

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 592 854**

51 Int. Cl.:

A61N 1/378 (2006.01)

A61N 1/375 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.09.2010** **PCT/US2010/049210**

87 Fecha y número de publicación internacional: **19.05.2011** **WO11059564**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2010** **E 10757375 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.06.2016** **EP 2498872**

54 Título: **Minimizar la interferencia entre bobinas de carga y de telemetría en un dispositivo médico implantable**

30 Prioridad:

11.11.2009 US 616178

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

01.12.2016

73 Titular/es:

**BOSTON SCIENTIFIC NEUROMODULATION
CORPORATION (100.0%)
25155 Rye Canyon Loop
Valencia, CA 91355, US**

72 Inventor/es:

**RAHMAN, MD. MIZANUR;
NIMMAGADDA, KIRAN;
PARRAMON, JORDI y
FELDMAN, EMANUEL**

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 592 854 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

Minimizar la interferencia entre bobinas de carga y de telemetría en un dispositivo médico implantable

Campo de la invención

La presente invención se refiere a circuitería mejorada para un dispositivo médico implantable, para minimizar la interferencia entre las bobinas de carga y de telemetría del dispositivo.

Antecedentes de la invención

Los dispositivos de estimulación implantables son dispositivos que generan y suministran estímulos eléctricos a los nervios y tejidos del cuerpo, para el tratamiento de diversos trastornos biológicos, tales como marcapasos para tratar la arritmia cardíaca, desfibriladores para tratar la fibrilación cardíaca, estimuladores cocleares para tratar la sordera, estimuladores de la retina para tratar la ceguera, estimuladores musculares para producir un movimiento coordinado de las extremidades, estimuladores de la médula espinal para tratar el dolor crónico, estimuladores corticales y del cerebro profundo para el tratamiento de trastornos motores y psicológicos, y otros estimuladores neuronales para el tratamiento de la incontinencia urinaria, apnea del sueño, subluxación del hombro, etc. La descripción que sigue se centrará generalmente en el uso de la invención dentro de un sistema de estimulación de la médula espinal (SCS), tal como el desvelado en la patente US 6.516.227. Sin embargo, la presente invención puede ser aplicable a cualquier sistema de dispositivo médico implantable.

Como se muestra en las Figuras 1A y 1B, un sistema de SCS habitualmente incluye un generador de impulsos implantable (IPG) 100, que incluye una carcasa 30 de dispositivo biocompatible formada por un material conductor tal como el titanio, por ejemplo. La carcasa 30 suele contener la circuitería y la batería 26 necesarias para el funcionamiento del IPG, aunque los IPG también pueden alimentarse a través de energía de RF externa y sin una batería. El IPG 100 está acoplado a los electrodos 106 a través de uno o más conductores de electrodo (se muestran dos de estos conductores 102 y 104), de manera que los electrodos 106 formen un conjunto 110 de electrodos. Los electrodos 106 están soportados en un cuerpo flexible 108, que también aloja los hilos 112 y 114 de señal individuales acoplados a cada electrodo. En la realización ilustrada, hay ocho electrodos en el conductor 102, etiquetados E₁-E₈, y ocho electrodos en el conductor 104, etiquetados E₉-E₁₆, aunque el número de conductores y de electrodos es específico de la aplicación y por lo tanto puede variar. Los conductores 102, 104 están acoplados al IPG 100 utilizando unos conectores 38a y 38b de conductor, que están fijados en un material de cabecera 36 no conductor, que puede comprender una resina epoxídica, por ejemplo.

Tal como se muestra en la Figura 2, el IPG 100 normalmente incluye un conjunto 14 de sustrato electrónico que incluye una placa de circuito impreso (PCB) 16, junto con diversos componentes electrónicos 20, tales como microprocesadores, circuitos integrados, y condensadores montados en la PCB 16. Generalmente, dos bobinas (más en general, antenas) están presentes en el IPG 100: una bobina 13 de telemetría que se utiliza para transmitir/recibir datos a/desde un controlador externo 12; y una bobina 18 de carga para cargar o recargar la batería 26 del IPG mediante un cargador externo 50. La bobina 13 de telemetría normalmente está montada dentro de la cabecera 36 del IPG 100, como se muestra, y puede estar envuelta alrededor de un núcleo 13' de ferrita.

Como se acaba de señalar, se utiliza un controlador externo 12, tal como un programador de mano o un programador de personal clínico, para enviar datos al IPG 100 y recibir datos desde el mismo de forma inalámbrica. Por ejemplo, el controlador externo 12 puede enviar datos de programación al IPG 100 para dictar la terapia que el IPG 100 proporcionará al paciente. Además, el controlador externo 12 puede actuar como un receptor de datos desde el IPG 100, tales como diversos datos que informen sobre el estado del IPG. El controlador externo 12, como el IPG 100, también contiene una PCB 70 sobre la que se sitúan componentes electrónicos 72 para controlar la operación del controlador externo 12. Una interfaz 74 de usuario similar a la utilizada para un ordenador, teléfono móvil, u otro dispositivo electrónico de mano, y que por ejemplo incluye botones táctiles y una pantalla, permite a un paciente o al médico operar el controlador externo 12. Una bobina (antena) 17 permite la comunicación de datos hacia y desde el controlador externo 12.

El cargador externo 50, normalmente también un dispositivo de mano, se utiliza para transmitir energía de forma inalámbrica al IPG 100, pudiéndose utilizar dicha energía para recargar la batería 26 del IPG. Una bobina (antena) 17' permite la transferencia de energía desde el cargador externo 50. En pos de una explicación sencilla en el presente documento, el cargador externo 50 se representa con una construcción similar a la del controlador externo 12, pero en realidad será diferente de acuerdo con sus funciones, tal como apreciará un experto en la técnica.

La telemetría de datos y la transferencia de energía inalámbricas entre los dispositivos externos 12 y 50 y el IPG 100 se lleva a cabo a través de un acoplamiento inductivo y, específicamente, de un acoplamiento inductivo magnético. Para implementar esta funcionalidad, tanto el IPG 100 como los dispositivos externos 12 y 50 tienen bobinas que actúan juntas como un par. En el caso del controlador externo 12, el correspondiente par de bobinas comprende una bobina 17 del controlador y una bobina 13 del IPG. En el caso del cargador externo 50, el correspondiente par de bobinas comprende una bobina 17' del cargador y una bobina 18 del IPG.

Por ejemplo, cuando han de enviarse datos desde el controlador externo 12 al IPG 100, se energiza la bobina 17

con una corriente alterna (AC). Tal energización de la bobina 17 para transferir datos puede producirse mediante un protocolo de modulación por desplazamiento de frecuencia (FSK), por ejemplo, tal como se desvela en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con n.º de Serie 11/780.369, presentada el 19 de julio de 2007, publicada como US 2009-0024179 A1.

5 La energización de la bobina 17 produce un campo magnético, que a su vez induce un voltaje en la bobina 13 del IPG, que produce una correspondiente señal de corriente cuando se proporciona una trayectoria de bucle cerrado. Entonces puede desmodularse esta señal de voltaje y/o corriente, para recuperar los datos originales. La transmisión de datos desde el IPG 100 al controlador externo 12 se produce esencialmente de la misma manera.

10 Cuando ha de transmitirse energía desde el cargador externo 50 al IPG 100, se energiza de nuevo la bobina 17' con una corriente alterna. Tal energización consta generalmente de una frecuencia constante, y puede ser de una magnitud más grande que la utilizada durante la transferencia de datos, pero por lo demás la física básica involucrada es similar.

15 El IPG 100 también puede comunicar datos de vuelta al cargador externo 50, mediante la modulación de la impedancia de la bobina 18 de carga. Este cambio en la impedancia se refleja de nuevo a la bobina 17' en el cargador externo 50, que desmodula la reflexión para recuperar los datos transmitidos. Este medio de transmisión de datos desde el IPG 100 al cargador externo 50 se conoce como modulación de carga (LSK), y es útil para comunicar datos pertinentes durante la carga de la batería 26 en el IPG 100, tales como la capacidad de la batería, si la carga está completa y si puede detenerse el cargador externo, y otras variables pertinentes de carga. La comunicación de LSK desde un IPG 100 a un cargador externo se analiza en la Solicitud de Patente de Estados Unidos con n.º de Serie 12/354.406, presentada el 15 de enero de 2009, publicada como US 2010-0179618 A1.

20 Como es bien sabido, la transmisión inductiva de datos o de energía se puede producir de forma transcutánea, es decir, a través del tejido 25 del paciente, por lo que es particularmente útil en un sistema de dispositivo médico implantable. Durante la transmisión de datos o de energía, las bobinas 17 y 13, o 17' y 18, se encuentran preferiblemente en planos que son paralelos, a lo largo de ejes colineales, y con las bobinas lo más cerca posible entre sí. Tal orientación entre las bobinas 17 y 13 mejorará en general el acoplamiento entre las mismas, pero todavía puede darse la desviación con respecto a las orientaciones ideales en la transferencia adecuadamente fiable de datos o de energía.

25 Los inventores consideran que ciertos aspectos del diseño del IPG 100 no son óptimos. Por un lado, los inventores consideran desafortunado que la bobina 13 de telemetría esté alojada en la cabecera del IPG 36. La bobina 13 de telemetría ocupa espacio en la cabecera, y dicho espacio es cada vez más limitado a medida que avanza la tecnología de los IPG. Es deseable para el confort del paciente que sigan fabricándose dispositivos IPG 100 más pequeños, reduciendo el volumen de la cabecera 36 en consecuencia. Al mismo tiempo, se prevé que los IPG de futuras generaciones ofrecerán un número aún mayor de electrodos (por ejemplo, 32, 64, etc.). Pero alojar un mayor número de electrodos requiere más espacio para los conectores de conductor (véanse las figuras 1A y 1B; 38a y 38b) en la cabecera 36. Como tal, los inventores prevén que puede quedar poco espacio en la cabecera para una bobina 13 de telemetría adecuada.

El documento US 5 735 887 A desvela un dispositivo médico implantable acoplado a RF adicional.

En la presente divulgación se proporciona una solución a este problema, en forma de un nuevo diseño mecánico y/o eléctrico para un IPG, u otro dispositivo médico implantable.

40 **Breve descripción de los dibujos**

Las Figuras 1A y 1B muestran un dispositivo médico implantable, y la manera en que un conjunto de electrodos está acoplado al IPG de acuerdo con la técnica anterior.

La Figura 2 muestra la relación entre el dispositivo implantable médico, un controlador externo, y un cargador externo.

45 La Figura 3 muestra un IPG mejorado de acuerdo con la invención, en el que tanto la bobina de telemetría como la de carga están dentro de la carcasa del IPG.

La Figura 4 muestra una primera realización de la circuitería de telemetría mejorada para el IPG de la Figura 3, en la que la bobina de carga se desacopla de la bobina de telemetría utilizando circuitería LSK preexistente.

50 La Figura 5 muestra una segunda realización de la circuitería de telemetría mejorada para el IPG de la figura 3, que incluye circuitería de desacoplamiento discreta para desacoplar la bobina de carga de la bobina de telemetría.

La Figura 6 muestra una tercera realización de la circuitería de telemetría mejorada para el IPG de la Figura 3, que incluye circuitería de desacoplamiento discreta para desacoplar la bobina de carga de la bobina de telemetría.

55 La Figura 7 muestra una cuarta realización de la circuitería de telemetría mejorada para el IPG de la Figura 3, que incluye circuitería de desacoplamiento discreta para desacoplar la bobina de carga de la bobina de telemetría que no está controlada por el microcontrolador del IPG.

Descripción detallada

La descripción que sigue se refiere al uso de la invención dentro de un sistema de estimulación de la médula espinal (SCS). Sin embargo, debe comprenderse que la invención no está limitada de esta manera, y que podría utilizarse con cualquier tipo de sistema de dispositivo médico implantable.

- 5 Se desvela un generador de impulsos implantable (IPG) mejorado que contiene circuitería de telemetría mejorada. El IPG incluye bobinas de carga y de telemetría dentro de la carcasa del IPG, que aumenta su inductancia y potencial mutuos para interferir entre sí; la interferencia con la bobina de telemetría causada por la bobina de carga resulta particularmente problemática. Para combatir esto, la circuitería de telemetría mejorada incluye circuitería de desacoplamiento para desacoplar la bobina de carga durante los periodos de telemetría entre el IPG y un controlador externo. Tal circuitería de desacoplamiento puede comprender el uso de circuitería LSK preexistente durante la telemetría, o una nueva circuitería discreta dedicada al desacoplamiento. La circuitería de desacoplamiento está diseñada para evitar, o al menos reducir, la corriente inducida que fluye a través de la bobina de carga durante la telemetría de datos. La circuitería de desacoplamiento puede controlarse mediante el microcontrolador en el IPG, o puede desacoplar automáticamente la bobina de carga en momentos apropiados para atenuar una corriente inducida, sin instrucciones desde el microcontrolador

Los inventores abordan el problema del volumen reducido de la cabecera 30 colocando la bobina 13 de telemetría dentro de la carcasa del dispositivo 30, como se muestra en las Figuras 3 A y 3B, que muestra la estructura mecánica básica del IPG 200 mejorado. Cuando la bobina 13 de telemetría está situada dentro de la carcasa 30, se deja más espacio en la cabecera 36 para el al menos uno o más conectores de conductor, tales como los conectores 38a y 38b de conductor mostrados en la Figura 3B.

Debido a que la bobina 13 de telemetría está situada dentro de la carcasa 30 del dispositivo, estará protegida en cierta medida por el material conductor (por ejemplo, titanio) con el que está fabricada la carcasa. Tal blindaje atenúa la telemetría de datos entre el IPG 100 y el controlador externo 12, dificultando este tipo de comunicaciones y haciendo que sean menos fiables. Para contrarrestar esto, preferiblemente se hace que la bobina 13 de telemetría abarque un área A más grande, como se muestra en la Figura 3A. Esta área mayor mejora el acoplamiento, y por lo tanto la fiabilidad de la transferencia de datos con la bobina 17 de telemetría en el controlador externo 12 (Fig. 2). Un área más grande también compensa la falta de un núcleo de ferrita dentro de la bobina 13 de telemetría, que se elimina debido a su incompatibilidad con las técnicas de visualización por resonancia magnética (MRI). Como se muestra, la bobina 18 de carga está próxima a un lado de la placa 16 de circuitos, con la bobina 13 de telemetría próxima al otro lado de la placa 16 de circuitos.

La bobina 18 de carga ya presente dentro de la carcasa 30 del dispositivo interferirá con la bobina 13 de telemetría más grande, y viceversa. Para maximizar la recepción de energía desde el cargador externo 50, preferiblemente se hace que la bobina 18 de carga sea lo más grande posible dentro de la carcasa 30, con el resultado de que la extensión de área A abarcada por la bobina 13 de telemetría queda superpuesta, al menos en parte, o totalmente dentro de la extensión de área A' abarcada por la bobina 18 de carga. Como resultado, la inductancia (acoplamiento) mutua entre estas dos bobinas 13 y 18 es relativamente alta. Esto significa que las bobinas 13 y 18 se cargarán mutuamente, lo que afecta a la recepción de energía o de datos en cualquiera de las bobinas. La interferencia de la bobina 18 de carga cuando la bobina 13 de telemetría están transmitiendo datos, o se están recibiendo datos desde la misma, resulta particularmente preocupante. Debido al acoplamiento relativamente elevado, los datos recibidos en la bobina 13 de telemetría, o transmitidos desde la misma, inducirán una corriente opuesta, ie, en la bobina 18. Esta corriente inducida le en la bobina 18 comprende una disipación no deseada de energía, que reduce eficazmente la energía y por lo tanto la fiabilidad de la transmisión de datos.

Para combatir este problema, el IPG 200 mejorado incluye circuitería 202 de telemetría mejorada, de la cual se muestra un ejemplo en la Figura 4. La bobina 18 de carga y el condensador 203 se muestran en paralelo, y comprenden un depósito resonante para recibir energía desde el cargador externo 50. Este circuito LC 18/203 está sintonizado a la frecuencia del campo magnético de carga emitido por el cargador externo 50, que puede ser 80 kHz o la misma que la frecuencia de telemetría de datos analizada a continuación. La resonancia del circuito LC en respuesta al campo magnético de carga se envía a la circuitería 240 de carga, que incluye un rectificador 242 para convertir la energía recibida a un nivel de CC, y una circuitería 244 de protección para controlar la carga de la batería 26 del IPG utilizando la energía rectificada. En el ejemplo de la Figura 4, la entrada desde el circuito LC 18/203 a la circuitería 240 de carga es diferencial, produciéndose en ambos extremos del circuito en paralelo.

En la Figura 4 también se muestra la bobina 13 de telemetría y el condensador 204, que comprenden un depósito resonante para recibir datos desde el controlador externo 12 y transmitir datos al mismo. Este circuito LC está sintonizado a la frecuencia del controlador externo 12, que puede ser de 125 kHz o así. Por ejemplo, cuando se utiliza un protocolo FSK, la frecuencia podría ser 121 kHz para la transmisión de una lógica '0', y 129 kHz para una lógica '1'. El circuito LC 13/204 está acoplado a una circuitería 250 de transceptor, que incluye un receptor 270 para recibir datos desde el controlador externo 12; una circuitería 271 de transmisión para transmitir datos al controlador externo 12; y una circuitería 260 de control de transceptor acoplada al microcontrolador 250 del IPG 200.

El microcontrolador 250 determina cuándo es apropiado permitir la recepción o la transmisión de datos desde o

hacia el controlador externo 12, por medios convencionales, y en consecuencia emite unas señales RX_en o TX_en de habilitación de recepción y transmisión. Cuando se habilita la recepción (RX_en), la circuitería 260 de control de transceptor abre unos transistores 214 y 216 en la circuitería 271 de transmisión, y cierra unos transistores 218 y 220. Esto conecta en paralelo la bobina 13 de telemetría y el condensador 204, acoplando a tierra un nodo del circuito en paralelo a través de unos transistores 218 y 220, y dando entrada al otro nodo X en el receptor 270. Como podrá observar un experto en la técnica, el receptor 270 condiciona y desmodula la señal recibida para producir en última instancia una señal digital de datos recibida, RX_data, que puede introducirse en el microcontrolador 250 para que la considere de manera apropiada. Cuando se habilita la transmisión (TX_en), la circuitería 260 de control de transceptor alterna entre la apertura de los transistores 214 y 220 y el cierre de los transistores 216 y 218, y el cierre de los transistores 214 y 220 y la apertura de los transistores 216 y 218. Esto establece una conexión en serie entre la bobina 13 de telemetría y el condensador 204, en la que la alternancia de los transistores conmuta la polaridad de la corriente que pasa a través del circuito LC 13/204. La frecuencia de la alternancia de los transistores la establecen los datos a transmitir, TX_data, estableciéndose la frecuencia a 121 kHz para la transmisión de una lógica '0', y a 129 kHz para una lógica '1', en consonancia con el protocolo FSK anteriormente ilustrado.

Como se ha mencionado anteriormente, un problema potencial de la disposición de la Figura 4 es la inductancia mutua entre la bobina 13 de telemetría y la bobina 18 de carga, un problema que se agrava cuando se sitúan estas bobinas próximas entre sí dentro de la carcasa 30 del IPG. En particular, cuando se reciben datos en la bobina 13 de telemetría, o se transmiten desde la misma, se induce una corriente le en el bucle cerrado formado por la bobina 18 de carga y el condensador 203. Esta corriente inducida le puede suponer una pérdida de energía significativa en la señal de datos recibidos o transmitidos, y por lo tanto puede afectar a la fiabilidad de la transferencia de datos hacia el controlador externo 12 o desde el mismo. Adicionalmente, la corriente inducida le se ve reforzada por la moderadamente estrecha relación entre la frecuencia de los datos (por ejemplo, aproximadamente 125 kHz) y la frecuencia a la que está sintonizada la circuitería de carga (por ejemplo, 80 kHz).

En el ejemplo de la Figura 4, la corriente inducida le se reduce mediante el control novedoso de la circuitería 255 de comunicación LSK, aunque cabe observar que otras realizaciones a analizar más adelante eliminan o reducen le a través de un medio independiente de la circuitería LSK. Antes de analizar tal control novedoso de la circuitería LSK 255, se analiza el uso normal de tal circuitería.

Como se ha mencionado en los Antecedentes, la circuitería LSK se puede utilizar como un medio para telemedir datos de vuelta al cargador externo 50 durante la carga, es decir, para enviar datos al cargador externo cuando la bobina de carga recibe energía del cargador externo. Estos datos se muestran en la Figura 4 como datos de LSK_data, que sincronizan los transistores 210 y 212. Cuando LSK_data = 1, los transistores 210 y 212 están cerrados, y ambos extremos del circuito LC 18/203 en paralelo están cortocircuitados a tierra. Esto modula la carga de la bobina 18 de carga, causando reflejos detectados en el cargador externo 50. El cargador externo 50 puede entonces desmodular estos reflejos para recuperar la corriente en serie de los datos transmitidos LSK, como se ha analizado anteriormente.

En una implementación tradicional, la circuitería LSK 255 se desactiva durante la comunicación entre el IPG y el controlador externo 12. Es decir, cuando el microcontrolador 250 constata TX_en o RX_en, deshabilita LSK_data, que apaga los transistores 210 y 212. Esto era lógico en implementaciones anteriores de IPG, porque la circuitería LSK 255 solo se utilizaba para la telemetría de vuelta a un cargador externo 50 durante la carga, y por lo demás no tenía ninguna finalidad o uso durante la telemetría de datos con el controlador externo 12. Adicionalmente, desactivar la circuitería LSK 255 en las implementaciones anteriores no suponía un problema debido a que la bobina 13 de telemetría y la bobina 18 de carga no estaban próximas, y por lo tanto estaban relativamente mal acopladas (véase, por ejemplo, la Fig. 2).

Por el contrario, en el IPG 200 mejorado, la circuitería LSK 255 se activa durante la comunicación con el controlador externo 12 para mitigar la inductancia mutua entre la bobina 13 de telemetría y la bobina 18 de carga. Como ya se ha mencionado, la inducción mutua durante la telemetría de datos resulta en una corriente inducida le en la bobina 18 de carga a través del condensador 203 de sintonización, que desvía energía de la telemetría - un problema acentuado por la proximidad de las bobinas 13 y 18 en el diseño del IPG 200 (véase, por ejemplo, la Fig. 3A). Para combatir esto, y como se muestra en los cronogramas en la parte inferior de la Figura 4, el microcontrolador 250 constata la señal LSK_data durante la telemetría de datos con el controlador externo 12, es decir, cada vez que se constata TX_en o RX_en. La constatación de LSK_data, como se ha mencionado antes, encenderá los transistores 210 y 212, poniendo a tierra de este modo ambos extremos del circuito LC 18/203 en paralelo. Con ambos extremos del circuito de resonancia puestos a tierra de esta manera, se reduce la le en la bobina 18 de carga, lo que minimiza su carga en la bobina 13 de telemetría, y mejora la fiabilidad de la transferencia de datos entre el IPG 100 y el controlador externo 12.

La forma en que se reduce la corriente inducida le puede entenderse según lo siguiente. El condensador 203 de sintonización para el circuito LC 18/203 se elige para crear una resonancia para la frecuencia de carga (por ejemplo, 80 kHz), que puede ser una frecuencia cercana (o igual) a la frecuencia de telemetría (por ejemplo, 125 kHz). Se aumenta la corriente inducida le a medida que la frecuencia de carga se aproxima a la frecuencia de telemetría. Cuando la señal LSK_data cortocircuita el condensador 203 de sintonización, se desintoniza el circuito LC a la

propia frecuencia de resonancia de la bobina 18, que generalmente es mucho más alta que la frecuencia de operación. A pesar de que el condensador 203 de sintonización y la bobina 18 están conectados a tierra por sus dos extremos, todavía se inducirá una tensión a través de la bobina 18 cuando esté presente un campo de telemetría de datos. Sin embargo, debido a la desintonización causada por el condensador 203 cortocircuitado, se reduce significativamente la corriente inducida I_e . Para eliminar por completo I_e a cero, hay que abrir el bucle cerrado formado por el circuito LC 18/203, que es el enfoque adoptado en las Figuras 5, 6 y 7.

En resumen, en el IPG 200 mejorado, se utiliza la señal LSK_data para transmitir datos en serie al cargador externo 50 durante la carga, como es habitual. Adicionalmente, también se utiliza LSK_data como una señal de control para reducir la carga de la bobina 13 de telemetría durante la telemetría de datos entre el IPG 100 y el controlador externo 12. El uso de la circuitería LSK 255 preexistente para proporcionar este beneficio no requiere cambio alguno en la circuitería 202 de telemetría más allá de programar el microcontrolador 250 para constatar LSK_data durante los períodos de telemetría de datos. Por supuesto, también podrán utilizarse puertas lógicas discretas para realizar esta función, y el microcontrolador 250 podrá proporcionar más de una señal de control a la circuitería LSK 255. En cualquier caso, la aplicación de la circuitería 202 de telemetría mejorada que se muestra en la Figura 4, mejora la fiabilidad de la telemetría entre el controlador externo 12 y el IPG 100 sin cambios sustanciales en la circuitería.

Aunque LSK_data se muestra como habilitado cuando están habilitadas la transmisión o la recepción (TX_en; RX_en), debe comprenderse que LSK_data también puede habilitarse cuando se estén transmitiendo realmente datos desde el IPG 100, o se estén recibiendo en el mismo, (por ejemplo, TX_actual; RX_actual), en vez de solo cuando estén habilitadas la transmisión o la recepción de datos, y en espera de hacerlo, sin tener en cuenta si se está comunicando datos en realidad.

No todas las implementaciones de la circuitería 202 de telemetría mejorada requieren el uso de la circuitería LSK 255 preexistente, y las Figuras 5, 6, y 7 muestran implementaciones adicionales que no implican la circuitería LSK (y que por lo tanto no se muestra). El ejemplo de la Figura 5 incluye una circuitería 300 de desacoplamiento que comprende dos transistores 205 y 206. En este ejemplo, el circuito LC 18/203 resonante en paralelo proporciona solamente una entrada individual no diferencial, a la circuitería 240 de carga; el otro extremo del circuito LC se pone a tierra durante la carga a través de los transistores 205 y 206 mediante la constatación de una señal de control de carga (Chrg_cntl = 1). La señal de control Chrg_cntl puede constataarse ya sea cuando un campo magnético de carga esté presente (o se prevea su presencia), o de otra manera podrá constataarse simplemente en cualquier otro momento que no implique telemetría de datos (es decir, siempre que no se constaten ni TX_en ni RX_en), como se muestra en los cronogramas en la parte inferior de la Figura 5. Puede producirse telemetría de retorno al cargador externo 50 durante la carga, por el uso de circuitería LSK, aunque tal circuitería no se muestra.

Por el contrario, durante la telemetría de datos con el controlador externo 12, es decir, cuando se constaten TX_en o RX_en, se desactiva la señal de control de carga (Chrg_cntl = 0). Esto abre los transistores 205 y 206, lo que abre la bobina 18 de carga, y elimina el flujo de corriente a través de la bobina 18 de carga, de manera que $I_e=0$, obteniendo los beneficios deseables ya analizados. De manera similar a la Figura 4, también se puede desactivar Chrg_cntl cuando se estén transmitiendo realmente datos desde el IPG 100, se estén recibiendo en el mismo, (por ejemplo, TX_actual; RX_actual), en vez de simplemente cuando esté habilitada la transmisión y recepción de datos y durante la espera a la transmisión o recepción de datos.

Aunque la circuitería 300 de desacoplamiento de la Figura 5 muestra dos transistores 205 y 206, debe comprenderse que solo se necesita un transistor para interrumpir la corriente inducida I_e en el bucle que comprende el circuito LC 18/203.

La circuitería 202 de telemetría mejorada de la Figura 6 también incluye una circuitería 300 de desacoplamiento. El circuito LC 18/203 está acoplado en paralelo, y proporciona una entrada diferencial a la circuitería 240 de carga. El circuito 300 de desacoplamiento está conectado en serie con la bobina 18, el condensador 203 de desacoplamiento, o con ambos. En la realización mostrada, la circuitería 300 de desacoplamiento se muestra en serie con la bobina 18, aunque las líneas de puntos muestran la disposición opcional de tal circuitería en serie con el condensador 203.

En este ejemplo, la circuitería 300 de desacoplamiento puede comprender un circuito óptico, tal como un conmutador PhotoMOS 301. Panasonic Electric Works, Ltd. Fabrica un conmutador PhotoMOS 301 adecuado para su uso en la circuitería 301 de telemetría mejorada, con el número de pieza AQY22100M. Con la presente divulgación se presenta una ficha técnica de este dispositivo, a través de una declaración de divulgación de información. Aunque se da por supuesta la familiaridad con el conmutador PhotoMOS 301, en la Figura 6 se muestra la circuitería interna principal dentro del conmutador 301. Cuando se constata la señal de control de carga (Chrg_cntl=1), se enciende un LED 276 incorporado en el conmutador PhotoMOS 301, y emite radiación. Dos transistores MOS 207 y 208 fotosensibles, conectados en serie, reciben esta radiación. Cuando el LED 276 los ilumina, estos transistores 207 y 208 normalmente apagados se encienden. En otras palabras, los transistores 207 y 208 están normalmente abiertos, pero se ponen en cortocircuito cuando los ilumina el LED 276.

De este modo, durante la carga o durante períodos sin telemetría de datos (Chrg_cntl=1), el conmutador PhotoMOS 301 está cerrado, lo que acopla el circuito LC 18/203 al circuito 240 de carga para habilitar la recepción de energía desde el cargador externo 50. Cuando la carga no está habilitada (Chrg_cntl=0), por ejemplo cuando TX_en o

RX_en están constatados, el conmutador 301 está abierto, lo que abre el bucle del circuito LC 18/203 y elimina el flujo de corriente inducida en la bobina 18 de carga ($I_e=0$), obteniendo los beneficios deseables ya analizados. De manera similar a la Figura 5, Chrg_cntl también puede estar desactivado cuando se estén transmitiendo realmente datos desde el IPG 100, o se estén recibiendo en el mismo, (por ejemplo, TX_actual; RX_actual), en vez de simplemente cuando esté habilitada la transmisión y recepción de datos y durante la espera a la transmisión o recepción de datos.

Aunque la circuitería 202 de telemetría mejorada de la Figura 6 presenta la circuitería 300 de desacoplamiento que usa una solución óptica, debe observarse que también podrían utilizarse soluciones más estándares que incluyan el uso de transistores conmutados eléctricamente.

Las realizaciones de la circuitería 202 de telemetría mejorada mostradas hasta ahora se basan en la provisión de al menos una señal de control (LSK_data, Chrg_cntl) del microcontrolador 250 del IPG, para desacoplar la bobina 18 de carga de la bobina 13 de telemetría durante la telemetría de datos con el controlador externo 12. Sin embargo, esto no es estrictamente necesario, y la circuitería de carga puede decidir de manera independiente cuando necesita acoplarse o desacoplarse. Por ejemplo, en la Figura 7, la circuitería 300 de desacoplamiento puede detectar de forma independiente la presencia del campo magnético de carga, y puede permitir la recepción de esta energía incluso sin recibir información desde el microprocesador 250. El resto del tiempo, incluso durante la operación de telemetría de datos, el circuito 300 de desacoplamiento desconecta la bobina 18 de carga, eliminando de este modo I_e al hacer que $I_e=0$.

La circuitería 202 de telemetría mejorada de la Figura 7 es similar a la mostrada en la Figura 6, pero añade un circuito 287 de detección de campo de carga. El circuito de detección de campo de carga comprende un inductor 282 y un condensador 283 en paralelo, y acoplados a las entradas del conmutador PhotoMOS 301. Este circuito LC 287 se sintoniza mediante la elección apropiada de los valores del condensador y del inductor, para que resuene a la misma frecuencia que el campo magnético de carga transmitido por el cargador externo 50 - aproximadamente 80 kHz. La esquina superior izquierda de la Figura 7 muestra una posible ubicación para el inductor (bobina) 282 utilizado en el circuito 287 de detección de campo de carga. Obsérvese que la bobina 282 está preferiblemente fuera de la extensión de área de la bobina 13 de telemetría, con el fin de evitar el acoplamiento entre los dos.

Cuando se ha emitido un campo magnético de carga desde el cargador externo 50, el circuito LC 287 detectará este hecho y empezará a resonar. Tal resonancia energizará el diodo 276 del conmutador PhotoMOS 301 para que irradie, lo que a su vez encenderá los transistores 207 y 208. Así, el depósito LC 18/203 queda acoplado a la circuitería 240 de carga, y puede cargarse la batería del implante. Por el contrario, durante otros periodos - durante la telemetría de datos a una frecuencia diferente (por ejemplo, 125 kHz) o cuando no haya campos magnéticos presentes en absoluto, el circuito LC 287 no resonará el, LED 276 no irradiará, y los transistores 207 y 208 estarán apagados. Es importante destacar que la corriente I_e inducida en la bobina 18 de carga es igual a cero durante los periodos de telemetría de datos. Esto desacopla la bobina 13 de telemetría de la bobina 18 de carga, obteniendo los beneficios deseables ya analizados.

Las realizaciones desveladas de la circuitería 202 de telemetría mejorada ayudan a desacoplar la bobina 13 de telemetría y la bobina 18 de carga, lo que en última instancia mejora la fiabilidad de la telemetría de datos entre el IPG 100 y el controlador externo 12. Tal circuitería 202 mejorada, como se ha mencionado, es particularmente útil cuando está presente un acoplamiento relativamente alto entre las dos bobinas 13 y 18, por ejemplo cuando las dos bobinas están en la misma carcasa 30 del IPG, y abarcan áreas que se superponen. Sin embargo, esto no significa que todas las implementaciones útiles se limiten a estos contextos.

Aunque hasta este momento las realizaciones se han centrado en la interferencia de la bobina 18 de carga durante la telemetría de datos, debe comprenderse que la inductancia mutua entre la bobina 18 de carga y la bobina 13 de telemetría también puede resultar en interferencia de la bobina 13 de telemetría durante la carga. Por lo tanto, aunque no se muestra, debe comprenderse que también podrá emplearse la circuitería 200 de desacoplamiento con la bobina 13 de telemetría, con el objetivo de impedir una corriente inducida en dicha bobina durante la recepción de un campo magnético de carga en la bobina 18 de carga. De este modo, la circuitería de desacoplamiento puede desacoplar la bobina de carga cuando la bobina de telemetría esté comunicándose con el controlador externo, esté o habilitada para comunicarse con el mismo, o puede desacoplar la bobina de telemetría cuando la bobina de carga esté recibiendo energía del cargador externo, o esté habilitada para recibir energía desde el mismo.

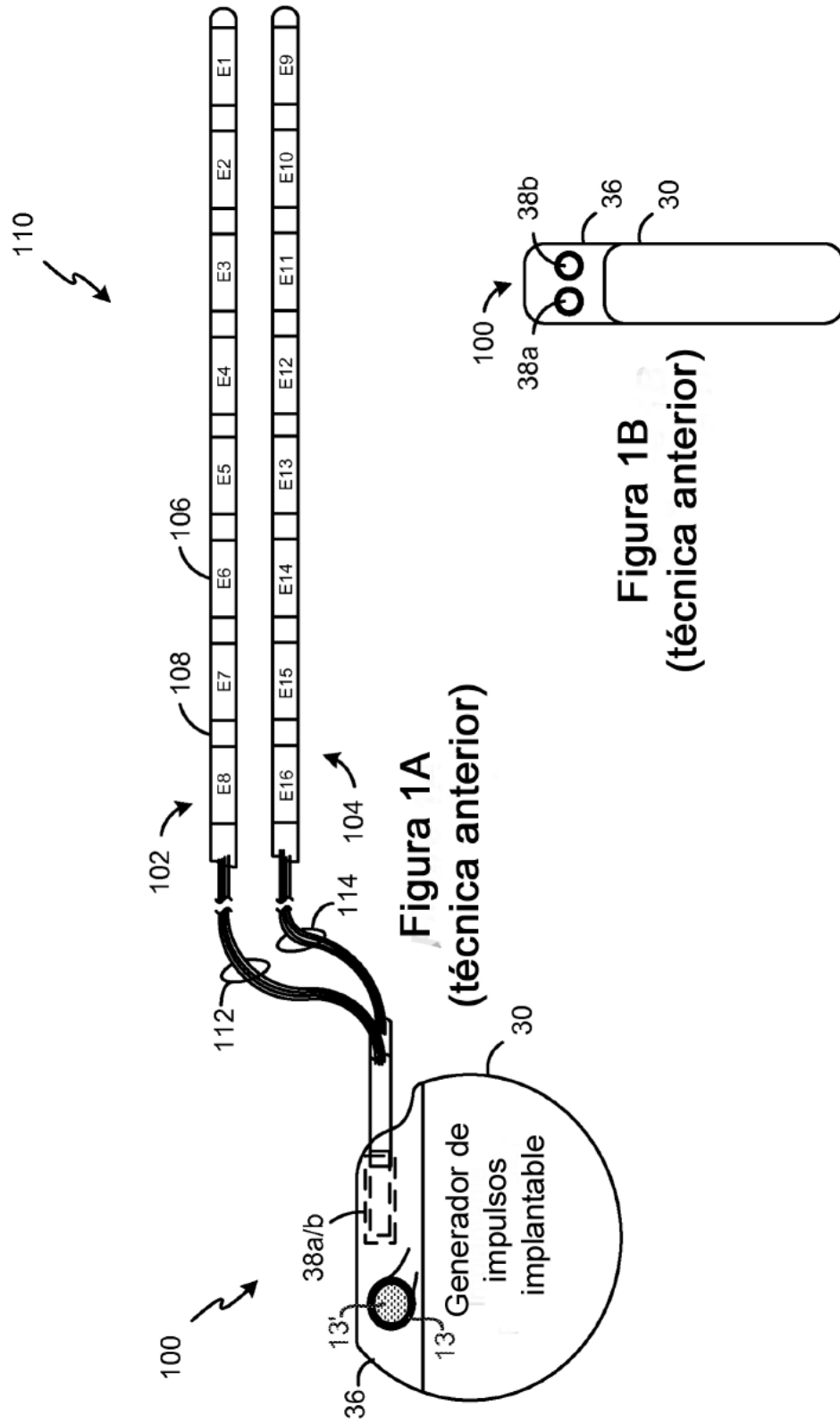
Cabe señalar que es poco importante para las implementaciones de la invención que el IPG 100 funcione con dispositivos externos independientes (controlador externo 12 y cargador externo 50) para la carga y la telemetría de datos. En su lugar, se podría utilizar un dispositivo externo individual que sea capaz tanto de efectuar telemetría de datos como de producir un campo de carga. Véase, por ejemplo, la solicitud de patente de Estados Unidos con número de serie 12/368.385, presentada el 10 de febrero de 2009.

Aunque la bobina de telemetría en los ejemplos desvelados puede recibir datos desde el controlador externo y transmitir datos al mismo, otras implementaciones solo requieren que la bobina de telemetría reciba datos, o que la bobina de telemetría transmita datos. En reconocimiento de este hecho, y para cubrir cada una de las ideas usando una forma expresión sencilla, una bobina de telemetría "que reciba datos desde el controlador externo y/o transmita

datos al controlador externo" comprende una bobina de telemetría para recibir datos desde un controlador externo, o una bobina de telemetría para transmitir datos al controlador externo, o una bobina de telemetría para recibir datos desde el controlador externo y transmitir datos al controlador externo.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo médico implantable, que comprende:
 - 5 una bobina de carga para recibir energía desde un cargador externo;
 - una bobina de telemetría para recibir datos desde un controlador externo y/o para transmitir datos a un controlador externo; y
 - 5 circuitería de desacoplamiento conectada con la bobina de carga y que puede controlarse tras la constatación de al menos una señal de control en el dispositivo médico implantable para reducir o eliminar una corriente en la bobina de carga,
- 10 en el que se constata la al menos una señal de control cuando la bobina de telemetría está habilitada para recibir datos desde el controlador externo y/o para transmitir datos al controlador externo, o cuando la bobina de telemetría está realmente recibiendo datos desde el controlador externo y/o transmitiendo datos al controlador externo.
2. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que el dispositivo comprende una carcasa conductora, y en el que la bobina de carga y la bobina de telemetría están dentro de la carcasa conductora.
3. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que la circuitería de desacoplamiento reduce la corriente al poner a tierra ambos extremos de la bobina de carga.
- 15 4. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que la circuitería de desacoplamiento elimina la corriente al abrir la bobina de carga.
5. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que la circuitería de desacoplamiento comprende circuitería de comunicación para enviar datos al cargador externo cuando la bobina de carga recibe energía desde el cargador externo.
- 20 6. El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un condensador en paralelo con la bobina de carga, y en el que la circuitería de desacoplamiento elimina la corriente al abrir un bucle formado por la bobina de carga y el condensador.
7. El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un microcontrolador, en el que el microcontrolador envía la al menos una señal de control para controlar la circuitería de desacoplamiento.
- 25 8. El dispositivo de la reivindicación 7, en el que la al menos una señal de control se deriva de la al menos una primera señal relacionada con una transmisión y/o recepción, y emitida por el microcontrolador.
9. El dispositivo de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un microcontrolador, en el que la circuitería de desacoplamiento funciona independientemente sin control por parte del microcontrolador.
- 30 10. El dispositivo de la reivindicación 1, en el que la circuitería de desacoplamiento comprende circuitería óptica.



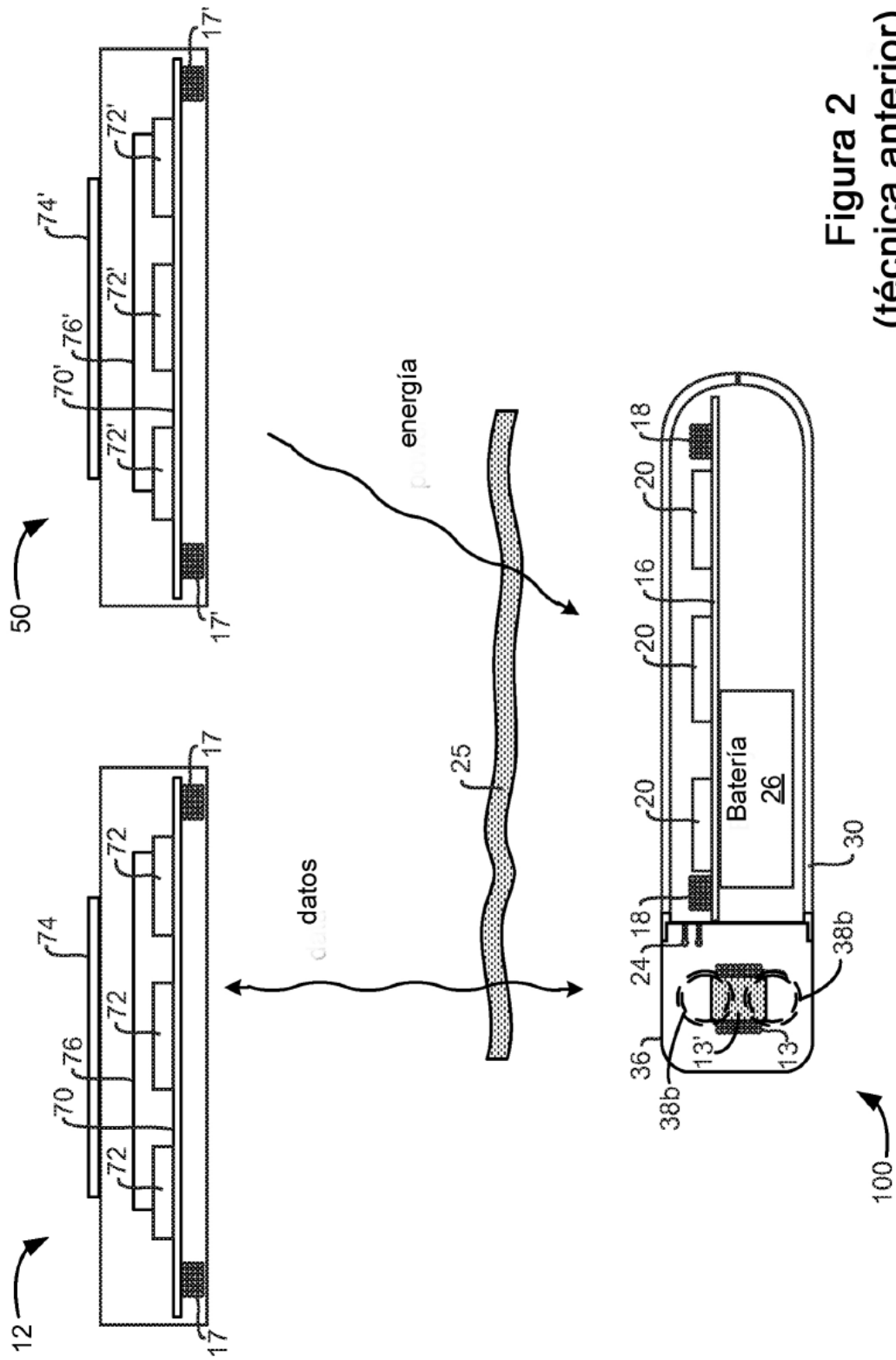
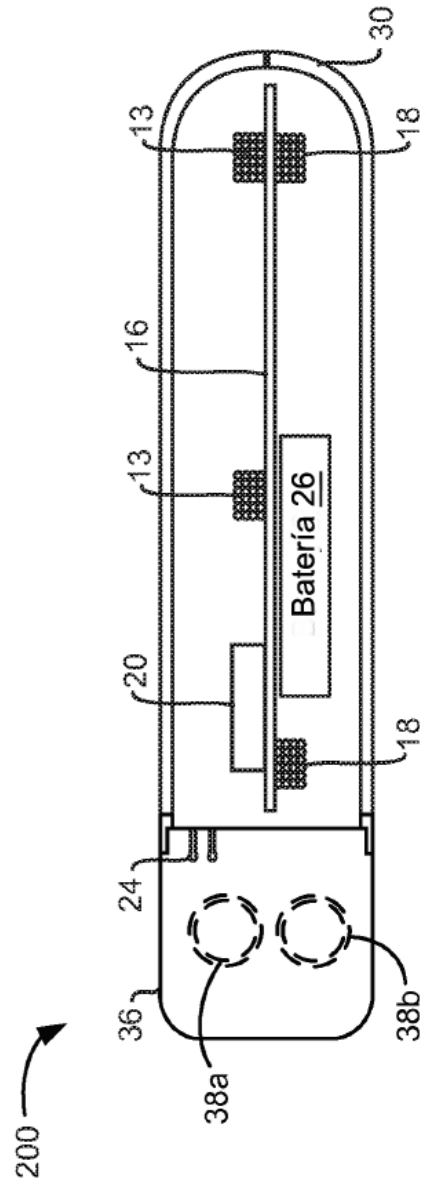
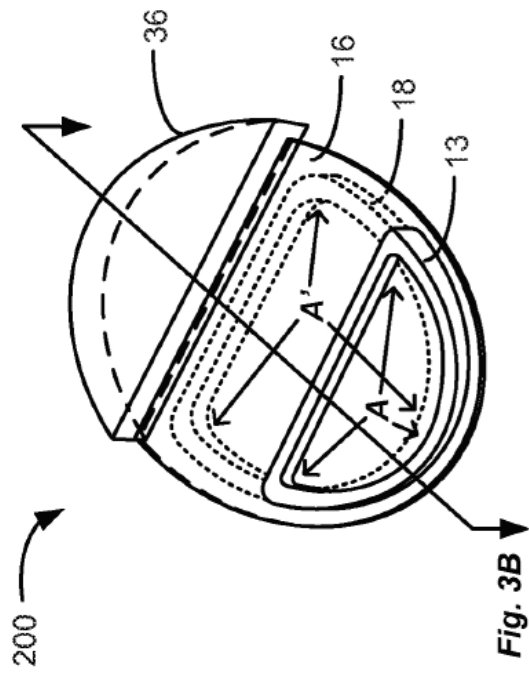


Figura 2
(técnica anterior)



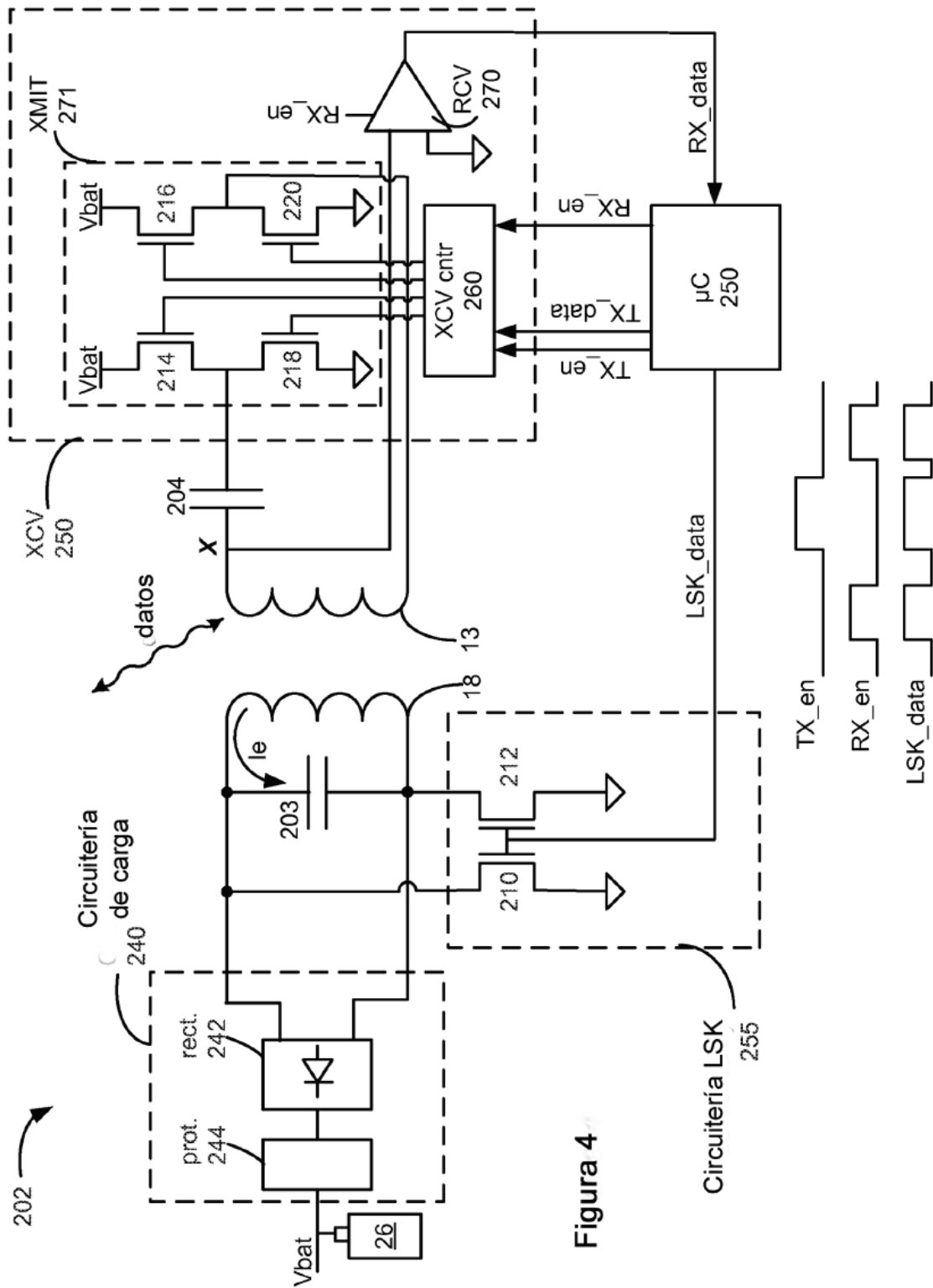


Figura 4

