

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 561 030**

51 Int. Cl.:

A61N 1/378 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.01.2013 E 13702308 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.12.2015 EP 2804666**

54 Título: **Cargador de conexión - desconexión automáticas de un dispositivo médico implantable**

30 Prioridad:

16.01.2012 US 201261587002 P
14.01.2013 US 201313741097

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

24.02.2016

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

AGHASSIAN, DANIEL

74 Agente/Representante:

CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 561 030 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

Cargador de conexión - desconexión automáticas de un dispositivo médico implantable

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a cargadores externos inalámbricos para su uso en sistemas de dispositivos médicos implantables.

Antecedentes

10 Los dispositivos de estimulación implantables son dispositivos que generan y suministran estímulos eléctricos a nervios y tejidos corporales para la terapia de diversos desórdenes biológicos, por ejemplo marcapasos para tratar la arritmia cardiaca, desfibriladores para tratar la fibrilación cardiaca, estimuladores cocleares para tratar la sordera, estimuladores retinianos para tratar la ceguera, estimuladores musculares para conseguir el movimiento coordinado de los miembros, estimuladores de la espina dorsal para tratar el dolor crónico, estimuladores corticales y profundos del cerebro para tratar desórdenes motores y psicológicos y otros estimuladores nerviosos para tratar la incontinencia urinaria, la apnea del sueño, la subluxación del hombro, etc. La descripción subsecuente estará centrada en términos generales en el uso de la invención dentro de un sistema de Estimulación de la Columna Vertebral (SCS), como el que se divulga en la Patente estadounidense 6,516,227. Sin embargo, la presente invención puede ser aplicable a cualquier dispositivo médico implantable.

15 La Publicación de Patente estadounidense 2012/0004708 se refiere a un dispositivo médico implatable y a un sistema de estación de base externa. La estación de base externa puede proporcionar un campo eléctrico pasivo para alimentar eléctricamente el implante o para cargar su batería. La estación de base puede también energizar o cargar utilizando campos magnéticos bajo determinadas circunstancias. El dispositivo médico implantable puede comprender un neuroestimulador que incorpore una pluralidad de cables de electrodo que se extienden a partir de su cuerpo. Uno o más de los cables de electrodo puede comprender la antena para recibir el campo eléctrico de la estación de base, y la resonancia de esa antena puede ser rectificadora para suministrar la energía para recargar la batería. Aunque el campo E suministrado por la estación de base no proporciona tanta energía de recarga como lo hacen otras técnicas de carga tradicionales (por ejemplo las que utilizan campos magnéticos), puede producirse de forma pasiva y sobre largas distancias para hacer posible que el implante del paciente sea recargado cuando se sitúe en una proximidad relativa con la estación de base. La Solicitud de Patente estadounidense 2011/0301668 divulga una bobina implantada que suministra energía o señales de control a, o que suministra información procedente de un dispositivo médico implantado en un ser humano o un animal.

20 Como se muestra en las Figuras 1A - 1C, un sistema SCS típicamente incluye un Generador de Impulsos Implantable (IPG) 10, el cual incluye una caja de dispositivo biocompatible 12 constituida por un material conductor como por ejemplo titanio. La caja 12 típicamente contiene la circuitería y la batería 14 necesarias para que el IPG funcione, aunque los IPGs puedan también ser energizados por energía de RF y sin una batería. El IPG 10 está acoplado a unos electrodos 16 por medio de uno o más cables de electrodo (se muestran dos de dichos electrodos 18 y 20), de manera que los electrodos 16 formen una serie de electrodos 22. Los electrodos 16 son conducidos sobre un cuerpo flexible 24, el cual también aloja los hilos de señales individuales 26 acoplados a cada electrodo. En la forma de realización ilustrada, hay ocho electrodos sobre el cable 18, enumerados E₁ - E₈, y ocho electrodos sobre el cable 20, enumerados E₉ - E₁₆, aunque el número de cables y de electrodos es específico de la aplicación y por tanto puede variar. Los cables 18, 20 se acoplan al IPG 10 utilizando unos conectores de cable 28, los cuales están fijados en un material cabecero no conductor 30, que puede comprender, por ejemplo, un epoxi.

25 Como se muestra en la sección transversal de la Figura 1C, el IPG 100 típicamente incluye un montaje de sustrato electrónico que incluye una placa de circuito impreso (PCB) 32, junto con diversos componentes electrónicos 34 montados en el PCB 32 algunos de los cuales se analizarán posteriormente. Dos bobinas (en sentido más general, antenas) existen generalmente en el IPG 100: una bobina de telemetría 36 utilizada para transmitir / recibir datos hacia / desde un controlador externo (no mostrado); y una bobina de carga 38 para cargar o recargar la batería del IPG 14 utilizando un cargador externo 50. En este ejemplo, la bobina de telemetría 36 y la bobina de carga 38 están dentro de la caja 12, como se divulga en la Publicación de Patente estadounidense 2011/0112610. (La Fig. 1B muestra el IPG 10 con la caja 12 retirada para facilitar la visualización de las bobinas 36 y 38). Sin embargo, la bobina de telemetría 36 puede también estar montada dentro del cabecero 30 del IPG 10 (no mostrado)).

30 La Figura 2 muestra el IPG 10 en comunicación con el cargador externo 50 que se acaba de mencionar. El cargador externo 50 se utiliza para conducir de forma inalámbrica energía hacia el IPG 10, energía que puede ser utilizada para recargar la batería del IPG 14. La transferencia de energía desde el cargador externo 50 se habilita mediante una bobina (antena) 52. El cargador externo 50, como el IPG 10, contiene una PCB 54 sobre la cual están colocados los componentes electrónicos 56. Algunos de estos componentes electrónicos 56 se analizan posteriormente. Una interfaz de usuario, que puede incluir un botón de contacto 60, un indicador LED 62, una pantalla (no mostrada) y un altavoz (no mostrado), hace posible que un paciente o un facultativo opere el cargador externo 50. Una batería 64 proporciona energía para el cargador externo 50, batería 64 que puede, ella misma, ser recargable o sustituible. El cargador externo 50 puede también recibir energía de ca procedente de un enchufe de pared. Una caja portátil 66 con el tamaño preciso para ajustarse a la mano de un usuario contiene todos los componentes.

La transmisión de energía desde el cargador externo 50 hasta el IPG 10 se produce de forma inalámbrica y de manera transcutánea a través del tejido de un paciente 25 por medio de un acoplamiento inductivo. La Figura 3 muestra detalles de la circuitería utilizada para llevar a efecto dicha funcionalidad. Para la transmisión de energía, la circuitería de control 70 del cargador externo 50 emite una señal de carga (típicamente un tren de impulsos de 80 kHz) hasta un amplificador 72 (hasta una "circuitería de excitación", en términos más generales), que genera una bobina de ca de la misma frecuencia para crear un campo de carga magnético de ca 96. La circuitería de control 70 puede comprender, por ejemplo, un microcontrolador. Un condensador (no mostrado) se utiliza para sintonizar la resonancia de la bobina 52 con la frecuencia de la corriente de ca (por ejemplo, 80 kHz) generada por el amplificador 72. El campo magnético 96 induce una corriente en la bobina de carga 38 dentro del IPG 10, corriente que es rectificadora 82 hasta los niveles de la cc, y utilizada para recargar la batería 14, quizás por medio de un circuito de obtención de carga y batería 84, como se muestra. Al cargar la batería 14 de esta manera, es típico que la caja 66 del cargador externo 50 toque el tejido del paciente 25, aunque esto no es estrictamente necesario.

El IPG 10 puede retraer datos hasta el cargador externo 50 durante la carga utilizando una modulación de impedancia reflejada, conocida a veces en la técnica como Desmodulador de Señales con Modulación de Carga (LSK). Dicha retrotelemetría procedente del IPG 10 puede proporcionar datos útiles relativos a la carga hacia el cargador externo 50 por ejemplo la capacidad de la batería 14, o si la carga está llena y si puede retirarse el cargador externo 50.

La circuitería de control 80 del IPG 10 controla la tensión de la batería, Vbat, y con la asistencia del desmodulador LSK 86, con la asistencia del desmodulador LSK, produce datos LSK. La circuitería de control 80 puede incluir un microcontrolador, por ejemplo, y puede estar asociado con una circuitería de conversión Analógico a Digital (A/D) para procesar e interpretar la tensión de la batería. La circuitería de control 80 evalúa la tensión entrante de la batería para producir los datos LSK apropiados en los momentos apropiados. Dichos datos LSK son enviados con una cadena seriada de bits hasta la puerta del transistor 88. Los datos LSK modulan el estado del transistor 88 el cual, a su vez, modula la impedancia de la bobina 38. Cuando los datos LSK son = a 1, el transistor 88 está conectado (cerrado) lo que cortocircuita la bobina 38. Cuando los datos LSK son = a 0, el transistor 88 está desconectado (abierto). (En la Figura 3 se muestran la Modulación por Desplazamiento de Frecuencia (FSK) 92 y la circuitería de telemetría de desmodulación 90 acoplada a la bobina de telemetría 36, las cuales, como se señaló anteriormente, se utilizan típicamente para comunicar con un controlador externo (no mostrado).

Dicha modulación de la bobina de carga 38 es detectable en el cargador externo 50. Debido a la inductancia mutua entre las bobinas 52 y 38, cualquier cambio de la impedancia de la bobina 38 afecta a la tensión requerida en la bobina 52, Vcoil, para excitar la corriente de carga prescrita, Icoil: si la bobina 38 se cortocircuita (los datos LSK = 1), la Vcoil aumenta para mantener la Icoil; sino se cortocircuita (los datos LSK son = 0), la Vcoil disminuye. En este sentido, la modulación de impedancia de la bobina 38 es retrorreflejada hasta la bobina de carga 52 y de esta manera se puede decir que los datos son "transmitidos" desde el IPG 10 hasta el cargador externo 50, incluso si no se han transmitido en el sentido tradicional.

Los cambios en la Vcoil son detectadas en la circuitería de desmodulación 74 para recuperar los datos LSK transmitidos. El flujo en serie de los bits desmodulados es a continuación recibido en la circuitería de control 70 para que pueda adoptarse la acción adecuada. Por ejemplo, si la circuitería de modulación LSK 86 del IPG 10 transmite un flujo alterno de bits (01010101 ...), esto podría interpretarse por la circuitería de control 70 como una señal de carga de parada, esto es, una señal indicativa de que la batería 14 del IPG 10 está llena y, por tanto, que debe detenerse la carga. En dicho caso, la circuitería de control 70 puede suspender la producción del campo de carga magnético 96 (esto es, fijando la Icoil en 0), y puede notificar al usuario este hecho (mediante una representación gráfica, un pitido audible u otra señal indicadora).

Un problema que surge cuando se utiliza el acoplamiento inductivo para la transmisión de energía se refiere al acoplamiento entre las bobinas 52 y 38 del cargador externo 50 y del IPG 10. El acoplamiento, hablando en términos generales, comprende la extensión hasta la cual la energía gastada en la bobina de transmisión 52 del cargador externo 50 es recibida en la bobina 38 del IPG 10. En general se desea que el acoplamiento entre las bobinas 52 y 38 sea el mayor posible: el mayor acoplamiento se traduce en una carga más rápida de la batería IPG 14 con el menor gasto de energía del cargador externo 50. Un acoplamiento defectuoso es perjudicial, dado que ello requerirá un drenaje de energía elevado (esto es, un Icoil elevado) del cargador externo 50 para cargar en la medida suficiente la batería IPG 14. El uso de una elevada energía agota la batería 64 (si es que queda todavía) del cargador externo 50 y, lo que es más importante puede provocar que el cargador externo 50 se caliente y posiblemente queme o lesione al paciente.

El acoplamiento depende de muchas variables, como por ejemplo la permeabilidad de los materiales utilizados en el cargador externo 50 y en el IPG 10 así como a los materiales inherentes al entorno. El acoplamiento también resulta afectado por las posiciones relativas del cargador externo 50 y del IPG 10. La circuitería de control 70 utiliza un detector de acoplamiento 76 para detectar la alineación o la proximidad entre el cargador externo 50 y el IPG 10. Típicamente el detector de acoplamiento 76 incluye una circuitería que puede medir la amplitud de la tensión a lo largo de la bobina 17, amplitud que puede ser utilizada como un indicador del grado de proximidad y de la alineación entre el cargador externo 50 y el IPG 10. Los detectores de acoplamiento 76 son conocidos en la técnica y, por tanto, no se analizarán aquí con detalle. Detalles adicionales relativos a la detección de alineación se pueden

encontrar en la Solicitud Provisional estadounidense de titularidad obtenida mediante el procedimiento habitual No. 61/546,850, depositada el 13 de octubre de 2011 titulada "Alineación de Cargador de un Sistema de Dispositivo Médico Implantable que Emplea una Modulación de Impedancia Reflejada".

5 En general, el circuito de control 70 del cargador externo 50 indica la desalineación a un usuario por medio de un indicador de alineación 78. A menudo, el indicador de alineación 78 comprende un altavoz (no mostrado) para emitir una indicación audible, como por ejemplo un "pitido", cuando el cargador 50 está desalineado con el IPG 100. (Como alternativa, un "pitido" podría indicar un estado alineado). El indicador de alineación 78 puede también comprender un indicador visual como por ejemplo una pantalla o una lámpara (por ejemplo, un LED 62) sobre el cargador externo 50 o un indicador táctil por ejemplo un motor de vibración que hiciera que el cargador externo 50 vibrara. 10 (Sería preferente una indicación audible o táctil si el cargador externo 50 no fuera visible fácilmente por el paciente durante una sesión de carga). Tras la audición, la visualización o la sensación (o la carencia de visualización, audición o sensación) de dicha indicación, el usuario del cargador externo 50 puede utilizar la mano de él o de ella para a continuación desplazar lateralmente la posición del cargador externo 50 hasta conseguir una mejor alineación con el IPG 10 y que el indicador se detenga (o deje de emitir).

15 La Figura 4 muestra la interfaz de usuario del cargador externo 50. Como se mencionó anteriormente, el usuario puede encender / apagar el campo de carga 96 pulsando el interruptor 60. El inventor es consciente de los inconvenientes de incorporar un interruptor de encendido / apagado 60 sobre el cargador 50, inconvenientes que incluye el incremento del coste del cargador externo 50, el aumento de tamaño de la interfaz de usuario, la fiabilidad disminuida del cargador externo 50, el peso incrementado del cargador externo 50, etc.

20 Se han propuesto soluciones para habilitar un cargador externo que detecte automáticamente cuándo un implante se sitúa en las inmediaciones, y para iniciar la carga de forma automática. Por ejemplo, en la Publicación de Solicitud de patente estadounidense 2009/0112291, se divulga un cargador externo que intercambia telemetría con un implante para determinar si debe comenzar la carga. En la Publicación 2009/0112291, el cargador externo periódicamente teleindica al implante solicitudes para comenzar la carga. Si el implante está en las inmediaciones 25 del cargador externo, puede recibir estas solicitudes, y puede contestar al cargador externo, el cual puede entonces comenzar a generar un campo de cambio. Durante la carga, el cargador externo puede periódicamente suspender el cambio de carga para hacer posible que el implante teleindique la información del estado de la batería, lo que puede permitir que el cargador externo deje de producir un campo de cambio una vez que la batería del implante está totalmente cargada.

30 El inventor encuentra que los medios divulgados en la Publicación 2009/0112291 para determinar automáticamente la proximidad del implante y para comenzar automáticamente la carga distan de ser óptimos, en cuanto requiere que el cargador externo incorpore un hardware adicional, es decir un transmisor de telemetría y un receptor y una antena asociada, y que generalmente no se encuentran en un cargador externo, elementos que están separados de la bobina de carga del cargador externo. La exigencia de dicho hardware adicional incrementa el coste y la complejidad 35 del cargador externo.

Así mismo, la técnica divulgada en la Publicación 2009/0112291 sería ineficaz si la batería del implante estuviera agotada, esto es, no estuviera operativa. Si esto sucediera el implante no tendría la energía suficiente para resolver las señales de solicitud periódicas procedentes del cargador externo, ni para contestar al cargador externo. El cargador externo concluiría con ello que el IPG no está, y no proporcionaría un campo de carga, aun cuando el 40 implante claramente necesite, en esta circunstancia ser cargado.

Por tanto, el deseo del inventor es que un cargador externo pueda comenzar y suspender automáticamente la carga, en una solución que no requiera una modificación sustancial del hardware que normalmente existe en un cargador externo, incluso cuando la batería del implante esté agotado, y la presente divulgación ofrece estas soluciones.

Breve descripción de los dibujos

45 Las Figuras 1A - 1C muestran vistas diferentes de un dispositivo médico implantable, en concreto un Generador de Impulsos Implantable (IPG).

La Figura 2 muestra unos enlaces inalámbricos entre el IPG y un cargador externo.

La Figura 3 muestra una circuitería tanto en el IPG como en el cargador externo para suministrar energía al IPG.

50 La Figura 4 muestra el encendido / apagado del cargador externo utilizando un interruptor de encendido / apagado.

La Figura 5 muestra una circuitería mejorada de un sistema de cargador externo en el cual el cargador externo no incorpora un interruptor de encendido / apagado, que incluye unos algoritmos de encendido / apagado programados para cargar automáticamente el IPG.

55 La Figura 6 muestra un ejemplo del algoritmo de encendido / apagado para su uso en el cargador externo.

La Figura 7 muestra el modo en espera del cargador externo, en la cual se emiten periodos de campo de carga de corta duración.

5 La Figura 8 muestra la forma en que puede utilizarse la magnitud de la tensión de bobina del cargador externo durante los periodos para inferir la proximidad del cargador externo con el IPG u otra estructura conductora

La Figura 9 muestra un campo de carga durante una ventana de escucha que emite después de que el cargador externo detecta la proximidad con el IPG u otra estructura conductora.

La Figura 10 muestra el IPG emitiendo una señal de contestación de Desmodulador de Señales con Modulación de Carga (LSK) en respuesta al campo de carga recibido durante la ventana de escucha.

10 Las Figuras 11A y 11B muestran la forma en que el desplazamiento del cargador externo puede ser utilizado para indicar su proximidad con el IPG durante la ventana de escucha.

Descripción detallada

15 Se divulga un cargador externo mejorado, cargador externo que no requiere un interruptor para encender o apagar el campo de carga para suministrar energía al IPG. El cargador externo automáticamente determina si está cerca del IPG y, de esta manera, comenzar la carga. Esta determinación no requiere una circuitería de telemetría adicional (por ejemplo un circuito de telemetría FSK) en el cargador externo sino que, por el contrario, se basa en la circuitería ya existente en general en un cargador externo, como por ejemplo una circuitería de control, un desmodulador de Desplazamiento de Carga (LSK), y un detector de acoplamiento. Un algoritmo de encendido / apagado de la circuitería de control periódicamente emite unos campos de carga de corta duración en un modo en espera de ahorro de energía. Si el detector de acoplamiento detecta la presencia de un material conductor, que podría ser el IPG necesitado de carga, el algoritmo de encendido / apagado emite una ventana de escucha durante la cual se genera un campo de carga. Si la señal de respuesta del LSK es recibida en el desmodulador del LSK a partir del IPG durante la ventana de escucha, el cargador externo puede continuar cargando de la forma normal. Como alternativa, si se detecta una firma de desplazamiento en el desmodulador LSK, indicativa del desplazamiento del usuario del cargador externo con respecto al IPG, se emite un campo de carga durante un periodo de tiempo fijo, con la esperanza de cargar, al menos parcialmente, la batería del IPG hasta el punto en el que fueron restauradas las comunicaciones LSK. Si no se detecta ninguna indicación, el cargador externo entra en un modo en espera para ahorrar energía, modo del que se sale únicamente si el cargador detecta un cambio en su posición.

20 La circuitería externa mejorada 150 se divulga en la Figura 5. Frente al cambiador externo de la técnica anterior (Figura 3), el cargador externo 150 no incluye un interruptor de encendido / apagado 60 para encender / apagar el campo de carga 96. Por el contrario, la circuitería de control 50 está programada con un algoritmo de encendido / apagado 71 que opera para detectar automáticamente cuándo hay un IPG 110 y para generar un campo de carga 96 para cargar la batería 14 del IPG 110. Un algoritmo de encendido / apagado 71 programado en la circuitería de control 80 del IPG 110 complementa la operación del algoritmo de encendido / apagado 71 del cargador externo 150, como se analiza con mayor detalle a continuación.

25 Una forma de realización del algoritmo de encendido / apagado 71 se muestra en forma de diagrama de flujo en la Figura 6. Como se muestra el cargador 150 periódicamente genera un campo de carga magnético 96 en un modo en espera (etapa 200). Estos periodos 250 se muestran en la Figura 7 desde la perspectiva de la tensión sobre la bobina 52, Vcoil. Los periodos del cambio de carga 250 son de corta duración, "td", tiempo durante el cual la Vcoil oscilará. Los periodos de campo de carga de corta duración 250 en un periodo, tp. En un ejemplo, la td puede ser aproximadamente de 1 milisegundo y el tp puede ser aproximadamente de 1 segundo. Adviértase que, durante el modo en espera (etapa 200), el cargador externo 150 está únicamente produciendo un campo de carga de un 0,1% del tiempo. Mientras está generando un campo de carga 96 durante estos periodos, gastará cierta energía en el cargador externo 150 dicho gasto es tolerable: la energía del cargador externo 150 no es crítica, porque es relativamente fácil sustituir o cargar la batería 64 del cargador externo.

30 Las señales de habilitación 73, 75, 77 y 79 (Fig. 5) pueden ser emitidas por la circuitería de control 70 para apagar los distintos bloques de circuito (por ejemplo, el amplificador 72, el desmodulador LSK 74, el detector de acoplamiento 76 y el indicador de alineación 78) entre los periodos 250 que el cargador externo 150 está suministrando a un campo de carga 96. El experto en la materia comprenderá que dichos bloques de circuito pueden ser inhabilitados desconectando el bloque del suministro de energía utilizando un interruptor, aunque este no se muestra.

35 Durante el modo en espera, el cargador externo 150 intenta detectar si un IPG necesitado de carga podría encontrarse en las inmediaciones evaluando la Vcoil, como se muestra en la Figura 8. En concreto se muestra la forma en que la Vcoil cambia cuando el cargador externo 150 se aproxima al IPG 110 durante cada generación periódica sucesiva del campo de carga 96. Como se muestra, la Vcoil disminuye cuando el cargador externo 150 se acerca al IPG 110. Esto sucede debido a la inductancia mutua: la bobina 52 del cargador externo 150 es cargada por los elementos conductores del IPG 110, con mayor incidencia en la caja conductora del IPG 12. En concreto, el campo de carga magnético 96 generará unas corrientes parásitas en la caja conductora 12 y otras estructuras

5 conductoras del IPG, corrientes parásitas que producirán un campo magnético opuesto, facilitando que el cargador externo 150 genere la corriente I_{coil} constante prescrita a través de la bobina 52. Como resultado de ello, la V_{coil} cae, lo que será detectado en el detector de acoplamiento 76. Tarde o temprano, la V_{coil} caerá por debajo de un umbral, V_t , V_t de umbral que puede ser programado 83 (Fig. 5) en el detector de acoplamiento 76. Cuando esto
 10 tiene lugar (etapa 202), el detector de acoplamiento 76 puede indicar al algoritmo de encendido / apagado 71 que puede haber un IPG 110 y, de esta manera, que pueden comenzar otras etapas del algoritmo. Un experto entenderá que aunque varía la V_{coil} a lo largo de cualquier periodo determinado 250 (por ejemplo a 80 kHz), los máximos dentro de cada periodo pueden ser integrados o promediados para determinar una V_{coil} singular para cada periodo. Si la V_{coil} no es inferior al V_t (etapa 202), el algoritmo 71 retorna al modo en espera (etapa 200) para evaluar la V_{coil} de futuros periodos 250 con respecto al V_t .

15 La elección del correcto V_t para su uso en el detector de acoplamiento 76 se basará probablemente en la experimentación, esto es, en ese punto en el que los diseñadores del sistema determinen que un concreto IPG 110 está adecuadamente acoplado al cargador externo 150 para poder recibir de manera significativa el campo de carga 96 que produce el cargador externo 150. El umbral relevante V_t dependerá de la corriente de carga, I_{coil} , utilizada por el cargador externo 150 en cualquier momento determinado. También aquí, la experimentación puede determinar el V_t v. los datos I_{coil} 83 necesarios para el cargador externo 150.

20 Para impedir una carga inadvertida, y la progresión innecesaria a lo largo del algoritmo de encendido / apagado 71, el detector de acoplamiento 76 puede no emitir que el V_t de umbral haya sido cruzado durante diversos periodos 250 del campo de carga. Esto resulta conveniente para impedir la progresión del algoritmo 71 en el caso de una "perturbación de baja frecuencia" o algún transitorio paralelo que produzca que la V_{coil} sea menor al V_t durante un periodo de tiempo insignificante o durante varios periodos. De esta manera, por ejemplo, el algoritmo 71 puede progresar si la $V_{coil} < V_t$ durante tres periodos consecutivos.

25 Un problema de este esquema para determinar la proximidad del IPG 110 al cargador externo 150 es que otras estructuras conductoras juntas al IPG 110 pueden también provocar que la V_{coil} sea inferior al V_t . Por ejemplo, si el cargador externo 150 está asentado sobre o cerca de una estructura metálica, como por ejemplo una mesa o una silla metálicas, el algoritmo de encendido / apagado 71 podría concluir que el IPG 110 está en las inmediaciones cuando no lo está. Etapas posteriores del algoritmo de encendido / apagado 71 tratan este problema buscando la confirmación de que el IPG está efectivamente en las inmediaciones del cargador externo 150 y es capaz de ser cargado, por oposición a alguna otra estructura conductora.

30 Aunque no es estrictamente necesario, en este punto el algoritmo de encendido / apagado 71 puede alertar al usuario de que el cargador externo 150 cree que el IPG 110 esté en sus inmediaciones (etapa 204). La emisión de dicha alerta de usuario puede ser ventajosa por una serie de razones. En primer lugar, permite que el usuario desplace el cargador externo 150 de una estructura conductora de interferencia que pudiera estar falsamente provocando la alerta, por ejemplo, a distancia de la mesa de metal sobre la cual está asentado. Como se analizará con mayor detalle más adelante, la alerta al consumidor de la forma indicada para que desplace el cargador externo
 35 150 puede impedir que el algoritmo de encendido / apagado 71 progrese de manera innecesaria hasta las etapas posteriores que podrían provocar la generación de un campo de carga considerable y, de esta manera, derrochar energía en el cargador externo 150. En segundo lugar, si el IPG 110 está efectivamente en las inmediaciones del cargador externo 150 y se desea la carga, la alerta puede notificar al usuario para adopte determinadas medidas para que comience la carga, como se analiza con mayor detalle más adelante. La alerta de usuario puede adoptar formas similares a las indicaciones emitidas por el indicador de alineación 78 para notificar al usuario acerca de la desalineación durante una sesión de carga regular, como por ejemplo la iluminación de un LED 62 sobre el cargador externo 150, o emitiendo sonidos desde un altavoz (no mostrado), etc.

45 En las siguientes etapas, el cargador externo 150 pretende verificar si el IPG 110 está efectivamente en sus inmediaciones (por oposición a otra estructura conductora) generando un campo de carga durante una ventana de escucha 260 (etapa 206), como se muestra en la Figura 9. La ventana de escucha 260 puede tener una duración t_l de aproximadamente 20 segundos, por ejemplo. Durante la ventana de escucha, el desmodulador LSK 74 del cargador externo 150 busca una indicación acerca de si el IPG 110 está en sus inmediaciones, y dicha indicación puede proporcionarse de diversas maneras. Como se muestra en la Figura 6, una primera indicación puede comprender una contestación LSK procedente del IPG 110 (etapa 208), y una segunda indicación puede comprender una firma indicativa de un movimiento predecible del cargador externo por el usuario (etapa 214) aunque ambas indicaciones no son estrictamente necesarias, resultan deseables en el algoritmo de encendido / apagado 71 teniendo en cuenta la posibilidad de que la batería 14 del IPG 110 puede estar tan agotado que el IPG 110 resulte esencialmente no funcional como se analiza con mayor detalle a continuación.

55 La primera de estas indicaciones - contestación LSK - se muestra en la Figura 10. Durante la ventana de escucha 260, el IPG 110 recibe el campo de carga 96 a través de la bobina 38, el rectificador 82 y la circuitería de carga / protección 84, la última de las cuales puede notificar el algoritmo de encendido / apagado 81 de la circuitería de control del IPG 80 de dicha recepción. En respuesta, el algoritmo de encendido / apagado 81 puede emitir una señal de contestación LSK, la cual puede ser desmodulada 74 en el cargador externo 150 para informar al cargador externo de que el IPG 110 está efectivamente en sus inmediaciones (etapa 208) y que puede comenzar una sesión de carga normal (etapa 212). La señal de contestación LSK puede adoptar muchas formas, pero debe ser distinta de
 60

5 otras señales LSK, como por ejemplo la señal de carga de parada 01010101 ... analizada en los Antecedentes. En el ejemplo ilustrado, la señal de contestación comprende 110110110110, esto es, tres unidades de repetición de "110". Esto resulta conveniente para otorgar a la señal de contestación LSK de una periodicidad diferente a la señal de carga de parada, permitiendo así que el desmodulador LSK 74 del cargador externo 150 se diferencia con mayor facilidad entre los dos. Podrían utilizarse otras señales de contestación LSK diferenciables, y la señal ilustrada debe considerarse únicamente como un ejemplo.

10 Adviértase que el algoritmo de encendido / apagado 81 del IPG 110 puede ser programado para emitir la señal de contestación LSK siempre que el IPG 110 acuse en primer término reciba del campo de carga 96. El cargador 150 puede proporcionar un espacio libre 255 entre su último periodo 250 y el inicio de la ventana de escucha 250, como se muestra en la Figura 9. El campo de carga 96 cesará durante este espacio libre 255 asegurando así que el IPG 110 observará una nueva emisión de un campo de carga durante la ventana de escucha 250, y puede emitir la señal de contestación SLK en ese tiempo. Como alternativa, el algoritmo de encendido / apagado 81 del IPG 110 puede ignorar los campos de carga de corta duración, por ejemplo durante los periodos 250, para que las señales de contestación SLK no emitan innecesariamente durante dichos periodos.

15 El efecto de la señal de contestación LSK sobre la V_{coil} durante la ventana de escucha 260 se muestra en la Figura 10, con unos bits "1" que provocan un incremento (ΔV) en la V_{coil} . El algoritmo de encendido / apagado 81 del IPG puede emitir cada uno de los bits LSK durante 1 milisegundo, por ejemplo, y de esta manera, la entera cadena de 12 bits de la señal de contestación LSK solo ocupa 12 milisegundos para emitir. El desmodulador LSK 74 es asistido en su tarea de desmodulación conociendo la duración de los bits de la señal de contestación LSK, en cuanto ello determinará que sean más fáciles de identificar las variaciones relevantes de la V_{coil} . La señal de contestación LSK puede emitir a partir del IPG 110 de forma reiterada, por ejemplo cada segundo, haciendo de esta manera posible 20 que dichas señales emitan durante la ventana de escucha de 20 segundos 260, e incrementando la probabilidad de que el cargador externo 150 reciba en la medida suficiente la señal una vez al menos. Una vez que el desmodulador 74 determina si la señal de contestación LSK ha sido recibida durante la ventana de escucha 260, notifica al algoritmo de encendido / apagado 71 del cargador externo 150 de este hecho, para que puedan adoptarse las siguientes etapas. Para prevenir una detección inadvertida del IPG, el desmodulador 74 solo puede indicar la recepción de la señal de contestación al algoritmo de encendido / apagado 71 si se recibe una pluralidad de señales de contestación LSK seguidas (por ejemplo, tres), lo que significaría que el desmodulador 74, en este ejemplo, no necesitaría tres segundos para tomar esta decisión. Una vez que el desmodulador 74 indica la recepción de una 30 señal de contestación, el algoritmo de encendido / apagado 71 puede finalizar la ventana de escucha (etapa 206), y pueden adoptarse las siguientes etapas.

35 Tras la recepción de la señal de contestación SLK, el algoritmo de encendido / apagado 71 puede estar seguro de que el IPG se encuentra en sus inmediaciones y que la alerta de usuario emitida anteriormente (si se adoptó una; etapa 204) se puede extinguir (etapa 210). A continuación, el algoritmo de encendido / apagado 71 puede continuar emitiendo un campo de carga 96 para cargar el IPG 110 durante una sesión de carga normal (etapa 212), como se analiza en los Antecedentes. Adviértase que la continuación del campo de carga 96 entre las etapas 206 y 212 sin un espacio libre impedirá que el algoritmo de encendido / apagado 81 del IPG emita una nueva señal de contestación LSK. Sin embargo esto no es estrictamente necesario, y, por el contrario, el campo de carga puede cesar antes de la etapa 212. Incluso si el campo de carga es continuo entre las etapas 206 y 212, los campos de carga generados durante estas etapas pueden ser descritos como campos de carga separados.

40 Durante esta sesión de carga normal (etapa 212), la circuitería de acoplamiento 76 y el indicador de alineación 78 pueden operar de la forma normal para informar al usuario si ajustar el posicionamiento del cargador externo 150 con respecto al IPG 110, y el algoritmo de encendido / apagado 81 puede emitir la señal de carga de parada (01010101 ...) para informar al algoritmo de encendido / apagado 71 del IPG 110 cuando la carga puede cesar. Pueden producirse también otros episodios durante la sesión de carga normal de la etapa 212, por ejemplo el ajuste de la intensidad del campo de carga 96 (esto es, el ajuste de la I_{coil}), o el ajuste del ciclo de trabajo del campo de carga (lo que puede ser necesario para controlar el calentamiento). Véase la Publicación de Solicitud de Patente estadounidense 2011/0087307, que analiza dichos detalles *in extenso*. Una vez que la carga ha cesado, e ignorando el contador X por el momento (etapa 230), el cargador externo 150 puede retornar al modo en espera (etapa 200) 50 como preparación para situar y cargar el IPG en algún momento posterior.

Puede ser posible que el IPG 110, incluso si se encuentra en las inmediaciones del cargador externo 150 esté tan agotado que no sea capaz de operar su circuitería LSK para contestar a la señal de contestación LSK al cargador externo 150 durante la ventana de escucha 260. En esta circunstancia, el desmodulador 74 puede evaluar si existe una segunda indicación indicativa de las inmediaciones del IPG 110, como se muestra en las Figuras 11A y 11B.

55 La segunda indicación se basa en la manipulación de usuario del cargador externo 150 con respecto al IPG 110 durante la ventana de escucha 260. Como se muestra en la Figura 11A, el usuario desplaza el cargador externo 150 entre una posición A próxima al IPG 110 y una posición B alejada del IPG 110. La posición A podría comprender la colocación del cargador externo 150 sobre el tejido del paciente 25 próximo al IPG 110, mientras que la posición B podría comprender el desplazamiento del cargador externo 150 una longitud del brazo alejada del IPG 110.

El facilitar este tipo de indicación al cargador externo 150 requiere el entrenamiento previo del usuario, ya sea por parte del facultativo del usuario, por manuales de usuario accesorios del sistema o por otros medios. Por ejemplo, un usuario que deseara cargar su IPG 110 puede ser instruido con el siguiente procedimiento de desplazamiento: colocar el cargador externo en posición A (contra su IPG 110) durante cinco segundos, a continuación desplazarlo hasta la posición B alejada durante dos segundos, a continuación volver a la posición A durante dos segundos, a continuación de nuevo a la posición B durante dos segundos, etc. El usuario puede ser instruido para continuar este patrón de desplazamiento cíclico durante aproximadamente 20 segundos, esto es, la duración t_l de la ventana de escucha 260

Si se utilizan alertas de usuario (etapa 204), dichas alertas pueden informar al usuario hasta qué punto tiene que mantenerse en este procedimiento de desplazamiento. Por ejemplo, cuando el usuario coloque el cargador externo 150 en la posición A durante cinco segundos, la V_{coil} sería menor que el V_t (etapa 202), y se emitiría una alerta (etapa 204). Se iniciaría la ventana de escucha 260 durante la cual se generaría un campo de carga (etapa 206). Si la batería 15 del IPG 110 está suficientemente cargada para detectar el campo de carga y suministrar las comunicaciones LSK, el cargador externo 150 debe recibir una señal de contestación LSK en los primeros cinco segundos, como se describió anteriormente. Esto extinguiría la alerta (etapa 210) y comenzaría la sesión de carga (etapa 212). Viendo que la alerta se ha extinguido (etapa 210), el usuario sabría que no necesitaría continuar con el procedimiento de desplazamiento, y que podría simplemente abandonar el cargador externo en la posición A. Si la alerta no se ha extinguido (etapa 210), el usuario sabría que la batería IPG 14 está agotada de manera considerable, y continuaría el procedimiento de desplazamiento desplazando el cargador externo 150 a la posición A de nuevo otra vez a la B. durante la duración de la ventana de escucha 260, o al menos hasta que la firma de desplazamiento hubiera sido recibida (etapa 214) y que la alerta se hubiera extinguido más adelante (en la etapa 216) como se analiza con mayor detalle a continuación.

Si las alertas de usuario no comprenden parte del algoritmo de encendido / apagado 71, el usuario puede simplemente ser extruido para iniciar el procedimiento de desplazamiento completo. En este escenario, es posible que sea enviada una señal de contestación LSK una vez que el cargador externo 150 sea colocado inicialmente en la posición A, pero el usuario no sabría esto y, por tanto, iniciaría el procedimiento de desplazamiento completo para cubrir la posibilidad de que el IPG estuviera tan agotado que estuviera inoperante. Aunque el procedimiento de desplazamiento completo pudiera no ser necesario, no sería perjudicial: si su hubiera recibido una señal de respuesta LSK, y si hubiera iniciado ya la carga (etapa 212) con desconocimiento del usuario, el desplazamiento del cargador externo de la posición de implante (posición B) significaría simplemente que el implante no está recibiendo una carga durante estos periodos relativamente cortos. En efecto, la circuitería de acoplamiento 76 y el indicador de alineación 78 pueden ser útiles para notificar al usuario este hecho, esto es, que ha comenzado una sesión de carga (etapa 212) y que no es necesario continuar más adelante con el procedimiento de desplazamiento.

La indicación de que el procedimiento de desplazamiento ha sido llevado a cabo durante la ventana de escucha 260, y con ello que el IPG 110 debe efectivamente estar presente (frente a alguna otra estructura conductora), tiene lugar cuando el desmodulador 74 detecta la firma de desplazamiento ilustrada en la Figura 11B. Como se muestra, la tensión de bobina, V_{coil} , es menor cuando el cargador externo 150 está en la posición A próxima al IPG 110, y es mayor cuando está en la posición B alejada del IPG. Este cambio de la V_{coil} (ΔV) proviene de la diferencia de la inductancia mutua que el cargador externo 150 observa con respecto al IPG 110 en las dos posiciones como debe resultar evidente partiendo del análisis anterior. El desmodulador 74 puede detectar esta firma de desplazamiento sabiendo de antemano el tiempo durante el cual el usuario ha sido instruido para mantener el cargador externo en las posiciones A (t_A) y B (t_B). (t_A y t_B pueden ser diferentes, aunque este ejemplo parte de la base de que ambos son de aproximadamente 2 segundos). El experto comprenderá que el desmodulador 74 puede necesitar integrar o promediar la V_{coil} para determinar si está cambiando con una periodicidad que se corresponda con el procedimiento de desplazamiento, decisión que puede efectuarse antes del final de la ventana de escucha 260. Adviértase que la periodicidad generada en la V_{coil} debido a los cambios de posición (Fig. 11B) se produce a una escala de tiempo mucho mayor (segundos frente a milisegundo) que los cambios producidos por la telemetría LSK (Fig. 10). En cuanto tal, el desmodulador 74 puede determinar sin confusión si existe la telemetría LSK (etapa 208), o si el procedimiento de desplazamiento se está produciendo (etapa 214), y así puede informar de una u otra indicación al algoritmo de encendido / apagado 71.

Una vez que el desmodulador 74 ha determinado que el IPG 110 está presente tras la firma de desplazamiento de la Figura 11B, y que ha notificado este hecho al algoritmo de encendido / apagado 71 (etapa 214), el algoritmo de encendido / apagado 71 puede concluir que está presente el IPG, pero debe estar agotado hasta un punto considerable. En este punto, las alertas de usuario pueden extinguirse (si existen: etapa 216), y el cargador externo 150 puede continuar generando un campo de carga 96 para un periodo establecido (etapa 218). Adviértase que la continuación del campo de carga 96 entre las etapas 206 y 218 sin un espacio libre impedirá que el algoritmo de encendido / apagado 81 emita una nueva señal de contestación LSK. Sin embargo, esto no es estrictamente necesario y, por el contrario, el campo de carga puede cesar antes de la etapa 218. Incluso si el campo de carga es continuo entre las etapas 206 y 218, los campos de carga generados durante estas etapas pueden ser descritos como campos de carga separados. Este periodo establecido en la etapa 218 es, de modo preferente, lo suficientemente prolongado para cargar en la medida suficiente la batería del IPG 14 para hacer posible que el IPG 110 establezca de nuevo las comunicaciones LSK, incluso si no está completamente cargada. Este periodo de tiempo establecido puede variar entre aplicaciones, dependiendo, por ejemplo, de la profundidad del IPG 110 en el

tejido del paciente 25. Sin embargo, en un ejemplo, el periodo de tiempo establecido para cargar en la etapa 218 puede comprender 15 minutos.

Prescindiendo del contador X por un momento (etapa 230), una vez que ha finalizado la carga durante el periodo de tiempo establecido (etapa 218), al algoritmo de encendido / apagado 71 retorna al modo en espera (etapa 200). La carga de la batería del IPG 14 puede sin embargo no ser completa y, de esta manera, el algoritmo 71 esencialmente repite: si la Vcoil es baja, apuntando a la proximidad del cargador externo respecto del IPG (etapa 202), se emite un campo de carga durante una nueva ventana de escucha (etapa 206). Si el IPG ha sido suficientemente cargado para hacer posible que las comunicaciones LSK y una señal de respuesta LSK sea recibida (etapa 208), puede producirse la carga de la forma normal hasta que la batería 14 esté completamente cargada (etapa 212). Si la batería 14 sigue agotada y las comunicaciones LSK todavía no están funcionando, el usuario puede ser inducido a introducirse de nuevo en el procedimiento de desplazamiento (etapa 214) para cargar el IPG 110 durante otro periodo de tiempo establecido (etapa 218), etc.

Como se indicó anteriormente, otras estructuras conductoras en las inmediaciones del cargador externo 150 (aparte del IPG 110) puede también significar el acoplamiento, y provocar que la Vcoil sea menor que el Vt (etapa 202). En este escenario, el cargador externo 150 no recibiría una señal de respuesta LSK (etapa 208), ni sería probable que recibiera una firma de desplazamiento (etapa 214). En este caso, no es deseable que el cargador externo 150 genere unos campos de carga considerables 96 simplemente porque el cargador externo podría estar próximo al IPG 110. Para gestionar este escenario, se emplea un contador X en el algoritmo de encendido / apagado 71. Esencialmente, el contador X cuenta cuántas veces se produce este escenario, y si se sobrepasa un máximo, entonces el algoritmo de encendido / apagado 71 vuelve a un modo en espera en el que se ignora el valor absoluto de la Vcoil. Esto impide que el cargador externo 150 emita innecesariamente las ventanas de escucha 260 (etapa 206), y que derroche energía durante dichas ventanas mediante la generación de un campo de carga, simplemente porque se indica un acoplamiento significativo.

Como se muestra en la Figura 6, si no se detecta ni una contestación LSK (etapa 208) ni una firma de desplazamiento (etapa 214) por parte del desmodulador 74 al final de la ventana de escucha 260, las alertas de usuario se extinguen (caso de que existan; etapa 220), y el valor actual del contador X es comparado con un máximo. En el ejemplo representado, este máximo es tres, aunque este valor podría variar. Supóngase actualmente que X es = 0. Debido a que X es inferior a tres (etapa 222), el contador X se incrementa en 1 (etapa 228), y es introducido el modo en espera (etapa 200). Si el cargador externo 150 todavía está próximo a un objeto conductor (Vcoil < Vt; etapa 202), el algoritmo 71 repetirá y de nuevo determinará que no han sido detectadas ni una respuesta LSK ni una firma de desplazamiento. X se incrementará así en 2 (etapa 228), y el proceso se repetirá de nuevo, hasta que X sea = 3 (etapa 222). En este punto, el cargador externo 150 ha intentado tres veces recibir una indicación fiable de que el IPG está en sus inmediaciones.

Después de determinar que esto no se ha producido, el cargador externo 150 inferirá que debe estar próximo a alguna estructura conductora distinta del IPG 110. Por ejemplo, puede estar asentado sobre la parte superior de una mesa metálica. En este caso, el algoritmo de encendido / apagado 71 introduce un segundo estado en espera (etapa 224), que de modo similar al primer estado de espera (etapa 200), generará periódicamente (por ejemplo, durante 1 milisegundo cada segundo) un campo de carga 96. Sin embargo, otras comparaciones de la Vcoil con respecto al Vt durante los periodos son ignoradas (véase, por ejemplo, la etapa 204), y frente a ello, el algoritmo 71 simplemente evalúa si la Vcoil modifica de manera significativa la magnitud (etapa 226). Si la Vcoil no ha cambiado de manera significativa, por ejemplo porque el cargador externo 150 está precisamente asentado sobre la mesa metálica, el algoritmo 71 permanece en el modo de espera (etapa 224) y continúa evaluando la Vcoil (etapa 226). Si la Vcoil ha cambiado de manera significativa, el algoritmo 71 infiere que la posición del cargador externo 150 se ha modificado; quizás el usuario ha desplazado el cargador externo lejos de la mesa metálica, posiblemente porque fue notificado por las alertas emitidas anteriormente (si se produjo alguna; etapa 204). La experiencia puede enseñar lo que comprende un cambio significativo de la Vcoil. En un ejemplo, un cambio de un 5% en la magnitud de la Vcoil puede indicar un cambio posicional significativo del cargador externo en la etapa 226.

Dada la importancia de este cambio posicional, el contador X se fija en 0 (etapa 230), y de nuevo se introduce el primer modo en espera (etapa 200). Si no existen estructuras conductoras (incluyendo el IPG), la Vcoil será mayor que el Vt, y el algoritmo 71 simplemente permanecerá en el modo de espera (etapa 200). Si no hay ninguna estructura conductora (incluyendo el IPG), la Vcoil será mayor que el Vt, y el algoritmo 71 simplemente permanecerá en el modo en espera (etapa 200). Si se detecta alguna estructura conductora (Vcoil < Vt; etapa 202), el algoritmo 71 continuará según lo esbozado anteriormente. Si bien se detecta una respuesta LSK (etapa 208) o una firma de desplazamiento (etapa 214) tendrá lugar una cierta carga (o bien las etapas 212 o 218). Adviértase que se ha producido la carga (etapa 212 o 218), el contador X es repuesto a 0 (etapa 230), debido a que no existe preocupación en este momento acerca de que el cargador externo 150 no esté de hecho próximo al IPG 110. Si ni la respuesta LSK o una firma de desplazamiento son detectadas, lo que significa que el cargador externo sigue estando próximo a alguna estructura conductora distinta del IPG 110, el contador X se incrementa (etapa 228), y si el cargador externo 150 no se desliza, el algoritmo de encendido / apagado 71 introducirá de nuevo el modo en espera (etapa 224) hasta que la situación se aclare.

5 El experto en la materia advertirá que son posibles modificaciones en la técnica divulgada, y que las formas de realización ilustradas son simplemente ejemplos. Por ejemplo, aunque el desmodulador LSK 74 y el detector de acoplamiento 76 se han mostrado por razones de comodidad como bloques de circuito separados, podrían estar integrados de forma conjunta en un bloque de circuito único que valorará la Vcoil para todas las finalidades, incluyendo el acoplamiento (etapa 202), o si hubiera recibida una contestación LSK o una firma de desplazamiento (etapas 208, 214). Además, estos bloques 74 y 76 pueden emitir datos hacia la circuitería de control 70, y hacia el algoritmo de encendido / apagado 71, de diferentes maneras. Por ejemplo, pueden emitir la tensión de bobina, Vcoil, dejando al algoritmo de encendido / apagado 71 que efectúe las decisiones requeridas respecto de la técnica divulgada. Como alternativa, la lógica necesaria para efectuar estas decisiones puede estar presente en los bloques de circuito 74 y 76, en cuyo caso estos bloques necesitan simplemente indicar los resultados de esas decisiones del algoritmo de encendido / apagado 71 para actuar. Así mismo, los bloques de circuito 74 y 76 pueden ser incorporados en la propia circuitería de control 70. En dicha forma de realización, la Vcoil solo puede requerir ser digitalizada a una tasa apropiada (por ejemplo con un convertidor A / D) y ser enviada a la circuitería de control 70, la cual, a su vez, sería programada para llevar a cabo las funciones del desmodulador LSK 74 y del detector de acoplamiento 76 y efectuar las decisiones necesarias. La funcionalidad del desmodulador LSK 74 y del detector de acoplamiento 76 pueden en general ser considerada como "circuitería de detección".

20 Aunque gran parte de la técnica divulgada está centrada alrededor de la evaluación de la Vcoil, esto no es estrictamente necesario. La evaluación de la Vcoil es sensible si se emite una corriente de carga constante de ca, Icoil, es emitida por el amplificador 72. Sin embargo, el simplificador 72 puede también emitir una señal de tensión de ca constante. La Vcoil, para generar los campos de carga 96, en cuyo caso la Icoil serían los parámetros de interés a evaluar, en particular la forma en que la Icoil cambia teniendo en cuenta los cambios de inductancia mutua ofrecidos por las estructuras conductoras existentes, la telemetría LSK, etc. En resumen, cualquier parámetro útil de la bobina de carga 52 puede ser utilizado como base para efectuar las decisiones de la técnica divulgada.

25 Además, aunque es preferente que el algoritmo de encendido / apagado 71 esté a la escucha tanto de una señal de contestación LSK como de una firma de desplazamiento para cubrir la posibilidad de que las comunicaciones LSK pudieran no ser funcionales, el algoritmo puede ser implementado escuchando solo una de estas dos indicaciones. Tampoco es estrictamente necesario que el algoritmo de encendido / apagado 71 utilice un contador u otras medidas para impedir cargas inadvertidas (etapas 200 y siguientes) en el supuesto de que un implante no esté próximo al cargador, aunque esto sea deseable en relación con los ahorros de energía.

30 Aunque se han mostrado y descrito formas de realización concretas de la presente invención, se debe entender que el análisis expuesto no pretende limitar la presente invención a estas formas de realización. Debe resultar evidente para los expertos en la materia que pueden efectuarse diversos cambios y modificaciones sin apartarse del espíritu y el alcance de la presente invención. Así, la presente invención pretende cubrir las alternativas, modificaciones y equivalentes que puedan incluirse dentro del espíritu y el alcance de la presente invención según queda definida por las reivindicaciones.

35

REIVINDICACIONES

- 1.- Un procedimiento de carga de una batería (14) de un dispositivo médico implantable (110) utilizando un cargador externo (15), que comprende:
- 5 (a) la generación de un primer campo magnético a partir de una primera bobina (52) en el cargador externo (150) para determinar automáticamente que el dispositivo médico implantable (110) está posiblemente próximo al cargador externo (150) mediante la comparación de un parámetro de la primera bobina (52) con un valor de umbral;
- 10 (b) tras la determinación de que el cargador externo (150) está posiblemente próximo al dispositivo médico implantable (110), la generación automática de un segundo campo magnético a partir de la primera bobina (52) del cargador externo (150);
- (c) la recepción en el cargador externo (150) y durante el segundo campo magnético de al menos una indicación procedente del dispositivo médico implantable (110); y
- 15 (d) tras la recepción de la al menos una indicación, la generación automática de un tercer campo magnético a partir de la primera bobina (52) del cargador externo (150) para cargar de forma inalámbrica la batería (14) en el dispositivo médico implantable (110).
- 2.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la determinación automática de que el dispositivo médico implantable (110) está posiblemente próximo al cargador externo (150) se produce durante uno o más de los primeros campos magnéticos.
- 3.- El procedimiento de la reivindicación 2, en el que la determinación de que el dispositivo médico implantable (110) está posiblemente próximo al cargador externo (150) comprende la determinación de un parámetro de la primera bobina (52) durante uno o más de los primeros campos magnéticos y, de manera opcional, en el que el parámetro comprende una magnitud de una tensión o corriente de la primera bobina (52), o en el que se determina que el dispositivo médico implantable (110) está posiblemente próximo al cargador externo (150) tras la superación de un umbral por el parámetro.
- 20 4.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que la indicación comprende una variación de un parámetro de tensión de la primera bobina.
- 5.- El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la variación del parámetro de tensión de la primera bobina resulta de la transmisión de una señal de respuesta procedente del dispositivo médico implantable (110) y, de manera opcional, en el que la señal de respuesta es periódicamente transmitida a partir del dispositivo médico implantable (110) durante el segundo campo de carga.
- 30 6.- El procedimiento de la reivindicación 5, en el que el dispositivo médico implantable (110) incorpora una segunda bobina (38) para recibir el segundo campo magnético, y en el que la señal de contestación es transmitida mediante la modulación de una impedancia de la segunda bobina (38).
- 7.- El procedimiento de la reivindicación 4, en el que la variación del parámetro de tensión de la primera bobina resulta del desplazamiento del cargador externo (150) con respecto al dispositivo médico implantable (110).
- 35 8.- El procedimiento de la reivindicación 1, en el que el cargador externo (150) puede recibir unas primera y segunda indicaciones durante el segundo campo magnético y, de manera opcional, en el que la primera indicación indica que la batería del IPG (14) no se ha agotado, y en el que la segunda indicación indica que la batería del IPG (14) se ha agotado
- 40 9.- El procedimiento de la reivindicación 8, en el que si la primera indicación es recibida, el tercer campo magnético continúa hasta que la batería (14) del dispositivo médico implantable (110) haya sido completamente cargada, y en el que si la segunda indicación es recibida, el tercer campo magnético continúa durante un periodo de tiempo determinado.
- 10.- El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además:
- 45 (e) el retorno a la etapa (a).
- 11.- Un cargador externo (150) de carga de una batería (14) de un dispositivo médico implantable (110), que comprende:
- una bobina (52);
- 50 una circuitería de excitación (72) configurada para energizar la bobina (52) para generar un campo magnético;

una circuitería de detección (74, 76) configurada para medir un parámetro de la bobina (52) mientras es energizada;

una circuitería de control (70) acoplada a la circuitería de excitación (72) y a la circuitería de detección (74,76); y

5 un algoritmo (71) asociado con la circuitería de control (70), en el que el algoritmo (71) está configurado para

energizar la bobina (52) para generar un primer campo magnético,

evaluar el parámetro medido:

10 para determinar si el dispositivo médico implantable (110) está posiblemente próximo al cargador externo (150) mediante la comparación del parámetro medido con un valor de umbral y, si es así,

determinar si al menos una indicación procedente del dispositivo médico implantable (110) ha sido recibida, y si es así,

15 energizar la bobina (52) para generar un segundo campo magnético para cargar la batería en el dispositivo médico implantable (110).

12.- El cargador externo de la reivindicación 11, en el que el algoritmo (71) determina si el dispositivo médico implantable (110) está posiblemente próximo al cargador externo (150) mediante la evaluación de una magnitud de un parámetro de la bobina (52) mientras es energizado y, de manera opcional, en el que el parámetro comprende una magnitud de tensión o corriente de la bobina mientras es energizada.

20 13.- El cargador externo de la reivindicación 11, en el que el algoritmo (71) determina si la al menos una indicación procedente del dispositivo médico implantable (110) ha sido recibida mediante la evaluación de una variación en el parámetro medido y, de manera opcional, en el que la variación del parámetro medido comprende un flujo en serie de bits.

14.- El cargador externo de la reivindicación 13, en el que la variación del parámetro es cíclica.

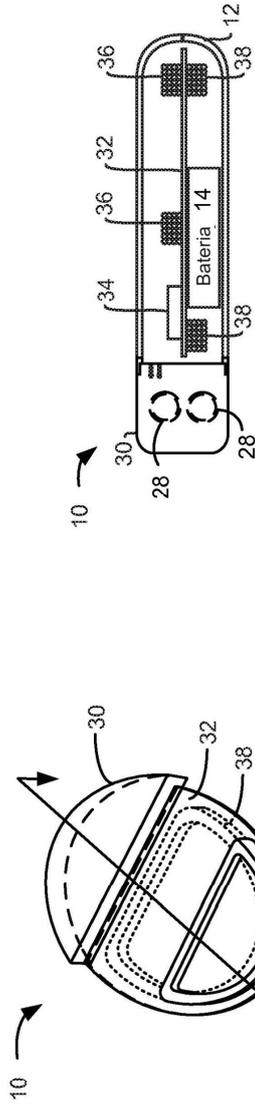
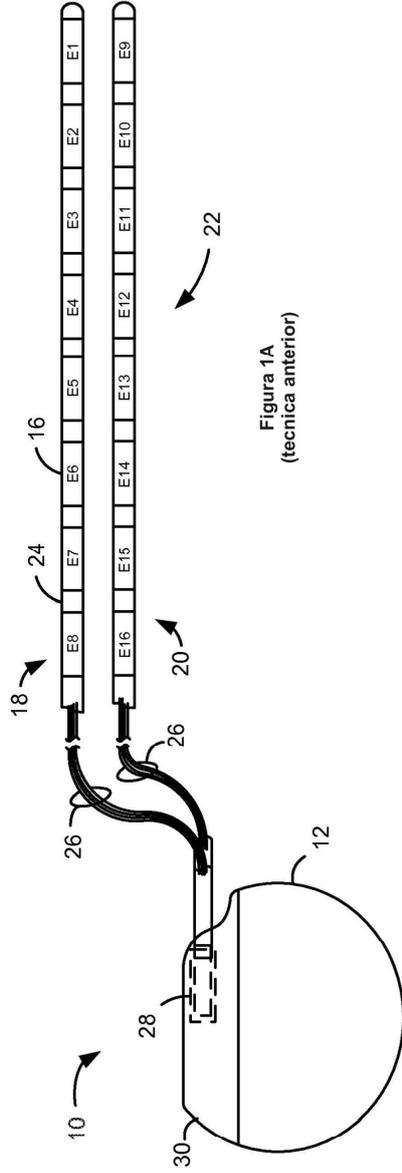
25 15.- El cargador externo de la reivindicación 11, en el que el algoritmo (71) está configurado para evaluar los parámetros medidos para determinar si una primera o una segunda indicación procedente del dispositivo médico implantable (110) ha sido recibida y, de manera opcional, en el que si la primera indicación es recibida, el algoritmo (71) está configurado para energizar la bobina (52) para generar un campo magnético para cargar la batería (14) en el dispositivo médico implantable (110) hasta que la batería (14) esté completamente cargada y, de manera
30 opcional, en el que si la segunda indicación es recibida, el algoritmo está configurado para energizar a bobina (52) para generar un campo magnético para cargar la batería (14) en el dispositivo médico implantable (110) durante un periodo de tiempo establecido.

16.- El cargador externo de la reivindicación 11, en el que la circuitería de detección comprende un desmodulador de Señales con Modulación de Carga (74) y un detector de acoplamiento (76).

35 17.- El cargador externo de la reivindicación 11, en el que el cargador externo (150) es portátil.

18.- El cargador externo de la reivindicación 11, que comprende además un detector de alineación para indicar la alineación del cargador externo (150) con respecto a un usuario mientras el algoritmo energiza la bobina (52) para generar un campo magnético para cargar la batería (14) en el dispositivo médico implantable (110).

40



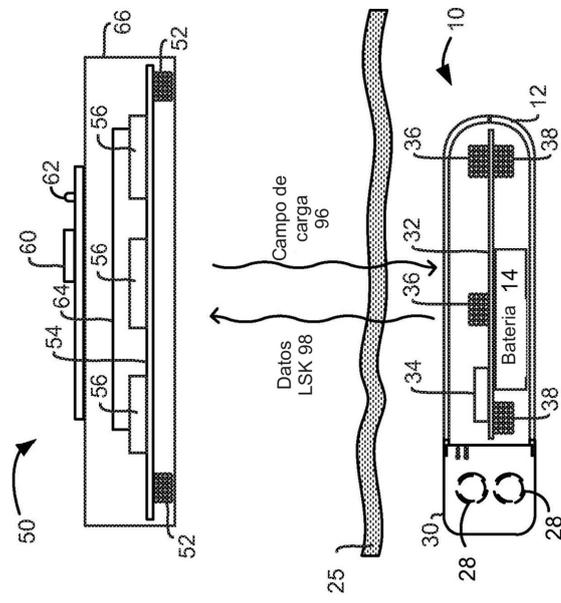


Figura 2
(técnica anterior)

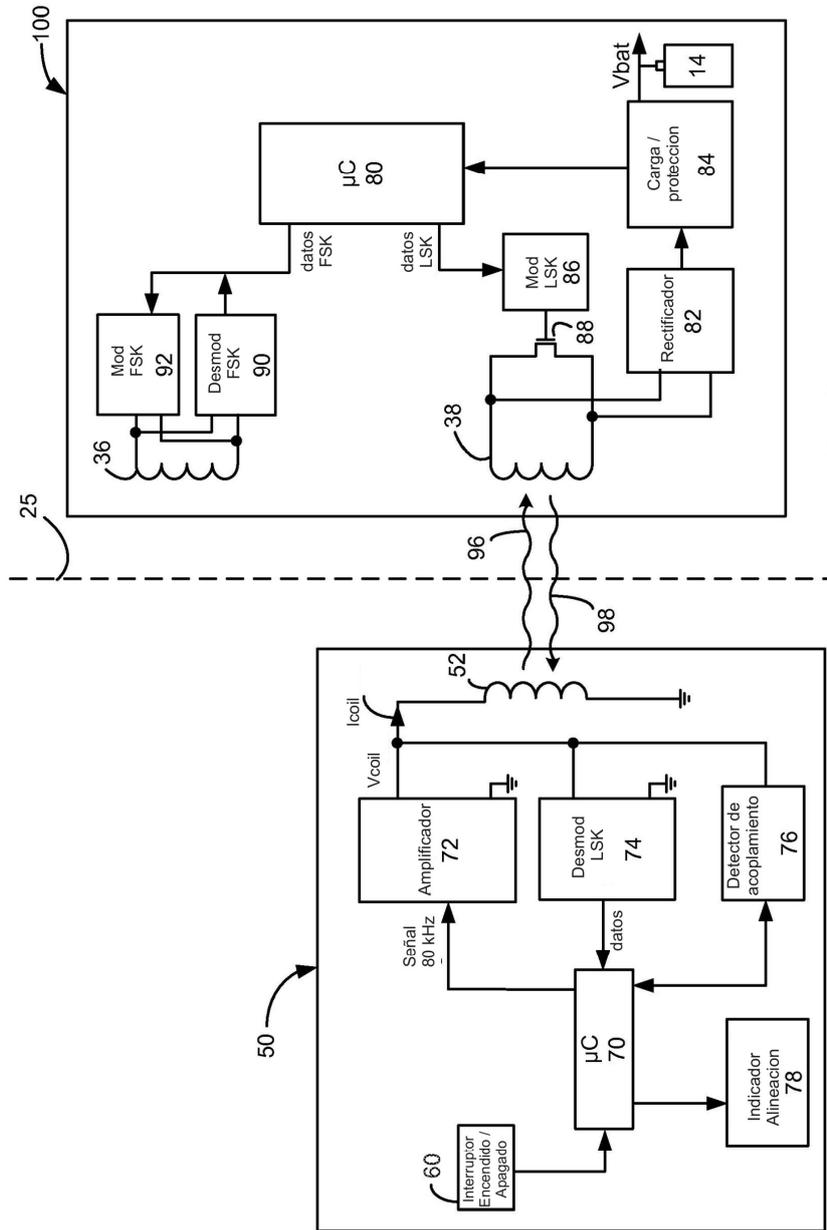


Figura 3
(tecnica anterior)

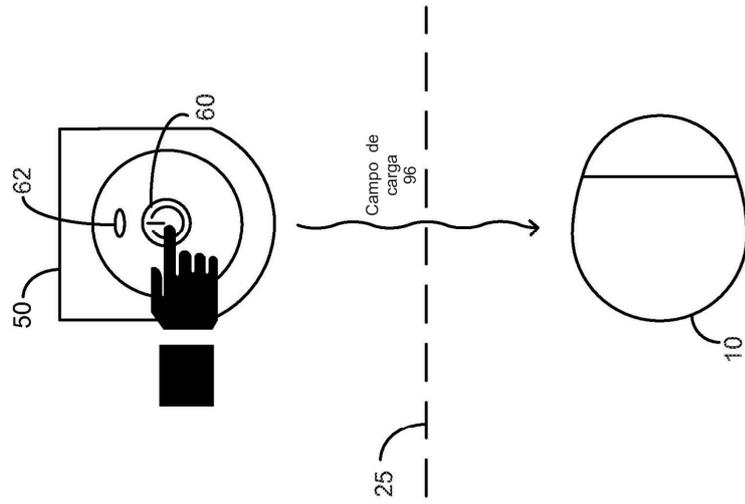


Figura 4
(técnica anterior)

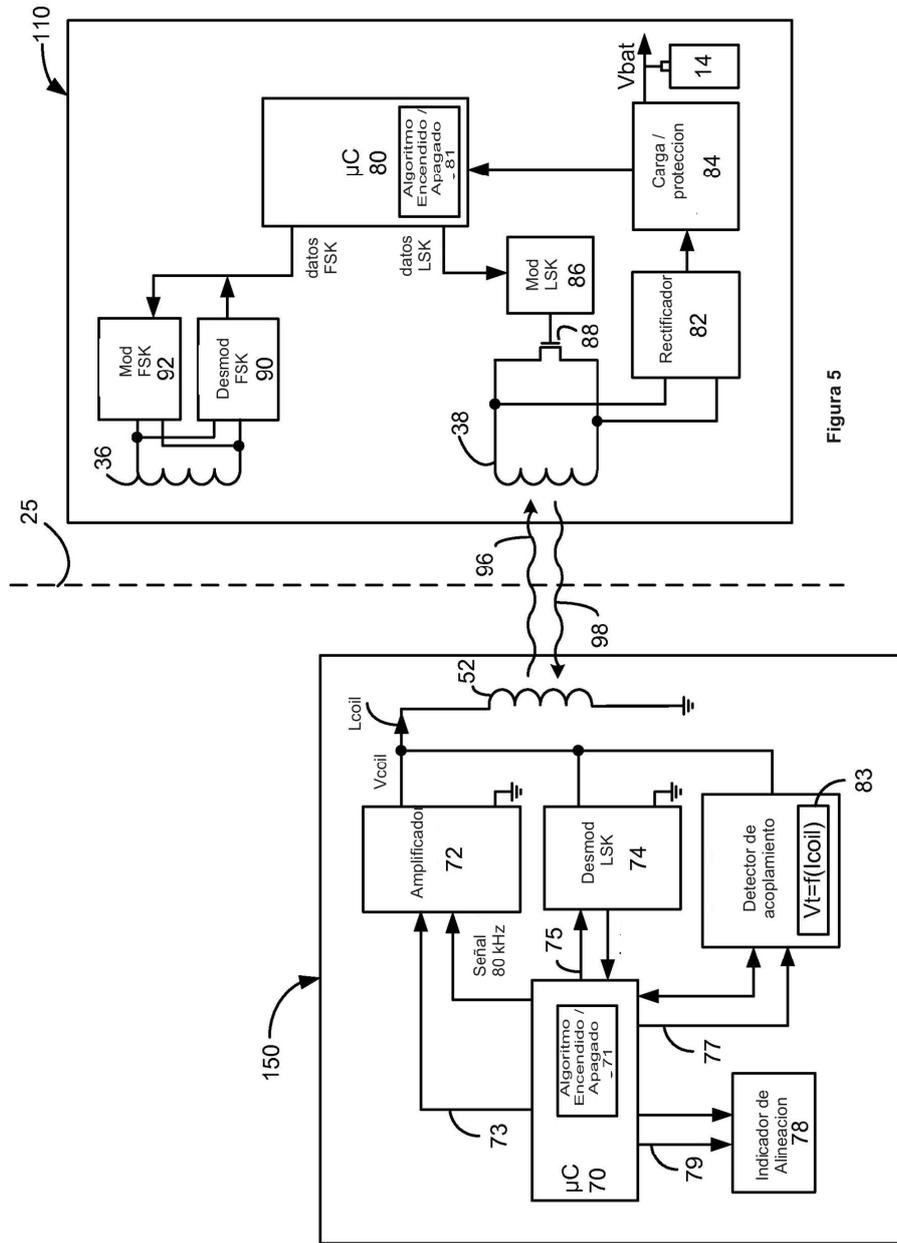


Figura 5

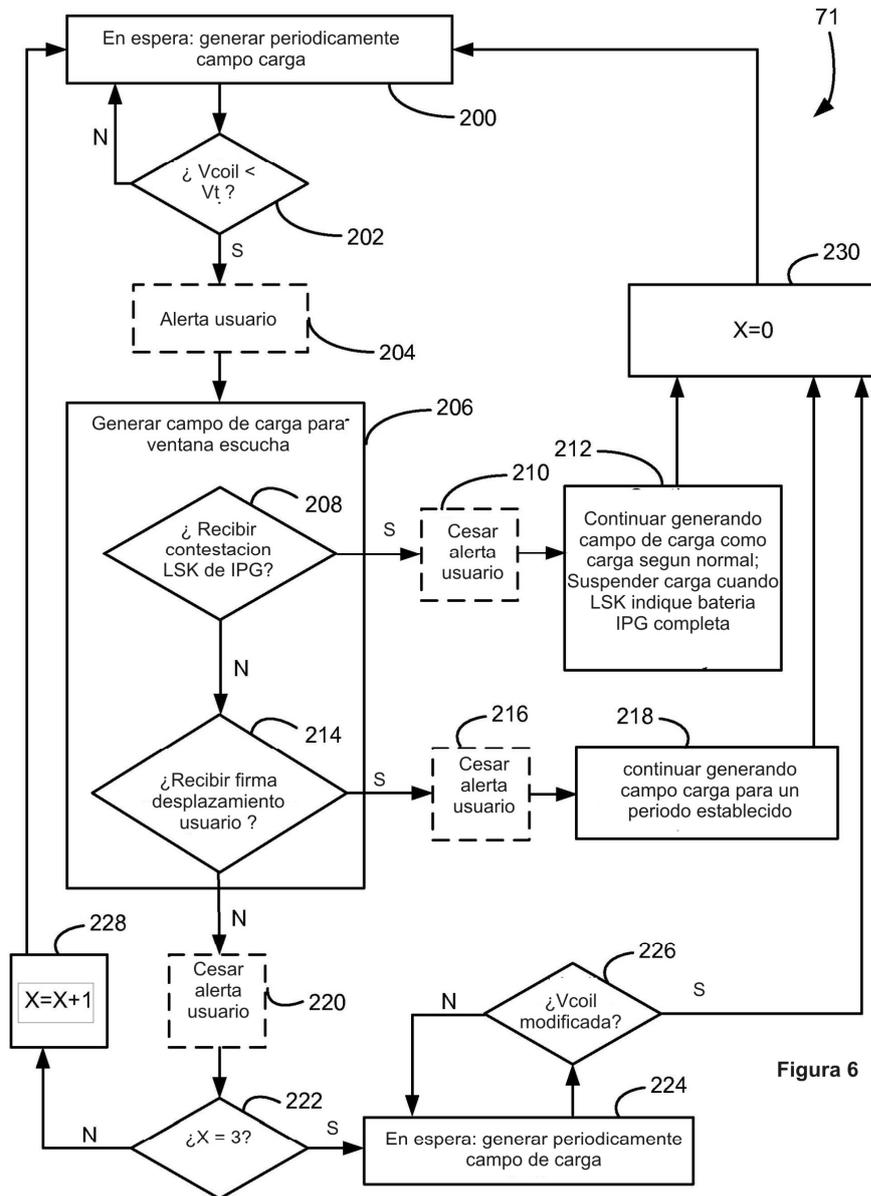
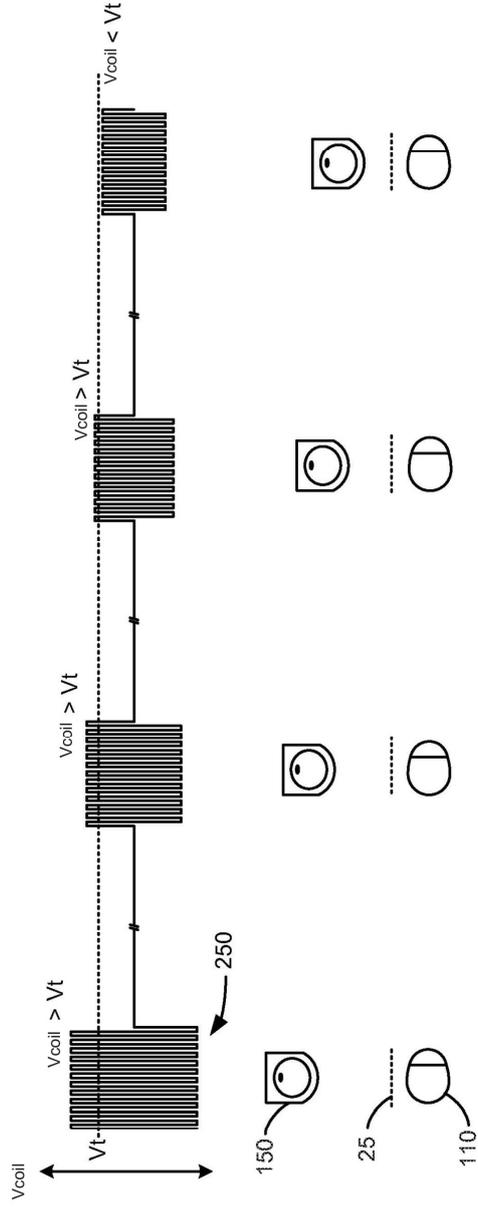
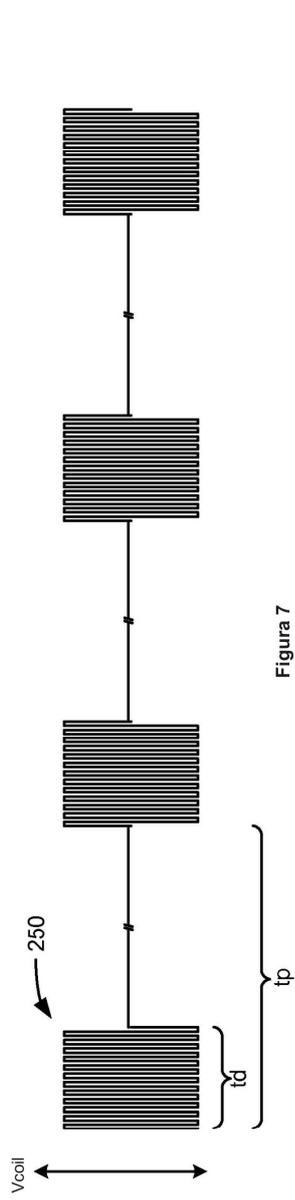


Figura 6



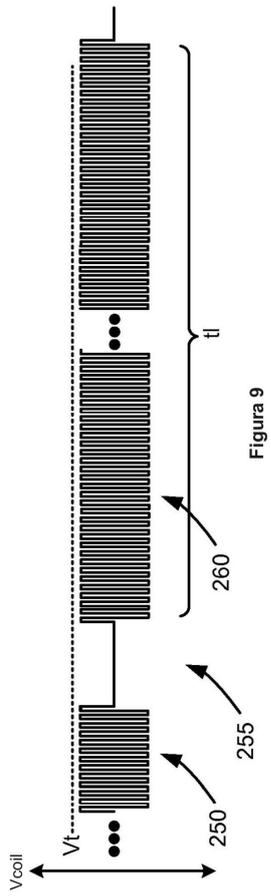


Figura 9

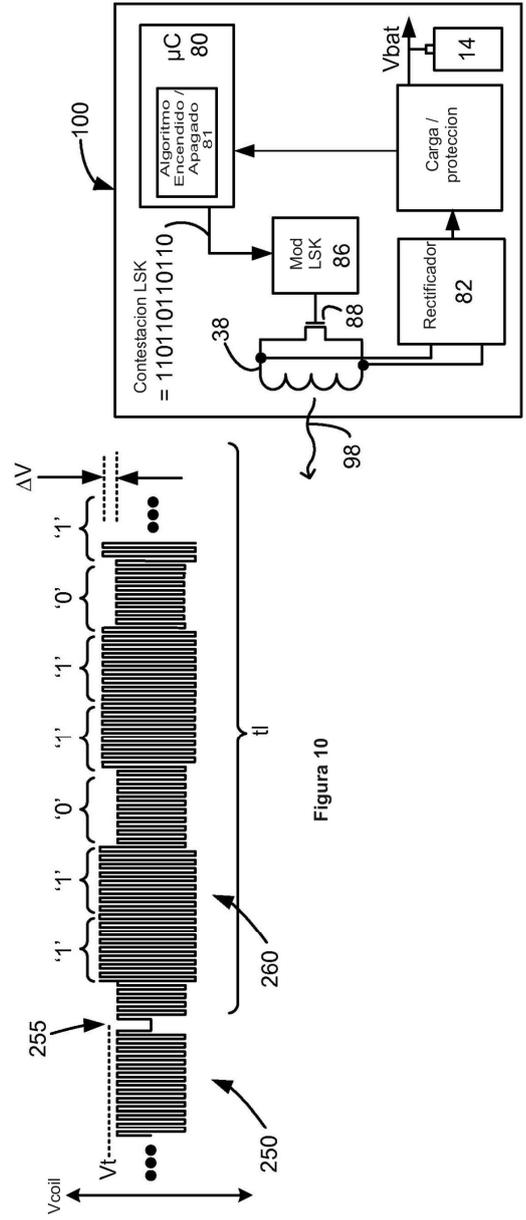
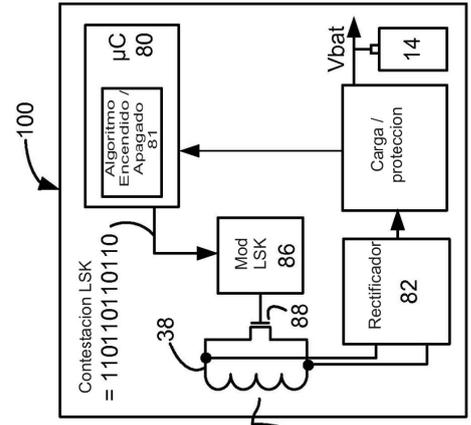


Figura 10



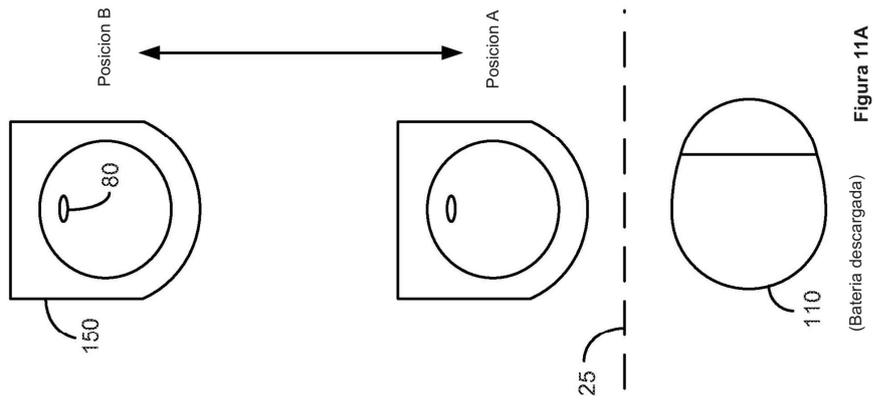


Figura 11A

(Bateria descargada)

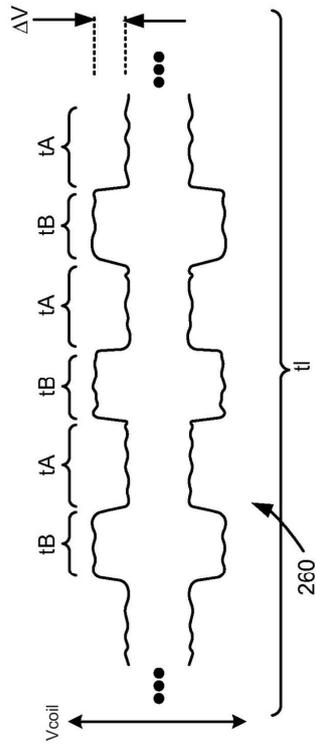


Figura 11B