

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 755 650**

51 Int. Cl.:

**H01Q 7/08** (2006.01)

**H02J 5/00** (2006.01)

**A61B 18/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.10.2014** **E 14189377 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.09.2019** **EP 3010084**

54 Título: **Dispositivo con una antena receptora y sistema de transferencia de potencia relacionado**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**23.04.2020**

73 Titular/es:  
**SYNOSTE OY (100.0%)**  
**Spektri Business Park, Metsänneidonkuja 8**  
**02130 Espoo, FI**

72 Inventor/es:  
**HAAJA, JUHA;**  
**SALDEN, KEVIN;**  
**HALLILA, HARRI;**  
**DUARTE, JORGE y**  
**RITVANEN, ANTTI**

74 Agente/Representante:  
**GARCÍA GONZÁLEZ, Sergio**

**ES 2 755 650 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**

Dispositivo con una antena receptora y sistema de transferencia de potencia relacionado

5 La invención se refiere a un dispositivo con una antena receptora. Especialmente, la invención se refiere a un dispositivo en el que la antena receptora comprende una bobina secundaria, una bobina terciaria y una carga, y puede conectarse inductivamente a una antena de transmisión externa. Además, la invención es especialmente para dispositivos implantables.

10 Los dispositivos electrónicos implantables se han convertido recientemente en una herramienta importante para supervisar, medir y activar respuestas fisiológicas en el cuerpo humano. Para el aumento de la tasa de supervivencia, así como la calidad de vida del paciente, es esencial encontrar formas de realización que cumplan los estrictos requisitos de estabilidad, miniaturización, funcionalidad y menor consumo de energía de los dispositivos electrónicos implantables.

Se sabe por la técnica anterior que un implante está equipado con un conector para una unidad receptora. La unidad receptora puede activarse sin contacto desde una unidad transmisora externa.

15 Se conoce una antena receptora, que se usa en el tratamiento de alargamiento de los miembros inferiores. La configuración de transferencia de potencia inductiva en el área de aplicación es para utilizar una antena implantada por vía subcutánea. Este tipo de configuración permite una corta distancia de transferencia y un acoplamiento bueno y eficiente. Sin embargo, la implantación de la antena es difícil, lleva mucho tiempo y aumenta las posibilidades de posibles complicaciones.

20 En la publicación US 20040023623 se divulga un dispositivo para controlar, regular o poner en funcionamiento un implante activo. En la publicación, se implanta un dispositivo distractor con una unidad receptora a la que se pueden suministrar datos o potencia desde el exterior a través de una unidad transmisora.

La publicación US 2013241306 divulga el uso de una bobina adicional más grande para aumentar la transmisión de potencia entre dos inductores acoplados.

25 Para la transferencia de potencia electromagnética eficiente y sin contacto entre devanados, la miniaturización de la parte receptora es esencial. El devanado receptor está restringido a dimensiones mucho más pequeñas que el de envío. Esto da como resultado un bajo acoplamiento magnético entre bobinas. En un enfoque típico de la técnica anterior, la bobina receptora se ensambla alrededor de material ferromagnético, por ejemplo una barra de ferrita. Cabe señalar, que la ferrita no debe llevarse a la saturación magnética. La saturación puede causar pérdidas inaceptables y aumento de la temperatura.

30 Además, para facilitar la transferencia de potencia, la frecuencia de operación debe ser lo más alta posible. Con una mayor frecuencia de transferencia de potencia, el acoplamiento magnético es mejor y, en consecuencia, las dimensiones requeridas para los componentes pasivos son menores.

35 Al considerar un implante corporal, la geometría del devanado de envío es bastante fija ya que la aplicación tiene limitaciones para la bobina de transmisión, para obtener la transferencia de potencia deseable. Las dimensiones del devanado receptor serán aproximadamente veinte veces más pequeñas, o incluso menores, que las de la parte de envío.

40 Una forma típica de la técnica anterior es conectar la antena receptora directamente a la carga resistiva, sin compensación de potencia reactiva. Esto permite una parte receptora más pequeña y se puede utilizar una carcasa con volumen limitado. La excitación directa de los devanados de envío requiere una fuente de potencia de alta tensión junto con una corriente relativamente alta. Solo así se puede alcanzar la magnetización de las bobinas de envío. Sin embargo, la alta tensión y la alta corriente ponen serias limitaciones en la frecuencia alcanzable para la transferencia de potencia, ya que la fuente de alimentación requerida será bastante voluminosa, comprometiendo seriamente la portabilidad del convertidor.

45 Un enfoque más efectivo hacia la miniaturización es compensar la autoinductancia de los devanados mediante condensadores en serie. Debido a la resonancia en serie, la tensión de los terminales de los devanados es alta, pero la tensión de suministro de potencia necesaria es bastante baja, lo que reduce drásticamente el volumen del convertidor. El valor de la autoinductancia de cada devanado se determina fácilmente y no cambia con el acoplamiento mutuo entre las bobinas.

50 Para acomodar el condensador para un volumen disponible, las dimensiones del devanado deben cambiarse de alguna manera. La reducción del número de vueltas provoca la reducción del acoplamiento, lo que provoca requisitos de mayor tensión y un mayor valor y volumen del condensador de compensación asociado. Por otro lado, al aumentar el número

de vueltas de devanado, el material de ferrita puede saturarse. Entre los problemas del dimensionamiento preferible, puede haber problemas para encontrar componentes disponibles comercialmente adecuados para el uso.

5 Para facilitar la transferencia sin contacto de energía eléctrica entre dos devanados con acoplamiento magnético débil, se sugiere la adición de un tercer devanado para permitir la coincidencia práctica de los valores nominales de los componentes.

Con el tercer devanado, los componentes de corriente real y reactiva en la parte receptora pueden separarse en gran medida. Como ahora, la corriente a través del condensador de compensación no es la misma que la corriente a través de la carga, se logra flexibilidad para diseñar el devanado de carga. Esto multiplica las posibilidades para elegir el número adecuado de vueltas y geometría, así como la tensión nominal del condensador de compensación.

10 Las realizaciones de la técnica anterior tienen varios problemas. Las mismas están luchando con al menos algunos de los problemas, tal como la mala eficiencia, los componentes no biocompatibles, las disposiciones de bobina ineficientes para permitir la encapsulación, las encapsulaciones herméticas y las fugas en el implante a través del cableado.

15 Los problemas de la técnica anterior se resuelven mediante un dispositivo con una antena receptora, en el que la antena receptora comprende una bobina secundaria y una bobina terciaria. La bobina terciaria está dispuesta para tener conexión a una carga en el dispositivo. La antena receptora está dispuesta para conectarse inductivamente a una antena transmisora que comprende una bobina primaria. El dispositivo de la invención se caracteriza porque la antena receptora comprende además un condensador al que está conectada la bobina secundaria. Además, hay una encapsulación que comprende una baja permeabilidad a los líquidos y un material no conductor que encapsula al menos una parte de la antena receptora, de modo que los devanados de la bobina terciaria están fuera de la encapsulación; y la antena receptora (110) está dispuesta para resonar sustancialmente a la misma frecuencia que la antena transmisora (200).

Otra realización para la solución es un sistema de transferencia de potencia que incluye una antena transmisora y un dispositivo con las características mencionadas anteriormente ubicadas de manera que estén conectadas inductivamente.

25 El dispositivo de la presente invención se puede usar especialmente como un dispositivo implantable, pero también se puede usar en circunstancias corrosivas así como en otros entornos desafiantes, en los que la antena es por ejemplo moldeada en la estructura circundante.

Aquí, el término "condensador" debe entenderse que significa cualquier elemento electrónico con características capacitivas.

30 Para evitar la compensación de cualquier enlace de flujo magnético común y perder la conexión a la bobina primaria, la bobina secundaria y la bobina terciaria no deben estar perfectamente acopladas. El flujo de fuga de las bobinas terciaria y secundaria es la forma de transferir potencia desde la bobina primaria. Sin embargo, la magnetización del posible material de ferrita en las bobinas terciaria y secundaria se debe al campo de magnetización efectivo creado por las dos corrientes juntas. Por lo tanto, las corrientes individuales de las bobinas terciaria y secundaria pueden ser mayores que la corriente de carga sola.

35 El acoplamiento mutuo entre las bobinas secundaria y terciaria se convierte en un parámetro de diseño adicional y la compensación entre el número de vueltas, pérdidas de devanado, saturación magnética, fatiga por tensión de condensador y tensión de bobinado de envío se puede alcanzar en base a la combinación de tres combinación devanados.

40 Como la introducción de la ferrita y la mejora del acoplamiento originan más componentes no biocompatibles, por ejemplo condensador y soldadura, existe la necesidad de un sellado hermético que encapsule los componentes no biocompatibles.

45 En una variante que no forma parte de la invención, la bobina terciaria conectada a la carga sería la bobina más central de la estructura implantable. En este caso, sin embargo, el condensador se encuentra fuera de la bobina y la ferrita dentro de la bobina. Se necesita el uso de dos paquetes herméticos separados, uno para el condensador y otro para el núcleo de ferrita. Alternativamente, toda la antena receptora se encapsularía y se deberían introducir las vías, especialmente las vías herméticas, para la conexión al implante.

La realización preferente de la invención es que la bobina secundaria se encuentra debajo de la bobina terciaria y la construcción. En este caso, se puede usar un único paquete hermético para el circuito secundario.

50 En una realización de la invención, los problemas relacionados con una antena que debe implantarse por separado, pueden resolverse teniendo una antena que esté integrada en el extremo del clavo intramedular o similar. Esto, sin

embargo, conduce a una larga distancia de transferencia y son comunes los diámetros de bobina primaria de 200-250 mm. Además, el diámetro de la antena integrada es típicamente pequeño, en el rango de 7-9 mm debido al tamaño limitado del canal intramedular.

5 Además, en la antena receptora, puede haber un elemento que incluye material ferromagnético, para enfocar el campo magnético de la antena transmisora en la antena receptora.

El elemento mencionado que incluye material ferromagnético puede ser típicamente un núcleo de ferrita, pero también es posible usar cualquier otro material o mezcla que pueda tener efectos similares en el campo magnético. La introducción del núcleo de ferrita ayuda a enfocar el campo magnético.

10 Además, la bobina secundaria puede estar dispuesta para acoplarse a la bobina terciaria a través del elemento que incluye material ferromagnético para crear un transformador entre la bobina secundaria y la bobina terciaria.

Aquí, el término "transformador" significa cualquier tipo de formulación de inductancia mutua entre los elementos.

Además, la bobina secundaria y el condensador pueden constituir un circuito secundario y la encapsulación puede estar dispuesta para encapsular sustancialmente el circuito secundario completo con el elemento que incluye material ferromagnético que constituye un paquete.

15 La encapsulación se compone principal y preferiblemente de manera sustancialmente pura de baja permeabilidad a los líquidos y material no conductor. El material de baja permeabilidad a los líquidos puede ser típicamente material capaz de proporcionar encapsulación hermética.

La encapsulación está dispuesta para encapsular sustancialmente la bobina secundaria receptora completa y puede tener vías, especialmente vías herméticas, para la conexión a la carga.

20 Aquí, el término "vía" significa cualquier tipo de conexión física y / o eléctrica incorporada a través de la encapsulación. En algunas conexiones, pueden llamarse como canales de alimentación o similares. Para generar este tipo de conexión, debe hacerse algún tipo de orificio o abertura para los cables o derivaciones en la encapsulación, envase, envoltura o embalaje.

25 En una realización preferente de la invención, la bobina secundaria y la bobina terciaria están dispuestas concéntricas una sobre la otra de manera que se acoplan. Alternativamente, la bobina secundaria y la bobina terciaria pueden estar dispuestas una al lado de la otra o una al lado de la otra de manera que se acoplen.

El dispositivo puede ser un clavo intramedular. En ese caso, la carga es un dispositivo distractor. El dispositivo también puede ser un marcapasos o cualquier otro dispositivo implantable para tratamiento médico o similar.

30 Es otra realización preferente de la invención, en la que dicha baja permeabilidad a los líquidos y material no conductor de la encapsulación comprende uno de cerámica y plástico.

Los materiales preferidos típicos para la encapsulación pueden ser por ejemplo PEEK, Parileno C, Poliuretano o vidrio.

Es otra realización más de la invención, en la que la antena receptora está dispuesta para resonar sustancialmente a la misma frecuencia que la antena transmisora.

35 El factor Q del circuito tiene un efecto conocido sobre el pico del circuito resonante. Cuando se considera el ancho del pico de amplitud en el dominio de la frecuencia, el factor Q más grande hace que la banda -3dB sea más estrecha. Con una banda muy estrecha, las frecuencias de los dos circuitos deben, por supuesto, estar más cerca una de la otra para resonar juntas. Por ejemplo, un circuito con frecuencia normal de 300 kHz puede resonar con, por ejemplo circuitos de frecuencias en el rango de 250-350 kHz, 260-340 kHz, 275-325 kHz, 290-310 kHz, o incluso 299,5-300,5 kHz, dependiendo del factor Q. Además, cuanto más cercanas estén las frecuencias, más fuertes resonarán los circuitos juntos.

40 Debido a la distancia entre las antenas de transmisión y recepción, el factor de acoplamiento entre ellas es típicamente muy débil. El primer paso para mejorar el acoplamiento entre las antenas y sus bobinas, es usar una ferrita o tal en la antena receptora para enfocar el campo magnético de la antena transmisora en la antena receptora. Esto, sin embargo, no aumenta el factor de acoplamiento a los niveles requeridos para operaciones factibles. Al usar una bobina resonante y la bobina primaria de la antena transmisora, se reduce la potencia necesaria para accionar la bobina primaria.

45 La solución eléctrica, sin embargo, deja más problemas en la aplicación. La realización ahora incluye dos componentes no biocompatibles, la ferrita, que típicamente es de MnZn, y un condensador, que puede ser de diversos materiales.

Los materiales no biocompatibles de la antena tienen que estar encapsulados de alguna manera.

A continuación, la invención se describe con más detalle con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 muestra el montaje de tres bobinas.

La Fig. 2 muestra un circuito equivalente del ensamblaje de la Fig. 1

5 La Fig. 3 muestra una vista en sección transversal de la configuración de la antena receptora con una encapsulación.

La Fig. 1 muestra el ensamblaje de las tres bobinas 112, 114 y 202. La bobina primaria 202 está conectada en serie con un condensador compensador 210 que juntos forman una antena transmisora 200. La bobina secundaria 112 y la bobina terciaria 114 están alrededor de un elemento incluyendo material ferromagnético, por ejemplo una barra de ferrita 118 y un condensador 142 y una resistencia 144 están conectados a los terminales.

10 La generación de inductancias mutuas es visible en el circuito equivalente de la Fig. 2.

El enfoque de las figuras 1 y 2 es especialmente ventajoso para aplicaciones donde las dimensiones de las bobinas primaria y secundaria 202 y 112 son muy diferentes entre sí, lo que conduce a un débil acoplamiento magnético.

15 Las dimensiones geométricas de la bobina primaria 202 están determinadas por las necesidades de la aplicación. El número de vueltas  $N_1$  impone el valor de la autoinductancia de los devanados de la bobina  $L_{202}$ , y se debe encontrar una compensación entre la corriente requerida a través de  $L_{202}$  y la potencia disipada en la resistencia de los devanados de la bobina  $R_{202}$ .

20 En una implementación práctica, es conveniente accionar los devanados de la bobina primaria con una forma de onda de tensión en forma de bloque generada por convertidores de medio puente con tensión de bus de CC constante  $V_{cc}$ , y frecuencia constante  $f_{in}$ . El componente fundamental rms de la tensión en forma de bloque  $V_{in}$  está dado por la ecuación 1 como

$$V_{in} = \frac{2}{\pi\sqrt{2}}V_{dc} \quad (1)$$

El devanado primario se conecta en serie con un condensador  $C_{210}$ , cuyo valor debe elegirse de manera que

$$\frac{1}{\sqrt{L_{202}C_{210}}} = 2\pi f_{in} \quad (2)$$

25 Esto significa que la autoinductancia del devanado primario está compensada en serie, independientemente de la posición relativa de los otros devanados.

30 Los devanados secundario y terciario están enrollados firmemente alrededor de una pequeña barra de ferrita, con un número de vueltas igual a  $N_2$  y  $N_3$  respectivamente. Se supone que ambos devanados tienen radios mucho más pequeños que el devanado primario. El devanado secundario, con autoinductancia  $L_{112}$ , está conectado en sus terminales a un condensador  $C_{142}$ . Finalmente, el devanado terciario está conectado a una resistencia  $R_{144}$ , en la que se espera que se produzca una disipación de potencia de acuerdo con las necesidades de la aplicación.

Al considerar los componentes armónicos fundamentales, se encuentra que las relaciones fasor tensión / corriente para los tres devanados son

$$V_1 = j\omega L_{202}I_1 + j\omega M_{02}I_2 + j\omega M_{04}I_3 = Z_{11}I_1 + Z_{12}I_2 + Z_{13}I_3 \quad (3)$$

$$V_2 = j\omega M_{02}I_1 + j\omega L_{112}I_2 + j\omega M_{24}I_3 = Z_{12}I_1 + Z_{22}I_2 + Z_{23}I_3 \quad (4)$$

$$35 \quad V_3 = j\omega M_{04}I_1 + j\omega M_{24}I_2 + j\omega L_{114}I_3 = Z_{13}I_1 + Z_{23}I_2 + Z_{33}I_3 \quad (5)$$

en la que  $\omega = 2\pi f_{in}$  y  $M_{02}$  es la inductancia mutua entre el devanado primario y el devanado secundario,  $M_{04}$  es la inductancia mutua entre el devanado primario y el devanado terciario y  $M_{24}$  es la inductancia mutua entre el devanado secundario y el devanado terciario.

Al conectar un condensador a los terminales del devanado secundario, se deduce de la anotación de la Fig. 2 que

$$V_2 = V_{C_{142}} = \frac{-1}{j\omega C_{142}} I_2 = -Z_{C_{142}} I_2 \quad (6)$$

El valor de  $C_{142}$  debe elegirse como

$$C_{142} = 1 / \omega^2 L_{112} (1 - k_{24}^2) \quad (7)$$

En la que  $k_{24} = M_{24} / \sqrt{L_{112} L_{114}}$  representa el acoplamiento entre los devanados secundario y terciario. De esta manera, las autoinductancias  $L_{112}$  y  $L_{114}$  y la mutua inductancia  $M_{24}$  están totalmente compensadas por  $C_{142}$  cuando  $I_1 = 0$ .

Los valores de  $N_2$  y  $N_3$  imponen las autoinductancia y mutua inductancia de devanados  $L_{112}$ ,  $L_{114}$ ,  $M_{24}$  y pueden determinarse de tal manera que eviten la saturación de la barra de ferrita y limiten la tensión máxima en  $C_{142}$  a carga completa.

Por ejemplo, si  $P_{144}$  es la potencia deseada que debería disiparse en  $R_{144}$ , la resistencia conectada en el devanado terciario, implica la corriente terciaria rms

$$I_3 = \sqrt{\frac{P_{144}}{R_{144}}} \quad (8)$$

De las convenciones de la Fig. 2 se deduce que  $V_3 = -R_{144} I_3$  y  $V_2 = -Z_{C_{142}} I_2$ . Por lo tanto, después de algunas manipulaciones con las relaciones de fasor de tensión/ corriente anteriores, se encuentra que las corrientes rms primarias y secundarias son

$$I_1 = \frac{-1}{\Delta} [(Z_{22} + Z_{C_{142}})(R_{144} + Z_{33}) - Z_{23}^2] I_3 \quad (9)$$

$$I_2 = \frac{1}{\Delta} [Z_{12}(R_{144} + Z_{33}) - Z_{13} Z_{23}] I_3 \quad (10)$$

En la que

$$\Delta = Z_{13}(Z_{22} + Z_{C_{142}}) - Z_{23} Z_{12} \quad (11)$$

Cuando se conocen todas las corrientes rms, el valor rms del componente fundamental de las tensiones de entrada se determina fácilmente con

$$V_{C_{210}} = Z_{C_{210}} I_1 = \frac{1}{j\omega C_{210}} I_1 \quad (12)$$

$$V_{in} = V_{C_{210}} = R_{202} I_1 = V_1 \quad (13)$$

que produce el nivel de tensión del bus de CC

$$V_{dc} = \frac{\pi\sqrt{2}}{2} V_{in} \quad (14)$$

necesario para crear una forma de onda de tensión en forma de bloque por medio de un convertidor de medio puente. Además, la densidad máxima de flujo en la barra de ferrita está dada por

$$\Psi_2 = \frac{\sqrt{2}}{N_2} (|M_{02}I_1 + L_{112}I_2 + M_{24}I_3|) \quad (15)$$

$$B_{max2} = \frac{\Psi_2}{A} \quad (16)$$

En la que  $A_2$  es el área de la sección transversal del núcleo de ferrita. En conjunto, se encuentra que la eficiencia de transferencia de potencia se convierte en

$$\eta = \frac{R_{144}|I_3|^2}{R_{202}|I_1|^2 + R_{144}|I_3|^2} \quad (17)$$

10 La Fig. 3 muestra una realización de la encapsulación 120 de la invención. En este contexto, el material de la encapsulación se elige como hermético y no conductor, lo que generalmente significa cerámica. El material utilizado para encapsular la electrónica debe poseer una alta resistividad y una alta resistencia dieléctrica.

15 Los materiales de encapsulación adecuados pueden comprender metales, tales como titanio y sus aleaciones, acero inoxidable de grado biológico, aleaciones a base de cobalto, tántalo, niobio, aleaciones de titanio-niobio, nitinol, MP35N y algunos metales nobles. También pueden comprender vidrio, cerámica. Además, son aplicables materiales poliméricos, tales como epóxidos, siliconas, poliuretanos, poliimidadas, silicio-poliimidadas, parilenos, olefinas policíclicas, carbonos de silicio, bentzociclobutenos y polímeros de cristal líquido.

20 La encapsulación de cerámica 120 de la ferrita 118 es sencilla. Sin embargo, la encapsulación del condensador 142 se vuelve problemática. El condensador requeriría vías herméticas para conectarlo a la bobina secundaria 112. Esto no es económicamente factible con altas corrientes.

Las limitaciones de espacio en aplicaciones implantables, especialmente en un dispositivo intramedular, son evidentes. Por lo tanto, sería beneficioso limitar la cantidad de diferentes capas de encapsulación. Esto puede realizarse encapsulando la bobina secundaria completa 112 y ferrita en el mismo paquete.

25 Típicamente en la configuración eléctrica, la bobina secundaria 112 está en la parte superior de la bobina terciaria 114. Esto dificulta la encapsulación 120 en un único paquete. Los cables de la bobina se deben enrutar desde la bobina terciaria 114 a la carga impulsada. Sin embargo, cambiando la configuración de tal manera que la bobina secundaria sea la bobina más central del ensamblaje, los problemas de la ruta del cable pueden resolverse. Los devanados de la bobina terciaria 114 ahora se pueden establecer en la parte superior de la encapsulación 120.

30 La biocompatibilidad se define como la capacidad de un material para funcionar con una respuesta apropiada del huésped en una aplicación específica. Cuando se usa un material biocompatible, tal como oro, platino, plata o plata chapada en oro, para los devanados de la bobina terciaria 114, se alcanza una solución biocompatible a largo plazo. Además, en el caso de los implantes activos encapsulados, generalmente es deseable que el implante sea no tóxico, no cancerígeno y no trombogénico. Además, la encapsulación no debe causar irritación mecánica en los tejidos circundantes.

35 Además, se debe evitar la fuga de líquido dentro del implante. Debido a la necesidad de conectar los devanados de la bobina terciaria 114 a la carga, algunos cables deben ser enrutados. Se debe evitar la introducción de fluidos corporales. Los fluidos pueden llegar al implante a través del efecto capilar ya que los cables de la antena receptora permiten el camino directo allí. Los fluidos fisiológicos contienen varios materiales orgánicos e inorgánicos y componentes celulares tal como sales, enzimas, hormonas, proteínas y células enteras, que hacen del cuerpo humano uno de los ambientes más corrosivos.

40 La prevención de la fuga de fluidos corporales se puede lograr de varias maneras. En una realización de la invención, se puede usar un conector de vía hermética para conectarse a la antena receptora 110. Alternativamente, la antena receptora 110 se puede sobremoldear con un polímero para evitar que el líquido penetre en los cables. Además, la

antena receptora 110 puede encapsularse en un segundo envase hermético. Alternativamente, la antena receptora 110 puede encapsularse en un termoplástico.

En una realización preferente de la invención, se usaría una encapsulación sellada ultrasónicamente para la antena receptora y retén. Esta soldadura ultrasónica de termoplástico evita la fuga de la interfaz de la antena.

- 5 La encapsulación 120 puede incluir una soldadura ultrasónica o láser para evitar cualquier fuga. También puede haber una carcasa adicional que encierra toda la antena receptora 110. La carcasa adicional es preferiblemente una encapsulación de plástico y también puede incluir una soldadura ultrasónica para evitar cualquier fuga.

Lista de marcas de referencia

	110	antena receptora
10	112	bobina secundaria
	114	bobina terciaria
	118	elemento que incluye material ferromagnético
	120	encapsulación
	142	condensador
15	144	resistencia
	200	antena transmisora
	202	bobina primaria
	210	condensador de compensación
	L <sub>202</sub>	autoinductancia de devanados de bobina primaria
20	L <sub>112</sub>	autoinductancia de devanados de bobina secundaria
	L <sub>114</sub>	autoinductancia de devanados de bobina terciaria
	R <sub>202</sub>	resistencia de devanados de bobina primaria
	R <sub>144</sub>	resistencia de la resistencia en conexión con los devanados terciarios
	C <sub>210</sub>	capacitancia del condensador en conexión con los devanados de bobina primaria
25	C <sub>142</sub>	capacitancia del condensador en conexión con los devanados de bobina secundaria
	M <sub>02</sub>	inductancia mutua entre el devanado primario y devanado secundario
	M <sub>04</sub>	inductancia mutua entre el devanado primario y devanado terciario
	M <sub>24</sub>	inductancia mutua entre el devanado secundario y devanado terciario
	V <sub>cc</sub>	tensión de bus cc
30	f <sub>in</sub>	frecuencia constante
	V <sub>in</sub>	tensión en forma de bloque
	V <sub>1</sub>	tensión de devanado primario
	V <sub>2</sub>	tensión de devanado secundario

## ES 2 755 650 T3

	$V_3$	tensión de devanado terciario
	$V_{C142}$	tensión de condensador en conexión con los devanados de bobina secundaria
	$V_{C202}$	tensión de condensador en conexión con los devanados de bobina primaria
	$P_{144}$	potencia disipada en una resistencia
5	$N_1$	número de vueltas en devanados primarios
	$N_2$	número de vueltas en devanados secundarios
	$N_3$	número de vueltas en devanados terciarios
	$k_{24}$	acoplamiento entre devanados secundario y terciario
	$I_1$	devanado primario de corriente
10	$I_2$	devanado secundario de corriente
	$I_3$	devanado terciario de corriente
	$\vartheta$	eficiencia de transferencia de potencia
	$\psi_2$	flujo pico
	$B_{max2}$	densidad de flujo pico
15	$A_2$	área en sección transversal de un elemento que incluye material ferromagnético
	$Z_{11}$	factor de impedancia
	$Z_{12}$	factor de impedancia
	$Z_{13}$	factor de impedancia
	$Z_{22}$	factor de impedancia
20	$Z_{23}$	factor de impedancia
	$Z_{33}$	factor de impedancia
	$Z_{C142}$	factor de impedancia
	$Z_{C202}$	factor de impedancia

25

30

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo con una antena receptora (110), en el que la antena receptora (110) comprende una bobina secundaria (112), y está dispuesta para conectarse inductivamente a una antena transmisora (200) que comprende una bobina primaria (202), **caracterizado porque**
- la antena receptora (110) comprende además:
- 10 una bobina terciaria (114) dispuesta para tener conexión con una carga en el dispositivo; y
- un condensador (142) al cual está conectada la bobina secundaria (112);
- y hay una encapsulación (120) que comprende una baja permeabilidad a los líquidos y un material no conductor que encapsula al menos una parte de la antena receptora (110) de modo que los devanados de la bobina terciaria (114) se colocan encima de la encapsulación (120); y la antena receptora (110) está dispuesta para resonar sustancialmente a la misma frecuencia que la antena transmisora (200).
- 15 2. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que en la antena receptora (110) hay un elemento (118) que incluye material ferromagnético para enfocar el campo magnético de la antena transmisora (200) en la antena receptora (110).
3. El dispositivo de la reivindicación 2, en el que la bobina secundaria (112) está dispuesta para acoplarse a la bobina terciaria (114) a través del elemento (118) para crear un transformador entre la bobina secundaria (112) y la bobina terciaria (114) .
- 20 4. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la bobina secundaria (112) y el condensador (142) constituyen un circuito secundario y la encapsulación (120) está dispuesta para encapsular sustancialmente el circuito secundario completo con el elemento (118) constituyendo un paquete.
- 25 5. El dispositivo de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en el que la encapsulación (120) tiene vías herméticas para la conexión a la carga.
6. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la bobina secundaria (112) y la bobina terciaria (114) están dispuestas concéntricas una sobre la otra de manera que se acoplan.
- 30 7. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que la bobina secundaria (112) y la bobina terciaria (114) están dispuestas una al lado de la otra de manera que se acoplan.
8. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que dicha baja permeabilidad a los líquidos y material no conductor de la encapsulación (120) comprende uno de entre cerámica y plástico.
- 35 9. Dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que hay una carcasa adicional que encierra toda la antena receptora (110).
- 40 10. El dispositivo de una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que al menos una de entre la encapsulación (120) y la carcasa incluye una soldadura ultrasónica o láser para evitar cualquier fuga.
11. Un sistema de transferencia de potencia que incluye una antena transmisora (200) y un dispositivo de la reivindicación 1 ubicados de tal manera que estén conectados inductivamente.

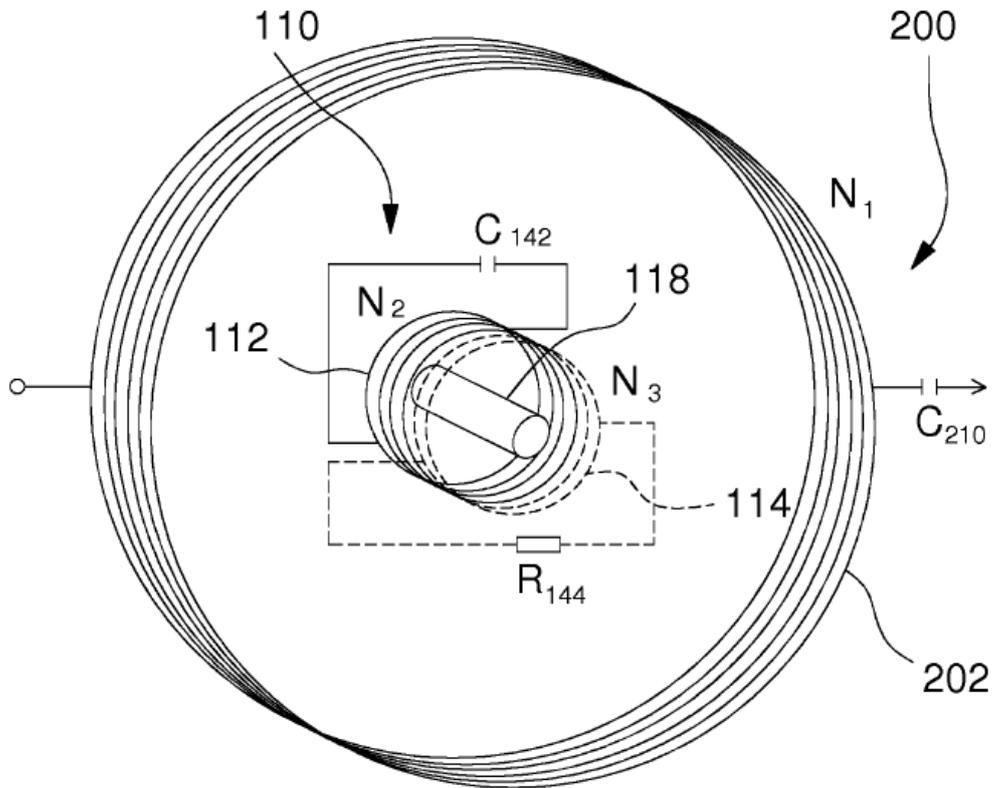
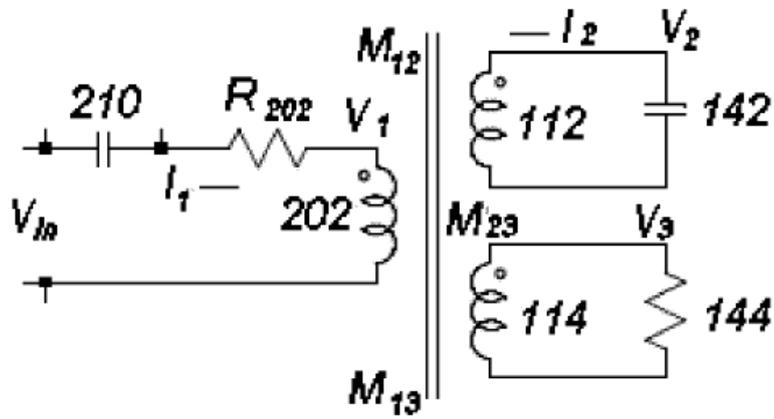
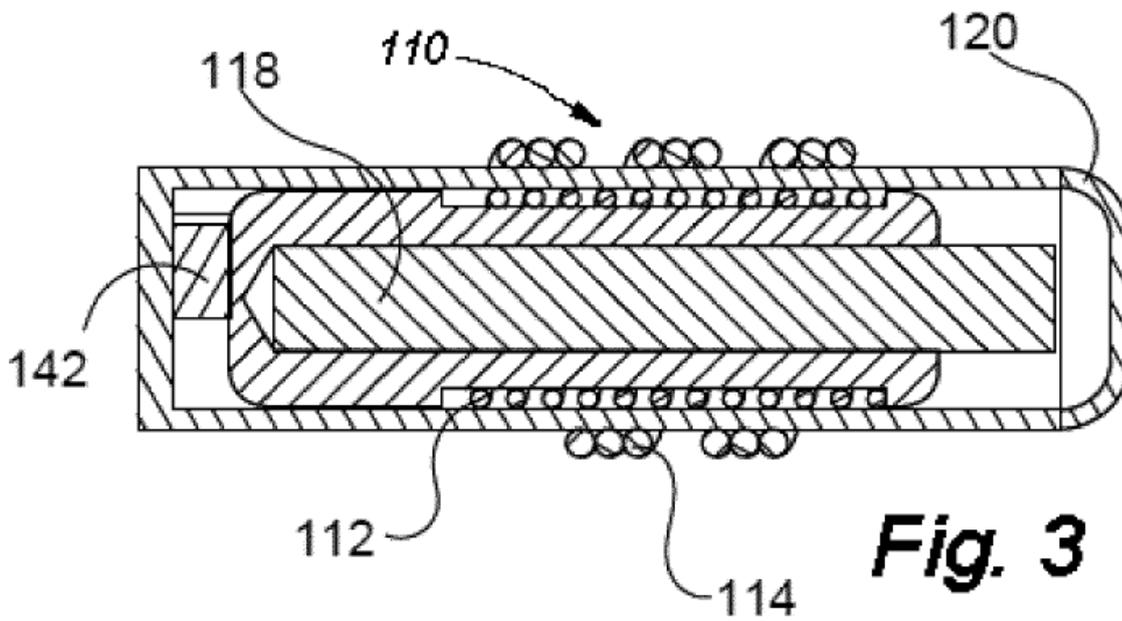


Fig. 1



**Fig. 2**



**Fig. 3**