

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 231**

51 Int. Cl.:

**A61N 1/375** (2006.01)

**A61N 1/362** (2006.01)

**A61N 1/365** (2006.01)

**A61N 1/372** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.02.2016 PCT/US2016/016608**

87 Fecha y número de publicación internacional: **11.08.2016 WO16126968**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.02.2016 E 16705667 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2018 EP 3253449**

54 Título: **Sistemas para el suministro seguro de una terapia de estimulación eléctrica**

30 Prioridad:

**06.02.2015 US 201562113150 P**

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

**20.05.2019**

73 Titular/es:

**CARDIAC PACEMAKERS, INC. (100.0%)  
4100 Hamline Avenue North  
St. Paul, MN 55112-5798, US**

72 Inventor/es:

**HUELSKAMP, PAUL;  
LUDWIG, JACOB M.;  
JUFFER, LANCE E. y  
MAILE, KEITH R.**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 713 231 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

Sistemas para el suministro seguro de una terapia de estimulación eléctrica

5 **Campo técnico**

La presente descripción se refiere en general a sistemas, dispositivos y métodos para tratar las arritmias cardíacas, y más particularmente, a sistemas, dispositivos y métodos para detectar arritmias cardíacas y segura el suministro de terapia de estimulación eléctrica para tratar las arritmias cardíacas detectadas.

10

**Antecedentes**

Los instrumentos de estimulación pueden usarse para tratar a pacientes que padecen diversas afecciones cardíacas que pueden dar como resultado una capacidad reducida del corazón para suministrar cantidades suficientes de sangre al cuerpo de un paciente. Estas afecciones cardíacas pueden llevar a contracciones cardíacas rápidas, irregulares y/o ineficientes. Para ayudar a aliviar algunas de estas afecciones, se pueden implantar diversos dispositivos (por ejemplo, marcapasos, desfibriladores, etc.) en el cuerpo de un paciente. Dichos dispositivos pueden monitorear y proporcionar estimulación eléctrica al corazón para ayudar al corazón a funcionar de una manera más normal, eficiente y/o segura. En algunos casos, un paciente puede tener múltiples dispositivos implantados.

15

20

El documento US 8 744 572 B1 describe técnicas y sistemas para monitorizar arritmias cardíacas y suministrar terapia de estimulación eléctrica utilizando un desfibrilador cardioversor implantable subcutáneo (SICD) y un dispositivo de estimulación sin cables (LPD). Por ejemplo, la SICD puede detectar una taquiarritmia dentro de una primera señal eléctrica desde un corazón y determinar, basándose en la taquiarritmia, suministrar un tratamiento de choque antitaquiarritmia al paciente para tratar la arritmia detectada. El LPD puede recibir comunicación del SICD solicitando que el LPD suministre estimulación antitaquicardia al corazón y determine, basándose en una segunda señal eléctrica del corazón detectada por el LPD, si debe suministrar sincronización antitaquicardia (ATP) al corazón. De esta manera, el SICD y el LPD pueden comunicarse para coordinar la ATP y/o la terapia de cardioversión/desfibrilación. En otro ejemplo, el LPD puede configurarse para suministrar estimulación post-shock después de detectar el suministro de terapia de choque antitaquiarritmia.

25

30

El documento US 2013/0079861 A1 se refiere a técnicas para determinar una estabilidad de acoplamiento de un dispositivo de estimulación sin cables (LPD) implantado dentro de un paciente. Por ejemplo, el LPD puede detectar una o más métricas de estabilidad de uno o más electrodos del LPD y/o un sensor de actividad dentro del LPD. Basado en una o más de estas métricas de estabilidad, por ejemplo, un movimiento mecánico del LPD, un módulo de estabilidad dentro del LPD puede determinar la estabilidad de inserción del LPD dentro del paciente. Si la estabilidad del accesorio es insuficiente para proporcionar una terapia eficaz o indica un desplazamiento al menos parcial del LPD del tejido, el LPD puede transmitir de forma inalámbrica información de estabilidad a un dispositivo externo. En algunos ejemplos, el LPD puede implantarse dentro de una cámara del corazón.

35

40

El documento WO 2006/069215 A2 describe sistemas que incluyen un receptor-estimulador implantable y un controlador-transmisor implantable que se usan para la estimulación eléctrica sin cables de los tejidos corporales. La estimulación cardíaca y el control de la arritmia se realizan con uno o más receptores-estimuladores implantables y un controlador-transmisor externo o implantable. Los sistemas se implantan probando dispositivos externos o implantables en diferentes sitios de tejido, observando las respuestas fisiológicas y de los dispositivos, y seleccionando los sitios con el rendimiento preferido para implantar los sistemas. En estos sistemas, un controlador-transmisor se activa en una ubicación remota de tejido para transmitir/suministrar energía acústica a través del cuerpo a un receptor-estimulador en una ubicación de tejido objetivo. El receptor-estimulador convierte la energía acústica en energía eléctrica para la estimulación eléctrica del tejido corporal. Las ubicaciones del tejido se pueden optimizar moviendo uno o ambos del controlador-transmisor y el receptor-estimulador para determinar las mejores respuestas del paciente y del dispositivo.

45

50

**Sumario**

La invención se define por las reivindicaciones adjuntas. Se proporcionan realizaciones, ejemplos o aspectos no cubiertos por las reivindicaciones para una mejor comprensión de la invención. La presente divulgación se refiere en general a sistemas, dispositivos y métodos para tratar arritmias cardíacas y, más particularmente, a sistemas, dispositivos y métodos para detectar arritmias cardíacas y suministrar con seguridad terapia de estimulación eléctrica, como la terapia de resincronización antitaquicardia (ATP), para tratar las arritmias cardíacas detectadas.

55

60

En una realización, un marcapasos cardíaco sin cables (LCP) puede comprender una carcasa, una pluralidad de electrodos para detectar señales eléctricas que emanan desde fuera de la carcasa, un módulo de almacenamiento de energía dispuesto dentro de la carcasa, y un módulo de control dispuesto dentro de la carcasa y acoplado operativamente a la pluralidad de electrodos. El módulo de control puede configurarse para recibir señales eléctricas a través de dos o más de la pluralidad de electrodos y determinar si las señales eléctricas recibidas son indicativas de un comando para que el LCP suministre terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP). Si las señales eléctricas

65

recibidas son indicativas de un comando para que el LCP suministre terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP), el módulo de control puede determinar adicionalmente si se habilita un modo de terapia de ATP desencadenada del LCP. Si el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado, el módulo de control puede hacer que el LCP suministre la terapia de ATP a través de dos o más de la pluralidad de electrodos.

5 Alternativa, o adicionalmente, en la realización anterior, si el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado, el módulo de control puede configurarse además para determinar si debe suministrar la terapia de ATP en respuesta al comando, y si se determina que suministra terapia de ATP, suministrar terapia de ATP a través de dos o más de la pluralidad de electrodos.

10 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede estar configurado además para determinar suministrar terapia de ATP si está habilitado el modo de terapia de ATP desencadenada.

15 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede estar configurado además para determinar para suministrar terapia de ATP si una frecuencia cardíaca, determinada a partir de las señales eléctricas recibidas, está por encima de un umbral de arritmia.

20 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede estar configurado, además, para mantener un recuento de un número de ráfaga de la terapia de ATP que se han suministrado como parte de una terapia de ATP suministrado, y en el que el módulo controlador está además configurado para determinar el suministro de la terapia de ATP si el número de ráfaga de la terapia de ATP no ha excedido un umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP.

25 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, si el número de ráfaga de la terapia de ATP ha excedido el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP, el módulo de control puede estar configurado además para comunicar una señal de error a otro dispositivo médico.

30 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede estar configurado además para determinar un tipo de morfología de la señal de una señal cardíaca recibida a través de dos o más de la pluralidad de electrodos, y en el que el módulo controlador está además configurado para determinar el suministro de la terapia de ATP si el tipo de morfología de la señal determinado es de un tipo de morfología de la señal predeterminado.

35 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el tipo de morfología de la señal predeterminado puede comprender una taquicardia ventricular monomórfica (MVT).

40 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el tipo de morfología de la señal predeterminada puede comprender una taquicardia ventricular polimórfica (PVT).

Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el tipo de morfología de la señal predeterminada puede comprender una taquicardia supra ventricular (SVT).

45 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, las señales indicativas de un comando para el LCP para suministrar terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP) puede comprender una pluralidad de pulsos de comunicación producidos por un dispositivo médico remoto.

50 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, las señales indicativas de un comando para el LCP para suministrar terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP) puede comprender una pluralidad de pulsos de comunicación como parte de una trayectoria de comunicación de una sola vía desde un dispositivo médico remoto

55 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, la pluralidad de pulsos de comunicación puede estar libre de la comprobación de errores de información para la comprobación de errores de la trayectoria de comunicación de una sola vía.

60 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede configurarse adicionalmente para, después de suministrar la terapia de ATP a través de dos o más de la pluralidad de electrodos, suministrar la terapia de resincronización posterior al fallo cardiovascular.

Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede configurarse adicionalmente para suministrar una terapia de empaquetamiento posterior a la descarga durante aproximadamente 30-60 segundos después de suministrar la terapia de ATP.

65 En otra realización, un marcapasos cardíaco sin cables (LCP) puede comprender una carcasa, una pluralidad de electrodos para detectar señales eléctricas que emanan desde fuera de la carcasa, un módulo de almacenamiento de

- energía dispuesta dentro de la carcasa, y un módulo de control dispuesto dentro de la carcasa y acoplado operativamente a la pluralidad de electrodos. El módulo de control puede configurarse para recibir señales eléctricas a través de dos o más de la pluralidad de electrodos y determinar si las señales eléctricas recibidas son indicativas de un comando para que el LCP suministre terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP). Si las señales eléctricas recibidas son indicativas de un comando para que el LCP suministre terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP), el módulo de control puede configurarse además para determinar si se habilita un modo de terapia de ATP desencadenada del LCP. Si el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado, el módulo de control puede hacer que el LCP suministre la terapia de ATP a través de dos o más de la pluralidad de electrodos.
- 5
- 10 Alternativa, o adicionalmente, en la realización anterior, si está activado el modo de terapia de ATP se activa, el módulo de control puede estar configurado además para determinar si para suministrar terapia de ATP en respuesta a el comando, y si se determina para suministrar ATP terapia, suministrar terapia de ATP a través de dos o más de la pluralidad de electrodos.
- 15 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede estar configurado además para determinar para suministrar terapia de ATP si está habilitado el modo de terapia de ATP desencadenada.
- 20 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede estar configurado además para determinar para suministrar terapia de ATP si una frecuencia cardíaca, determinado a partir de las señales eléctricas recibidas, está por encima de un umbral de arritmia.
- 25 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede estar configurado, además, para mantener un recuento de un número de ráfaga de la terapia de ATP que se han suministrado como parte de una terapia de ATP suministrado, y en el que el módulo controlador está además configurado para determinar el suministro de la terapia de ATP si el número de ráfaga de la terapia de ATP no ha excedido un umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP.
- 30 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede estar configurado además para determinar un tipo de morfología de la señal de una señal cardíaca recibida a través de dos o más de la pluralidad de electrodos, y en el que el módulo controlador es además configurado para determinar el suministro de la terapia de ATP si el tipo de morfología de la señal determinado es de un tipo de morfología de la señal predeterminado.
- 35 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el tipo de morfología de la señal predeterminado puede comprender una taquicardia ventricular monomórfica (MVT).
- 40 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el tipo de morfología de la señal predeterminada puede comprender una taquicardia ventricular polimórfica (PVT).
- 45 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el tipo de morfología de la señal predeterminada puede comprender una taquicardia supraventricular (SVT).
- 50 En otra realización más, un marcapasos cardíaco sin cables (LCP) puede comprender una carcasa, una pluralidad de electrodos para detectar señales eléctricas que emanan desde fuera de la carcasa, un módulo de almacenamiento de energía dispuesta dentro del carcasa, y un módulo de control dispuesto dentro de la carcasa y acoplado operativamente a la pluralidad de electrodos. El módulo de control puede configurarse para recibir señales eléctricas a través de dos o más de la pluralidad de electrodos y determinar si las señales eléctricas recibidas son indicativas de un comando para que el LCP suministre terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP). Si las señales eléctricas recibidas son indicativas de un comando para que el LCP suministre terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP), el módulo de control puede configurarse para suministrar la terapia de ATP a través de dos o más de la pluralidad de electrodos. El módulo de control puede configurarse además para mantener una medida relacionada con una cantidad de la terapia de ATP suministrada como parte de la terapia de ATP suministrada dentro de un período de tiempo predeterminado y continuar permitiendo el suministro de la terapia de ATP si la medida se relaciona con la cantidad de la terapia de ATP suministrada dentro del período de tiempo predeterminado no ha excedido un umbral de la terapia de ATP predeterminado. El control también puede detener el suministro de la terapia de ATP si la medida relacionada con la cantidad de la terapia de ATP suministrada dentro del período de tiempo predeterminado ha excedido el umbral de la terapia de ATP predeterminado.
- 55
- 60 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el período de tiempo predeterminado puede estar comprendido entre una hora y veinticuatro horas.
- 65 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, la medida relacionada con la cantidad de la terapia de ATP suministrada como parte de la terapia de ATP suministrada dentro del período de tiempo predeterminado puede corresponder a un conteo suministrado de la terapia de ATP que es indicativo de un número de veces que se recibe un comando que da como resultado que el LCP suministre la terapia de ATP dentro del período

de tiempo predeterminado.

5 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, la medida relacionada con la cantidad de la terapia de ATP suministrada como parte de la terapia de ATP suministrada dentro del período de tiempo predeterminado puede corresponder a un conteo de ráfaga ATP que es indicativo de un número de ráfaga de ATP que se suministran dentro del período de tiempo predeterminado.

10 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, las señales eléctricas recibidas pueden comprender una pluralidad de pulsos de comunicación producidos por un dispositivo médico remoto.

10 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, las señales eléctricas recibidas pueden comprender una pluralidad de pulsos de comunicación como parte de una trayectoria de comunicación de una sola vía de un dispositivo médico remoto.

15 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, la pluralidad de pulsos de comunicación puede estar libre de la comprobación de errores de información para la comprobación de errores de la trayectoria de comunicación de una sola vía.

20 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, después del suministro de la terapia de ATP, el LCP puede estar configurado además para entrar en un modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular.

25 En otra realización más, un marcapasos cardíaco sin cables (LCP) puede comprender una carcasa, una pluralidad de electrodos para detectar señales eléctricas que emanan desde fuera de la carcasa, un módulo de almacenamiento de energía dispuesto dentro del carcasa, y un módulo de control dispuesto dentro de la carcasa y acoplado operativamente a la pluralidad de electrodos. El módulo de control puede configurarse para recibir señales eléctricas a través de dos o más de la pluralidad de electrodos y determinar si las señales eléctricas recibidas son indicativas de un comando para que el LCP suministre terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP). Si las señales eléctricas recibidas son indicativas de un comando para que el LCP suministre terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP), el módulo de control puede determinar además si el modo de terapia de ATP desencadenada del LCP está habilitado y determinar si se determina una frecuencia cardíaca a partir de las señales eléctricas recibidas están por encima de un umbral de arritmia. Si el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado y la frecuencia cardíaca está por encima del umbral de arritmia, el módulo de control puede hacer que el LCP suministre la terapia de ATP a través de dos o más de la pluralidad de electrodos.

35 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el módulo de control puede mantener, además, una medida relacionada con la cantidad de la terapia de ATP suministrado dentro de un período de tiempo predeterminado, y en el que el módulo de control puede estar configurado además para determinar si la medida relacionada con la cantidad de la terapia de ATP suministrada dentro del período de tiempo predeterminado excede un umbral de la terapia de ATP predeterminado, y solo hace que el LCP suministre terapia de ATP a través de dos o más de la pluralidad de electrodos si el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado, la frecuencia cardíaca está por encima del umbral de arritmia y la medida relacionada con la cantidad de la terapia de ATP suministrada dentro del período de tiempo predeterminado no excede el umbral de la terapia de ATP predeterminado.

45 Alternativa, o adicionalmente, en cualquiera de las realizaciones anteriores, el período de tiempo predeterminado es entre una hora y veinticuatro horas.

50 El resumen anterior no pretende describir cada realización o cada implementación de la presente descripción. Las ventajas y los logros, junto con una comprensión más completa de la divulgación, se harán evidentes y se referirán a la siguiente descripción y las reivindicaciones tomadas junto con los dibujos adjuntos.

**Breve descripción de los dibujos**

55 La divulgación puede entenderse más completamente en consideración de la siguiente descripción de varias formas de realización ilustrativas en conexión con los dibujos adjuntos, en los que:

- 60 La figura 1 es un diagrama de bloques esquemático de un marcapasos cardíaco sin cables (LCP) ilustrativo de acuerdo con una realización de la presente divulgación;
- La figura 2 es un diagrama de bloques esquemático de otro dispositivo médico ilustrativo que puede utilizarse junto con el LCP de la figura 1;
- La figura 3 es un diagrama esquemático de un sistema médico a modo de ejemplo que incluye múltiples LCP y/u otros dispositivos en comunicación entre sí
- La figura 4 es un diagrama esquemático de un sistema que incluye un LCP y otro dispositivo médico, de acuerdo con otra realización de la presente divulgación;
- 65 La figura 5 es un diagrama esquemático de un sistema que incluye un marcapasos cardíaco sin cables (LCP) y otro dispositivo médico, de acuerdo con otra realización más de la presente divulgación;

Las figuras 6A - 6B ilustran secuencias de pulsos de comunicación de ejemplo, de acuerdo con otra realización más de la presente divulgación;

La figura 7 es un diagrama de flujo de un método ilustrativo que puede implementarse mediante un dispositivo médico o un sistema de dispositivo médico, tal como los dispositivos médicos ilustrativos y los sistemas de dispositivos médicos descritos con respecto a las figuras 1-5; y

La figura 8 es un diagrama de flujo de otro método ilustrativo que puede implementarse mediante un dispositivo médico o un sistema de dispositivo médico, como los dispositivos médicos ilustrativos y los sistemas de dispositivos médicos descritos con respecto a las figuras 1-5.

## 10 Descripción

La siguiente descripción se debe leer con referencia a los dibujos en los que elementos similares en diferentes dibujos se numeran igual. La descripción y los dibujos, que no están necesariamente a escala, representan realizaciones ilustrativas y no pretenden limitar el alcance de la divulgación.

Esta descripción describe sistemas, dispositivos y métodos para detectar y tratar de manera segura las arritmias cardíacas. En algunos sistemas de dispositivos médicos que incluyen una pluralidad de dispositivos médicos, un primer dispositivo del sistema puede determinar la aparición de arritmias cardíacas y puede ordenar a otro dispositivo que suministre terapia de estimulación eléctrica. En tal sistema, el primer dispositivo puede comunicar un comando al segundo dispositivo, donde al recibir el comando, el segundo dispositivo inicia el suministro de la terapia de estimulación eléctrica. En algunos sistemas de dispositivos médicos, puede ser importante implementar una o más medidas de seguridad para ayudar a garantizar que el segundo dispositivo médico no esté administrando incorrectamente la terapia de estimulación eléctrica. Esta divulgación detalla varios ejemplos de técnicas de medidas de seguridad.

La figura 1 es un dibujo conceptual de un marcapasos cardíaco sin cables (LCP) a modo de ejemplo, que puede implantarse en un paciente y puede operar para detectar señales y parámetros fisiológicos y suministrar uno o más tipos de terapia de estimulación eléctrica a los tejidos del paciente. El ejemplo de terapia de resincronización eléctrica incluye terapia de resincronización antitaquicardia (ATP), terapia de resincronización cardíaca (TRC), terapia de bradicardia, varios tipos de terapia de resincronización, incluida la terapia de resincronización con respuesta de frecuencia, y/o similares. Como se puede ver en la figura 1, el LCP 100 puede ser un dispositivo compacto con todos los componentes alojados dentro del LCP 100 o directamente en la carcasa 120. El LCP 100 ilustrativo puede incluir el módulo de comunicación 102, el módulo generador de pulsos 104, el módulo de detección eléctrica 106, el módulo de detección mecánica 108, el módulo de procesamiento 110, el módulo de almacenamiento de energía 112 y los electrodos 114.

Como se muestra en la figura 1, el LCP 100 puede incluir electrodos 114, que se pueden fijar con relación a la carcasa 120 pero expuestos al tejido y/o sangre que rodea al LCP 100. Los electrodos 114 generalmente pueden conducir señales eléctricas hacia y desde el LCP 100 y el tejido y/o la sangre circundante. Dichas señales eléctricas pueden incluir pulsos de comunicación, pulsos de estimulación eléctrica y señales eléctricas cardíacas intrínsecas. Las señales eléctricas cardíacas intrínsecas pueden incluir señales eléctricas generadas por el corazón y pueden representarse mediante un electrocardiograma (ECG). Los electrodos 114 pueden estar compuestos de uno o más materiales conductores biocompatibles, tales como varios metales o aleaciones que se sabe que son seguros para la implantación dentro de un cuerpo humano. En algunos casos, los electrodos 114 pueden estar generalmente dispuestos en cualquiera de los extremos del LCP 100 y pueden estar en comunicación eléctrica con uno o más de los módulos 102, 104, 106, 108 y 110. En realizaciones en las que los electrodos 114 se aseguran directamente a la carcasa 120, los electrodos 114 pueden tener una porción aislante que aisle eléctricamente los electrodos 114 de los electrodos adyacentes, la carcasa 120 y/u otras porciones del LCP 100. Algunos o todos los electrodos 114 pueden estar separados de la carcasa 120 y conectados a la carcasa 120 y/u otros componentes del LCP 100 a través de cables de conexión. En tales realizaciones, los electrodos 114 pueden colocarse sobre una cola que se extiende desde la carcasa 120. Como se muestra en la figura 1, en algunas realizaciones, el LCP 100 puede incluir adicionalmente electrodos 114'. Los electrodos 114' son similares a los electrodos 114, excepto que los electrodos 114' están dispuestos a los lados del LCP 100 y aumentan el número de electrodos en los que el LCP 100 puede suministrar pulsos de comunicación y pulsos de estimulación eléctrica y/o detectar señales eléctricas cardíacas intrínsecas, pulsos de comunicación y/o pulsos de estimulación eléctrica.

Los electrodos 114 y/o 114' pueden tener cualquiera de varios tamaños y/o formas, y pueden estar espaciados en cualquiera de varias distancias. Por ejemplo, los electrodos 114 pueden tener un diámetro de dos a veinte milímetros (mm). Sin embargo, en otras realizaciones, los electrodos 114 y/o 114' pueden tener un diámetro de dos, tres, cinco, siete milímetros (mm), o cualquier otro diámetro, dimensión y forma adecuados. Las longitudes de ejemplo para los electrodos 114 y/o 114' incluyen una longitud de cero, uno, tres, cinco, diez milímetros (mm), o cualquier otra longitud adecuada. Como se usa en este documento, la longitud es una dimensión de los electrodos 114 y/o 114' que se extiende lejos de la carcasa 120. Además, al menos algunos de los electrodos 114 y/o 114' pueden estar separados entre sí por una distancia de veinte, treinta, cuarenta, cincuenta milímetros (mm), o cualquier otra distancia adecuada. Los electrodos 114 y/o 114' de un solo dispositivo pueden tener diferentes tamaños entre sí, y la separación de los electrodos en el dispositivo puede no ser uniforme.

El módulo de comunicación 102 puede estar acoplado eléctricamente a los electrodos 114 y/o 114' y configurado para suministrar pulsos de comunicación a los tejidos del paciente para comunicarse con otros dispositivos tales como sensores, programadores, otros dispositivos médicos, y similares. Los pulsos de comunicación, como se usan en este documento, pueden ser cualquier señal modulada que transmita información a otro dispositivo, ya sea por sí misma o junto con una o más señales moduladas. En algunas realizaciones, los pulsos de comunicación están limitados a incluir solo señales de subumbral que transmiten información. Tales otros dispositivos pueden estar ubicados ya sea externos o internos al cuerpo del paciente. El módulo de comunicación 102 puede configurarse adicionalmente para detectar los pulsos de comunicación entregados por los otros dispositivos, que están ubicados externamente al LCP 100. Independientemente de la ubicación, el LCP y los otros dispositivos pueden comunicarse entre sí a través del módulo de comunicación 102 para cumplir una o más funciones deseadas. Algunas funciones de ejemplo incluyen el almacenamiento de los datos comunicados, el uso de los datos comunicados para determinar los casos de arritmias, la coordinación del suministro de la terapia de resincronización eléctrica, como la activación de una terapia de ATP, y/u otras funciones.

El LCP 100 y los otros dispositivos pueden usar los pulsos de comunicación entregados para comunicar información sin procesar, información procesada, mensajes y/u otros datos. La información sin procesar puede incluir información como señales eléctricas detectadas (por ejemplo, un ECG detectado), señales recopiladas de sensores acoplados y similares. En algunas realizaciones, la información sin procesar puede incluir señales que se han filtrado utilizando una o más técnicas de procesamiento de señales. La información procesada puede incluir cualquier información que haya sido determinada por el LCP 100. Por ejemplo, la información procesada puede incluir una frecuencia cardíaca determinada, tiempos de latidos cardíacos determinados, tiempos de otros eventos determinados, determinaciones de cruces de umbral, vencimientos de períodos de tiempo monitoreados y parámetros determinados tales como parámetros de actividad, parámetros de oxígeno en la sangre, parámetros de presión arterial, parámetros de sonido del corazón, y similares. Los mensajes pueden incluir instrucciones o comandos que indiquen a otro dispositivo que tome medidas, notificaciones de acciones inminentes del dispositivo emisor, solicitudes de lectura del dispositivo receptor o escritura de datos en el dispositivo receptor.

En al menos algunas realizaciones, el módulo de comunicación 102 (o el LCP 100) puede incluir además circuitos de conmutación para conectar selectivamente uno o más de los electrodos 114 y/o 114' a módulo de comunicación 102 con el fin de seleccionar a través de cuáles de los electrodos 114 y/o 114' el módulo de comunicación 102 suministra los pulsos de comunicación. Además, el módulo de comunicación 102 puede configurarse para usar uno o más métodos para comunicarse con otros dispositivos. Por ejemplo, el módulo de comunicación 102 puede comunicarse a través de señales conducidas, señales de radiofrecuencia (RF), señales ópticas, señales acústicas, acoplamiento inductivo y/o cualquier otra señal o método adecuado para la comunicación.

El módulo generador de pulsos 104 del LCP 100 también puede estar conectado eléctricamente a uno o más de los electrodos 114 y/o 114'. El módulo generador de pulsos 104 puede configurarse para generar pulsos de estimulación eléctrica y suministrar los pulsos de estimulación eléctrica a los tejidos de un paciente a través de electrodos 114 y/o electrodos 114' para efectuar una o más terapias de estimulación eléctrica. Los pulsos de estimulación eléctrica, como se usan en este documento, pretenden abarcar cualquier señal eléctrica que se pueda enviar al tejido de un paciente para el tratamiento de cualquier tipo de enfermedad o anomalía. Cuando se utilizan para tratar enfermedades o anomalías cardíacas, los pulsos de estimulación eléctrica generalmente se pueden configurar para capturar el corazón del paciente, lo que hace que el corazón se contraiga en respuesta al pulso de estimulación eléctrica suministrado. Un ejemplo de estos pulsos de estimulación eléctrica incluye los pulsos de estimulación. En al menos las realizaciones en las que el generador de pulsos 104 está configurado para generar tipos específicos de pulsos de estimulación eléctrica denominados pulsos de desfibrilación/cardioversión, el módulo generador de pulsos 104 puede incluir uno o más elementos de condensador u otros dispositivos de almacenamiento de carga.

El módulo generador de pulsos 104 puede incluir la capacidad de modificar los pulsos de estimulación eléctrica, por ejemplo, ajustando la amplitud o la amplitud de los pulsos de estimulación eléctrica, para garantizar que los pulsos de estimulación eléctrica suministrados capturen sistemáticamente el corazón. El módulo generador de pulsos 104 puede usar la energía almacenada en el módulo de almacenamiento de energía 112 para generar los pulsos de estimulación eléctrica. En al menos algunas realizaciones, el módulo generador de pulsos 104 (o LCP 100) puede incluir además circuitos de conmutación para conectar selectivamente uno o más de los electrodos 114 y/o 114' al módulo generador de pulsos 104 para seleccionar a través de qué electrodos 114 y/o 114' el generador de pulsos 104 suministra los pulsos de estimulación eléctrica.

En algunas realizaciones, el LCP 100 puede incluir módulo de detección eléctrica 106 y el módulo de detección mecánica 108. El módulo de detección eléctrica 106 puede configurarse para detectar señales eléctricas cardíacas intrínsecas conducidas desde los electrodos 114 y/o 114' hasta el módulo de detección eléctrica 106. Por ejemplo, el módulo de detección eléctrico 106 puede estar conectado eléctricamente a uno o más electrodos 114 y/o 114' y el módulo de detección eléctrico 106 puede estar configurado para recibir señales eléctricas cardíacas conducidas a través de los electrodos 114 y/o 114'. En algunas realizaciones, las señales eléctricas cardíacas pueden representar información local de la cámara en la que se implanta LCP 100. Por ejemplo, si el LCP 100 se implanta dentro de un ventrículo del corazón, las señales eléctricas cardíacas detectadas por LCP 100 a través de los electrodos 114 y/o

114' pueden representar señales eléctricas cardíacas ventriculares. El módulo de detección mecánica 108 puede incluir, o estar conectado eléctricamente, a varios sensores, tales como acelerómetros, sensores de presión sanguínea, sensores de sonido cardíaco, sensores de oxígeno en la sangre y/u otros sensores que miden uno o más parámetros fisiológicos del corazón y/o del paciente. El módulo de detección mecánica 108 puede reunir señales de los sensores indicativos de los diversos parámetros fisiológicos. Tanto el módulo de detección eléctrica 106 como el módulo de detección mecánica 108 pueden conectarse además al módulo de procesamiento 110 y pueden proporcionar señales representativas de las señales eléctricas cardíacas detectadas y/o señales fisiológicas al módulo de procesamiento 110. Aunque se describe con respecto a la figura 1 como módulos de detección separados, en algunas realizaciones, el módulo de detección eléctrico 106 y el módulo de detección mecánico 108 se pueden combinar en un solo módulo.

El módulo de procesamiento 110 se puede configurar para controlar el funcionamiento del LCP 100. Por ejemplo, el módulo de procesamiento 110 se puede configurar para recibir señales eléctricas cardíacas desde el módulo de detección eléctrica 106 y/o señales fisiológicas desde el módulo de detección mecánica 108. Basándose en las señales recibidas, el módulo de procesamiento 110 puede determinar los casos y los tipos de arritmias. El módulo de procesamiento 110 puede recibir además información del módulo de comunicación 102. En algunas realizaciones, el módulo de procesamiento 110 puede usar adicionalmente dicha información recibida para determinar los casos y tipos de arritmias. Sin embargo, en otras realizaciones, el LCP 100 puede usar la información recibida en lugar de las señales recibidas desde el módulo de detección eléctrica 106 y/o el módulo de detección mecánico 108, por ejemplo, si la información recibida es más precisa que las señales recibidas desde el módulo de detección eléctrica 106 y/o el módulo de detección mecánica 108 o si el módulo de detección eléctrica 106 y/o el módulo de detección mecánica 108 se han desactivado u omitido de LCP 100.

Basándose en cualquier arritmia determinada, el módulo de procesamiento 110 puede entonces controlar el módulo generador de pulsos 104 para generar pulsos de estimulación eléctrica de acuerdo con una o más terapias de estimulación eléctrica para tratar las arritmias determinadas. Por ejemplo, el módulo de procesamiento 110 puede controlar el módulo generador de pulsos 104 para generar pulsos de estimulación con parámetros variables y en diferentes secuencias para efectuar una o más terapias de estimulación eléctrica. Al controlar el módulo generador de pulsos 104 para suministrar la terapia de resincronización bradicardia, el módulo de procesamiento 110 puede controlar el módulo generador de pulsos 104 para suministrar pulsos de estimulación diseñados para capturar el corazón del paciente en un intervalo regular para evitar que el corazón de un paciente caiga por debajo de un umbral predeterminado. Para la terapia de ATP, el módulo de procesamiento 110 puede controlar el módulo generador de pulsos 104 para suministrar pulsos de resincronización a una frecuencia más rápida que la frecuencia cardíaca intrínseca de un paciente en un intento de forzar el latido del corazón en respuesta a los pulsos de resincronización suministrados en lugar de responder a las señales eléctricas cardíacas intrínsecas. El módulo de procesamiento 110 puede entonces controlar el módulo generador de pulsos 104 para reducir la frecuencia de los pulsos de estimulación suministrados hasta un nivel seguro. En CRT, el módulo de procesamiento 110 puede controlar el módulo generador de pulsos 104 para suministrar pulsos de resincronización en coordinación con otro dispositivo para hacer que el corazón se contraiga de manera más eficiente. Además, en los casos en que el módulo generador de pulsos 104 es capaz de generar pulsos de desfibrilación y/o cardioversión para la terapia de desfibrilación/cardioversión, el módulo de procesamiento 110 puede controlar el módulo generador de pulsos 104 para generar dichos pulsos de desfibrilación y/o cardioversión. En otras realizaciones, el módulo de procesamiento 110 puede controlar el módulo generador de pulsos 104 para generar pulsos de estimulación eléctrica para proporcionar terapias de estimulación eléctrica diferentes a las descritas en el presente documento para tratar una o más arritmias cardíacas detectadas.

Aparte de controlar el módulo generador de pulsos 104 para generar diferentes tipos de pulsos de estimulación eléctrica y en diferentes secuencias, en algunas realizaciones, el módulo de procesamiento 110 también puede controlar el módulo generador de pulsos 104 para generar los diversos pulsos de estimulación eléctrica con diferentes parámetros del pulso. Por ejemplo, cada pulso de estimulación eléctrica puede tener un ancho de pulso y una amplitud de pulso. El módulo de procesamiento 110 puede controlar el módulo generador de pulsos 104 para generar los diversos pulsos de estimulación eléctrica con anchos de pulsos y amplitudes de pulsos específicos. Por ejemplo, el módulo de procesamiento 110 puede hacer que el módulo generador de pulsos 104 ajuste la anchura del pulso y/o la amplitud del pulso de los pulsos de estimulación eléctrica si los pulsos de estimulación eléctrica no están capturando efectivamente el corazón. Dicho control de los parámetros específicos de los diversos pulsos de estimulación eléctrica puede garantizar que el LCP 100 pueda proporcionar un suministro eficaz de la terapia de estimulación eléctrica.

En algunas realizaciones, el módulo de procesamiento 110 puede controlar aún más el módulo de comunicación 102 para enviar información a otros dispositivos. Por ejemplo, el módulo de procesamiento 110 puede controlar el módulo de comunicación 102 para generar uno o más pulsos de comunicación para comunicarse con otros dispositivos de un sistema de dispositivos. Por ejemplo, el módulo de procesamiento 110 puede controlar el módulo de comunicación 102 para generar pulsos de comunicación en secuencias particulares, donde las secuencias específicas transmiten datos diferentes a otros dispositivos. El módulo de comunicación 102 también puede conducir cualquier señal de comunicación recibida al módulo de procesamiento 110 para una acción potencial al procesar el módulo 110.

En realizaciones adicionales, el módulo de procesamiento 110 puede controlar, además, circuitos de conmutación por el cual el módulo de comunicación 102 y el módulo generador de pulsos 104 suministra pulsos de comunicación y los



pulsos de estimulación eléctrica al tejido del paciente. Como se describió anteriormente, tanto el módulo de comunicación 102 como el módulo generador de pulsos 104 pueden incluir circuitos para conectar uno o más electrodos 114 y/114' al módulo de comunicación 102 y el módulo generador de pulsos 104, de modo que esos módulos pueden suministrar los pulsos de comunicación y los pulsos de estimulación eléctrica al tejido del paciente.

5 La combinación específica de uno o más electrodos mediante los cuales el módulo de comunicación 102 y el módulo generador de pulsos 104 suministran pulsos de comunicación y los pulsos de estimulación eléctrica influyen en la recepción de los pulsos de comunicación y/o la efectividad de los pulsos de estimulación eléctrica. Aunque se describió que cada uno del módulo de comunicación 102 y el módulo generador de pulsos 104 puede incluir circuitos de conmutación, en algunas realizaciones, el LCP 100 puede tener un solo módulo de conmutación conectado a todos  
10 los módulos de comunicación 102, el módulo generador de pulsos 104 y los electrodos 114 y/o 114'. En tales realizaciones, el módulo de procesamiento 110 puede controlar el único módulo de conmutación para conectar los módulos 102/104 y los electrodos 114/114'.

15 En algunas realizaciones, el módulo de procesamiento 110 puede incluir un chip preprogramado, tal como un chip integración a muy gran escala (VLSI) o un circuito integrado de aplicación específica (ASIC). En tales realizaciones, el chip puede preprogramarse con lógica de control para controlar el funcionamiento del LCP 100. Al usar un chip preprogramado, el módulo de procesamiento 110 puede usar menos energía que otros circuitos programables, mientras que puede mantener una funcionalidad básica, lo que aumenta la vida útil de la batería del LCP 100. En otras realizaciones, el módulo de procesamiento 110 puede incluir un microprocesador programable o similar. Dicho  
20 microprocesador programable puede permitir a un usuario ajustar la lógica de control del LCP 100 después de su fabricación, lo que permite una mayor flexibilidad del LCP 100 que cuando se utiliza un chip preprogramado.

25 El módulo de procesamiento 110, en realizaciones adicionales, puede incluir además un circuito de memoria y el módulo de procesamiento 110 puede almacenar información y leer información del circuito de memoria. En otras realizaciones, el LCP 100 puede incluir un circuito de memoria separado (no mostrado) que está en comunicación con el módulo de procesamiento 110, de tal manera que el módulo de procesamiento 110 puede leer y escribir información hacia y desde el circuito de memoria separado. El circuito de memoria ya sea parte del módulo de procesamiento 110 o separado del módulo de procesamiento 110, puede tener longitudes de dirección de, por ejemplo, ocho bits. Sin embargo, en otras realizaciones, el circuito de memoria puede tener longitudes de dirección de dieciséis, treinta y dos  
30 o sesenta y cuatro bits, o cualquier otra longitud de bits que sea adecuada. Además, el circuito de memoria puede ser memoria volátil, memoria no volátil o una combinación de memoria volátil y memoria no volátil.

35 El módulo de almacenamiento de energía 112 puede proporcionar una fuente de energía para el LCP 100 para sus operaciones. En algunas realizaciones, el módulo de almacenamiento de energía 112 puede ser una batería de litio no recargable. En otras realizaciones, la batería no recargable puede estar hecha de otros materiales adecuados conocidos en la técnica. Debido a que el LCP 100 es un dispositivo implantable, el acceso al LCP 100 puede estar limitado. En tales circunstancias, es necesario tener suficiente capacidad de energía para suministrar la terapia durante un período prolongado de tratamiento, como días, semanas, meses o años. En algunas realizaciones, el módulo de almacenamiento de energía 112 puede ser una batería recargable para facilitar el aumento de la vida útil utilizable del  
40 LCP 100. En aún otras realizaciones, el módulo de almacenamiento de energía 112 puede ser otro tipo de dispositivos de almacenamiento de energía, tales como condensadores.

45 Para implantar LCP 100 dentro del cuerpo de un paciente, un operador (por ejemplo, un médico, clínico, etc.), podrá fijar el LCP 100 al tejido cardíaco del corazón del paciente. Para facilitar la fijación, el LCP 100 puede incluir uno o más anclajes 116. El anclaje 116 puede incluir cualquier número de mecanismos de fijación o anclaje. Por ejemplo, el anclaje 116 puede incluir uno o más pasadores, grapas, roscas, tornillos, hélices, dientes y/o similares. En algunas realizaciones, aunque no se muestra, el anclaje 116 puede incluir cables en su superficie externa que pueden extenderse a lo largo de al menos una longitud parcial del anclaje 116. Los cables pueden proporcionar fricción entre el tejido cardíaco y el anclaje para ayudar a fijar el anclaje 116 dentro del tejido cardíaco. En otras realizaciones, el  
50 anclaje 116 puede incluir otras estructuras tales como púas, espigas o similares para facilitar el acoplamiento con el tejido cardíaco circundante.

55 La figura 2 representa una realización de otro dispositivo, el dispositivo médico (MD) 200, que puede operar para detectar señales y parámetros fisiológicos y suministrar uno o más tipos de terapia de estimulación eléctrica a los tejidos del paciente. En la realización mostrada, el MD 200 puede incluir un módulo de comunicación 202, un módulo generador de pulsos 204, un módulo de detección eléctrica 206, un módulo de detección mecánica 208, un módulo de procesamiento 210 y un módulo de almacenamiento de energía 218. Cada uno de los módulos 202, 204, 206, 208 y 210 puede ser similar a los módulos 102, 104, 106, 108 y 110 del LCP 100. Además, el módulo de almacenamiento de energía 218 puede ser similar al módulo de almacenamiento de energía 112 del LCP 100. Sin embargo, en algunas realizaciones, el MD 200 puede tener un volumen mayor dentro de la carcasa 220. En tales realizaciones, el MD 200 puede incluir un módulo de almacenamiento de energía más grande 218 y/o un módulo de procesamiento más grande  
60 210 capaz de manejar operaciones más complejas que el módulo de procesamiento 110 del LCP 100.

65 Mientras MD 200 puede ser otro dispositivo sin cables tal como se muestra en la figura 1, en algunos casos el MD 200 puede incluir cables, tales como los cables 212. Los cables 212 pueden incluir cables eléctricos que conducen señales eléctricas entre los electrodos 214 y uno o más módulos ubicados dentro de la carcasa 220. En algunos casos, los

5 cables 212 pueden conectarse y extenderse fuera de la carcasa 220 del MD 200. En algunas realizaciones, los cables 212 se implantan, dentro o adyacentes a un corazón de un paciente. Los cables 212 pueden contener uno o más electrodos 214 colocados en varias ubicaciones en los cables 212 y varias distancias desde la carcasa 220. Algunos cables 212 pueden incluir solo un solo electrodo 214, mientras que otros cables 212 pueden incluir múltiples electrodos 214. En general, los electrodos 214 se colocan en los cables 212, de manera que cuando los cables 212 se implantan dentro del paciente, uno o más de los electrodos 214 se colocan para realizar una función deseada. En algunos casos, uno o más de los electrodos 214 pueden estar en contacto con el tejido cardíaco del paciente. En otros casos, el uno o más de los electrodos 214 pueden colocarse por vía subcutánea pero adyacentes al corazón del paciente. Los electrodos 214 pueden conducir señales cardíacas eléctricas generadas intrínsecamente a los cables 212. Los cables 212 pueden, a su vez, conducir las señales cardíacas eléctricas recibidas a uno o más de los módulos 202, 204, 206 y 208 del MD 200. En algunos casos, el MD 200 puede generar señales de estimulación eléctrica y los cables 212 pueden conducir las señales de estimulación eléctrica generadas a los electrodos 214. Los electrodos 214 pueden entonces conducir las señales de estimulación eléctrica al tejido cardíaco del paciente (ya sea directa o indirectamente). El MD 200 también puede incluir uno o más electrodos 214 no dispuestos sobre un cable 212. Por ejemplo, uno o más electrodos 214 pueden conectarse directamente a la carcasa 220.

20 Los cables 212, en algunas realizaciones, pueden contener adicionalmente uno o más sensores, tales como acelerómetros, sensores de presión sanguínea, sensores de sonido cardíaco, sensores de oxígeno en la sangre y/u otros sensores que están configurados para medir uno o más parámetros fisiológicos del corazón y/o del paciente. En tales realizaciones, el módulo de detección mecánica 208 puede estar en comunicación eléctrica con los cables 212 y puede recibir señales generadas desde tales sensores.

25 Aunque no es necesario, en algunas realizaciones el MD 200 puede ser un dispositivo médico implantable. En tales realizaciones, la carcasa 220 del MD 200 puede implantarse, por ejemplo, en una región transtorácica del paciente. La carcasa 220 puede incluir generalmente cualquiera de una serie de materiales conocidos que son seguros para la implantación en un cuerpo humano y, cuando se implanta, sella herméticamente los diversos componentes del MD 200 de los fluidos y tejidos del cuerpo del paciente. En tales realizaciones, los cables 212 pueden implantarse en una o más ubicaciones diferentes dentro del paciente, como dentro del corazón del paciente, adyacente al corazón del paciente, adyacente a la columna vertebral del paciente, o cualquier otra ubicación deseada.

30 En algunas realizaciones, el MD 200 puede ser un marcapasos cardíaco implantable (ICP). En estas realizaciones, el MD 200 puede tener uno o más cables, por ejemplo, los cables 212, que están implantados en o dentro del corazón del paciente. El uno o más cables 212 pueden incluir uno o más electrodos 214 que están en contacto con el tejido cardíaco y/o la sangre del corazón del paciente. El MD 200 puede configurarse para detectar señales eléctricas cardíacas generadas intrínsecamente y determinar, por ejemplo, una o más arritmias cardíacas basadas en el análisis de las señales detectadas. El MD 200 puede configurarse para suministrar TRC, terapia de ATP, terapia de bradicardia y/u otros tipos de terapia a través de cables 212 implantados en el corazón. En algunas realizaciones, el MD 200 puede configurarse adicionalmente para proporcionar una terapia de desfibrilación/cardioversión.

40 En algunos casos, el MD 200 puede ser un cardioversor-desfibrilador implantable (ICD). En tales realizaciones, el MD 200 puede incluir uno o más cables implantados dentro del corazón de un paciente. El MD 200 también puede configurarse para detectar señales cardíacas eléctricas, determinar las ocurrencias de taquiarritmias basadas en las señales cardíacas eléctricas detectadas, y suministrar terapia de desfibrilación y/o cardioversión en respuesta a la determinación de una aparición de una taquiarritmia (por ejemplo, mediante el suministro de desfibrilación y/o pulsos de cardioversión al corazón del paciente). En otras realizaciones, el MD 200 puede ser un cardioversor-desfibrilador implantable subcutáneo (SICD). En realizaciones en las que el MD 200 es un SICD, uno de los cables 212 puede ser un cable implantado por vía subcutánea. En al menos algunas realizaciones en las que MD 200 es un SICD, el MD 200 puede incluir solo un único cable que se implanta por vía subcutánea pero fuera de la cavidad torácica, sin embargo, esto no es necesario.

50 En algunas realizaciones, el MD 200 puede no ser un dispositivo médico implantable. Más bien, el MD 200 puede ser un dispositivo externo al cuerpo del paciente y los electrodos 214 pueden ser electrodos de piel que se colocan en el cuerpo del paciente. En tales realizaciones, el MD 200 puede detectar señales eléctricas de superficie (por ejemplo, señales cardíacas eléctricas que son generadas por el corazón o señales eléctricas generadas por un dispositivo implantado dentro del cuerpo de un paciente y conducidas a través de la piel). En tales realizaciones, el MD 200 puede configurarse para suministrar diversos tipos de terapia de resincronización eléctrica, incluyendo, por ejemplo, terapia de desfibrilación.

60 La figura 3 ilustra una realización de un sistema de dispositivo médico y una vía de comunicación a través de la cual pueden comunicarse múltiples dispositivos médicos 302, 304, 306 y/o 310 del sistema de dispositivo médico. En la realización mostrada, el sistema de dispositivo médico 300 puede incluir LCP 302 y 304, un dispositivo médico externo 306 y otros sensores/dispositivos 310. El dispositivo externo 306 puede ser un dispositivo dispuesto externo al cuerpo de un paciente, como se describió anteriormente con respecto al MD 200. Otros sensores/dispositivos 310 pueden ser cualquiera de los dispositivos descritos anteriormente con respecto a MD 200, como ICP, ICD y SICD. Otros sensores/dispositivos 310 también pueden incluir varios sensores de diagnóstico que recopilan información sobre el paciente, como acelerómetros, sensores de presión sanguínea o similares. En algunos casos, otros

sensores/dispositivos 310 pueden incluir un dispositivo programador externo que puede usarse para programar uno o más dispositivos del sistema 300.

5 Varios dispositivos de sistema 300 pueden comunicarse a través de la vía de comunicación 308. Por ejemplo, los LCP 302 y/o 304 pueden detectar señales eléctricas cardíacas intrínsecas y pueden comunicar dichas señales a uno o más dispositivos 302/304, 306 y 310 del sistema 300 a través de la vía de comunicación 308. En una realización, uno o más de los dispositivos 302/304 pueden recibir tales señales y, basándose en las señales recibidas, determinar una aparición de una arritmia. En algunos casos, el dispositivo o los dispositivos 302/304 pueden comunicar dichas determinaciones a uno o más de los otros dispositivos 306 y 310 del sistema 300. En algunos casos, uno o más de los dispositivos 302/304, 306 y 310 del sistema 300 pueden tomar medidas en función de la determinación comunicada de una arritmia, por ejemplo, al suministrar una estimulación eléctrica adecuada al corazón del paciente. Uno o más de los dispositivos 302/304, 306 y 310 del sistema 300 pueden comunicar adicionalmente mensajes de comando o respuesta a través de la vía de comunicación. Los mensajes de comando pueden hacer que un dispositivo receptor realice una acción particular, mientras que los mensajes de respuesta pueden incluir información solicitada o una confirmación de que un dispositivo receptor recibió, de hecho, un mensaje o datos comunicados.

20 Se contempla que los diversos dispositivos de sistema 300 pueden comunicarse a través de la vía 308 usando señales de RF, de acoplamiento inductivo, señales ópticas, señales acústicas, o cualquier otra señal adecuada para la comunicación. Además, en al menos algunas realizaciones, los diversos dispositivos del sistema 300 pueden comunicarse a través de la vía 308 utilizando múltiples tipos de señales. Por ejemplo, otros sensores/dispositivos 310 pueden comunicarse con el dispositivo externo 306 usando un primer tipo de señal (por ejemplo, comunicación RF) pero comunicarse con los LCP 302/304 usando un segundo tipo de señal (por ejemplo, comunicación realizada). Además, en algunas realizaciones, la comunicación entre dispositivos puede ser limitada. Por ejemplo, como se describió anteriormente, en algunas realizaciones, los LCP 302/304 pueden comunicarse con el dispositivo externo 306 solo a través de otros sensores/dispositivos 310, donde los LCP 302/304 envían señales a otros sensores/dispositivos 310, y otros sensores/dispositivos 310 envían las señales recibidas al dispositivo externo 306.

30 En algunos casos, los diversos dispositivos de sistema 300 puede comunicarse a través de la vía 308 usando señales de comunicación conducidas. Por consiguiente, los dispositivos del sistema 300 pueden tener componentes que permitan tal comunicación conducida. Por ejemplo, los dispositivos del sistema 300 pueden configurarse para transmitir señales de comunicación conducidas (por ejemplo, pulsos de corriente y/o tensión) al cuerpo del paciente a través de uno o más electrodos de un dispositivo de transmisión, y pueden recibir las señales de comunicación conducidas (por ejemplo, pulsos) a través de uno o más electrodos de un dispositivo receptor. El cuerpo del paciente puede "conducir" las señales de comunicación conducidas (por ejemplo, pulsos) desde uno o más electrodos del dispositivo de transmisión a los electrodos del dispositivo de recepción en el sistema 300. En tales realizaciones, las señales de comunicación conducidas entregadas (por ejemplo, pulsos) pueden diferir de los pulsos de estimulación, los pulsos de desfibrilación y/o cardioversión u otras señales de terapia de resincronización eléctrica. Por ejemplo, los dispositivos del sistema 300 pueden suministrar pulsos de comunicación eléctrica a una amplitud/ancho de pulso que está por debajo del umbral. Es decir, los pulsos de comunicación tienen un ancho de amplitud/pulso diseñado para no capturar el corazón. En algunos casos, la amplitud/ancho de pulso de los pulsos de comunicación eléctrica suministrados puede estar por encima del umbral de captura del corazón, pero puede administrarse durante un período refractario del corazón y/o puede incorporarse o modularse en un pulso de estimulación, si se desea.

45 Los pulsos de comunicación eléctrica suministrados se pueden modular de cualquier manera adecuada para codificar la información comunicada. En algunos casos, los pulsos de comunicación pueden ser modulados en ancho de pulso y/o modulados en amplitud. Alternativa, o además, el tiempo entre pulsos puede modularse para codificar la información deseada. En algunos casos, una secuencia predefinida de pulsos de comunicación puede representar un símbolo correspondiente (por ejemplo, un símbolo "1" lógico, un símbolo "0" lógico, un símbolo de activación de la terapia de ATP, etc.). En algunos casos, los pulsos de comunicación conducidos pueden ser pulsos de tensión, pulsos de corriente, pulsos de tensión bifásicos, pulsos de corriente bifásicos o cualquier otro pulso eléctrico adecuado, según se desee.

55 Las figuras 4 y 5 muestran sistemas de dispositivos médicos ilustrativos que pueden ser configurados para funcionar de acuerdo con las técnicas descritas en este documento. Por ejemplo, los sistemas pueden incluir múltiples dispositivos que se implantan dentro de un paciente y están configurados para detectar señales fisiológicas, determinar la aparición de arritmias cardíacas y suministrar estimulación eléctrica para tratar las arritmias cardíacas detectadas. En la figura 4, se muestra un LCP 402 fijo al interior del ventrículo derecho del corazón 410, y se muestra un generador de pulsos 406 acoplado a un cable 412 que tiene uno o más electrodos 408a - 408c. En algunos casos, el generador de pulsos 406 puede ser parte de un desfibrilador-cardioversor implantable subcutáneo (SICD), y el uno o más electrodos 408a - 408c pueden colocarse por vía subcutánea adyacente al corazón. El LCP 402 puede comunicarse con el SICD, tal como a través de la vía de comunicación 308. Las ubicaciones del LCP 402, el generador de pulsos 406, el cable 412 y los electrodos 408a-c que se muestran en la figura 4 son solo ejemplos. En otras realizaciones del sistema 400, el LCP 402 puede colocarse en el ventrículo izquierdo, la aurícula derecha o la aurícula izquierda del corazón, según se desee. En aún otras realizaciones, el LCP 402 puede implantarse externamente adyacente al corazón 410 o incluso a distancia del corazón 410.

En la figura 5, un LCP 502 se muestra fijado al interior del ventrículo izquierdo del corazón 510, y un generador de pulsos 506 se muestra acoplado a un cable 512 que tiene uno o más electrodos 504a - 504c. En algunos casos, el generador de pulsos 506 puede ser parte de un marcapasos cardíaco implantable (ICP) y/o un desfibrilador-cardioversor implantable (DCI), y uno o más electrodos 504a - 504c pueden colocarse en el corazón 510. En algunos casos, el LCP 502 puede comunicarse con el marcapasos cardíaco implantable (ICP) y/o con un desfibrilador-cardioversor implantable (DCI), por ejemplo, a través de la vía de comunicación 308. Al igual que en la figura 4, las ubicaciones de LCP 502, el generador de pulsos 506, el cable 512 y los electrodos 504a-c que se muestran en la figura 5 son solo a modo de ejemplo. En otras realizaciones del sistema 500, el LCP 502 puede colocarse en el ventrículo derecho, la aurícula derecha o la aurícula izquierda del corazón, según se desee. En aún otras realizaciones, el LCP 502 puede implantarse externamente adyacente al corazón 510 o incluso a distancia del corazón 510. Además, en algunas realizaciones, el cable 512 y/o los electrodos 504a-c pueden estar dispuestos en diferentes cámaras del corazón 510, o el generador de pulsos puede incluir cables adicionales y/o electrodos que están dispuestos dentro o adyacentes al corazón 510.

Los sistemas de dispositivos médicos 400 y 500 también pueden incluir un dispositivo de soporte externo, tal como dispositivos de soporte externos 420 y 520. Los dispositivos de soporte externos 420 y 520 se pueden usar para realizar funciones tales como la identificación del dispositivo, la programación del dispositivo y/o la transferencia de datos en tiempo real y/o almacenados entre dispositivos utilizando una o más de las técnicas de comunicación descritas en este documento. Como ejemplo, la comunicación entre el dispositivo de soporte externo 420 y el generador de pulsos 406 se realiza a través de un modo inalámbrico, y la comunicación entre el generador de pulsos 406 y LCP 402 se realiza a través de un modo de comunicación conducida. En algunas realizaciones, la comunicación entre el LCP 402 y el dispositivo de soporte externo 420 se realiza enviando información de comunicación a través del generador de pulsos 406. Sin embargo, en otras realizaciones, la comunicación entre el LCP 402 y el dispositivo de soporte externo 420 puede ser a través de un módulo de comunicación.

Las figuras 4-5 ilustran solamente unas pocas realizaciones de sistemas de dispositivos médicos que pueden ser configurados para funcionar de acuerdo con las técnicas descritas en este documento. Otros ejemplos de sistemas de dispositivos médicos pueden incluir dispositivos médicos o configuraciones adicionales o diferentes. Por ejemplo, otros sistemas de dispositivos médicos que son adecuados para operar de acuerdo con las técnicas descritas en el presente documento pueden incluir LCP adicionales implantados en el corazón. Otro ejemplo de sistema de dispositivo médico puede incluir una pluralidad de LCP con o sin otros dispositivos como el generador de pulsos 406 o 506, con al menos un LCP capaz de suministrar la terapia de desfibrilación. Otro ejemplo más puede incluir uno o más LCP implantados junto con un marcapasos transvenoso y con o sin un SICD implantado. En otras realizaciones más, la configuración o la colocación de los dispositivos médicos, cables y/o electrodos pueden ser diferentes de los representados en las figuras 4 y 5. Por consiguiente, debe reconocerse que muchos otros sistemas de dispositivos médicos, diferentes de los representados en las figuras 4 y 5, pueden operarse de acuerdo con las técnicas descritas en este documento. Como tales, los sistemas de realización mostrados en las figuras 4 y 5 no deben considerarse limitativos de ninguna manera.

Usando el sistema de la figura 4 como un ejemplo de realización, el LCP 402 y el ICD (que puede ser un dispositivo implantado por vía no subcutánea, o un dispositivo implantado subcutáneamente - un SICD), que puede incluir generador de pulsos 406, puede determinar ocurrencias de arritmias cardíacas y coordinar para suministrar con seguridad la terapia de estimulación eléctrica. En una realización, después de que el ICD determina la aparición de una arritmia cardíaca, como una taquiarritmia, el ICD puede comunicar un comando al LCP 402 para suministrar la terapia de ATP.

Las figuras 6A a 6B representan ejemplos de señales eléctricas que representan secuencias de pulsos de comunicación que el ICD puede comunicar a LCP 402 para ordenar al LCP 402 suministrar la terapia de estimulación eléctrica. En las realizaciones de las figuras 6A - 6B, los pulsos de comunicación pueden tener una amplitud y una anchura de pulso predefinidas y pueden estar espaciados en un patrón predeterminado. Por ejemplo, en la realización de la figura 6A, la secuencia de pulsos de comunicación incluye cuatro pulsos de comunicación individuales 601a - 601d, todos ellos con una amplitud común 603 y un ancho de pulso 605. Los pulsos de comunicación 601a y 601b están separados entre sí por un retardo de tiempo 606. Del mismo modo, los pulsos de comunicación 601c y 601d están separados unos de otros por el retardo de tiempo 606. Los pulsos 601b y 601c están separados por un retardo 607 más largo. Esto puede proporcionar un patrón de pulso de comunicación relativamente simple que debería ser distinguible del ruido que podría estar presente en los electrodos del LCP 402.

La figura 6B representa otra realización. En esta realización, la secuencia de pulso de comunicación comienza con un solo pulso 601a, seguido de dos pulsos de comunicación 601b y 601c después de un retardo de tiempo 607. Los pulsos de comunicación 601b y 601c están separados por un retardo de tiempo 606 más corto. Finalmente, el pulso de comunicación 601d está separado del pulso de comunicación 601c por el retardo de tiempo 607. De nuevo, esto puede proporcionar otro patrón de pulso de comunicación relativamente simple que debería ser distinguible del ruido que podría estar presente en los electrodos del LCP 402.

Debe entenderse que las secuencias de pulsos de comunicación ejemplo representadas en las figuras 6A - 6B son sólo ilustrativas. En otras realizaciones, las amplitudes de pulso 603 y los anchos de pulso 605 pueden variarse entre

los pulsos de comunicación individuales 601a - 601d. En realizaciones adicionales o alternativas, el espaciado entre 601a - 601d puede ser diferente del representado en las figuras 6A - 6B. En otras realizaciones adicionales, el número de pulsos de comunicación en la secuencia de pulsos de comunicación que indica un comando para que el LCP 402 suministre terapia de ATP puede tener más o menos pulsos de comunicación. En al menos algunas realizaciones, la secuencia de pulsos de comunicación puede no incluir ninguna información de verificación de errores (por ejemplo, bits de paridad) que se pueda usar para verificar la secuencia de pulsos de comunicación como una secuencia de pulsos de comunicación válida, por ejemplo, que provenga del ICD y sea un comando válido para LCP 402 para suministrar la terapia de ATP.

En algunos sistemas de ejemplo, el ICD y LCP 402 solamente pueden comunicarse a través de una trayectoria de comunicación de una sola vía mediante el cual el ICD envía comunicaciones a la LCP 402, pero el LCP 402 no envía comunicaciones de nuevo a la ICD. En tales realizaciones, el LCP 402 puede escuchar la secuencia de pulso de comunicación predeterminada que indica un comando para que el LCP 402 entregue terapia de ATP, como las secuencias de pulso de comunicación ilustrativas mostradas en las figuras 6A - 6B. Al recibir una secuencia de pulso predeterminada, el LCP 402 puede suministrar una terapia de ATP. En los sistemas que emplean comunicación unidireccional desde el ICD al LCP 402 y/o que no tienen ningún esquema de comprobación de errores para ayudar a garantizar la validez de la secuencia de pulsos de comunicación recibida que ordena al LCP 402 que suministre la terapia de ATP, puede ser beneficioso incluya una o más funciones de protección para que el LCP 402 no entregue erróneamente la terapia de ATP cuando el ICD no le ordena realmente (por ejemplo, debido al ruido o similares). El suministro de la terapia de ATP cuando la terapia es innecesaria puede ser perjudicial para el paciente en algunas circunstancias.

Una característica salvaguardia de ejemplo que el LCP 402 puede proporcionar es un modo de terapia de ATP desencadenada. Por ejemplo, después de recibir las señales eléctricas indicativas de un comando para suministrar la terapia de ATP, el LCP 402 puede verificar si el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado. Si el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado, entonces el LCP 402 puede continuar. Si el modo de terapia de ATP desencadenada no está habilitado, el LCP 402 no puede proceder al suministro de la terapia de ATP. En general, el modo de terapia de ATP desencadenada puede comprender un modo en el que el LCP 402 suministrará la terapia de ATP en respuesta a la recepción de las señales eléctricas indicativas de un comando para suministrar la terapia de ATP. En algunas realizaciones de un modo de terapia de ATP desencadenada, mientras que un modo de terapia de ATP está activo, el LCP 402 aún puede suministrar terapia de ATP en respuesta a otras entradas, por ejemplo, señales eléctricas cardíacas detectadas. Sin embargo, en otras realizaciones, cuando un modo de terapia de ATP desencadenada está activo, el LCP 402 solo puede suministrar una terapia de ATP en respuesta a la recepción de las señales eléctricas indicativas de un comando para suministrar una terapia de ATP.

El modo de terapia de ATP desencadenada puede activar, por ejemplo, sólo cuando LCP 402 es parte de un sistema médico donde uno de los otros dispositivos en el sistema está configurado para comunicar un comando al LCP 402 para suministrar la terapia de ATP. Debido a la naturaleza relativamente simplista de la secuencia de pulsos de comunicación, en algunos casos es posible que el LCP 402 reciba/interprete las señales de ruido que se replican o puede interpretarse como la secuencia de pulso de comunicación del comando para que el LCP 402 entregue la terapia de ATP. En las realizaciones en las que el LCP 402 no forma parte de un sistema en el que un dispositivo puede comunicar un comando al LCP 402 para suministrar la terapia de ATP, la desactivación del modo de terapia de ATP desencadenada del LCP 402 puede ayudar a evitar que LCP 402 suministre erróneamente la terapia de ATP debido a las señales de ruido recibidas.

Esta característica de seguridad del modo de terapia de ATP desencadenada puede ser particularmente útil en situaciones en el LCP 402 no se comunica con otros dispositivos, o al menos los dispositivos que pueden comunicar un comando para LCP 402 para suministrar la terapia de ATP, dado que el LCP 402 puede no tener posibilidad de volver a verificar con los otros dispositivos o confirmar la recepción del comando. El modo de terapia de ATP desencadenada también puede ser útil en sistemas donde no hay un esquema de comprobación de errores para validar que el comando provino de otro dispositivo médico válido y es un comando válido. Sin embargo, tal característica de seguridad puede ser útil en sistemas que incluyen comunicación de dos vías y/o un esquema de verificación de errores también.

En otras realizaciones, ya sea en además del modo de terapia de ATP desencadenado o como una alternativa al modo de terapia de ATP desencadenada, el LCP 402 puede incluir una característica de seguridad de umbral de arritmia. Por ejemplo, el ICD del sistema descrito anteriormente puede monitorear un parámetro de frecuencia cardíaca. Cuando el ICD detecta que la frecuencia cardíaca ha aumentado para ser igual o mayor que un umbral predeterminado, el ICD puede determinar la aparición de una arritmia, como una taquicardia. Cuando esto sucede, el ICD puede comunicar un comando al LCP 402 para suministrar la terapia de ATP. Sin embargo, en algunos casos, el ICD puede determinar erróneamente que la frecuencia cardíaca está por encima del umbral predeterminado. Por ejemplo, el ICD puede contar ondas R para determinar una frecuencia cardíaca. En algunas situaciones, el DAI también puede contar erróneamente las ondas T o las ondas P como ondas R, detectando así erróneamente una frecuencia cardíaca mayor que la frecuencia cardíaca real.

En estas realizaciones donde el LCP 402 incluye una característica de seguridad de umbral de arritmia, después de

recibir el comando para suministrar terapia de ATP, el LCP 402 puede determinar una frecuencia cardíaca basándose en señales cardíacas que recibe desde el corazón. Después de determinar la frecuencia cardíaca, el LCP 402 puede comparar su frecuencia cardíaca determinada con el umbral de arritmia. Si la frecuencia cardíaca determinada es mayor o igual que el umbral de arritmia, el LCP 402 puede proceder a suministrar una terapia de ATP al corazón del paciente. Si la frecuencia cardíaca determinada no es mayor o igual que el umbral de arritmia, el LCP 402 no puede proceder a suministrar una terapia de ATP al corazón del paciente. Esta característica de seguridad de umbral de arritmia puede ayudar a prevenir el suministro innecesaria de la terapia de ATP al paciente debido a errores de detección de frecuencia cardíaca por parte del ICD.

Por supuesto, en algunos sistemas de ejemplo, el modo de terapia de ATP desencadenada y la característica de seguridad de umbral de arritmia puede tanto ser implementado para proporcionar un enfoque de seguridad de múltiples niveles. Por ejemplo, después de recibir un comando para que el LCP 402 suministre terapia de ATP, el LCP 402 puede verificar si el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado. Solo si el LCP 402 determina que el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado, el LCP 402 determina una frecuencia cardíaca y compara la frecuencia cardíaca determinada con el umbral de arritmia. Si el LCP 402 determina que la frecuencia cardíaca es igual o mayor que el umbral de arritmia, entonces se puede permitir que el LCP 402 suministre terapia de ATP.

En otras realizaciones más, de nuevo, además de ya sea el modo de terapia de ATP desencadenada o la característica de seguridad de umbral de arritmia, o ambos, o como una alternativa a o bien, algunos sistemas pueden incluir una característica de umbral de seguridad de recuento de ráfaga de la terapia de ATP. En estas realizaciones, el LCP 402 puede rastrear el número de ráfaga de la terapia de ATP que se han suministrado como parte del suministro de la terapia de ATP. Después de recibir un comando para suministrar la terapia de ATP, y antes de suministrar la terapia de ATP, el LCP 402 puede comparar el número de ráfaga de la terapia de ATP con el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP. Si el número de ráfaga de la terapia de ATP es menor que el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP, el LCP 402 puede proceder a suministrar la terapia de ATP. Sin embargo, si el número de ráfaga de la terapia de ATP es igual o superior al umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP, es posible que el LCP 402 no continúe con el suministro de la terapia de ATP.

En algunas realizaciones, una ráfaga de la terapia de ATP puede referirse a una secuencia de pulsos de estimulación suministrados, y el LCP 402 puede suministrar múltiples ráfagas de la terapia de ATP durante un único suministro de la terapia de ATP. Es decir, el LCP 402 puede usar múltiples ráfagas de la terapia de ATP en un intento de terminar una arritmia después de que se le haya ordenado que suministre la terapia de ATP. Sin embargo, en otras realizaciones, una única ráfaga de la terapia de ATP puede referirse a un único suministro de la terapia de ATP por el LCP 402, incluso cuando un suministro único de la terapia de ATP incluye suministrar múltiples secuencias o ráfaga de pulsos de estimulación.

En algunas formas de realización que incluyen un umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP, el contador de ráfaga de la terapia de ATP puede estar relacionado con un período de tiempo particular. Por ejemplo, el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP puede ser un umbral para el suministro de una serie de ráfaga de la terapia de ATP dentro de un período de tiempo tal como una hora, dos horas, doce horas, veinticuatro horas, o cualquier otro período de tiempo adecuado. Al suministrar una primera ráfaga de la terapia de ATP, el LCP 402 puede comenzar un temporizador e incrementar el contador de ráfaga de la terapia de ATP. Tras el suministro de cada ráfaga de la terapia de ATP subsiguiente, el LCP 402 puede incrementar el contador de ráfaga de la terapia de ATP y comparar el valor del contador de ráfaga de la terapia de ATP con el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP. Si el valor del contador de ráfaga de la terapia de ATP es igual o superior al umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP, el LCP 402 no puede suministrar la terapia de ATP. Cuando el temporizador llega al final del período de tiempo predeterminado, el LCP 402 puede reiniciar a cero el contador de ráfaga de la terapia de ATP y el temporizador. El temporizador puede comenzar a ejecutarse nuevamente al reiniciarse o en el próximo suministro de una ráfaga de la terapia de ATP. Como una realización ilustrativa, el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP puede tener un valor de diez ráfagas de la terapia de ATP, y el temporizador puede tener un período de reinicio de veinticuatro horas. En esta realización, si el LCP 402 determina que el temporizador está en la hora veinte, y que el contador de ráfaga de la terapia de ATP es a las diez, el LCP 402 puede determinar que el número de ráfaga de la terapia de ATP es igual o superior al umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP. En tal realización, el LCP 402 no puede suministrar terapia de ATP. Una vez que el temporizador llega a las veinticuatro horas, el LCP 402 puede restablecer el temporizador y el contador de ráfaga de la terapia de ATP.

Debe entenderse que el uso de diez ráfagas de la terapia de ATP como un valor para el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP y un período de tiempo de veinticuatro horas es sólo una forma de realización. El umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP puede tener cualquier valor adecuado para cualquier período de tiempo. Además, en otras realizaciones, en lugar de mantener un temporizador de funcionamiento en función de cuándo se administró la terapia de ATP, el LCP 402 puede rastrear el número de ráfaga de la terapia de ATP en función de la hora del día. Por ejemplo, si el período de tiempo es por hora, el LCP 402 puede reiniciar el contador de ráfaga de la terapia de ATP al comienzo de cada hora (o después de cada tiempo transcurrido de una hora).

En realizaciones en el LCP 402 es capaz de una comunicación bidireccional, después de determinar que el contador de ráfaga de la terapia de ATP excede el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP para el período de tiempo

asignado, el LCP 402 puede comunicarse un mensaje de error. El mensaje de error se puede comunicar a un usuario del sistema (ya sea directamente recibido por un dispositivo externo al paciente o transmitido a través del ICD), y el usuario puede tomar las medidas apropiadas.

5 En al menos algunas realizaciones, el ICD puede rastrear el número de comandos enviados al LCP 402 para suministrar la terapia de ATP y el número de terapias ATP suministradas por el LCP 402. El ICD también puede comparar el número seguido de comandos comunicados con el número de terapias ATP suministradas. Si el ICD determina una diferencia entre los dos valores igual o mayor que un umbral, el ICD puede comunicar un mensaje de error a otro dispositivo y/o tomar otras medidas.

10 Por supuesto, la característica de seguridad umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP puede combinarse con cualquiera de la característica de seguridad del modo de terapia de ATP desencadenada o la característica de seguridad de umbral de arritmia, o ambos, para proporcionar una característica de seguridad de múltiples capas. Por ejemplo, cuando se combina con el modo de terapia de ATP desencadenada, después de recibir un comando para que el LCP 402 suministre terapia de ATP, el LCP 402 puede verificar primero si el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado. Solo si el LCP 402 determina que el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado, el LCP 402 aumenta el contador de ráfaga de la terapia de ATP y compara el contador de ráfaga de la terapia de ATP con el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP. Si el LCP 402 determina que el contador de ráfaga de la terapia de ATP es menor que el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP se permite que el LCP 402 continúe con el suministro de la terapia de ATP. Alternativa, la función de seguridad de umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP puede emparejarse con la función de seguridad de umbral de arritmia. En tales realizaciones, después de recibir un comando para suministrar la terapia de ATP, el LCP 402 puede determinar una frecuencia cardíaca y comparar la frecuencia cardíaca determinada con el umbral de arritmia. Si el LCP 402 determina que la frecuencia cardíaca es igual o mayor que el umbral de arritmia se puede permitir que el LCP 402 continúe para aumentar el contador de ráfaga de la terapia de ATP. Después de aumentar el contador de ráfaga de la terapia de ATP, el LCP 402 puede comparar el contador de ráfaga de la terapia de ATP con el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP. Si el LCP 402 determina que el contador de ráfaga de la terapia de ATP es menor que el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP, se le puede permitir al LCP 402 continuar con el suministro de la terapia de ATP.

30 En todavía otras formas de realización, las tres de la característica de seguridad del modo de terapia de ATP desencadenada, la función de umbral de seguridad de arritmia, y la característica de seguridad de umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP se pueden combinar de una manera de múltiples niveles. Una realización de cómo se pueden combinar las características de seguridad se ilustra en el diagrama de flujo de la figura 7. El diagrama de flujo en la figura 7 ilustra un método de ejemplo 700 que puede ser implementado por el LCP 402 antes de suministrar la terapia de ATP. El diagrama de flujo 700 comienza en la etapa 702, donde el LCP 402 recibe un comando para suministrar la terapia de ATP. En el bloque 704, el LCP 402 puede determinar si su modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado.

40 Si el LCP 402 determina que el modo de terapia de ATP desencadenada no está activado, el LCP 402 puede salir fuera del diagrama de flujo sin realizar la terapia de ATP, como se muestra en 706. Sin embargo, si el LCP 402 determina que el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado, el LCP 402 puede proceder a determinar la frecuencia cardíaca, como se muestra en 708. Después de determinar una frecuencia cardíaca, el LCP 402 puede determinar si la frecuencia cardíaca es igual o mayor que un umbral de arritmia, como se muestra en 710. Si el LCP 402 determina que la frecuencia cardíaca es menor que el umbral de arritmia, el LCP 402 puede salir del diagrama de flujo sin realizar una terapia de ATP, como se muestra en 706.

50 Si el LCP 402 determina que la frecuencia cardíaca es igual o mayor que el umbral de arritmia, el LCP 402 puede proceder a determinar si un contador de ráfaga de la terapia de ATP es igual o mayor que el umbral de ráfaga de la terapia de ATP, como se muestra en 712. Si el LCP 402 determina que el contador de ráfaga de la terapia de ATP es igual o mayor que el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP, el LCP 402 puede salir del diagrama de flujo sin realizar la terapia de ATP, como se muestra en 706. Sin embargo, si el LCP 402 determina que el contador de ráfaga de la terapia de ATP es menor que el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP, el LCP 402 puede proceder a suministrar una ráfaga de la terapia de ATP, como se muestra en 714. El LCP 402 puede incrementar adicionalmente el contador de ráfaga de la terapia de ATP, como se muestra en 716. Aunque el bloque 716 se representa después del bloque 714, en otras realizaciones, el bloque 716 puede ocurrir antes del bloque 714, o de una manera sustancialmente simultánea. Después de suministrar la terapia de ATP, el LCP 402 puede salir del diagrama de flujo, como se muestra en 706.

60 Por supuesto, en otras realizaciones, los bloques específicos detallados en la figura 7 pueden realizarse en diferentes comandos. Por ejemplo, el LCP 402 puede determinar si el contador de ráfaga de la terapia de ATP es igual o superior al umbral del recuento de ráfaga de la terapia de ATP antes de determinar una frecuencia cardíaca y si la frecuencia cardíaca es igual o mayor que el umbral de arritmia. En algunas realizaciones, el LCP 402 también puede aumentar un contador de solicitud de terapia además del contador de ráfaga de la terapia de ATP. En realizaciones en las que el ICD también realiza un seguimiento del número de comandos para suministrar la terapia de ATP que envía al LCP 402, este contador de solicitud de terapia puede ser útil para determinar si el LCP 402 está recibiendo comandos

erróneos para realizar la terapia de ATP.

En algunas realizaciones, después de suministrar la terapia de ATP, el LCP 402 puede esperar una descarga e ingresar a un modo de resincronización posterior a la descarga. En el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular, el LCP 402 puede suministrar pulsos de resincronización al corazón del paciente. En general, el LCP 402 puede suministrar los pulsos de resincronización a una frecuencia más lenta que durante las ráfagas de la terapia de ATP suministradas. Sin embargo, el LCP 402 puede suministrar los pulsos de resincronización a una frecuencia mayor que en un modo de resincronización normal, pero esto no es necesario. Además, en algunas realizaciones, la amplitud de pulso de los pulsos de resincronización suministrados, mientras que el LCP 402 está en el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular, puede ser mayor que la amplitud de pulso de los pulsos de resincronización suministrados por el LCP 402 cuando no está en el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular, por ejemplo, cuando LCP 402 está en un modo de resincronización normal. Incluso en otras realizaciones, el ancho de pulso de los pulsos de resincronización suministrados mientras LCP 402 está en el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular puede ser mayor que el ancho de pulso de los pulsos de resincronización suministrados por el LCP 402 cuando no está en el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular. Por supuesto, aún en otras realizaciones, tanto la amplitud del pulso como el ancho del pulso de los pulsos de resincronización suministrados pueden elevarse con relación a un modo de resincronización normal. En diversas realizaciones, el LCP 402 puede permanecer en el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular entre aproximadamente treinta y sesenta segundos, o cualquier otro período de tiempo adecuado, después de suministrar la terapia de ATP. Después de salir del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular, el LCP 402 puede volver a un modo de resincronización normal.

La figura 8 es un diagrama de flujo de un modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular 800 ilustrativo de un LCP 402 ilustrativo. En algunas realizaciones, el modo 800 de resincronización posterior al fallo cardiovascular puede ser una rama del diagrama de flujo 700. Por ejemplo, después de que el LCP 402 suministre la terapia de ATP, en lugar de salir del diagrama de flujo en 706, la rama 718 de la figura 7 puede fluir a la etapa 802 del modo 800 de resincronización posterior al fallo cardiovascular. Cuando se proporciona así, después de suministrar la terapia de ATP, el LCP 402 puede determinar si se habilita un modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular del LCP 402, como se muestra en 802. En algunas realizaciones, el comando recibido para suministrar la terapia de ATP también puede incluir una instrucción para habilitar o inhabilitar un modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular. En tales realizaciones, es posible que el ICD solo deba enviar una comunicación única al LCP 402 al comando LCP 402 para suministrar la terapia de ATP y para indicar que el LCP 402 debe ingresar, o no debe ingresar, en un modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular después de suministrar la terapia de ATP. En otras realizaciones, si el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular está habilitado puede ser un parámetro programable, como se explicará más adelante. Si el LCP 402 determina que el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular está deshabilitado, entonces el LCP 402 puede salir del diagrama de flujo, como se muestra en 812.

Sin embargo, si el LCP 402 determina que el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular está habilitado, el LCP 402 puede cargar los parámetros del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular, como se muestra en 804. En algunas realizaciones, los parámetros del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular incluyen una amplitud del pulso de resincronización. En otras realizaciones, los parámetros del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular incluyen un ancho de pulso de resincronización. En otras realizaciones más, los parámetros del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular incluyen una frecuencia de resincronización de los pulsos de resincronización que deben administrarse en el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular. Por supuesto, en otras realizaciones más, los parámetros del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular pueden incluir cualquier combinación de estos parámetros. Los parámetros del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular pueden preprogramarse en una memoria del LCP 402. Aunque, en otras realizaciones, el comando del ICD al LCP 402 para suministrar la terapia de ATP puede incluir uno o más parámetros del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular.

Después de cargar los parámetros del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular, el LCP 402 puede iniciar un temporizador de modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular, como en 806. El LCP 402 puede luego ingresar al bucle 808 para determinar cuándo el temporizador del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular ha alcanzado el valor máximo del temporizador del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular, que corresponde a la cantidad de tiempo que LCP 402 está en el modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular. Después de determinar que el temporizador del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular ha alcanzado su valor máximo, el LCP 402 carga los parámetros del modo de resincronización normal y vuelve al modo de resincronización normal, como se muestra en 810, y sale del diagrama de flujo en 812.

En algunas realizaciones adicionales, o alternativas, el sistema de LCP 402 y la ICD puede incluir la capacidad de distinguir entre diferentes tipos de arritmias. Por ejemplo, el ICD puede tener una o más plantillas de tiempo normal almacenadas en la memoria. Después de determinar la posible aparición de una arritmia, por ejemplo, al comparar una frecuencia cardíaca determinada con un umbral de frecuencia cardíaca, el ICD puede aislar un complejo QRS del latido actual de las señales eléctricas cardíacas detectadas. El ICD puede entonces comparar el QRS del latido actual con la plantilla de latido normal. Por ejemplo, el ICD puede realizar un análisis de correlación entre el latido actual y la



plantilla de latido normal. Si la correlación entre los latidos es igual o mayor que un primer umbral de correlación, el ICD puede determinar que no está ocurriendo arritmia.

5 Sin embargo, si la correlación entre los latidos es menor que un primer umbral de correlación, el ICD puede aislar aún más el complejo QRS de un latido anterior (o capturar un nuevo latido actual y usar el latido en comparación con la plantilla de latido normal como el latido anterior). El ICD puede entonces comparar el latido actual con el latido anterior. Por ejemplo, el ICD puede realizar un análisis de correlación entre los dos latidos. Si el ICD determina que la correlación entre los dos latidos es igual o mayor que un segundo umbral de correlación, el ICD puede determinar que la arritmia es una taquicardia ventricular monomórfica (MVT). Si el ICD determina que la correlación entre los dos latidos es menor que un segundo umbral de correlación, el ICD puede comparar aún más el ancho del complejo QRS del latido actual con el ancho del complejo QRS de la plantilla de latido normal. Si el ancho del complejo QRS del latido actual es más estrecho que el complejo QRS de la plantilla de latido normal, el ICD puede determinar que la arritmia es una taquicardia supraventricular (TSV). Si el ancho del complejo QRS del latido actual es más ancho que el complejo QRS de la plantilla de latido normal, el ICD puede determinar que la arritmia es una taquicardia ventricular polimórfica (PVT).

20 Cuando el ICD puede determinar un tipo de taquicardia, el ICD puede comunicarse con el LCP 402 para suministrar diferentes terapias de estimulación eléctrica. Por ejemplo, en algunas realizaciones, si el ICD determina que el tipo de arritmia es una PVT o una SVT, es posible que el ICD no comunique un comando al LCP 402 para suministrar la terapia de ATP. En cambio, el ICD puede suministrar una terapia de desfibrilación y/o cardioversión al corazón para tratar las arritmias. Si el ICD determina que el tipo de arritmia es una MVT, entonces el ICD puede comunicar un comando al LCP 402 para suministrar la terapia de ATP. Sin embargo, en otras realizaciones, el ICD puede comunicar un comando al LCP 402 si el ICD determina que la arritmia es una SVT y/o una PVT.

25 En todavía otras realizaciones, el ICD puede coordinar el suministro de terapia de estimulación eléctrica con LCP 402 basándose en el tipo determinado de arritmia. Por ejemplo, si el tipo determinado de arritmia es una MVT, el ICD puede comunicar un comando al LCP 402 para suministrar la terapia de ATP, pero no puede comenzar a cargar su dispositivo de almacenamiento de carga para suministrar la terapia de desfibrilación y/o cardioversión. En su lugar, el ICD puede monitorear las señales eléctricas cardíacas recibidas durante y después de la terapia de ATP suministrada por LCP 402. El ICD puede determinar, basándose en las señales eléctricas cardíacas recibidas, si la terapia de ATP suministrada ha terminado la arritmia. Si el ICD determina que la terapia de ATP no terminó la arritmia, entonces el ICD puede comenzar a cargar su dispositivo de almacenamiento de carga y suministrar una terapia de desfibrilación y/o cardioversión una vez que el dispositivo de almacenamiento de carga esté cargado.

35 Cuando el ICD determina que el tipo de arritmia es una PVT o una SVT, el ICD todavía puede enviar el comando al LCP 402 para suministrar la terapia de ATP. Sin embargo, junto con el envío del comando, el ICD también puede estar cargando su dispositivo de almacenamiento de carga para el suministro de desfibrilación y/o terapia de cardioversión. El ICD también puede monitorear las señales eléctricas cardíacas recibidas mientras carga su dispositivo de almacenamiento de carga y durante y después de que el LCP 402 suministre la terapia de ATP. Si el ICD determina que la terapia de ATP terminó con éxito la arritmia, el ICD puede dejar de cargar su dispositivo de almacenamiento de carga y no puede suministrar desfibrilación y/o terapia de cardioversión. Sin embargo, si el ICD determina que la terapia de ATP no terminó la arritmia, el ICD puede completar la carga de su dispositivo de almacenamiento de carga y suministrar una terapia de desfibrilación y/o cardioversión. En estas realizaciones, el ICD puede preservar la vida útil de la batería al iniciar la carga solo al detectar una arritmia para ciertos tipos de arritmias. Por supuesto, en otras realizaciones, el ICD puede esperar para iniciar la carga si el tipo determinado de arritmia es también una MVT y/o una SVT. En otras realizaciones más, el ICD puede iniciar la carga cuando el tipo determinado de arritmia es una MVT.

50 En realizaciones adicionales, o alternativas, en las que el ICD puede discriminar entre diversos tipos de arritmia, el ICD pueden comunicarse más diferentes parámetros de la terapia de ATP al LCP 402. Como se mencionó anteriormente, el ICD puede incluir parámetros de la terapia de ATP en el comando para suministrar la terapia de ATP. En consecuencia, si el ICD determina que el tipo de arritmia es una MVT, el ICD puede comunicar parámetros de la terapia de ATP diferentes a los que el ICD comunicaría si el tipo de arritmia determinado es una PVT y/o una SVT.

55 En algunas realizaciones, el LCP 402 puede haber almacenado en la memoria diferentes parámetros de la terapia de ATP asociados con los diferentes tipos de arritmia. En tales realizaciones, en lugar de que el ICD comunique parámetros específicos de la terapia de ATP, el ICD puede simplemente comunicar un determinado tipo de arritmia. En aún otras realizaciones, el LCP 402 puede ser capaz de discriminar entre diferentes tipos de arritmia. En tales realizaciones, en lugar de que el ICD comunique los parámetros de la terapia de ATP o un tipo de arritmia, el LCP 402 puede determinar un tipo de arritmia y utilizar los parámetros de la terapia de ATP almacenados en su memoria que están asociados con ese tipo de arritmia.

60 Como se ha discutido con respecto a la figura 4 y 5, los sistemas que pueden implementar estas técnicas descritas pueden, en algunas veces, estar en comunicación con un dispositivo de soporte externo, como dispositivos de soporte externos 420 y 520. Cuando un dispositivo de soporte externo está en comunicación con un sistema de dispositivo médico que implementa una o más de las técnicas descritas, como el sistema de la figura 4, un usuario puede interactuar con el dispositivo de soporte externo para programar varias características de los dispositivos. Por ejemplo,

5 un usuario puede interactuar con el dispositivo de soporte externo para habilitar o deshabilitar el modo de terapia de ATP desencadenada de LCP 402. El usuario puede establecer o ajustar los valores del umbral de arritmia, el umbral de recuento de ráfaga de la terapia de ATP, el período de tiempo asociado con el umbral de ráfaga de la terapia de ATP, los diversos parámetros de la terapia de ATP, las asociaciones entre los parámetros de la terapia de ATP y los tipos de arritmia, la duración del temporizador del modo de resincronización posterior al fallo cardiovascular, y los otros diversos parámetros que se describen en este documento.

10 Además, aunque muchas de las técnicas descritas anteriormente se describieron con respecto a un sistema que incluye un LCP y un ICD (de nuevo, que podría ser un dispositivo implantado de forma no subcutánea o un dispositivo implantado por vía subcutánea, por ejemplo, un SICD), las técnicas descritas pueden implementarse en otros varios sistemas. Por ejemplo, muchas de las técnicas descritas se describieron como implementadas mediante el LCP 402. En otros sistemas, otros dispositivos que brindan terapia de estimulación eléctrica y reciben comandos para suministrar la terapia de estimulación eléctrica pueden implementar una o más de las técnicas descritas, por ejemplo, un ICD o SICD o un marcapasos cardíaco que recibe comandos de otro dispositivo para suministrar la terapia de estimulación eléctrica. . En los sistemas que incluyen más de dos dispositivos, dos o más de los dispositivos del sistema pueden implementar individualmente una o más de las técnicas descritas. Por ejemplo, algunos sistemas pueden incluir múltiples LCP. En tales sistemas, cada LCP puede realizar individualmente una o más de las técnicas descritas antes de suministrar la terapia de ATP.

20 Además, las técnicas descritas tampoco deben considerarse limitadas a la terapia con ATP solamente. En otras realizaciones, el sistema de dispositivo médico puede funcionar para proporcionar otros tipos de terapia de resincronización eléctrica. Tales sistemas también pueden implementar una o más de las técnicas descritas, excepto que, en lugar de realizar una o más de las técnicas descritas antes de suministrar la terapia con ATP, los dispositivos pueden realizar una o más de las técnicas descritas antes de suministrar otra terapia de estimulación eléctrica, como la CRT, terapia de desfibrilación y/o cardioversión, terapia de bradicardia y otros tipos de terapia de estimulación eléctrica.

## REIVINDICACIONES

1. Un marcapasos cardíaco sin cables (LCP) (100) que comprende:

5 una carcasa (120);  
una pluralidad de electrodos (114) para detectar señales eléctricas que emanan del exterior de la carcasa (120);  
un módulo de almacenamiento de energía (112) dispuesto dentro de la carcasa (120);  
un módulo de control (110) dispuesto dentro de la carcasa (120) y acoplado operativamente a la pluralidad de  
10 electrodos (114), en donde el módulo de control (110) está configurado para:

recibir señales eléctricas a través de dos o más de la pluralidad de electrodos (114);  
determinar si las señales eléctricas recibidas son indicativas de un comando para que el LCP (100) suministre  
terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP);  
15 si las señales eléctricas recibidas son indicativas de un comando para que el LCP (100) suministre la terapia  
de resincronización antitaquiarritmia (ATP), determinar si está habilitado un modo de terapia de ATP  
desencadenado del LCP (100);  
si el modo de terapia de ATP desencadenado está habilitado, suministrar la terapia de ATP a través de dos o  
más de la pluralidad de electrodos (114); y  
20 si el modo de terapia de ATP desencadenada no está habilitado, no suministrar la terapia de ATP a través de  
dos o más de la pluralidad de electrodos (114).

2. El LCP (100) de la reivindicación 1, en el que, si el modo de terapia de ATP desencadenada está habilitado, el  
módulo de control (110) está además configurado para determinar si debe suministrar la terapia de ATP en respuesta  
25 al comando, y si está determinado suministrar la terapia de ATP, suministrar terapia de ATP a través de dos o más de  
la pluralidad de electrodos (114).

3. El LCP (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-2, en el que el módulo de control (110) está configurado para  
determinar el suministro de ATP si una frecuencia cardíaca, determinada a partir de las señales eléctricas recibidas,  
30 está por encima de un umbral de arritmia.

4. El LCP (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-3, en donde el módulo de control (110) está configurado para  
mantener un recuento de un número de ráfagas de la terapia de ATP que se han suministrado como parte de una  
terapia de ATP suministrada, y en donde el módulo controlador está además configurado para determinar el suministro  
35 de la terapia de ATP si el número de ráfagas de la terapia de ATP no ha excedido un umbral de recuento de ráfaga  
de la terapia de ATP.

5. El LCP (100) de la reivindicación 4, en el que, si el número de ráfagas de la terapia de ATP ha excedido el umbral  
de recuento de ráfaga de la terapia de ATP, el módulo de control (110) está configurado además para comunicar una  
40 señal de error a otro dispositivo médico.

6. El LCP (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-5, en el que el módulo de control (110) está configurado para  
determinar un tipo de morfología de la señal de una señal cardíaca recibida a través de dos o más de la pluralidad de  
electrodos (114), y en donde el módulo de control (110) está configurado además para determinar el suministro de la  
45 terapia de ATP si el tipo de morfología de la señal determinado es de un tipo de morfología de la señal predeterminado.

7. El LCP (100) de la reivindicación 6, en el que el tipo de morfología de la señal predeterminada comprende una  
taquicardia ventricular monomórfica (MVT).

8. El LCP (100) de la reivindicación 6, en el que el tipo de morfología de la señal predeterminada comprende una  
50 taquicardia ventricular polimórfica (PVT).

9. El LCP (100) de la reivindicación 6, en el que el tipo de morfología de la señal predeterminada comprende una  
taquicardia supraventricular (TSV).

10. El LCP (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que las señales indicativas de un comando para que  
el LCP (100) suministre terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP) comprenden una pluralidad de pulsos de  
comunicación producidos por un dispositivo médico remoto (200).

11. El LCP (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-9, en el que las señales indicativas de un comando para que  
el LCP (100) suministre terapia de resincronización antitaquiarritmia (ATP) comprenden una pluralidad de pulsos de  
comunicación como parte de una trayectoria de comunicación unidireccional desde un dispositivo médico remoto  
60 (200).

12. El LCP (100) de la reivindicación 11, en el que la pluralidad de pulsos de comunicación está libres de información  
de comprobación de errores para la comprobación de errores de la trayectoria de comunicación unidireccional.

13. El LCP (100) de cualquiera de las reivindicaciones 1-12, en el que el módulo de control (110) está configurado

además para, después de suministrar la terapia de ATP a través de dos o más de la pluralidad de electrodos (114), suministrar la terapia de resincronización posterior al fallo cardiovascular.

- 5 14. El LCP (100) de la reivindicación 13, en el que el módulo de control (110) está configurado para suministrar la terapia de resincronización posterior al fallo cardiovascular durante aproximadamente 30-60 segundos después de suministrar la terapia de ATP.

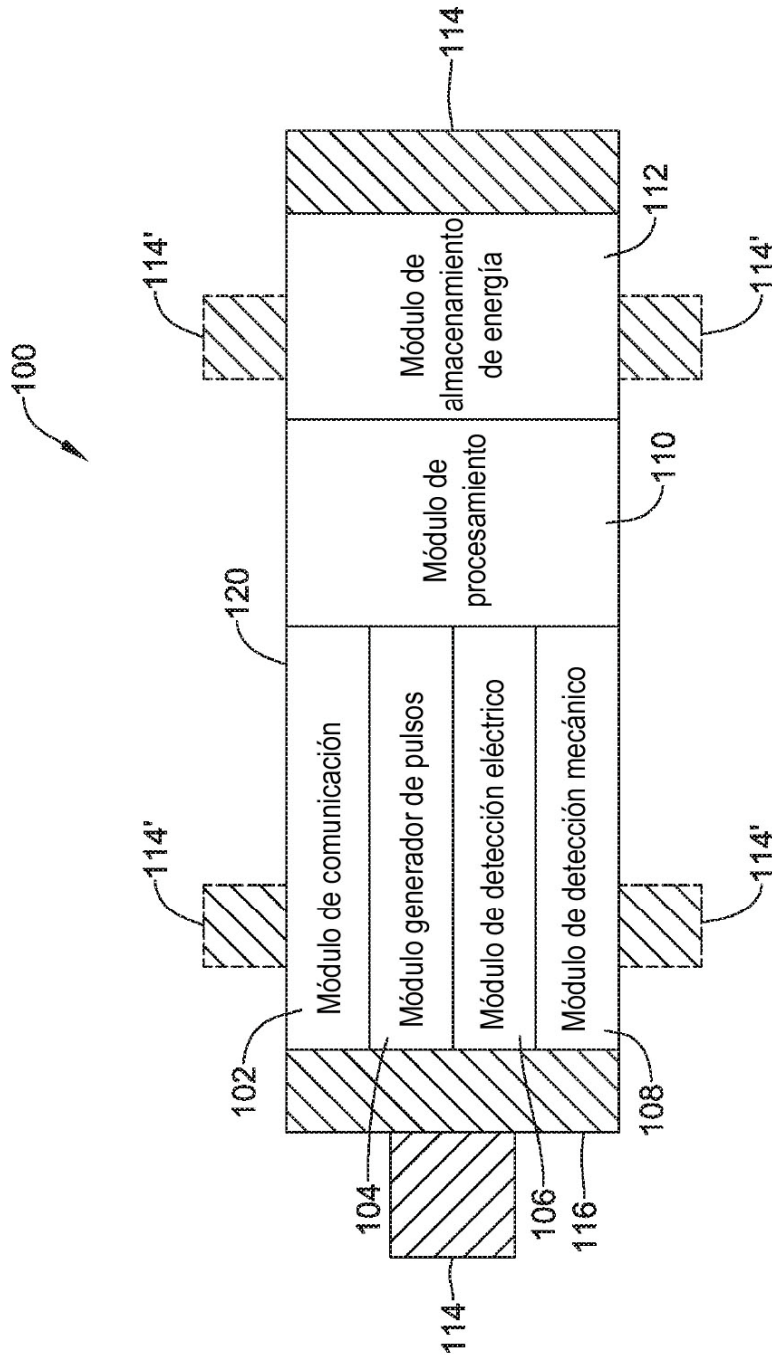


FIG. 1

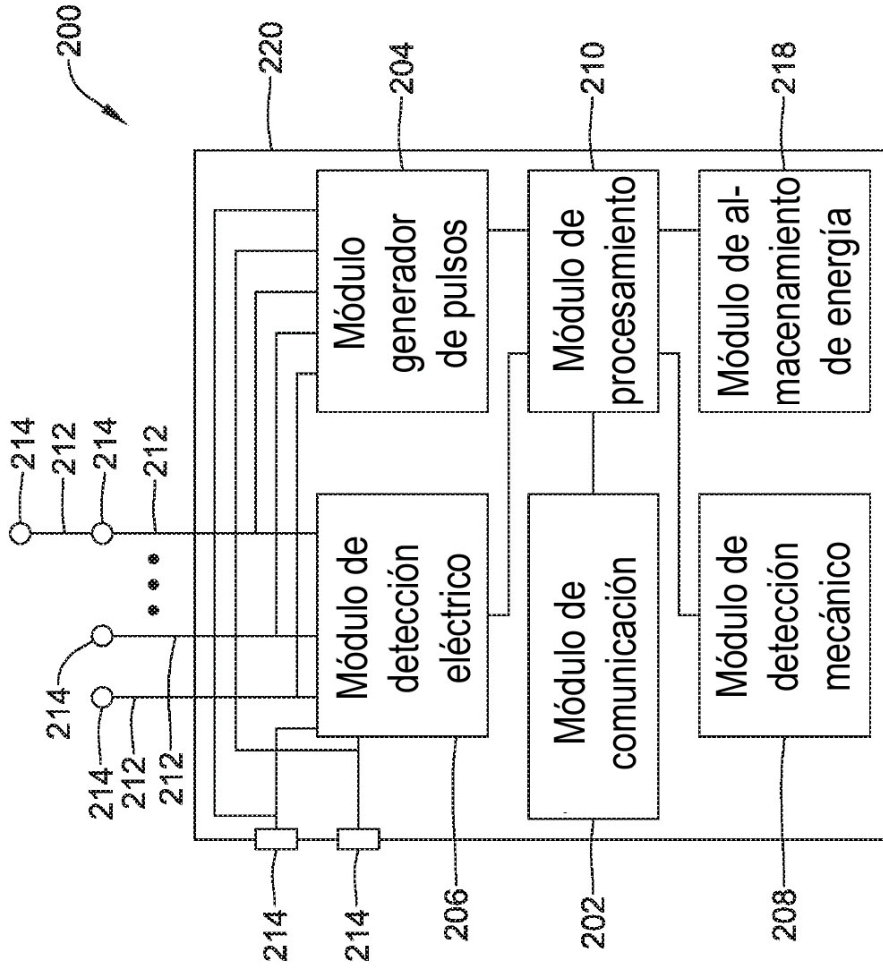


FIG. 2

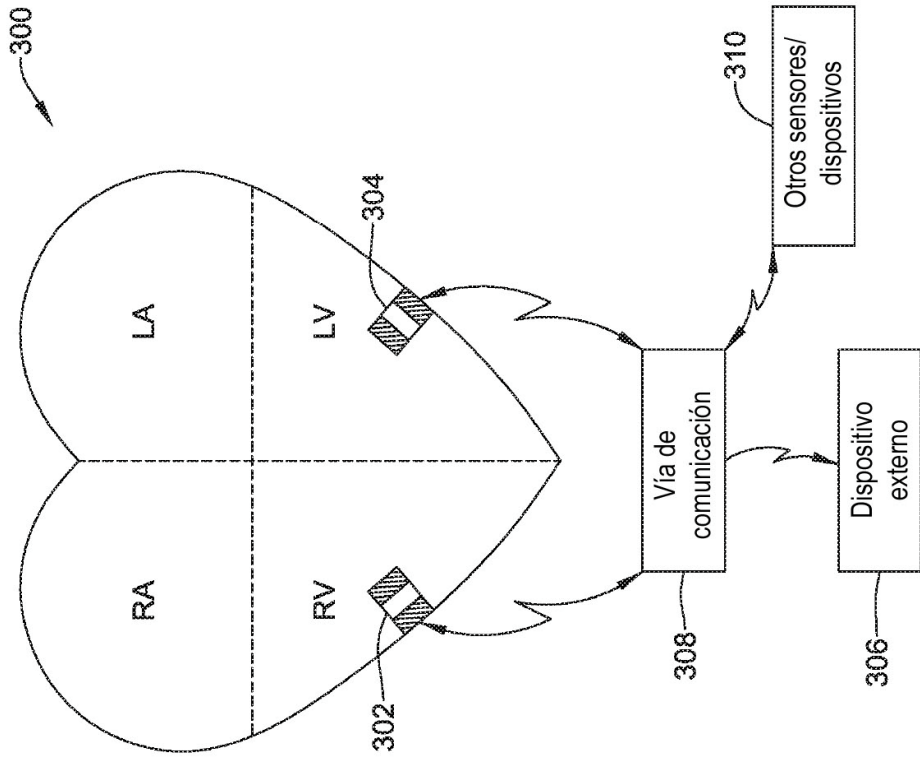


FIG. 3

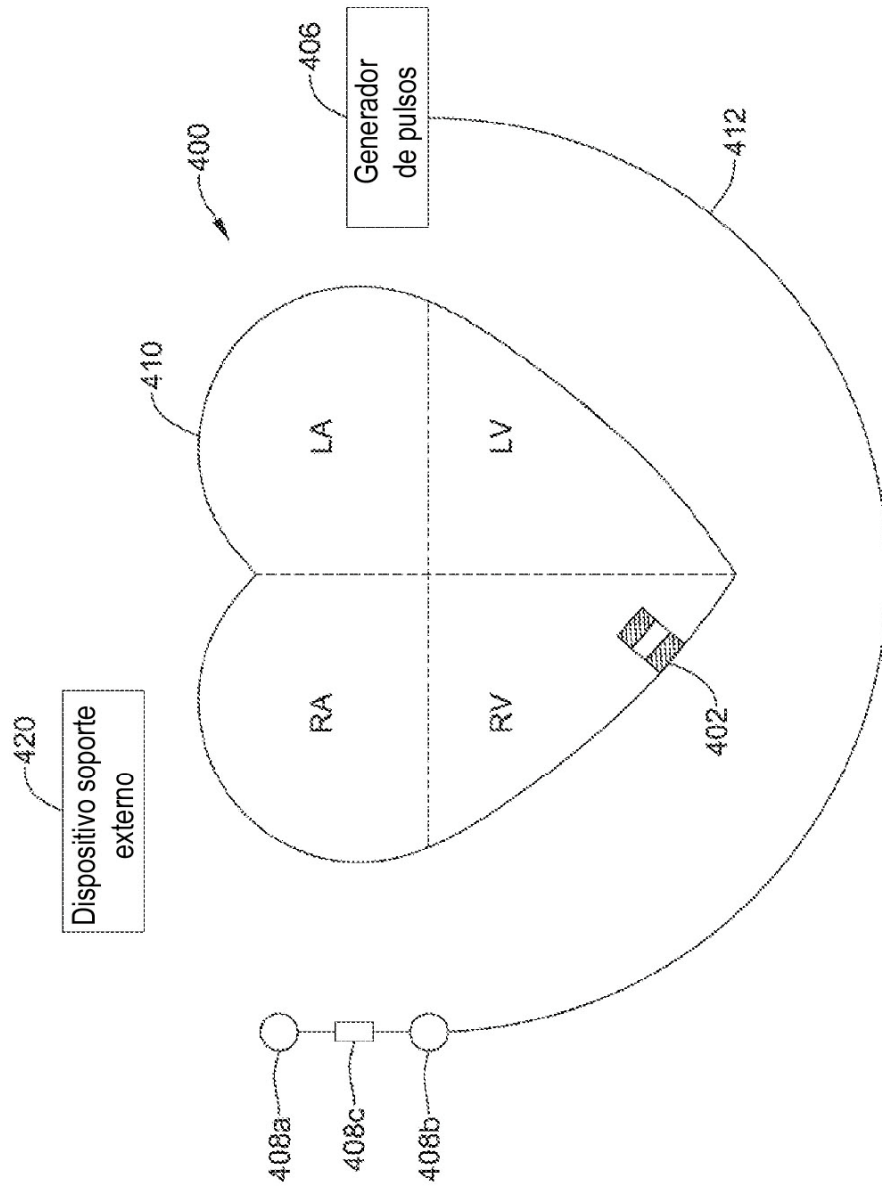


FIG. 4



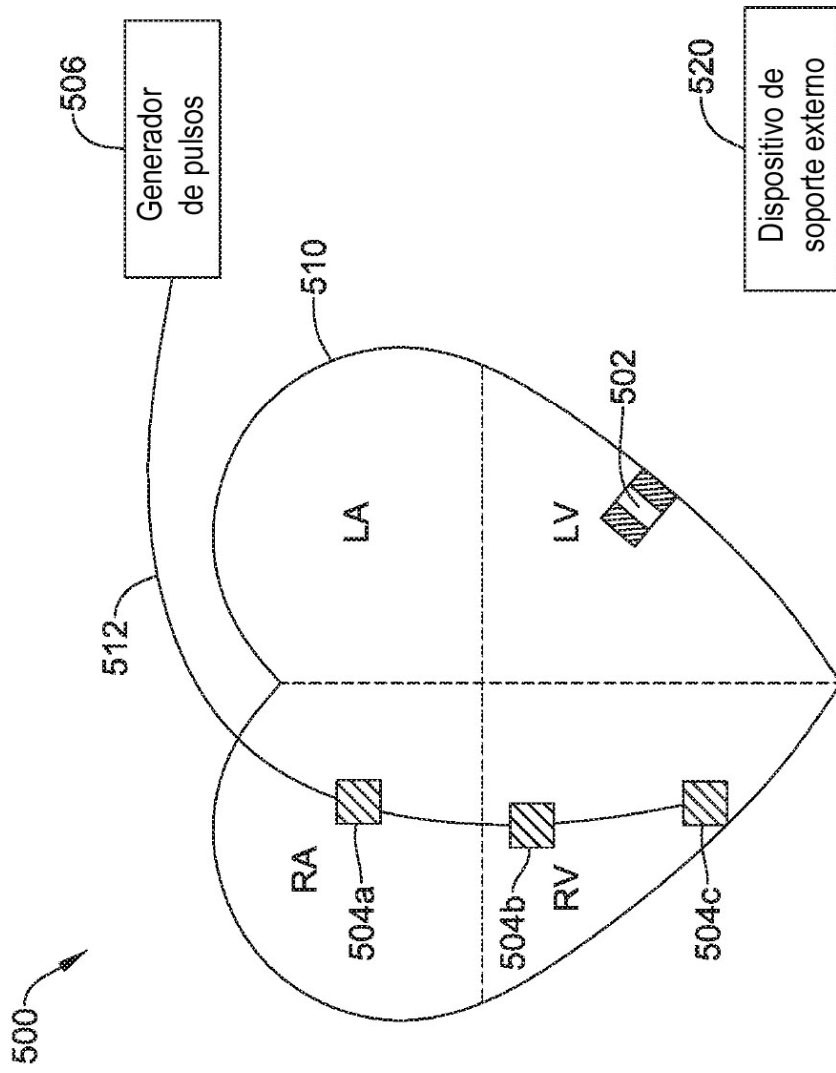


FIG. 5

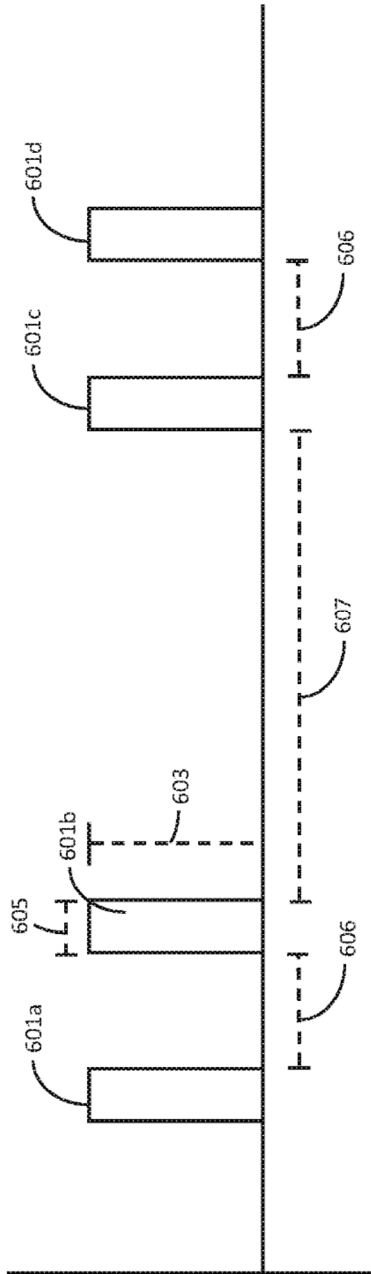


FIG. 6A

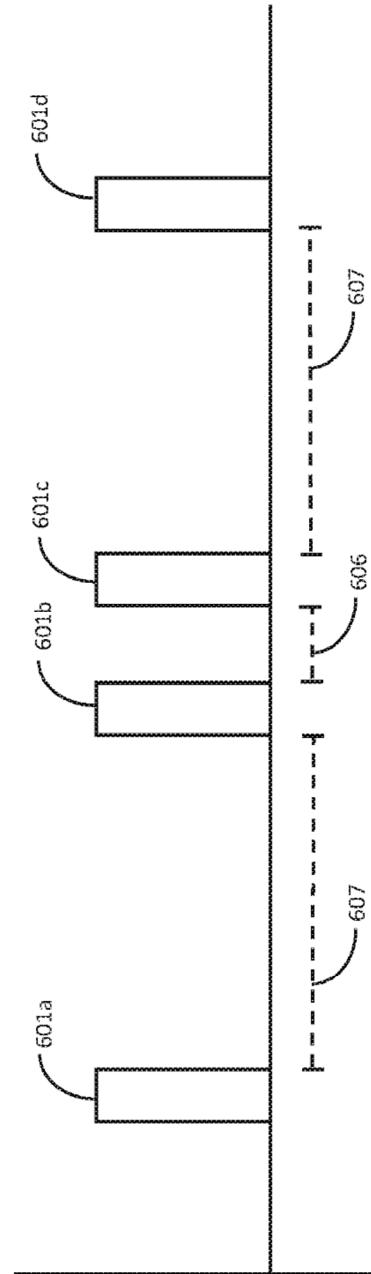


FIG. 6B

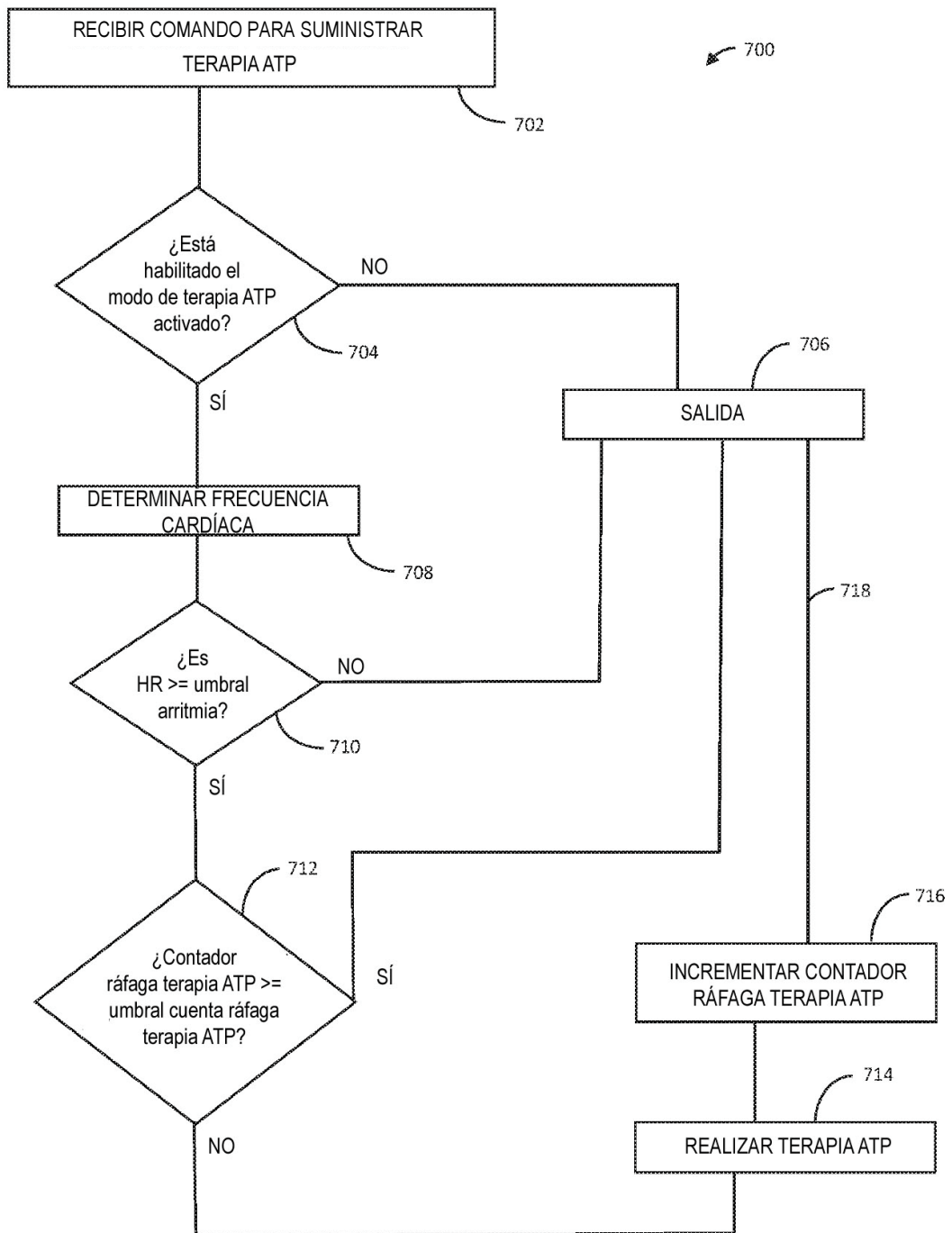


FIG. 7

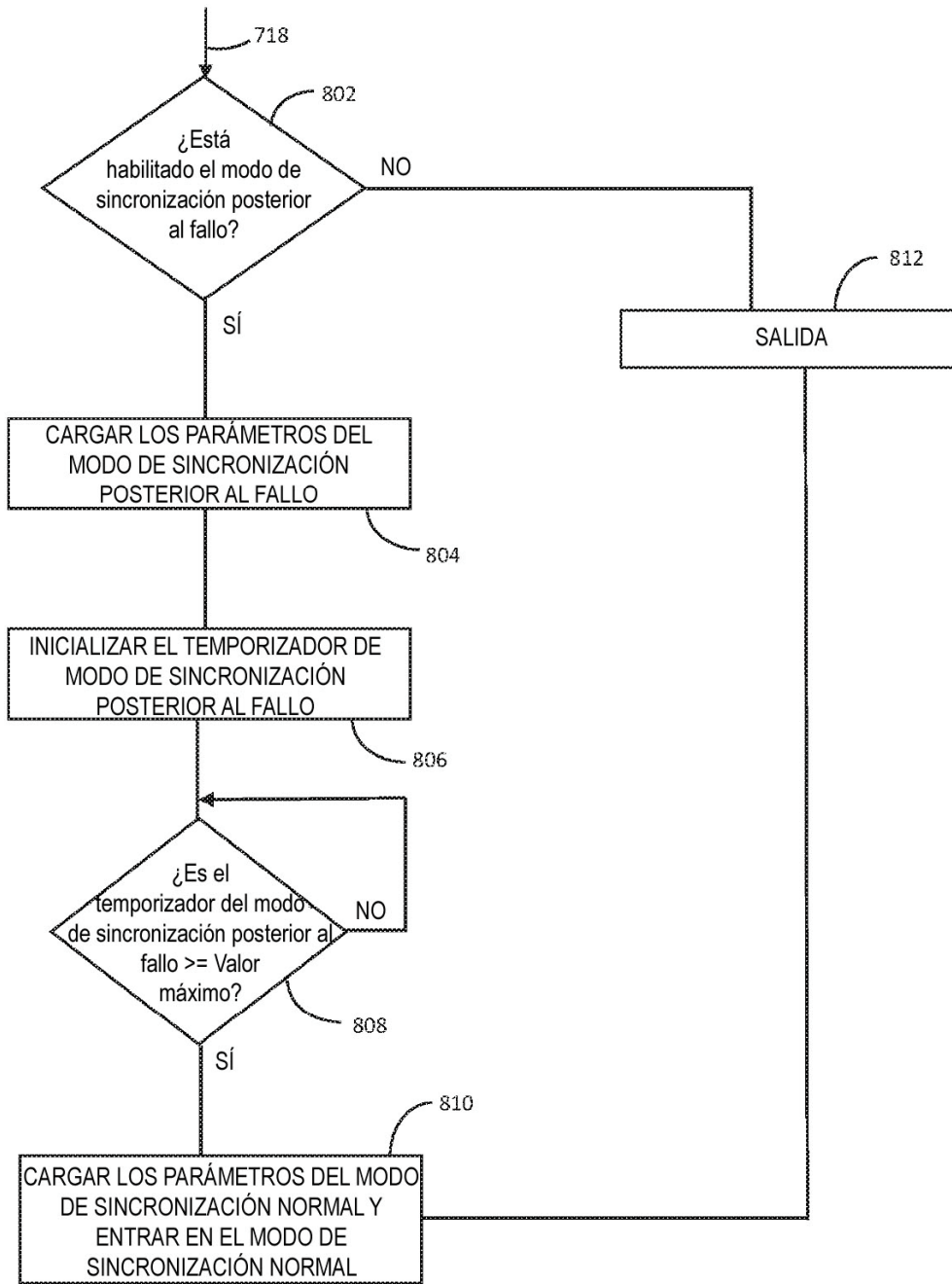


FIG. 8