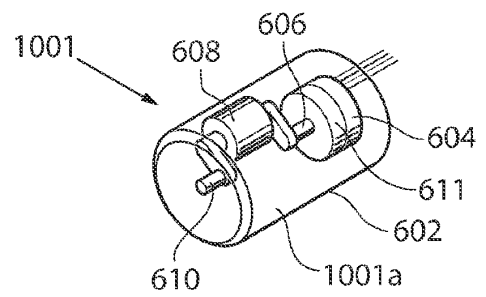
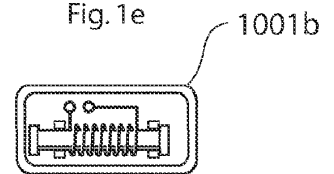


Fig. 1e





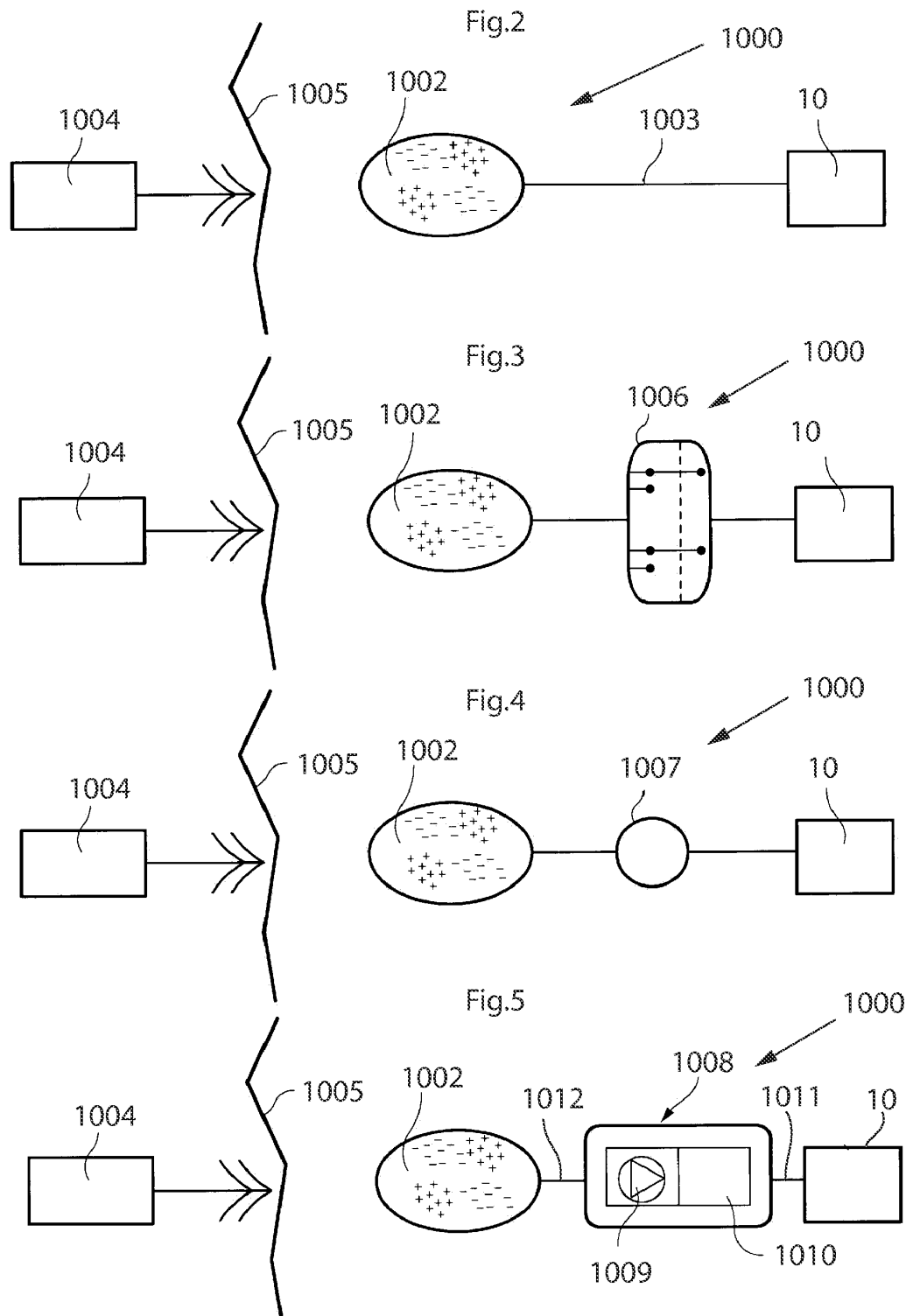


Fig.6

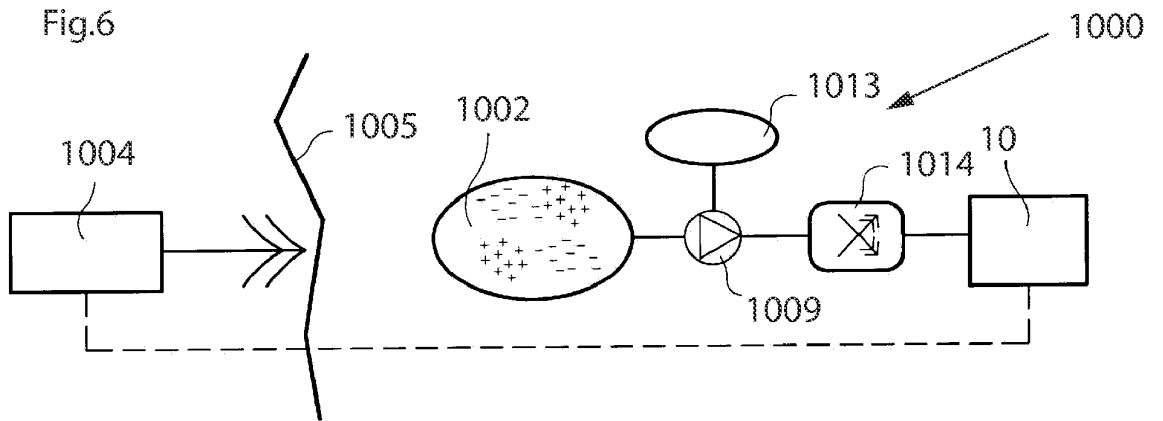


Fig.7

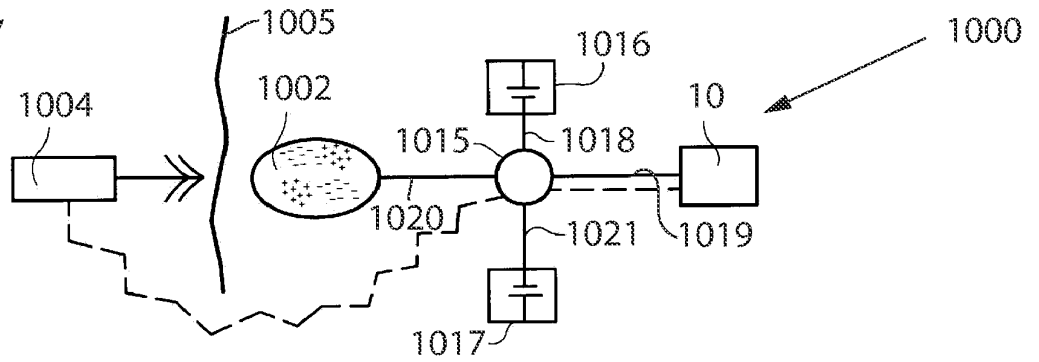


Fig.8

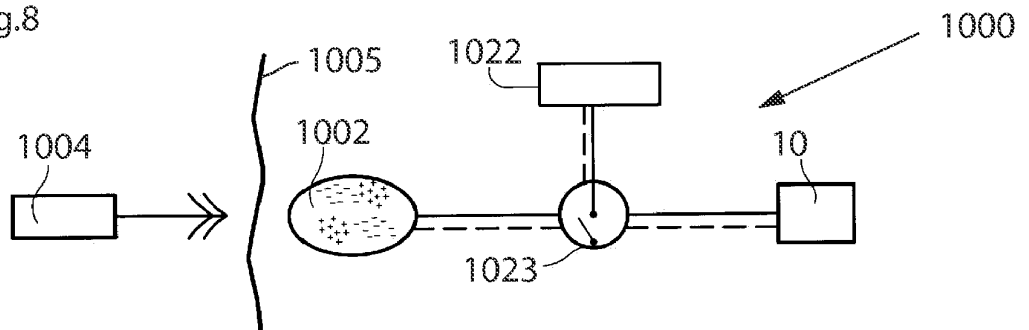


Fig.9

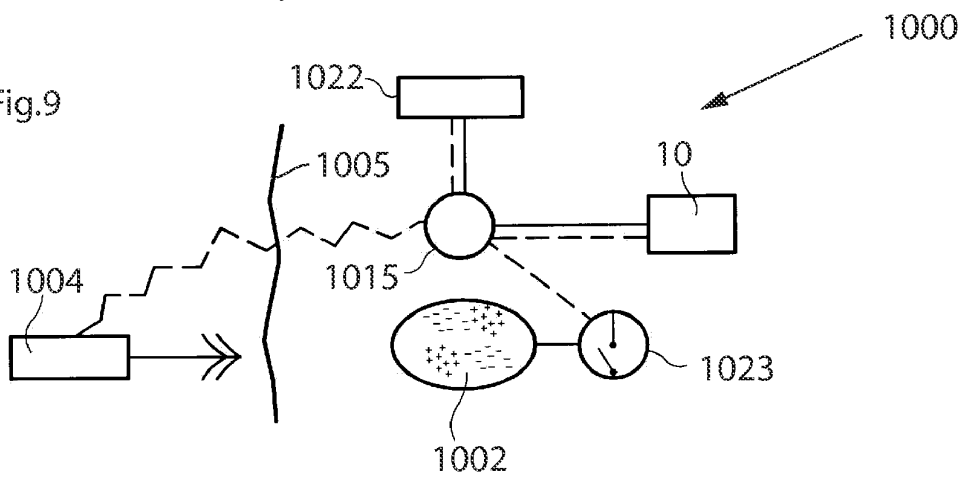


Fig.10

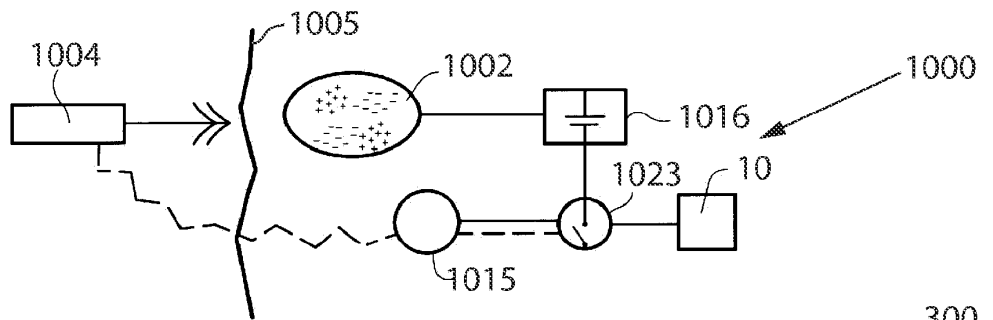


Fig.11

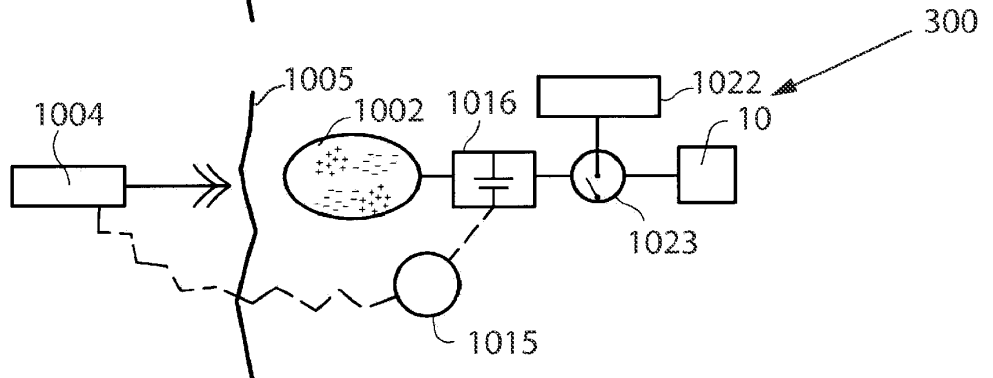


Fig.12

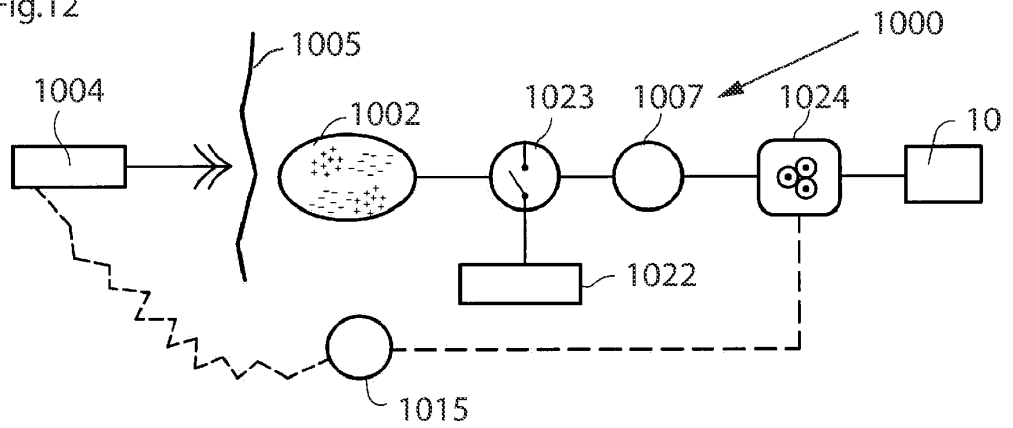


Fig.13

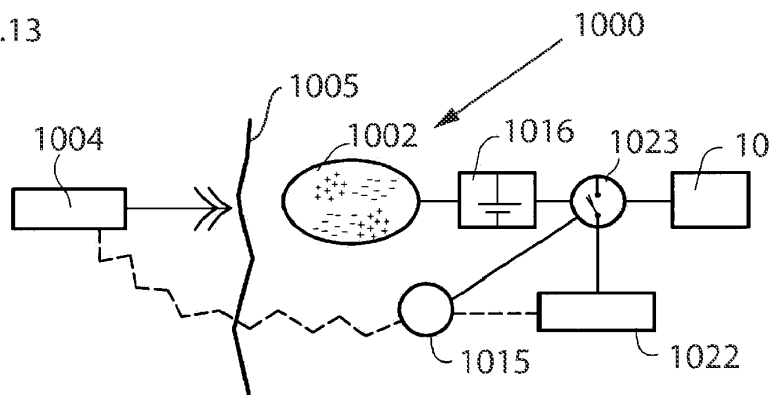


Fig.14

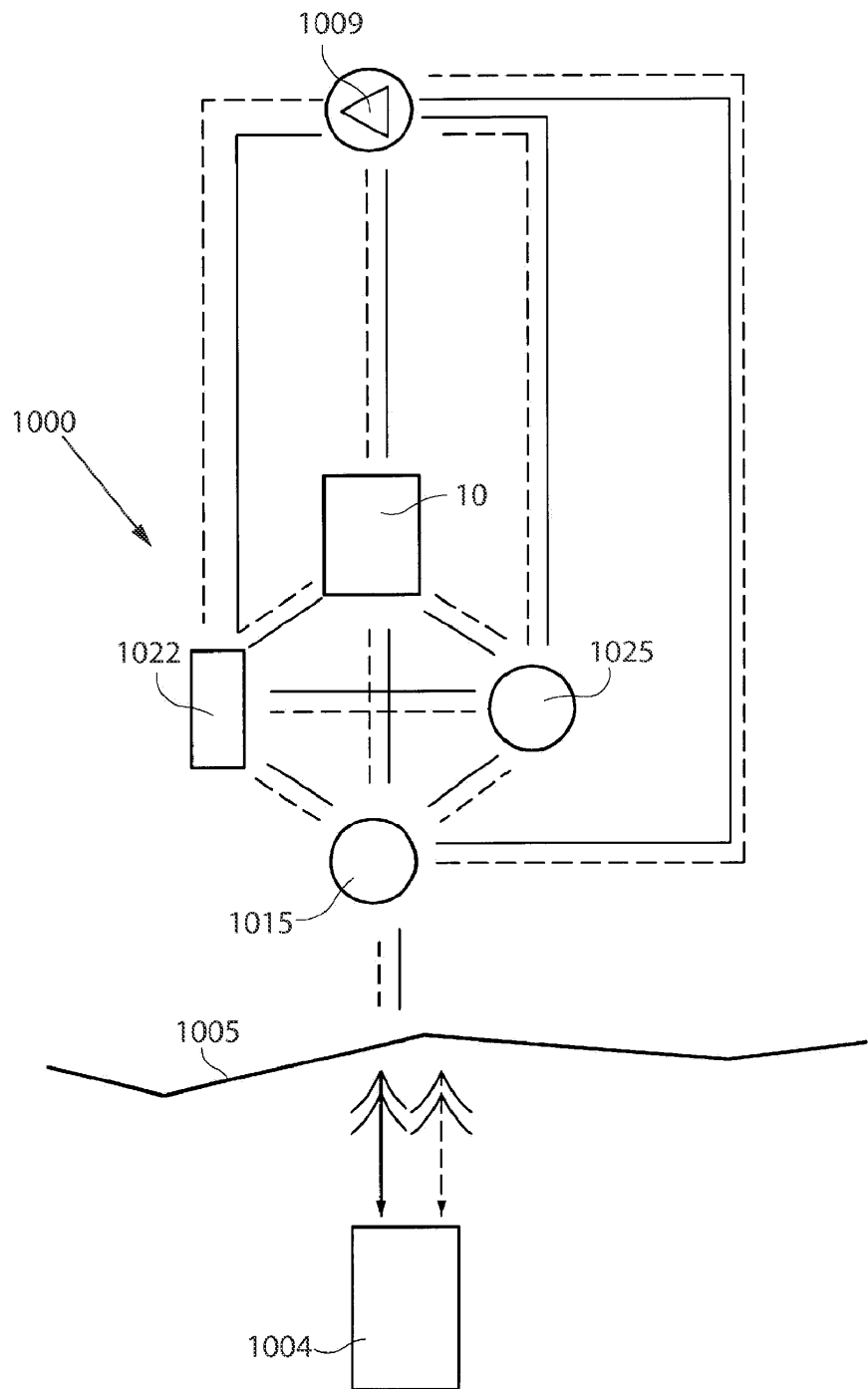


Fig.15

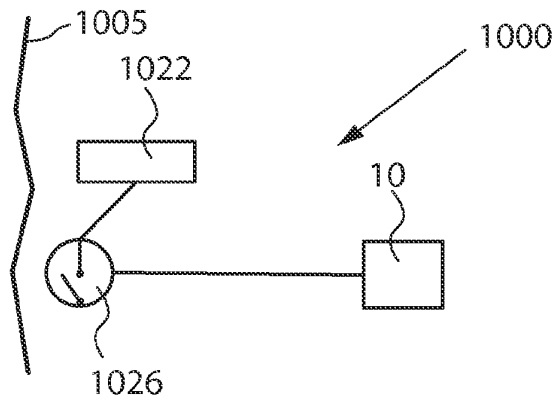


Fig.16

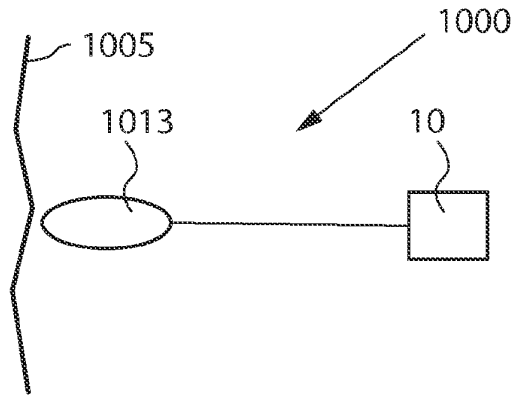


Fig.17

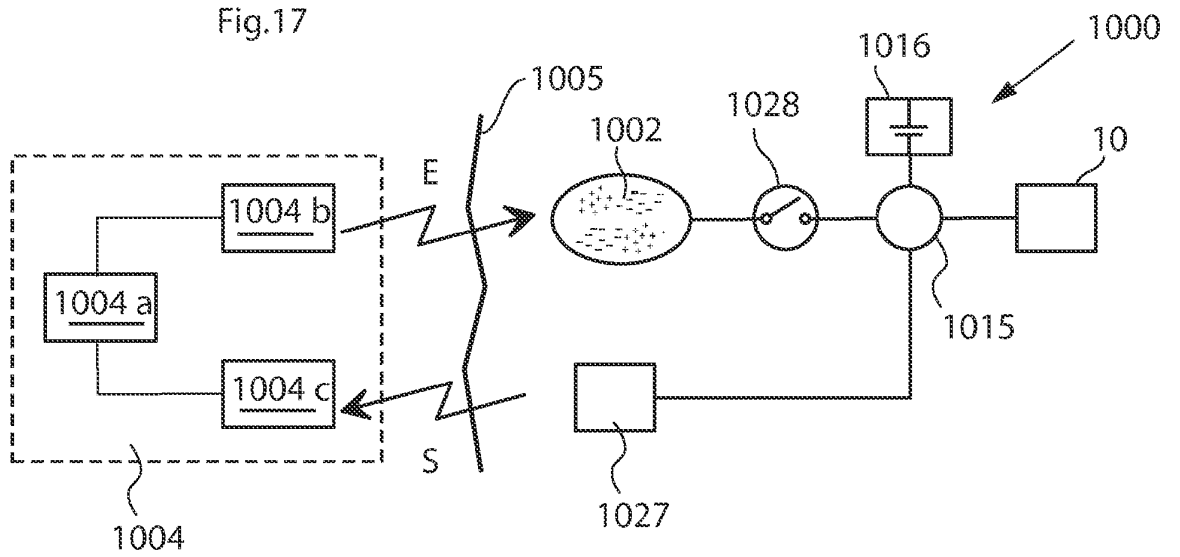


Fig.18

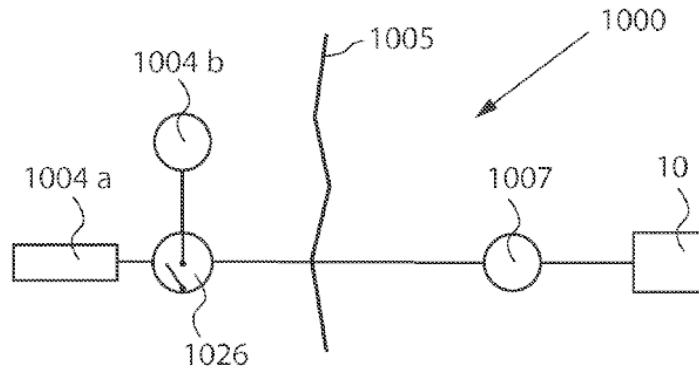


Fig.19

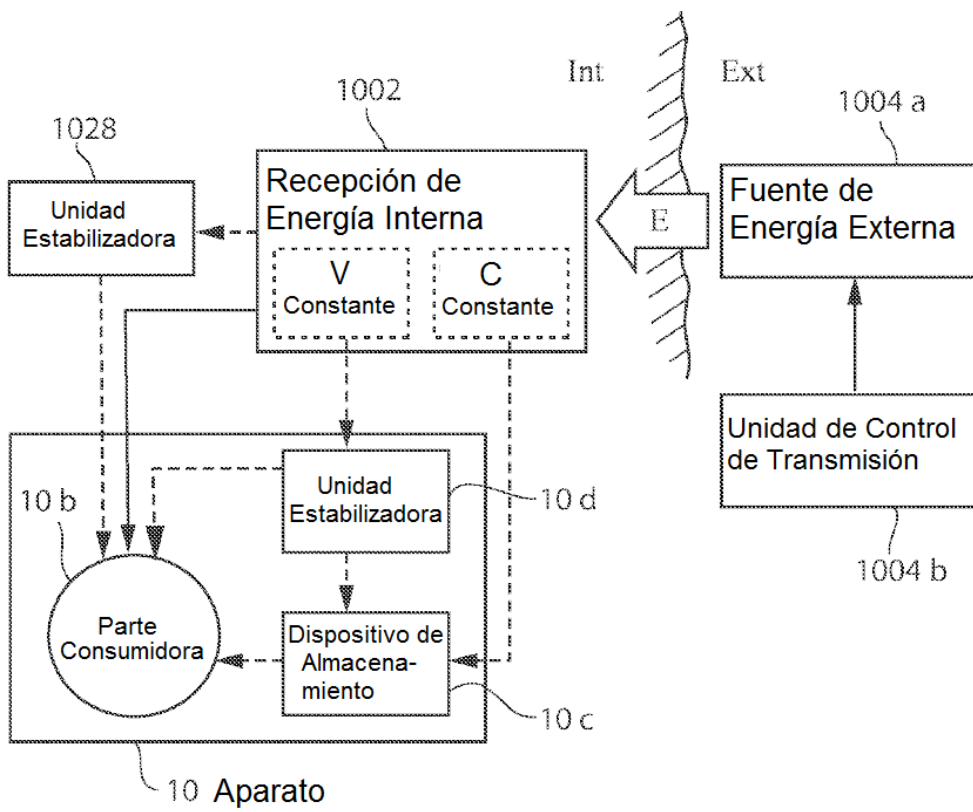


Fig.20

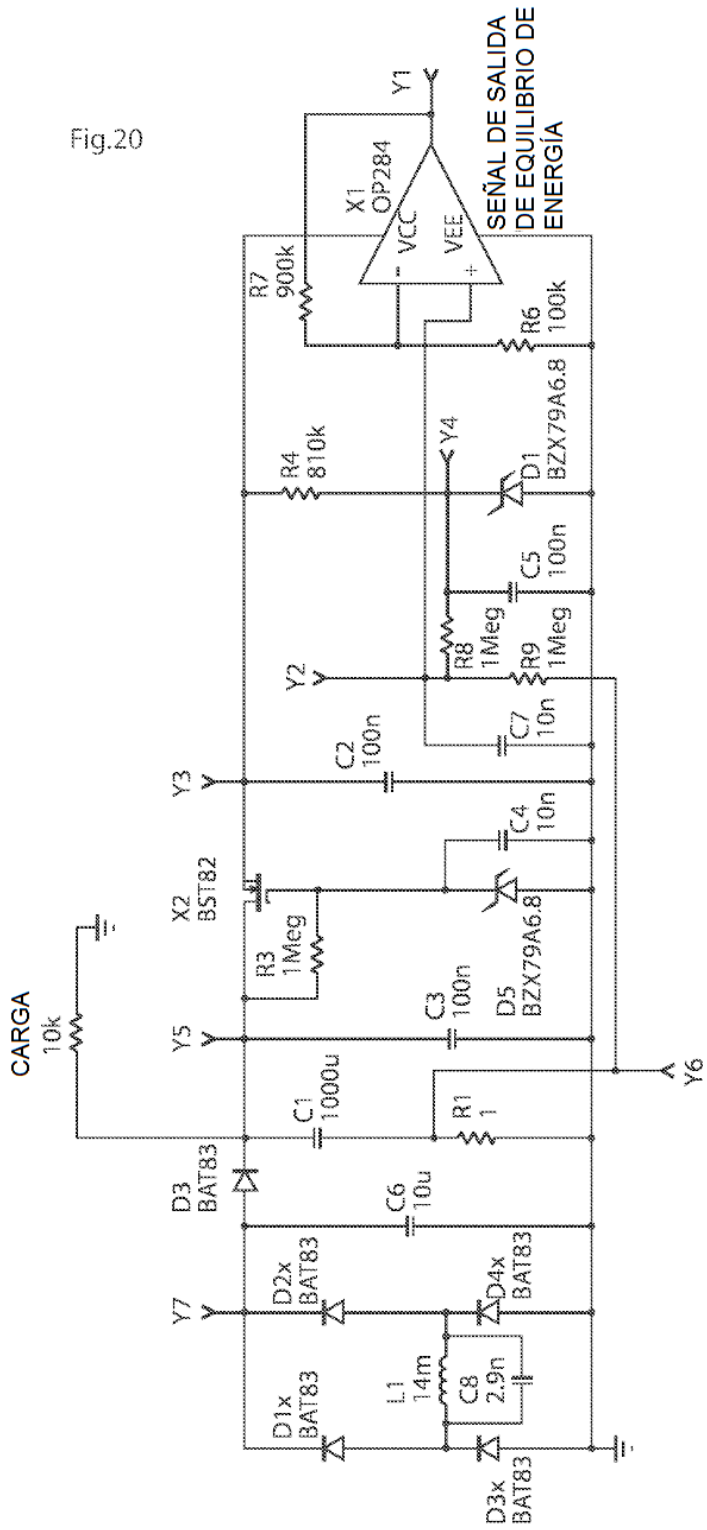


Fig.21

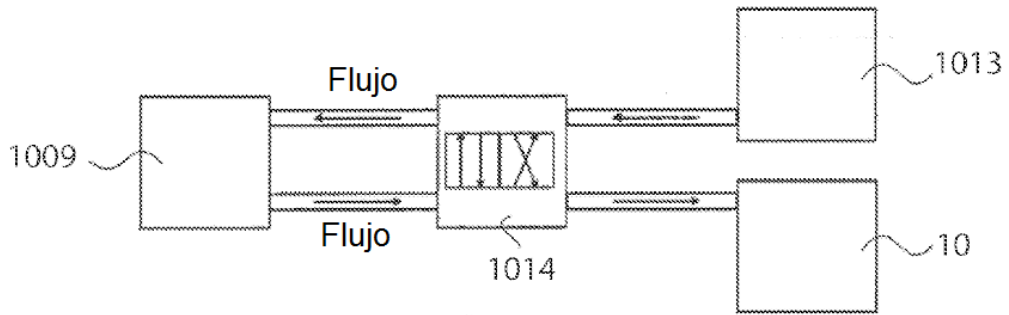


Fig.22

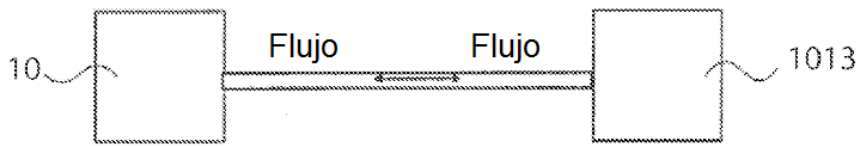


Fig.23

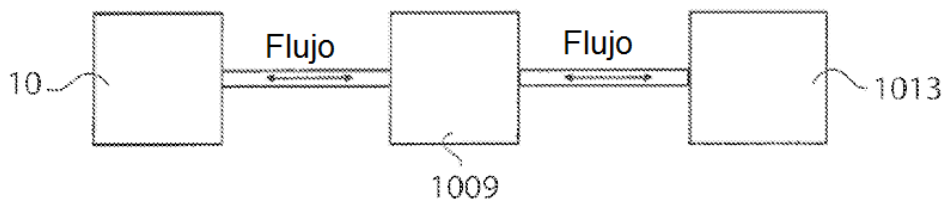




Fig.24

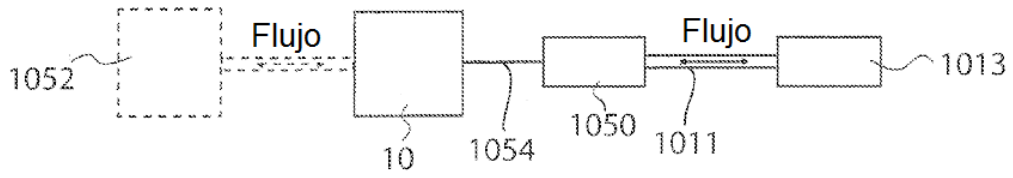


Fig.25 a

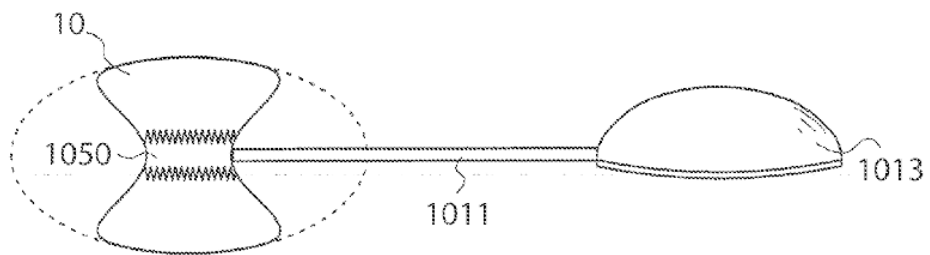


Fig.25 b

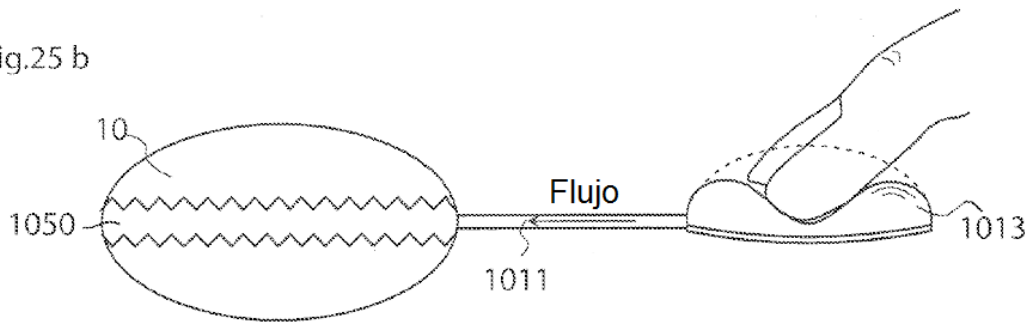


Fig.25 c

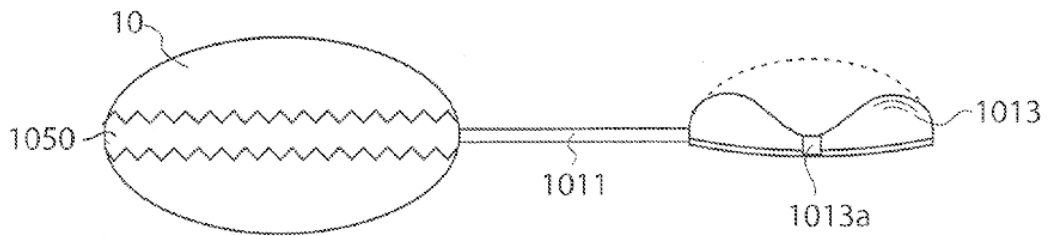


Fig.26

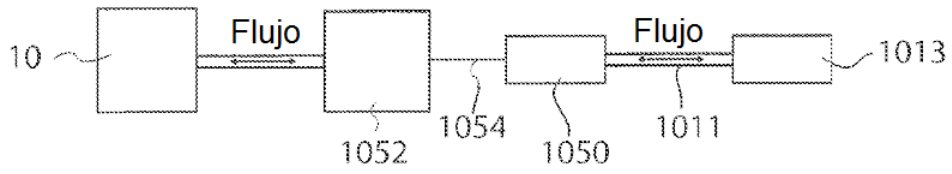


Fig.27 a

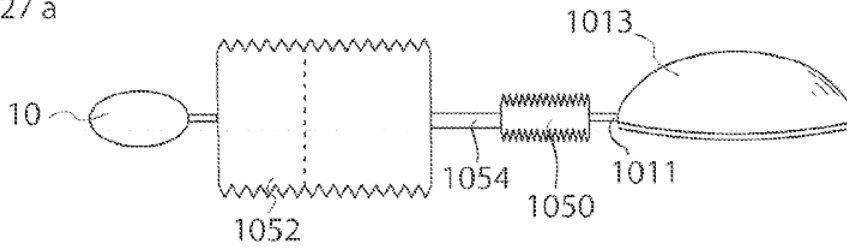


Fig.27 b

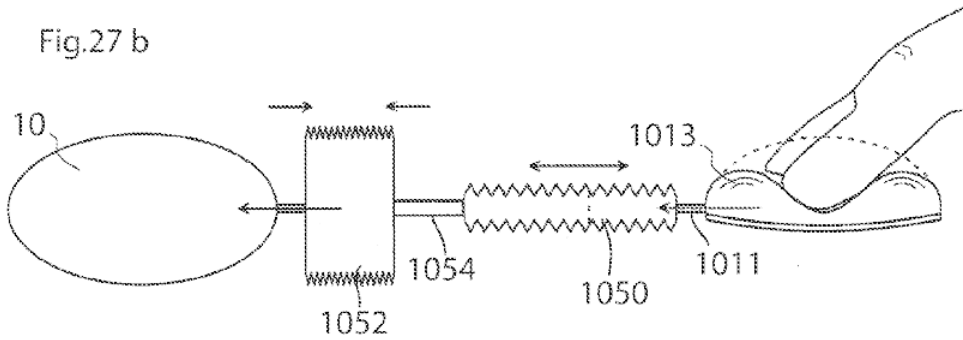


Fig.27 c

