

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 026 143**

51 Int. Cl.:

**A61N 2/00** (2006.01)

**A61N 2/02** (2006.01)

**A61N 5/06** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.01.2022 PCT/GB2022/050058**

87 Fecha y número de publicación internacional: **21.07.2022 WO22153043**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.01.2022 E 22703944 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2025 EP 4277700**

54 Título: **Sistema de campo electromagnético pulsado**

30 Prioridad:  
**12.01.2021 GB 202100369**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.06.2025**

73 Titular/es:  
**HOFMEIR MAGNETICS LIMITED (100.00%)  
One Friar Street  
Reading RG1 1DA, GB**

72 Inventor/es:  
**BEDDARD, PAUL**

74 Agente/Representante:  
**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

**ES 3 026 143 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Sistema de campo electromagnético pulsado

5 **CAMPO TÉCNICO**

[0001] La presente invención se refiere a sistemas para generar campos electromagnéticos pulsados, en particular, pero no exclusivamente, para generar pulsos de energía para proporcionar efectos fisiológicos en un cuerpo humano o animal.

10 **ANTECEDENTES**

[0002] Los pulsos de luz se pueden utilizar para proporcionar un efecto fisiológico en el cuerpo humano o animal. Por ejemplo, los pulsos de luz se pueden aplicar a partes del cuerpo para proporcionar efectos fisiológicos en la piel o el tejido debajo de la piel. Sin embargo, en la actualidad, los dispositivos de terapia de pulsos de luz requieren una fuente de alimentación o suministro de energía dedicado, lo que hace que los dispositivos de terapia de luz sean grandes y voluminosos.

[0003] Los campos electromagnéticos pulsados también se pueden utilizar para proporcionar efectos fisiológicos en el cuerpo. Por ejemplo, los campos electromagnéticos pulsados se pueden utilizar para proporcionar beneficios terapéuticos, como el tratamiento de dolencias como el dolor articular y muscular, y ayudar a la curación de huesos rotos y fracturas.

[0004] Es deseable desarrollar un sistema que supere o mitigue los problemas asociados con los dispositivos de terapia de pulsos de luz, al tiempo que mejora los efectos fisiológicos y los beneficios terapéuticos que se pueden lograr con pulsos de luz y campos electromagnéticos pulsados. En las publicaciones WO 99/42176 A1 y GB 2262043 A se describen sistemas ejemplares para la generación de pulsos de luz.

25 **RESUMEN DE LA DIVULGACIÓN**

[0005] La invención se define mediante las reivindicaciones adjuntas.

[0006] A modo de explicación se describen adicionalmente en la presente divulgación otras formas de realización ejemplares, que no forman parte de la invención.

[0007] En un primer aspecto de la presente divulgación, se proporciona un sistema que comprende:

un dispositivo de campo electromagnético pulsado (EMF) configurado para generar un pulso EMF; y  
un segundo dispositivo que comprende:

un primer bucle de bobina; y  
una unidad generadora de luz acoplada eléctricamente al primer bucle de bobina, en donde el primer bucle de bobina está configurado para inducir una primera corriente en respuesta al pulso EMF, y

en donde la unidad generadora de luz está dispuesta para recibir al menos parte de la primera corriente inducida y emitir un pulso de luz que tiene una intensidad proporcional a la corriente recibida.

[0008] Ventajosamente, el segundo dispositivo puede emitir un pulso de luz sin requerir una fuente de alimentación o suministro de energía independiente. En cambio, el segundo dispositivo puede emitir luz utilizando energía transferida desde el dispositivo EMF pulsado a través del pulso EMF. Además, la corriente inducida en el segundo dispositivo tendrá naturalmente una forma de onda o figura similar al pulso EMF. Como tal, en formas de realización ejemplares, la corriente inducida y, en consecuencia, el pulso de luz, estarán sincronizados con el pulso EMF. En particular, el pulso de luz comprenderá picos de intensidad que están sincronizados en el tiempo con los picos de energía del pulso EMF. Se ha descubierto que la sincronización entre el pulso EMF y el pulso de luz mejora los respectivos efectos fisiológicos causados por el pulso EMF y el pulso de luz cuando el pulso EMF y el pulso de luz se proporcionan a partes de un cuerpo humano o animal.

[0009] En formas de realización ejemplares, el pulso EMF comprende una secuencia en descomposición de oscilaciones electromagnéticas (EM).

[0010] Ventajosamente se ha descubierto que este tipo de pulso EMF proporciona de manera más efectiva un efecto fisiológico en el cuerpo.

[0011] En formas de realización ejemplares, el dispositivo EMF pulsado comprende un inductor configurado para emitir el pulso EMF, y el segundo dispositivo comprende medios para montar el segundo dispositivo en el dispositivo EMF pulsado de manera que el bucle de bobina del segundo dispositivo esté acoplado inductivamente con el inductor cuando el segundo dispositivo esté montado en el dispositivo EMF pulsado.

5 **[0012]** Ventajosamente, el dispositivo EMF pulsado y el segundo dispositivo pueden proporcionarse como una unidad combinada para proporcionar tanto un EMF pulsado como pulsos de luz al cuerpo. Por ejemplo, el dispositivo EMF pulsado y el segundo dispositivo pueden comprender carcasa separadas, y la carcasa del segundo dispositivo puede montarse de manera desmontable en la carcasa del dispositivo EMF pulsado como un accesorio modular. Esto le da al usuario u operador la opción de proporcionar un tratamiento EMF pulsado o una combinación de un EMF pulsado y pulsos de luz. Además, el acoplamiento inductivo entre el inductor y el bucle de bobina proporciona medios eficientes de transferencia de energía entre el dispositivo EMF pulsado y el segundo dispositivo, en ausencia de una fuente de energía o una fuente de alimentación en el segundo dispositivo.

10 **[0013]** En formas de realización ejemplares, los medios de montaje sirven para montar el segundo dispositivo en el inductor del dispositivo EMF pulsado de tal manera que el bucle de bobina del segundo dispositivo esté acoplado inductivamente con el inductor cuando el segundo dispositivo está montado en el inductor.

15 **[0014]** Ventajosamente, se ha descubierto que esta disposición mejora aún más la eficiencia de la transferencia de energía entre el dispositivo EMF pulsado y el segundo dispositivo dada la proximidad más cercana entre el bucle de bobina y el inductor. Además, el dispositivo EMF pulsado y el segundo dispositivo pueden proporcionarse como una sola unidad en una forma más compacta. Por ejemplo, tanto el segundo dispositivo como el dispositivo EMF pulsado pueden estar contenidos dentro de una carcasa común unitaria en la que el segundo dispositivo está montado en el inductor del dispositivo EMF pulsado. Alternativamente, el dispositivo EMF pulsado y el segundo dispositivo pueden estar comprendidos en carcasas separadas, pero el inductor puede ser externo a la carcasa del dispositivo EMF pulsado para permitir que el segundo dispositivo se monte en el inductor.

20 **[0015]** En formas de realización ejemplares, el segundo dispositivo comprende además un rectificador acoplado entre el bucle de bobina y la unidad generadora de luz, y el rectificador está configurado para rectificar al menos parcialmente la corriente inducida.

**[0016]** Ventajosamente, se ha encontrado que rectificar la corriente inducida mejora la seguridad del segundo dispositivo y evita daños a los componentes de la unidad generadora de luz.

25 **[0017]** En formas de realización ejemplares, el segundo dispositivo comprende además un circuito de interfaz acoplado entre el rectificador y la unidad generadora de luz, y el circuito de interfaz está configurado para acondicionar la forma de onda de la corriente inducida y generar una corriente acondicionada, en donde la unidad generadora de luz recibe la corriente acondicionada.

30 **[0018]** Ventajosamente, controlar la forma de onda de la corriente inducida controlará a su vez la salida de luz de la unidad generadora de luz. Como tal, el circuito de interfaz se puede utilizar para controlar o ajustar cómo responde la unidad generadora de luz a la corriente inducida mediante el acondicionamiento de la corriente inducida. Se apreciará que, en algunas formas de realización ejemplares, el rectificador se puede omitir y el circuito de interfaz se puede acoplar entre el bucle de bobina y la unidad generadora de luz.

35 **[0019]** En formas de realización ejemplares, el circuito de interfaz comprende:

40 un filtro de paso bajo acoplado entre el rectificador y la unidad generadora de luz, estando configurado el filtro de paso bajo para filtrar una primera porción de la corriente inducida para generar un componente de baja frecuencia de la corriente acondicionada que comprende un pulso suave durante la duración del pulso EMF; y  
45 una trayectoria resistiva entre el rectificador y la unidad generadora de luz en paralelo con el filtro de paso bajo, estando dispuesta la trayectoria resistiva para conducir una segunda porción de la corriente inducida para generar un componente de alta frecuencia de la corriente acondicionada que comprende una secuencia de picos sincronizados con o correspondientes a oscilaciones del pulso EMF.

50 **[0020]** En consecuencia, el pulso de luz comprenderá una combinación de un componente de baja frecuencia (un pulso suave a lo largo de la duración del pulso EMF) y un componente de alta frecuencia (una secuencia de picos sincronizados con o correspondientes a las oscilaciones del pulso EMF). Ventajosamente, se ha descubierto que el componente de alta frecuencia contribuye a proporcionar un efecto fisiológico mejorado en combinación con el pulso EMF. Al incluir también el componente de baja frecuencia, el pulso de luz será observado por el ojo humano como un único "parpadeo". Por lo tanto, el componente de baja frecuencia puede proteger al ojo humano de los destellos agudos causados por el componente de alta frecuencia, mejorando así la seguridad del sistema. Se apreciará que, en algunas formas de realización ejemplares, se puede omitir el rectificador. El filtro de paso bajo se puede acoplar entre el bucle de bobina y la unidad generadora de luz. Además, la ruta resistiva puede estar entre el bucle de bobina y la unidad generadora de luz en paralelo con el filtro de paso bajo.

55 **[0021]** En formas de realización ejemplares:

60 el rectificador comprende al menos un diodo que tiene un ánodo acoplado a un primer lado del bucle de la bobina, y un cátodo;

el filtro de paso bajo comprende una primera resistencia, una segunda resistencia y un condensador, en donde la primera resistencia está acoplada entre el cátodo del diodo y la segunda resistencia, la segunda resistencia está acoplada entre la primera resistencia y un primer lado de la unidad generadora de luz, y el condensador acoplado entre un nodo común entre la primera y la segunda resistencias y un segundo lado de la unidad generadora de luz; y la ruta resistiva comprende una tercera resistencia acoplada entre el cátodo del diodo y el primer lado de la unidad generadora de luz.

5

**[0022]** Ventajosamente, los valores de la primera resistencia y del condensador pueden elegirse para establecer la frecuencia de corte del filtro de paso bajo de modo que el filtro de paso bajo emita el componente de baja frecuencia deseado. Además, el valor de la segunda resistencia puede elegirse para determinar la salida de corriente total del filtro de paso bajo y, por lo tanto, el brillo total del pulso de luz. Además, el valor de la tercera resistencia puede elegirse para determinar la amplitud o el brillo de los picos de alta frecuencia.

10

**[0023]** En formas de realización ejemplares, la unidad generadora de luz comprende al menos un diodo emisor de luz (LED).

15

**[0024]** Ventajosamente, la unidad generadora de luz se puede implementar de manera rentable y al mismo tiempo ocupando un área de circuito más pequeña.

20

**[0025]** En formas de realización ejemplares, el LED está configurado para emitir luz infrarroja o roja. Ventajosamente, se ha descubierto que la luz infrarroja o roja visible mejora el efecto fisiológico proporcionado por el pulso de luz.

**[0026]** De acuerdo con la invención, el segundo dispositivo comprende un segundo bucle de bobina acoplado eléctricamente a la unidad generadora de luz. El segundo bucle de bobina está configurado para inducir una segunda corriente en respuesta al pulso EMF. La unidad generadora de luz está dispuesta para recibir al menos parte de la primera corriente y la segunda corriente. Además, el primer bucle de bobina está en un primer plano y el segundo bucle de bobina está en un segundo plano que es diferente del primer plano.

25

**[0027]** De manera ventajosa, se puede mantener una transferencia de potencia óptima entre el inductor en bucle de bobina y el segundo dispositivo cuando el inductor en bucle de bobina está en ángulo con respecto al segundo dispositivo. En particular, la corriente procedente tanto del primer como del segundo bucle de bobina puede contribuir a alimentar el dispositivo de terapia de luz cuando el inductor en bucle de bobina no está en una orientación o posición óptima con respecto al dispositivo de terapia de luz.

30

35

**[0028]** En formas de realización ejemplares, el primer plano y el segundo plano se intersecan.

**[0029]** Ventajosamente, el primer plano está en ángulo con respecto al segundo plano. Esto permite una transferencia de potencia mejorada entre el inductor de bucle de bobina y el segundo dispositivo para un rango de ángulos y posiciones relativos entre el inductor de bucle de bobina y los bucles de bobina del segundo dispositivo.

40

**[0030]** En formas de realización ejemplares, el primer plano y el segundo plano son sustancialmente ortogonales o perpendiculares entre sí.

**[0031]** Ventajosamente, un ángulo aproximado de 90 grados puede ser el ángulo más óptimo entre los planos para una mejor transferencia de potencia durante el uso.

45

**[0032]** En formas de realización ejemplares, el rectificador es un primer rectificador.

**[0033]** En formas de realización ejemplares, el segundo dispositivo comprende además un segundo rectificador acoplado entre el segundo bucle de bobina y la unidad generadora de luz. El segundo rectificador está configurado para rectificar al menos parcialmente la segunda corriente.

50

**[0034]** Ventajosamente, la segunda corriente se rectifica, lo que mejora aún más la seguridad del segundo dispositivo al tiempo que evita daños a los componentes de la unidad generadora de luz.

55

**[0035]** En formas de realización ejemplares, el circuito de interfaz está configurado para condicionar la forma de onda de una suma de la primera corriente y la segunda corriente.

**[0036]** Ventajosamente, el circuito de interfaz se utiliza para controlar o ajustar cómo la unidad generadora de luz responde a la suma de las corrientes inducidas condicionando la suma de las corrientes.

60

**[0037]** En formas de realización ejemplares, el segundo dispositivo comprende un tercer bucle de bobina acoplado eléctricamente a la unidad generadora de luz. El tercer bucle de bobina está configurado para inducir una tercera corriente en respuesta al pulso EMF, y la unidad generadora de luz está dispuesta para recibir al menos parte de la primera corriente, la segunda corriente y la tercera corriente. El tercer bucle de bobina está en un tercer plano diferente al primer

65

plano y al segundo plano. Opcionalmente, el tercer plano intersecta con el primer plano y el segundo plano. Opcionalmente, el primer, segundo y tercer plano son ortogonales entre sí.

**[0038]** Ventajosamente, el tercer bucle de bobina puede mejorar aún más la independencia angular del dispositivo de terapia de luz. Por ejemplo, el dispositivo de terapia de luz puede lograr una transferencia de potencia mejorada desde el dispositivo EMF pulsado para una gama más amplia de orientaciones y posiciones del inductor en bucle de bobina.

**[0039]** En formas de realización ejemplares, el segundo dispositivo comprende medios para fijar el segundo dispositivo a una parte de un cuerpo humano o animal.

**[0040]** Ventajosamente, el segundo dispositivo puede utilizarse como un dispositivo portátil. Por ejemplo, el segundo dispositivo puede fijarse en una posición predeterminada en la parte del cuerpo que va a recibir terapia de luz y/o terapia combinada de luz y EMF pulsado.

**[0041]** En formas de realización ejemplares, el dispositivo EMF pulsado comprende además:

un circuito resonante paralelo que comprende un condensador conectado en paralelo con un inductor sin un interruptor entre el condensador y el inductor en el circuito resonante paralelo, en donde el circuito resonante paralelo está configurado para generar el pulso EMF en el inductor mientras se almacena energía eléctrica en el circuito resonante paralelo, y en donde el inductor está configurado para colocarse en relación con una parte de un cuerpo para proporcionar el campo electromagnético pulsado a la parte del cuerpo;

una fuente de energía; y  
un interruptor, externo al circuito resonante paralelo, que está configurado para: conectar selectivamente el circuito resonante paralelo a la fuente de energía durante un período de rampa de corriente durante el cual se aumenta una corriente en el inductor para alcanzar una corriente deseada, y al final del período de rampa de corriente desconectar el circuito resonante paralelo de la fuente de energía abriendo el interruptor, en donde el circuito resonante paralelo genera la secuencia de oscilaciones electromagnéticas amortiguadas en el inductor mientras el interruptor está abierto.

**[0042]** Ventajosamente, a diferencia de otros dispositivos de terapia de campo electromagnético pulsado, el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado tiene un circuito resonante paralelo que no requiere que un interruptor (tal como un semiconductor o un interruptor de descarga de chispa) sea un componente integral del circuito resonante paralelo para alimentar selectivamente el circuito resonante paralelo. Al tener un interruptor externo al circuito resonante paralelo en su lugar, cuando la corriente fluye alrededor del circuito resonante paralelo, no pasa a través de un interruptor en cada paso, lo que disiparía innecesariamente la energía almacenada en el circuito resonante paralelo a través de pérdidas de resistencia en el interruptor. Además, los interruptores de alto voltaje adecuados que se pueden utilizar como un componente del circuito resonante paralelo de un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado son costosos. Por lo tanto, al tener un interruptor externo al circuito resonante paralelo en lugar de como un componente del circuito resonante paralelo, los costos de fabricación se reducen significativamente y se eliminan las pérdidas de resistencia del interruptor. Sin estas pérdidas de resistencia del interruptor, el tiempo de decaimiento del campo electromagnético pulsado generado por el circuito resonante paralelo aumenta considerablemente, aumentando así el período de tiempo durante el cual se genera un efecto fisiológico. Además, un mayor tiempo de decaimiento del campo electromagnético pulsado permite una mayor transferencia de potencia al segundo dispositivo. Además, la corriente deseada requerida para obtener un período de tiempo deseado durante el cual se logra un efecto fisiológico es mucho menor.

**[0043]** Además, al tener un interruptor externo al circuito resonante paralelo en lugar de como un componente del circuito resonante paralelo, es posible aumentar la corriente durante un período de tiempo (el período de aumento de la corriente). Por el contrario, otros dispositivos de terapia de campo electromagnético pulsado con un interruptor como un componente del circuito resonante paralelo hacen que la carga del condensador precargado se descargue casi instantáneamente en el circuito resonante cuando se cierra el interruptor en el circuito resonante paralelo. Los altos voltajes que son necesarios para lograr las altas corrientes necesarias para superar las pérdidas de resistencia en el interruptor de alto voltaje, causan un aumento de corriente en el circuito resonante tan pronto como se cierra el interruptor. Se ha descubierto que este aumento repentino de la corriente en el circuito resonante da como resultado reflexiones del interruptor de alto voltaje (que intrínsecamente carece de coincidencia de impedancia con el circuito resonante), lo que da como resultado picos de voltaje y corriente significativos e interferencia electromagnética que pueden ser perjudiciales para los dispositivos eléctricos cercanos. Por el contrario, el aumento de la corriente durante el período de rampa de corriente, que es posible gracias al circuito resonante paralelo sin interruptores de la realización ejemplar, reduce el ruido y la interferencia causados por el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado, lo que ayuda al dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado a cumplir con los requisitos reglamentarios, como las regulaciones sobre interferencia electromagnética. Por ejemplo, el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado puede funcionar a frecuencias más bajas que otros dispositivos, lo que evita que el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado interfiera con otros dispositivos electrónicos, como el segundo dispositivo, o con redes de comunicaciones por radio. Además, se ha descubierto que una forma de onda más limpia (por ejemplo, menos ruidosa) del campo electromagnético pulsado permite una transferencia de energía mejorada y más eficiente al segundo dispositivo.

**[0044]** También se describe un método que no forma parte de la invención y que comprende:

proporcionar un bucle de bobina para acoplarse inductivamente a un inductor de un dispositivo EMF pulsado;  
 generar un pulso EMF en el inductor;  
 inducir una corriente en el bucle de bobina en respuesta al pulso EMF;

5

recibir al menos parte de la corriente inducida en una unidad generadora de luz acoplada eléctricamente al bucle de bobina; y emitir un pulso de luz desde la unidad generadora de luz en respuesta a la corriente recibida, teniendo el pulso de luz una intensidad proporcional a la corriente recibida.

10

**[0045]** En formas de realización ejemplares, el bucle de bobina está acoplado inductivamente al inductor del dispositivo EMF pulsado.

15

**[0046]** En formas de realización ejemplares, el pulso EMF comprende una secuencia en descomposición de oscilaciones electromagnéticas (EM).

20

**[0047]** En formas de realización ejemplares, el método comprende además rectificar la corriente inducida utilizando un rectificador acoplado entre el bucle de bobina y la unidad generadora de luz.

**[0048]** En formas de realización ejemplares, el método comprende además acondicionar la forma de onda de la corriente inducida utilizando un circuito de interfaz acoplado entre el rectificador y la unidad generadora de luz, y recibir la corriente acondicionada en la unidad generadora de luz.

25

**[0049]** En formas de realización ejemplares, el acondicionamiento de la forma de onda de la corriente inducida comprende filtrar con un filtro de paso bajo una parte de la corriente inducida utilizando un filtro de paso bajo acoplado entre el rectificador y la unidad generadora de luz, para generar un componente de baja frecuencia de la corriente acondicionada que comprende un pulso suave durante la duración del pulso EMF.

30

**[0050]** En formas de realización ejemplares, el acondicionamiento de la forma de onda de la corriente inducida comprende pasar una porción de la corriente inducida a través de una trayectoria resistiva proporcionada entre el rectificador y la unidad generadora de luz en paralelo con el filtro de paso bajo, para generar un componente de alta frecuencia de la corriente acondicionada que comprende una secuencia de picos sincronizados con o correspondientes a oscilaciones del pulso EMF.

35

**[0051]** En formas de realización ejemplares, la amplitud o duración del componente de baja frecuencia depende de un valor de una o más resistencias del filtro de paso bajo; y/o la amplitud del componente de alta frecuencia depende de un valor de una resistencia en la trayectoria resistiva.

40

**[0052]** En formas de realización ejemplares, el pulso de luz se emite desde al menos un diodo emisor de luz (LED) de la unidad generadora de luz.

**[0053]** En formas de realización ejemplares, el pulso de luz es luz infrarroja o roja.

45

**[0054]** En formas de realización ejemplares, el bucle de bobina es un primer bucle de bobina y la corriente inducida es una primera corriente.

50

**[0055]** En formas de realización ejemplares, el método comprende además: proporcionar un segundo bucle de bobina para acoplarse inductivamente al inductor del dispositivo EMF pulsado; inducir una segunda corriente en el segundo bucle de bobina en respuesta al pulso EMF; y recibir al menos parte de la primera corriente y la segunda corriente en la unidad generadora de luz, en donde el primer bucle de bobina se proporciona en un primer plano y el segundo bucle de bobina se proporciona en un segundo plano que es diferente al primer plano.

**[0056]** En formas de realización ejemplares, el primer plano y el segundo plano se intersecan.

55

**[0057]** En formas de realización ejemplares, el primer plano y el segundo plano son sustancialmente ortogonales o perpendiculares entre sí.

**[0058]** En formas de realización ejemplares, el rectificador es un primer rectificador.

60

**[0059]** En formas de realización ejemplares, el método comprende además rectificar al menos parcialmente la segunda corriente utilizando un segundo rectificador acoplado entre el segundo bucle de bobina y la unidad generadora de luz.

65

**[0060]** En formas de realización ejemplares, el método comprende además acondicionar la forma de onda de una suma de la primera corriente y la segunda corriente utilizando un circuito de interfaz acoplado entre el primer y el segundo rectificadores y la unidad generadora de luz y recibir la corriente acondicionada en la unidad generadora de luz.

5 [0061] En formas de realización ejemplares, el método comprende además proporcionar un tercer bucle de bobina para acoplarse inductivamente al inductor del dispositivo EMF pulsado. El tercer bucle de bobina induce una tercera corriente en respuesta al pulso EMF, y la unidad generadora de luz recibe al menos parte de la primera corriente, la segunda corriente y la tercera corriente. El tercer bucle de bobina está en un tercer plano que es diferente al primer plano y al segundo plano. Opcionalmente, el tercer plano interseca con el primer plano y el segundo plano. Opcionalmente, el primer, segundo y tercer planos son ortogonales o perpendiculares entre sí.

10 [0062] En formas de realización ejemplares, el inductor está comprendido en un circuito resonante paralelo sin interruptores, y en donde la generación del pulso EMF comprende:

15 aumentar gradualmente una corriente en el inductor del circuito resonante paralelo sin interruptores para alcanzar una corriente deseada conectando el circuito resonante paralelo con una fuente de alimentación durante un período de aumento gradual de la corriente; y después del período de aumento gradual de la corriente, generar una secuencia de oscilaciones electromagnéticas amortiguadas en el inductor desconectando el circuito resonante paralelo de la fuente de alimentación.

### **BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS**

20 [0063] A continuación se describen ejemplos de la presente divulgación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra un sistema que comprende un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado y un dispositivo de terapia de luz según un ejemplo de la presente divulgación;  
 La Figura 2 muestra un diagrama a nivel de circuito del sistema de la Figura 1;  
 La Figura 3 muestra una vista estructural del sistema de la Figura 1;  
 25 La Figura 4 muestra un trazo de osciloscopio que muestra una corriente a través de un inductor del dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado del sistema de la Figura 1, en función del tiempo;  
 La Figura 5 muestra varios trazos de osciloscopio que muestran corrientes en varias ubicaciones en el dispositivo de terapia de luz del sistema de la Figura 1, en función del tiempo;  
 La Figura 6 muestra la intensidad de la luz emitida por el dispositivo de terapia de luz del sistema de la Figura 1, en función del tiempo;  
 30 La Figura 7 muestra un sistema que comprende un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado y un dispositivo de terapia de ultrasonido según un ejemplo alternativo de la presente divulgación;  
 La Figura 8 muestra un diagrama a nivel de circuito del sistema de la Figura 7;  
 La Figura 9 muestra una vista estructural del sistema de la Figura 7;  
 35 La Figura 10 muestra un primer ejemplo de un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado para su uso en los sistemas de las Figuras 1 y 7;  
 La Figura 11 muestra un segundo ejemplo de un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado para su uso en los sistemas de las Figuras 1 y 7;  
 La Figura 12 muestra un trazo de osciloscopio que muestra la corriente en un circuito resonante del dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado de la Figura 11, en función del tiempo;  
 40 La Figura 13 muestra un tercer ejemplo de un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado para su uso en los sistemas de las Figuras 1 y 7;  
 La Figura 14 muestra un modo de ejemplo de uso de un sistema que comprende un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado y un dispositivo de terapia de luz;  
 45 La Figura 15 muestra un dispositivo de terapia de luz según otro ejemplo de la presente divulgación;  
 La Figura 16 ilustra una disposición de ejemplo de los bucles de bobina del dispositivo de terapia de luz de la Figura 15; y  
 La Figura 17 muestra una vista estructural del dispositivo de terapia de luz de la Figura 15.

### **DESCRIPCIÓN DETALLADA**

50 [0064] La presente divulgación se refiere a un sistema que emite un campo electromagnético (CEM) a una parte del cuerpo humano o animal (por ejemplo, una extremidad o una articulación), mientras que emite simultáneamente una serie de pulsos de luz a una parte del cuerpo. En particular, el sistema emite los pulsos de luz utilizando energía extraída del CEM pulsado. El sistema puede proporcionarse como una sola unidad o dispositivo. El sistema incorpora un dispositivo de terapia de CEM pulsado y un dispositivo de terapia de luz. El dispositivo de CEM pulsado está configurado para generar el CEM pulsado, por lo que cada pulso incluye una secuencia de oscilaciones electromagnéticas sinusoidales amortiguadas. El CEM pulsado es emitido por un inductor en bucle de bobina del dispositivo de CEM pulsado. El inductor en bucle de bobina está dispuesto para colocarse adyacente a o alrededor de una parte del cuerpo, por ejemplo, para producir un efecto fisiológico en el cuerpo. Los circuitos del dispositivo de terapia de luz están acoplados de forma inductiva o magnética al inductor en bucle de bobina del dispositivo de CEM pulsado. Como tal, el campo electromagnético pulsado generado en el inductor en bucle de bobina hace que se induzcan corrientes y voltajes en los circuitos del dispositivo de terapia de luz. El dispositivo de terapia de luz comprende uno o más diodos emisores de luz (LED) que están dispuestos para emitir luz en respuesta a las corrientes y voltajes inducidos. Los LED están dispuestos para colocarse adyacentes a o alrededor de una parte del cuerpo para proporcionar la luz emitida al cuerpo, por ejemplo, para producir también un efecto fisiológico en el cuerpo.

5 **[0065]** Ventajosamente, el dispositivo de terapia de luz puede funcionar sin la necesidad de una fuente de alimentación o suministro de energía independiente, y en su lugar utiliza energía transferida desde el inductor en bucle de bobina a través del EMF pulsado. En otras palabras, el dispositivo de terapia de luz puede funcionar utilizando energía recolectada del EMF pulsado emitido por el dispositivo EMF pulsado, sin la necesidad de una fuente de alimentación independiente, como una batería, o conexión a una red eléctrica. Como tal, el dispositivo de terapia de luz puede proporcionarse en una forma más pequeña y compacta, por ejemplo, en una unidad combinada con el dispositivo EMF pulsado, o como un dispositivo portátil independiente. Además, debido al acoplamiento inductivo, las formas de onda de las corrientes y voltajes inducidos en el dispositivo de terapia de luz se sincronizarán con la forma de onda de energía del EMF pulsado. Esto significa que los pulsos de luz emitidos por los LED tendrán una intensidad o brillo que está sincronizado con el nivel de energía o potencia del campo electromagnético pulsado. Ventajosamente, se ha descubierto que la sincronización entre los pulsos de luz y el campo electromagnético pulsado mejora los respectivos efectos fisiológicos proporcionados por el pulso de luz y el campo electromagnético pulsado, especialmente cuando los pulsos de luz y el campo electromagnético pulsado se proporcionan a la misma parte del cuerpo.

15 **[0066]** La Figura 1 muestra un sistema 100 de acuerdo con un ejemplo de la presente divulgación. El sistema 100 comprende un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado (PEMF) 110 y un dispositivo de terapia de luz 120. El dispositivo de terapia PEMF 110 está configurado para generar y emitir un campo electromagnético pulsado (EMF) 130. El dispositivo de terapia de luz 120 está configurado para emitir luz 140 en respuesta al EMF pulsado 130. En particular, el dispositivo de terapia de luz 120 está configurado para convertir el EMF pulsado 130 en energía eléctrica y generar la luz 140 en función de la energía eléctrica. Ventajosamente, el dispositivo de terapia de luz 120 puede emitir la luz 140 en función del EMF pulsado 130, sin requerir una fuente de alimentación separada o una fuente de alimentación.

25 **[0067]** El dispositivo PEMF 110 comprende un inductor en bucle de bobina 112 y un circuito generador de corriente 114. El inductor en bucle de bobina 112 está acoplado eléctricamente al circuito generador de corriente 114. El circuito generador de corriente 114 está configurado para generar y suministrar una corriente  $I_1$  al inductor en bucle de bobina 112. El inductor en bucle de bobina 112 está configurado para generar el EMF pulsado 130 en respuesta a la corriente  $I_1$ . El inductor en bucle de bobina 112 está dispuesto en el dispositivo 110 para colocarse adyacente a o alrededor de una parte del cuerpo humano o animal (por ejemplo, una extremidad o articulación), con el fin de proporcionar el EMF pulsado a esa parte del cuerpo y producir un efecto fisiológico.

35 **[0068]** La Figura 4 ilustra una traza de osciloscopio 400 que muestra la corriente  $I_1$  en función del tiempo  $t$ . Como se muestra, la corriente  $I_1$  es una corriente alterna (CA) que tiene una forma sinusoidal decreciente. En otras palabras, la corriente  $I_1$  comprende una secuencia de oscilaciones sinusoidales decrecientes o amortiguadas. La secuencia de oscilaciones comienza en el tiempo  $t_1$  y termina en el tiempo  $t_2$ . La corriente  $I_1$  puede tener un valor pico de 100 amperios, 1500 amperios o cualquier valor dentro del rango de 100-1500 amperios. Además, la duración del tiempo entre los tiempos  $t_1$  y  $t_2$  puede ser de 1 milisegundo, 2 milisegundos o cualquier duración del tiempo entre 1 y 2 milisegundos.

40 **[0069]** El inductor en bucle de bobina 112 está configurado para generar un EMF que es proporcional a la corriente  $I_1$ . En particular, el EMF generado por el inductor en bucle de bobina 112 será un EMF alterno que comprende una secuencia de oscilaciones de campo electromagnético sinusoidales decrecientes o amortiguadas. Como tal, la forma de onda de energía del EMF generado puede corresponder a la traza 400 mostrada en la Figura 4. La secuencia de oscilaciones electromagnéticas sinusoidales decrecientes, por ejemplo, como se muestra en la Figura 4, puede corresponder a un pulso del EMF pulsado 130. Como tal, el EMF pulsado 130 puede comprender una serie de pulsos electromagnéticos, comprendiendo cada pulso una secuencia de oscilaciones sinusoidales amortiguadas. El circuito generador de corriente 114 puede estar configurado para proporcionar la corriente  $I_1$  de manera que repita la forma 400 mostrada en la Figura 4 en una serie, de modo que el inductor en bucle de bobina 112 genere y emita una serie de pulsos electromagnéticos que comprenden una secuencia de oscilaciones sinusoidales amortiguadas.

50 **[0070]** A continuación se describen con más detalle implementaciones de ejemplo del dispositivo EMF pulsado 110.

55 **[0071]** Se hace referencia nuevamente a la Figura 1. El dispositivo de terapia de luz 120 comprende un bucle de bobina 122, un circuito de acondicionamiento 124 y una unidad generadora de luz 126. El bucle de bobina 122 comprende un primer terminal 123A y un segundo terminal 123B. El circuito de acondicionamiento 124 está acoplado eléctricamente al bucle de bobina 122. En particular, el circuito de acondicionamiento 124 está acoplado eléctricamente a los terminales 123A, 123B del bucle de bobina 122. La unidad generadora de luz 126 está acoplada eléctricamente al circuito de acondicionamiento 124. Como tal, el circuito de acondicionamiento 124 está acoplado eléctricamente entre el bucle de bobina 122 y la unidad generadora de luz 126.

60 **[0072]** El bucle de bobina 122 está dispuesto para acoplarse inductivamente o magnéticamente al inductor de bucle de bobina 112. Como tal, el bucle de bobina inducirá un voltaje o una diferencia de potencial a través de sus terminales 123A y 123B en respuesta a la FME pulsada 130. El voltaje inducido será un voltaje de CA o alterno correspondiente a la FME pulsada 130 y la corriente  $I_1$  en el inductor de bucle de bobina 112. En particular, el voltaje inducido puede comprender una secuencia de oscilaciones sinusoidales amortiguadas o decrecientes, en correspondencia con la forma de la FME pulsada 130 y la corriente  $I_1$ .

**[0073]** El circuito de acondicionamiento 124 y la unidad generadora de luz 126 están acoplados al bucle de bobina 122 de manera que se forma un circuito cerrado entre los terminales 123A y 123B del bucle de bobina 122. Como tal, se induce una corriente  $I_2$  a través del bucle de bobina 122 en respuesta al voltaje inducido a través de los terminales 123A y 123B.

**[0074]** El circuito de acondicionamiento 124 está configurado para recibir la corriente  $I_2$  del bucle de bobina 122 y acondicionar la corriente  $I_2$ . El circuito de acondicionamiento 124 acondiciona, altera y/o configura la forma de onda de la corriente  $I_2$ . El circuito de acondicionamiento 124 luego emite una corriente acondicionada  $I_3$  a la unidad de generación de luz 126. La corriente acondicionada  $I_3$  tiene una forma y/o una forma de onda que corresponde a una intensidad de salida de luz deseada de la unidad de generación de luz 126. La corriente acondicionada  $I_3$  puede comprender al menos una parte de la corriente original  $I_2$ . El acondicionamiento de una corriente (por ejemplo, la corriente  $I_2$  o de otro modo) puede considerarse como la alteración, el cambio y/o el control de la forma de onda de dicha corriente.

**[0075]** La unidad generadora de luz 126 está configurada para recibir la corriente  $I_3$  del circuito de acondicionamiento 124. La unidad generadora de luz 126 está configurada además para emitir luz 140 en respuesta a la corriente  $I_3$ . En particular, la unidad generadora de luz 126 está configurada para emitir luz 140 que tiene una intensidad que es generalmente proporcional a la corriente  $I_3$ . Debe apreciarse que diferentes implementaciones de la unidad generadora de luz 126 pueden responder de manera diferente a la corriente de entrada  $I_3$ . En algunos ejemplos, la relación entre la salida de luz de la unidad generadora de luz 126 y la corriente de entrada  $I_3$  puede ser sustancialmente lineal. En otros ejemplos, la relación entre la salida de luz y la corriente de entrada  $I_3$  puede ser no lineal o curva.

**[0076]** La unidad generadora de luz 126 está dispuesta en el dispositivo de terapia de luz 120 para proporcionar la luz emitida 140 a una parte del cuerpo humano o animal. En algunos ejemplos, la unidad generadora de luz 126 está dispuesta para proporcionar la luz 140 a la misma parte del cuerpo a la que el inductor en bucle de bobina 112 proporciona el EMF pulsado 130. En otros ejemplos, la unidad generadora de luz 126 está dispuesta para proporcionar la luz 140 a una parte diferente del cuerpo a la que el inductor en bucle de bobina 112 proporciona el EMF pulsado 130.

**[0077]** Ventajosamente, el dispositivo de terapia de luz 120 no requiere una fuente de alimentación para suministrar energía a la unidad generadora de luz 126. En cambio, la unidad generadora de luz 126 puede emitir luz utilizando energía eléctrica proporcionada por el dispositivo EMF pulsado 110 a través del EMF pulsado 130. Además, con la presente disposición, la intensidad de la luz emitida 140 puede sincronizarse con la forma de onda de energía del EMF pulsado 130. Esto puede tener ventajas adicionales en el sentido de que se mejora la eficacia de la terapia EMF pulsada y la terapia de luz.

**[0078]** En los ejemplos ilustrados, el bucle de bobina 122 comprende una vuelta. Sin embargo, en algunos ejemplos, el bucle de bobina 122 puede comprender dos o más vueltas. El número de vueltas puede ser una elección de diseño basada en la cantidad de energía requerida por el dispositivo de terapia de luz 120.

**[0079]** Opcionalmente, la unidad generadora de luz 126 está configurada para emitir luz infrarroja (IR). Alternativamente, la unidad generadora de luz 126 puede emitir luz visible roja. Sin embargo, la unidad generadora de luz 126 puede emitir luz de cualquier otra longitud de onda o frecuencia a elección del diseñador, dependiendo del tipo de efecto fisiológico requerido. Por ejemplo, la unidad generadora de luz 126 puede emitir luz visible azul, luz ultravioleta o cualquier otra longitud de onda de luz entre luz infrarroja y ultravioleta.

**[0080]** La Figura 2 ilustra una vista más detallada del nivel de circuito del sistema 100. El circuito de acondicionamiento 124 comprende un diodo  $D_1$  y un condensador  $C_1$ . El circuito de acondicionamiento 124 comprende además resistencias  $R_{S1}$ ,  $R_{L1}$  y  $R_{B1}$ . El diodo  $D_1$  comprende un ánodo y un cátodo. El ánodo del diodo  $D_1$  está acoplado al primer terminal 123A del bucle de bobina 122. El cátodo del diodo  $D_1$  está acoplado a un primer lado de la resistencia  $R_{S1}$  y a un primer lado de la resistencia  $R_{L1}$ . Un segundo lado de la resistencia  $R_{S1}$  está acoplado a un primer lado de la resistencia  $R_{B1}$ . Un segundo lado de la resistencia  $R_{B1}$  está acoplado a un primer terminal 127A de la unidad generadora de luz 126. El primer terminal 127A de la unidad generadora de luz 126 puede considerarse como un terminal de entrada positivo de la unidad generadora de luz 126. Como tal, las resistencias  $R_{S1}$  y  $R_{B1}$  están dispuestas en serie entre el cátodo del diodo  $D_1$  y el primer terminal 127A de la unidad generadora de luz 126. Un primer lado del condensador  $C_1$  está acoplado al segundo lado de la resistencia  $R_{S1}$ . Un segundo lado del condensador  $C_1$  está acoplado al segundo terminal 123B del bucle de bobina 122 y a un segundo terminal 127B de la unidad generadora de luz 126. El segundo terminal 127B de la unidad generadora de luz 126 puede considerarse como un terminal de entrada negativo de la unidad generadora de luz 126. Como tal, el condensador  $C_1$  está acoplado entre un nodo común entre las resistencias  $R_{S1}$  y  $R_{B1}$ , y un nodo común entre el segundo terminal 123B del bucle de bobina 122 y el segundo terminal 127B de la unidad generadora de luz 126. Un segundo lado de la resistencia  $R_{L1}$  está acoplado al primer terminal 127A de la unidad generadora de luz 126. Como tal, la resistencia  $R_{L1}$  está dispuesta en serie entre el cátodo del diodo  $D_1$  y el primer terminal 127A de la unidad generadora de luz. La resistencia  $R_{L1}$  está simultáneamente en paralelo con el par en serie de resistencias  $R_{S1}$  y  $R_{B1}$ .

**[0081]** El diodo  $D_1$  está dispuesto para rectificar la corriente  $I_2$ . En particular, el diodo  $D_1$  está configurado para pasar solamente una corriente positiva desde su ánodo a su cátodo. Como tal, el diodo  $D_1$  puede considerarse como un rectificador de media onda. En consecuencia, la corriente  $I_2$  solo fluirá en una dirección positiva, por ejemplo, en el sentido

de las agujas del reloj alrededor del dispositivo de terapia de luz 120 desde el primer terminal 123A al segundo terminal 123B.

**[0082]** La resistencia  $R_{L1}$  forma una trayectoria resistiva entre el rectificador  $D_1$  y la entrada a la unidad generadora de luz 126. La trayectoria resistiva recibe una primera porción de la corriente  $I_2$  y atenúa dicha primera porción. La cantidad de atenuación depende del valor de la resistencia  $R_{L1}$ . La trayectoria resistiva genera la corriente atenuada  $I_{L1}$ . La figura 5 ilustra un trazo de osciloscopio 510 que muestra la forma de onda de la corriente atenuada  $I_{L1}$  entre los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ . Como se muestra, la corriente  $I_{L1}$  se parece a una versión rectificadora (y atenuada) de media onda de la corriente  $I_1$  mostrada en la figura 4 entre los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ . En particular, la corriente  $I_{L1}$  comprende una secuencia de picos 512 que se sincronizarán con y/o corresponderán a los picos positivos de la corriente  $I_1$  que se muestra en la Figura 4. El valor de la resistencia  $R_{L1}$  se puede seleccionar para ajustar la amplitud general de los picos 512 de la corriente  $I_{L1}$ . Por ejemplo, una resistencia  $R_{L1}$  mayor dará como resultado picos 512 más atenuados (por ejemplo, más cortos), mientras que una resistencia  $R_{L1}$  menor dará como resultado picos 512 menos atenuados (por ejemplo, más altos). Sin embargo, los picos 512 seguirán teniendo una forma general de decaimiento determinada por la forma de la corriente  $I_1$ . La trayectoria de la corriente  $I_{L1}$  a través de la resistencia  $R_{L1}$  se puede considerar como una trayectoria de alta frecuencia. La corriente  $I_{L1}$  puede tener un valor pico máximo de 1 amperio, 10 amperios, 100 amperios o cualquier valor dentro del rango de 1 a 100 amperios.

**[0083]** Las resistencias  $R_{S1}$  y  $R_{B1}$ , y el condensador  $C_1$ , forman juntos un filtro de paso bajo (LPF) entre el rectificador  $D_1$  y la unidad generadora de luz 126, y en paralelo con la resistencia  $R_{L1}$ . El LPF está configurado para recibir y filtrar una segunda porción de la corriente  $I_2$ , y emitir una corriente filtrada  $I_{B1}$ . La figura 5 ilustra además un trazo de osciloscopio 520 que muestra la forma de onda de la corriente filtrada  $I_{B1}$  entre los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ . Como se muestra, la corriente  $I_{B1}$  se parece a una versión rectificadora de media onda y posteriormente suavizada de la corriente  $I_1$ . En particular, la corriente  $I_{B1}$  comprende un pulso suave 522 que dura lo mismo que la corriente  $I_1$  y la fuerza electromotriz pulsada 130 (por ejemplo, entre los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ ). Los valores de la resistencia  $R_{S1}$  y del condensador  $C_1$  pueden seleccionarse de modo que el filtro de paso bajo tenga una frecuencia de corte adecuada para proporcionar el pulso suave 522. Además, el valor de la resistencia  $R_{B1}$  puede seleccionarse para controlar la corriente general generada por el filtro de paso bajo. En particular,  $R_{B1}$  puede controlar la amplitud general del pulso suave 522. Por ejemplo, una resistencia  $R_{B1}$  más grande puede dar como resultado que el pulso suave 522 tenga una amplitud más atenuada (por ejemplo, más pequeña). Una resistencia  $R_{B1}$  más pequeña puede dar como resultado que el pulso suave 522 tenga una amplitud menos atenuada (por ejemplo, más grande). La trayectoria de corriente de la corriente  $I_{B1}$  a través de las resistencias  $R_{S1}$  y  $R_{B1}$  puede considerarse como una trayectoria de baja frecuencia. El pulso suave 522 del  $I_{B1}$  actual puede tener un valor pico máximo de 10 amperios, o cualquier valor dentro del rango de 0 a 10 amperios.

**[0084]** Además, el pulso suave de la corriente  $I_{B1}$  puede tener una duración de 1 milisegundo, 2 milisegundos o cualquier cantidad de tiempo dentro del rango de 1 a 2 milisegundos.

**[0085]** Los componentes  $R_{S1}$ ,  $R_{L1}$ ,  $R_{B1}$  y  $C_1$  pueden considerarse juntos como un circuito de interfaz que comprende la ruta resistiva y el filtro de paso bajo descritos anteriormente.

**[0086]** Ahora se hace referencia nuevamente a la Figura 2. Dado que las resistencias  $R_{L1}$  y  $R_{B1}$  están acopladas al mismo terminal 127A, las corrientes  $I_{L1}$  e  $I_{B1}$  se sumarán o superpondrán para formar la corriente  $I_3$ . La corriente  $I_3$  se suministra entonces a la unidad generadora de luz 126 como se describió anteriormente. La Figura 5 ilustra un trazo de osciloscopio 530 que muestra la forma de onda de la corriente  $I_3$ . Como se muestra, la corriente  $I_3$  comprende la secuencia de picos 512 sincronizados con o correspondientes a los picos positivos de la corriente  $I_1$  (y correspondientemente los picos de energía positiva del EMF pulsado 130). La corriente  $I_3$  también comprende el pulso suave 522 a lo largo de la duración de la corriente  $I_1$  y el pulso EMF. Debido a la ruta de corriente proporcionada por el capacitor  $C_1$ , la corriente  $I_3$  puede comprender parte, pero no toda la corriente  $I_2$ . La corriente  $I_3$  puede tener un valor pico máximo de 1 amperio, 10 amperios, 100 amperios o cualquier otro valor dentro del rango de 1 a 100 amperios.

**[0087]** Con referencia a la Figura 2, la unidad generadora de luz 126 comprende una pluralidad de diodos emisores de luz (LED). La unidad generadora de luz 126 comprende cinco LED LED1, LED2, LED3, LED4 y LED5. Los LED LED1-LED5 están dispuestos en serie entre el primer terminal de entrada (por ejemplo, positivo) 127A y el segundo terminal de entrada (por ejemplo, negativo) 127B de la unidad generadora de luz 126. En particular, un ánodo del LED1 está acoplado al primer terminal de entrada 127A. Un ánodo del LED2 está acoplado a un cátodo del LED1. Un ánodo del LED3 está acoplado a un cátodo del LED2. Un ánodo del LED4 está acoplado a un cátodo del LED3. Un ánodo del LED5 está acoplado a un cátodo del LED4. Un cátodo del LED5 está acoplado al segundo terminal de entrada 127B. El segundo terminal de entrada 127B está acoplado al segundo terminal 123B del bucle de bobina 122.

**[0088]** Cada LED LED1-LED5 está configurado para emitir luz en respuesta a la corriente  $I_3$ . En particular, cada LED1-LED5 emite luz que tiene una intensidad que es generalmente proporcional al nivel de corriente  $I_3$ . En algunos ejemplos, la relación entre la salida de luz de los LED y la corriente de entrada  $I_3$  puede ser sustancialmente lineal. En otros ejemplos, sin embargo, la relación entre la salida de luz y la corriente de entrada  $I_3$  puede ser no lineal o curva. La relación precisa de respuesta a la corriente entre la salida de luz y la corriente  $I_3$  puede depender de las características de los LED. Las salidas de luz de los LED LED1-LED5 se combinan para formar la luz 140 emitida por la unidad generadora de luz 126.

Por ejemplo, los LED LED1-LED5 pueden estar dispuestos en una matriz para proporcionar la salida de luz combinada 140.

**[0089]** Los LED están dispuestos para colocarse adyacentes, cerca o alrededor de una parte del cuerpo (por ejemplo, una extremidad o articulación).

**[0090]** La Figura 6 ilustra la intensidad de la luz emitida 140 en función del tiempo entre los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ . Como se muestra, la luz emitida comprende un pulso de luz 600 entre los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ . El pulso de luz 600 tiene una intensidad que es proporcional a la corriente  $I_3$ . En particular, el pulso de luz 600 comprende una secuencia de picos decrecientes 612. La secuencia de picos decrecientes 612 está sincronizada con o corresponde con los picos 512 de la corriente  $I_3$ . En consecuencia, los picos 612 están sincronizados con o corresponden con los picos positivos de la corriente  $I_1$  en el inductor 112, y los picos positivos del pulso EMF 130. El pulso de luz 600 comprende además un pulso de baja frecuencia 622. El pulso de baja frecuencia 622 dura más que la duración del pulso de luz 600 entre los tiempos  $t_1$  y  $t_2$ . El pulso de baja frecuencia 622 corresponde al pulso de baja frecuencia 522 de la corriente  $I_3$  que se muestra en la Figura 5. Como se apreciará, los valores de los componentes  $R_{S1}$ ,  $R_{B1}$ ,  $R_{L1}$  y  $C_1$  se pueden elegir para dar forma a la corriente  $I_3$  y, en consecuencia, controlar la intensidad de la luz que emiten los LED en respuesta al pulso EMF 130. El componente del pulso de luz 600 que corresponde a la secuencia de picos 612 (es decir, el componente de alta frecuencia del pulso de luz 600) puede tener una intensidad de pico máxima de  $10 \text{ W/cm}^2$ ,  $100 \text{ W/cm}^2$  o cualquier valor entre 10 y  $100 \text{ W/cm}^2$ . El pulso de baja frecuencia 622 del pulso de luz 600 (es decir, el componente de baja frecuencia del pulso de luz 600) puede tener una intensidad pico de  $10 \text{ mW/cm}^2$ ,  $1000 \text{ mW/cm}^2$  o cualquier valor entre 10 y  $1000 \text{ mW/cm}^2$ . El pulso de baja frecuencia 622 puede tener una duración de 1 milisegundo, 2 milisegundos o cualquier cantidad de tiempo entre 1 y 2 milisegundos. Con el tiempo, la unidad generadora de luz puede generar una pluralidad de pulsos de luz 600. En un ejemplo, durante un período de 30 minutos, la unidad generadora de luz puede generar una energía luminosa total de  $1 \text{ J/cm}^2$ ,  $10 \text{ J/cm}^2$  o cualquier valor entre 1 y  $10 \text{ J/cm}^2$ .

**[0091]** De manera ventajosa, se ha descubierto que sincronizar los picos 612 del pulso de luz 600 con los picos del pulso EMF 130 proporciona un efecto fisiológico general mejorado en el cuerpo humano o animal. Por lo tanto, la sincronización puede dar como resultado una terapia EMF pulsada y una terapia de luz mejoradas. Además, el pulso de baja frecuencia 622 significa que un ser humano observa el pulso de luz 600 como un único "parpadeo" durante la duración del pulso de luz 600. Por lo tanto, el pulso de baja frecuencia 622 puede proteger los ojos humanos de los picos de luz de mayor intensidad 612. De lo contrario, un observador solo podría observar destellos de luz de alta intensidad causados por los picos de alta intensidad 612, lo que puede causar daño a los ojos del observador.

**[0092]** En el ejemplo ilustrado de la Figura 2, la unidad generadora de luz 126 comprende cinco LED LED1, LED2, LED3, LED4 y LED5. Sin embargo, en otros ejemplos, la unidad generadora de luz 126 puede comprender cualquier número de LED. Por ejemplo, la unidad generadora de luz 126 puede comprender uno o más LED. Cuando la unidad generadora de luz 126 comprende un LED, el LED puede estar dispuesto con su ánodo acoplado al primer terminal de entrada 127A y su cátodo acoplado al segundo terminal de entrada 127B.

**[0093]** La Figura 3 muestra una vista estructural del sistema 100. El sistema 100 comprende una carcasa 310. La carcasa 310 contiene o encierra el dispositivo de terapia de luz 120. En particular, los circuitos del dispositivo de terapia de luz 120, incluyendo el bucle de bobina 122, el circuito de acondicionamiento 124 y la unidad de generación de luz 126, están contenidos en la carcasa 310. La carcasa 310 puede tener una forma y/o unas dimensiones que sean de un tamaño similar al inductor de bucle de bobina 112 del dispositivo EMF pulsado 110. Por ejemplo, la carcasa puede tener una longitud que sea igual o menor que un diámetro del inductor de bucle de bobina 112, y un ancho que sea igual o menor que el diámetro del inductor de bucle de bobina 112.

**[0094]** La carcasa 310 comprende una pluralidad de clips 320A, 320B, 320C y 320D. Los clips 320A, 320B, 320C y 320D están configurados para asegurar o unir la carcasa 310 al inductor en bucle de bobina 112.

**[0095]** La Figura 3 también indica una disposición de ejemplo del bucle de bobina 122, el circuito de acondicionamiento 124 y la unidad generadora de luz 126 dentro de la carcasa 310. El bucle de bobina 122 puede estar dispuesto dentro de la carcasa 310 de tal manera que el bucle de bobina 122 esté en estrecha proximidad al inductor de bucle de bobina 112 cuando la carcasa 310 está unida al inductor de bucle de bobina 122. En particular, el bucle de bobina 122 puede estar dispuesto de tal manera que el bucle de bobina 122 esté acoplado inductivamente o magnéticamente con el inductor de bucle de bobina 112. Opcionalmente, como se muestra en la Figura 3, el bucle de bobina 122 está dispuesto en la carcasa 310 de tal manera que comparte el mismo eje que el inductor de bucle de bobina 112 cuando la carcasa está unida al inductor de bucle de bobina 112. Ventajosamente, se ha descubierto que esto mejora el acoplamiento inductivo entre el inductor de bucle de bobina 112 y el bucle de bobina 122 y la eficiencia de transferencia de energía entre el inductor en bucle de bobina 112 y el bucle de bobina 122. Sin embargo, en otros ejemplos, el bucle de bobina 122 puede no necesariamente compartir el mismo eje que el inductor en bucle de bobina 112. Por ejemplo, el bucle de bobina 122 puede estar dispuesto para tener un eje que sea diferente al eje del inductor en bucle de bobina 112. En algunos ejemplos, el bucle de bobina 122 puede estar dispuesto para tener un eje que sea diferente pero paralelo al eje del inductor en bucle de bobina 112.

**[0096]** La unidad generadora de luz 126 puede estar dispuesta en la carcasa 310 de tal manera que la unidad generadora de luz 126 emita luz 140 a la misma parte del cuerpo a la que el inductor en bucle de bobina emite el EMF pulsado 130. Por ejemplo, la unidad generadora de luz 126 puede estar dispuesta en la carcasa 310 para emitir luz 140 a lo largo del eje del inductor en bucle de bobina 112. Opcionalmente, como se muestra en la Figura 3, la unidad generadora de luz 126 está dispuesta en el centro del bucle de bobina 122. Ventajosamente, al proporcionar el EMF pulsado 130 y la luz 140 a la misma parte del cuerpo, el EMF pulsado 130 y la luz 140 pueden trabajar juntos para proporcionar un efecto fisiológico mejorado en el cuerpo.

**[0097]** En algunos ejemplos, el sistema 100 está contenido en una carcasa adicional (no se muestra en la Figura 3). En particular, tanto la carcasa 310 como el dispositivo EMF pulsado (por ejemplo, el circuito 114 y el inductor en bucle de bobina 112) pueden estar contenidos en la misma carcasa común. Ventajosamente, el sistema 100 puede proporcionarse como un dispositivo único y compacto que es capaz de proporcionar tanto terapia EMF pulsada como terapia de luz.

**[0098]** En otros ejemplos, el sistema 100 puede no estar completamente contenido en una única carcasa. En su lugar, el dispositivo EMF pulsado 110 puede estar contenido en una carcasa separada (no mostrada) sin el dispositivo de terapia de luz 120. La carcasa 310 que contiene el dispositivo de terapia de luz 120 puede estar configurada para unirse a la carcasa que contiene el dispositivo EMF pulsado 110 de tal manera que el bucle de bobina 122 se acople inductivamente con el inductor de bucle de bobina 112 y el dispositivo de terapia de luz 120 funcione como se describió anteriormente. Como tal, en este ejemplo, el sistema 100 puede proporcionarse como un sistema modular que comprende un dispositivo EMF pulsado con un dispositivo de terapia de luz desmontable 120. Ventajosamente, un usuario puede elegir si usar o no el dispositivo de terapia de luz 120 en combinación con el dispositivo EMF pulsado 110.

**[0099]** En otro ejemplo, parte del dispositivo EMF pulsado 110 puede estar comprendido en una carcasa separada (no se muestra). En particular, el circuito 114 y otras partes del dispositivo EMF pulsado 110 pueden estar comprendidos en la carcasa separada, pero el inductor de bucle de bobina 112 puede sobresalir, extenderse o ser externo a la carcasa separada. Como tal, el inductor de bucle de bobina 112 puede estar expuesto. Se apreciará que el inductor de bucle de bobina 112 puede estar adecuadamente aislado de modo que sea seguro tocar y operar el dispositivo EMF pulsado 110. La carcasa 310 que contiene el dispositivo de terapia de luz 120 puede estar configurada para unirse al inductor de bucle de bobina 112 como se describió anteriormente, por ejemplo, con los clips 320A, 320B, 320C y 320D. Ventajosamente, el sistema 100 puede proporcionarse como un sistema modular.

**[0100]** Como se muestra en la Figura 3 y se describió anteriormente, la carcasa 310 que contiene el dispositivo de terapia de luz 120 se puede unir al inductor en bucle de bobina 112 del dispositivo EMF pulsado 110. Cuando se une, el bucle de bobina 122 se acopla inductivamente o magnéticamente con el inductor en bucle de bobina 112 y, por lo tanto, el dispositivo de terapia de luz 120 puede recolectar y usar energía de los pulsos EMF emitidos por el inductor en bucle de bobina 112 para emitir luz. Cuando el inductor en bucle de bobina 112 se coloca cerca de una parte del cuerpo, dicha parte del cuerpo puede beneficiarse del efecto fisiológico combinado de la luz emitida y los pulsos EMF.

**[0101]** La Figura 14 muestra una forma alternativa de utilizar el sistema 100. En particular, la Figura 14 muestra una forma alternativa en la que el dispositivo de terapia de luz 120 puede utilizarse en combinación con el dispositivo EMF pulsado 110. El dispositivo de terapia de luz 120 puede estar unido o asegurado de otro modo a una parte del cuerpo humano o animal que se va a someter a un tratamiento de luz. El ejemplo de la Figura 14 muestra el dispositivo de terapia de luz 120 unido a una pata 1410 de un caballo. El dispositivo de terapia de luz 120 puede incluir medios para sujetar el dispositivo de terapia de luz 120 a la pierna 1410. Por ejemplo, como se muestra, el dispositivo de terapia de luz 120 puede incluir una correa 1420. En uso, el inductor en bucle de bobina 112 se coloca cerca de la pierna 1410 y se mueve sobre ella para proporcionar un tratamiento EMF pulsado a la pierna 1410. Cuando el inductor en bucle de bobina 112 está en la proximidad del dispositivo de terapia de luz 120, el dispositivo de terapia de luz 120 se alimentará con los pulsos EMF emitidos por el inductor en bucle de bobina 112, como ya se describió anteriormente. En particular, el bucle de bobina 122 en el dispositivo de terapia de luz 120 induce una corriente en respuesta a los pulsos EMF. Los LED en el dispositivo de terapia de luz 120 recibirán al menos parte de la corriente inducida y emitirán pulsos de luz para proporcionar un tratamiento de luz a la pierna 1410 como ya se describió. Además, la pierna 1410 se beneficiará de los efectos fisiológicos combinados de la luz emitida y los pulsos EMF. En dichos ejemplos, el dispositivo de terapia de luz 120 se utiliza como un dispositivo portátil que está físicamente separado del dispositivo EMF pulsado 110, en lugar de como un accesorio modular del dispositivo EMF pulsado 110 como se muestra en la Figura 3. Opcionalmente, los LED se ubican en la parte inferior del dispositivo de terapia de luz 120 entre el dispositivo 120 y la pierna 1410, para proporcionar los pulsos de luz a la pierna 1410. Se apreciará que el dispositivo de terapia de luz 120 se puede asegurar o unir a cualquier otra parte del cuerpo humano o animal de una manera similar.

**[0102]** La cantidad de potencia transferida entre el inductor en bucle de bobina 112 y el bucle de bobina 122 depende de la orientación del inductor en bucle de bobina 112 con respecto al bucle de bobina 122. La transferencia de potencia entre el inductor en bucle de bobina 112 y el bucle de bobina 122 es máxima cuando ambos bucles 112 y 122 se encuentran en planos paralelos y comparten el mismo eje. Esto puede considerarse como la alineación u orientación óptima entre los bucles 112 y 122. La transferencia de potencia aumenta aún más cuando los bucles 112 y 120 están lo más cerca posible entre sí. Sin embargo, cuando el dispositivo de terapia de luz 120 se utiliza como un dispositivo portátil, la transferencia de potencia óptima entre los bucles 112 y 122 puede ser inconsistente durante el uso. Por ejemplo, el usuario puede no proporcionar de manera consistente el inductor en bucle de bobina 112 en la alineación u orientación correcta con respecto

al bucle de bobina 122 cuando el inductor en bucle de bobina 112 está colocado sobre el dispositivo de terapia de luz 120. Más en particular, el usuario puede no proporcionar el inductor en bucle de bobina 112 en un plano que sea paralelo al plano del bucle de bobina 122. En cambio, debido a un error del usuario, el inductor en bucle de bobina 112 puede proporcionarse en un plano que esté en ángulo con respecto al plano del bucle de bobina 122. En consecuencia, los ejes de los bucles 112 y 122 también están desalineados. Esto puede dar como resultado una transferencia de energía intermitente o inconsistente al dispositivo de terapia de luz 120 y conducir a un tratamiento de terapia de luz ineficaz desde el dispositivo 120.

**[0103]** Como se describe con más detalle a continuación, de acuerdo con la invención, el dispositivo de terapia de luz incluye al menos dos bucles de bobina. Los bucles de bobina están dispuestos en diferentes planos. En particular, los bucles de bobina pueden estar dispuestos en diferentes planos que se intersecan en ángulos entre sí. Opcionalmente, los diferentes planos son ortogonales, o están a aproximadamente 90 grados, entre sí. En consecuencia, la transferencia de potencia entre el inductor de bucle de bobina 112 y el dispositivo de terapia de luz puede hacerse independiente del ángulo del inductor de bucle de bobina con respecto al dispositivo de terapia de luz. Ventajosamente, esta independencia angular permite una transferencia de potencia constante y máxima desde el inductor de bucle de bobina 112 al dispositivo de terapia de luz, independientemente de la orientación del inductor de bucle de bobina 112.

**[0104]** La Figura 15 muestra un esquema de circuito de un dispositivo de terapia de luz 120' que logra la independencia angular descrita anteriormente. El dispositivo de terapia de luz 120' corresponde al dispositivo de terapia de luz 120 descrito anteriormente, pero con las siguientes diferencias. El dispositivo de terapia de luz 120' incluye además un segundo bucle de bobina 122'. El segundo bucle de bobina 122' tiene un primer terminal 123A' y un segundo terminal 123B'. El circuito de acondicionamiento 124' está acoplado eléctricamente al segundo bucle de bobina 122'. En particular, el circuito de acondicionamiento 124' está acoplado eléctricamente a los terminales 123A', 123B' del segundo bucle de bobina 122'. Como tal, el circuito de acondicionamiento 124' está acoplado eléctricamente entre el segundo bucle de bobina 122' y la unidad generadora de luz 126, así como entre el primer bucle de bobina 122 y la unidad generadora de luz 126. Además, el segundo terminal 123B' del segundo bucle de bobina 122' está acoplado al segundo terminal 123B del primer bucle de bobina 122 en un nodo común 1520.

**[0105]** El circuito de acondicionamiento 124' del dispositivo de terapia de luz 120' incluye además un segundo diodo D2. El segundo diodo D2 actúa como un rectificador para la corriente generada/inducida en el segundo bucle de bobina 122', de manera similar a cómo el diodo D1 actúa como un rectificador para la corriente generada/inducida en el primer bucle de bobina 122. Un ánodo del diodo D2 está acoplado al primer terminal 123A' del segundo bucle de bobina 122'. Un cátodo del diodo D2 está acoplado al cátodo del diodo D1 en un nodo común 1510. Como tal, el cátodo del diodo D2 también está acoplado al primer lado de la resistencia  $R_{S1}$  y al primer lado de la resistencia  $R_{L1}$ .

**[0106]** El primer bucle de bobina 122 y el rectificador D1 están acoplados en serie entre los nodos comunes 1510 y 1520. El segundo bucle de bobina 122' y el rectificador D2 están acoplados en serie entre los nodos comunes 1510 y 1520. Por lo tanto, la combinación en serie del primer bucle de bobina 122 y el rectificador D1 está acoplada en paralelo con la combinación en serie del segundo bucle de bobina 122' y el rectificador D2.

**[0107]** Se hace referencia a la Figura 16, que muestra una vista en perspectiva de los bucles de bobina 122 y 122' del dispositivo de terapia de luz 120'. Como se muestra, el primer bucle de bobina 122 está dispuesto en un primer plano P. El primer bucle de bobina 122 también tiene un eje A que también es un vector normal al primer plano P. Además, el segundo bucle de bobina 122' está dispuesto en un segundo plano P' que es diferente al primer plano P. Aunque no se muestra, el primer plano P y el segundo plano P' se intersectarán en un ángulo. Como tal, los planos P y P' no son paralelos entre sí. El segundo bucle de bobina 122' también tiene un eje A' que también es un vector normal al segundo plano P'. Opcionalmente, los bucles de bobina 122 y 122' están dispuestos de manera que sus respectivos planos P y P' sean sustancialmente ortogonales o perpendiculares. Sin embargo, se apreciará que se pueden utilizar ángulos no perpendiculares o no ortogonales entre los planos P y P'. Por ejemplo, el ángulo entre los planos puede ser de 45 grados a 90 grados.

**[0108]** El funcionamiento del dispositivo de terapia de luz 122' se describe a continuación. El dispositivo de terapia de luz 122' se puede utilizar como un dispositivo portátil fijándolo o sujetándolo a una parte del cuerpo de un animal o de una persona (por ejemplo, como se muestra en la Figura 14 y se describió anteriormente). En uso, un usuario puede proporcionar el inductor en bucle de bobina 112 sobre el dispositivo de terapia de luz 120'.

**[0109]** En un primer escenario, el inductor de bucle de bobina 112 está alineado con el primer bucle de bobina 122. En particular, el inductor de bucle de bobina 112 está orientado en un plano que es paralelo al primer plano P. El inductor de bucle de bobina 112 también está dispuesto de modo que el eje del inductor de bucle de bobina 112 esté sustancialmente alineado con el eje A. En este escenario, el pulso EMF 130 induce una corriente  $I_2$  en el primer bucle de bobina 122, que alimenta el dispositivo de terapia de luz 120' como ya se ha descrito con respecto al dispositivo de terapia de luz 120. En particular, la corriente  $I_2$  es recibida por el circuito de acondicionamiento 124'. El circuito de acondicionamiento 124' condiciona, altera y/o da forma a la forma de onda de la corriente  $I_2$  y genera una corriente acondicionada  $I_3$ . La corriente acondicionada  $I_3$  se suministra entonces a la unidad generadora de luz 126. El circuito de acondicionamiento 124' y la unidad generadora de luz 126 funcionan como ya se ha descrito anteriormente para el dispositivo de terapia de luz 120, y por lo tanto la funcionalidad de los componentes D1,  $R_{S1}$ ,  $R_{L1}$ ,  $R_{B1}$ ,  $C_1$  y LED1-LED5 no se describe en detalle. Debido

a la alineación del inductor de bucle de bobina 112, el segundo bucle de bobina 122' puede no inducir una corriente suficiente para contribuir a la alimentación del dispositivo de terapia de luz 120'. Sin embargo, el inductor de bucle de bobina 112 está alineado óptimamente con el primer bucle de bobina 122 y por lo tanto se logra una transferencia de potencia máxima en esta orientación.

**[0110]** En un segundo escenario, el inductor en bucle de bobina 112 está alineado con el segundo bucle de bobina 122'. En particular, el inductor en bucle de bobina 112 está orientado en un plano que es paralelo al segundo plano P'. El inductor en bucle de bobina 112 también se proporciona de modo que el eje del inductor en bucle de bobina 112 esté sustancialmente alineado con el eje A'. En este escenario, el pulso EMF 130 induce una corriente  $I_2'$  en el segundo bucle de bobina 122'. Sin embargo, debido a la alineación del inductor en bucle de bobina 112, el primer bucle de bobina 122 puede no inducir una corriente suficiente para contribuir a la alimentación del dispositivo de terapia de luz 120'. En cambio, la corriente  $I_2'$  alimenta el dispositivo de terapia de luz 120' de manera similar a cómo la corriente  $I_2$  alimentaría el dispositivo de terapia de luz 120' en el primer escenario anterior. En particular, la corriente  $I_2'$  es recibida por el circuito de acondicionamiento 124'. El circuito de acondicionamiento 124' condiciona, altera y/o da forma a la forma de onda de la corriente  $I_2'$  de manera similar a como el circuito de acondicionamiento 124' condicionaría la corriente  $I_2$ . En particular, el diodo D2 rectifica la corriente  $I_2'$  de manera similar a como el diodo D1 rectificaría la corriente  $I_2$ . Los componentes  $R_{S1}$ ,  $R_{L1}$ ,  $R_{B1}$ ,  $C_1$  (es decir, el circuito de interfaz) condicionan aún más la corriente  $I_2'$  como ya se describió con respecto a la corriente  $I_2$ . El circuito de acondicionamiento 124' genera una corriente acondicionada  $I_3$ . La corriente acondicionada  $I_3$  se suministra luego a la unidad de generación de luz 126. La unidad de generación de luz 126 emite luego luz como ya se describió anteriormente. En este escenario, el inductor en bucle de bobina 112 está alineado de manera óptima con el segundo bucle de bobina 122' y, por lo tanto, también se logra una transferencia de potencia máxima en esta orientación.

**[0111]** En un tercer escenario, el inductor en bucle de bobina 112 está en ángulo con respecto a ambos bucles de bobina 122 y 122'. En particular, el inductor en bucle de bobina 112 está orientado en un plano que está en ángulo con respecto a ambos planos P y P'. Se inducirá una corriente  $I_2$  en el bucle de bobina 122 y también se inducirá una corriente  $I_2'$  en el bucle de bobina 122'. El diodo D1 rectificará la corriente  $I_2$ . El diodo D2 rectificará la corriente  $I_2'$ . Las corrientes rectificadas  $I_2$  e  $I_2'$  se sumarán entonces en el nodo común 1510. La corriente sumada  $I_2+I_2'$  se suministra a la entrada del circuito de interfaz ( $R_{S1}$ ,  $R_{L1}$ ,  $R_{B1}$ ,  $C_1$ ). El circuito de interfaz condiciona además la corriente sumada  $I_2+I_2'$  como ya se ha descrito anteriormente para la corriente  $I_2$ . El circuito de acondicionamiento 124' genera una corriente acondicionada  $I_3$ . La corriente acondicionada  $I_3$  se suministra entonces a la unidad generadora de luz 126. La unidad generadora de luz 126 emite entonces luz como ya se ha descrito anteriormente.

**[0112]** En el tercer escenario, el inductor en bucle de bobina 112 no está alineado de manera óptima con ninguno de los bucles de bobina 122 y 122'. Sin embargo, las corrientes más débiles  $I_2$  e  $I_2'$  aún se inducen en ambos bucles de bobina 122 y 122'. La suma de las corrientes se proporciona al resto del circuito a través del nodo común 1510. Ventajosamente, esto permite que el dispositivo de terapia de luz 120' logre una transferencia de potencia máxima incluso cuando el inductor en bucle de bobina 112 no está alineado de manera óptima con el dispositivo de terapia de luz 120'. En particular, el dispositivo de terapia de luz 120' puede lograr una transferencia de potencia más óptima, independientemente del ángulo entre el inductor en bucle de bobina 112 y el dispositivo de terapia de luz 120'. Como tal, esto reduce el riesgo de una transferencia de potencia ineficiente o intermitente al dispositivo de terapia de luz 120' durante el uso. Además, esto mejora la eficacia de la terapia de luz proporcionada por el dispositivo de terapia de luz 120', especialmente cuando el dispositivo de terapia de luz 120' se utiliza como un dispositivo portátil.

**[0113]** La Figura 17 muestra una disposición de ejemplo del dispositivo de terapia de luz 120' dentro de una carcasa 310'. En particular, se ilustra la disposición de los bucles de bobina 122 y 122' dentro de la carcasa 310'. Como se muestra, la carcasa 310' tiene una forma o estructura de otro modo para acomodar los bucles de bobina 122 y 122' en las disposiciones descritas anteriormente. Además, la carcasa 310' incluye un medio 1710 para asegurar la carcasa 310' a una parte del cuerpo de un animal o de un ser humano. En el ejemplo ilustrado, el medio 1710 son hebillas para sujetar una correa o banda que se puede enrollar alrededor de la parte del cuerpo. Sin embargo, se apreciará que la carcasa 310' puede incluir cualquier otro medio para sujetar o asegurar la carcasa 310' a una parte del cuerpo. Aunque no se muestra, la carcasa 310' puede acomodar los componentes y circuitos restantes del dispositivo de terapia de luz 120'.

**[0114]** Se ha descubierto que los dos bucles de bobina 122 y 122' son suficientes para observar las mejoras en la transferencia de potencia descritas anteriormente. Sin embargo, para proporcionar una independencia angular aún mayor, se puede incluir opcionalmente un tercer bucle de bobina. El tercer bucle de bobina opcional 122" se muestra en la Figura 15. El tercer bucle de bobina 122" tiene un primer terminal 123A" y un segundo terminal 123B". El circuito de acondicionamiento 124' está acoplado eléctricamente al tercer bucle de bobina 122". En particular, el circuito de acondicionamiento 124' está acoplado eléctricamente a los terminales 123A", 123B" del tercer bucle de bobina 122". Como tal, el circuito de acondicionamiento 124' está además acoplado eléctricamente entre el tercer bucle de bobina 122" y la unidad generadora de luz 126. Además, el segundo terminal 123B" del tercer bucle de bobina 122" está acoplado al segundo terminal 123B del primer bucle de bobina 122 y al segundo terminal 123B' del segundo bucle de bobina 122' en el nodo común 1520. El circuito de acondicionamiento 124' del dispositivo de terapia de luz 120' incluye además un tercer diodo D3. El tercer diodo D3 actúa como rectificador de la corriente generada/inducida en el tercer bucle de bobina 122", de manera similar a cómo el diodo D1 actúa como rectificador de la corriente generada/inducida en el primer bucle de bobina 122. Un ánodo del diodo D3 está acoplado al primer terminal 123A" del tercer bucle de bobina 122". Un cátodo del

diodo D3 está acoplado al cátodo del diodo D2 y al cátodo del diodo D1 en el nodo común 1510. Como tal, el cátodo del diodo D3 también está acoplado al primer lado de la resistencia  $R_{S1}$  y al primer lado de la resistencia  $R_{L1}$ .

**[0115]** El tercer bucle de bobina 122" y el rectificador D3 están acoplados en serie entre los nodos comunes 1510 y 1520. Por lo tanto, la combinación en serie del tercer bucle de bobina 122" y el rectificador D3 está acoplada en paralelo con la combinación en serie del primer bucle de bobina 122 y el rectificador D1, y la combinación en serie del segundo bucle de bobina 122' y el rectificador D2.

**[0116]** Con referencia a la Figura 16, el tercer bucle de bobina 122" puede estar dispuesto en un tercer plano P" que es diferente al primer plano P y al segundo plano P'. Aunque no se muestra, el tercer plano P" se intersectará tanto con el primer plano P como con el segundo plano P' en ángulos. Como tal, el plano P" no es paralelo a ninguno de los planos P y P'. El tercer bucle de bobina 122" puede tener un eje A" que también es un vector normal al tercer plano P". Opcionalmente, el bucle de bobina 122" está dispuesto de tal manera que su plano P" es sustancialmente ortogonal perpendicular tanto al primer plano P como al segundo plano P'. En particular, el plano P" es sustancialmente ortogonal al plano P'. Simultáneamente, el plano P" también es sustancialmente ortogonal al plano P. Sin embargo, se apreciará que se pueden utilizar ángulos no perpendiculares o no ortogonales entre el plano P" y los planos P y P'. Por ejemplo, el ángulo entre el plano P" y el plano P puede ser de 45 grados a 90 grados. Además, el ángulo entre el plano P" y el plano P' puede ser de 45 grados a 90 grados.

**[0117]** En un escenario adicional durante el uso del sistema 100, el inductor en bucle de bobina 112 se puede alinear con el tercer bucle de bobina 122". En particular, el inductor en bucle de bobina 112 está orientado en un plano que es paralelo al tercer plano P". El inductor en bucle de bobina 112 también se proporciona de modo que el eje del inductor en bucle de bobina 112 esté sustancialmente alineado con el eje A". En este escenario, el pulso EMF 130 induce una corriente  $I_2$ " en el tercer bucle de bobina 122". Sin embargo, debido a la alineación del inductor en bucle de bobina 112, el primer bucle de bobina 122 y el segundo bucle de bobina 122' pueden no inducir corrientes suficientes para contribuir a la alimentación del dispositivo de terapia de luz 120'. En cambio, la corriente  $I_2$ " alimenta el dispositivo de terapia de luz 120' de manera similar a cómo la corriente  $I_2$  o  $I_2'$  alimentarían el dispositivo de terapia de luz 120' en los escenarios descritos anteriormente. En particular, la corriente  $I_2$ " es recibida por el circuito de acondicionamiento 124'. El circuito de acondicionamiento 124' condiciona, altera y/o da forma a la forma de onda de la corriente  $I_2$ " de manera similar a como el circuito de acondicionamiento 124' condicionaría la corriente  $I_2$  o  $I_2'$ . En particular, el diodo D3 rectifica la corriente  $I_2$ " de manera similar a como el diodo D1 rectificaría la corriente  $I_2$ . Los componentes  $R_{S1}$ ,  $R_{L1}$ ,  $R_{B1}$ ,  $C_1$  (es decir, el circuito de interfaz) condicionan aún más la corriente  $I_2$ " como ya se ha descrito con respecto a la corriente  $I_2$ . El circuito de acondicionamiento 124' genera una corriente acondicionada  $I_3$ . La corriente acondicionada  $I_3$  se suministra entonces a la unidad de generación de luz 126. La unidad de generación de luz 126 emite entonces luz como ya se ha descrito anteriormente. En este escenario, el inductor en bucle de bobina 112 está alineado de manera óptima con el tercer bucle de bobina 122" y, por lo tanto, también se logra una transferencia de potencia máxima en esta orientación.

**[0118]** En otro escenario durante el uso del sistema 100, el inductor en bucle de bobina 112 está en ángulo con respecto a todos los bucles de bobina 122, 122' y 122". En particular, el inductor en bucle de bobina 112 está orientado en un plano que está en ángulo con respecto a cada uno de los planos P, P' y P". Se inducirá una corriente  $I_2$  en el bucle de bobina 122, se inducirá una corriente  $I_2'$  en el bucle de bobina 122' y también se inducirá una corriente  $I_2$ " en el bucle de bobina 122". El diodo D1 rectificará la corriente  $I_2$ . El diodo D2 rectificará la corriente  $I_2'$ . El diodo D3 rectificará la corriente  $I_2$ ". Las corrientes rectificadas  $I_2$ ,  $I_2'$  e  $I_2$ " se sumarán entonces en el nodo común 1510. La corriente sumada  $I_2+I_2'+I_2$ " se suministra a la entrada del circuito de interfaz ( $R_{S1}$ ,  $R_{L1}$ ,  $R_{B1}$ ,  $C_1$ ). El circuito de interfaz acondiciona además la corriente sumada  $I_2+I_2'+I_2$ " como ya se ha descrito anteriormente para la corriente  $I_2$ . El circuito de acondicionamiento 124' emite una corriente acondicionada  $I_3$ . La corriente acondicionada  $I_3$  se suministra entonces a la unidad generadora de luz 126. La unidad generadora de luz 126 emite entonces luz como ya se ha descrito anteriormente.

**[0119]** En el tercer escenario, el inductor en bucle de bobina 112 no está alineado de manera óptima con ninguno de los bucles de bobina 122, 122' o 122". Sin embargo, las corrientes más débiles  $I_2$ ,  $I_2'$  e  $I_2$ " aún se inducen en los bucles de bobina respectivos 122, 122' y 122". La suma de las corrientes se proporciona al resto del circuito a través del nodo común 1510. Ventajosamente, esto permite que el dispositivo de terapia de luz 120' logre una transferencia de potencia aún mejor incluso cuando el inductor en bucle de bobina 112 no está alineado de manera óptima con el dispositivo de terapia de luz 120'. En particular, el dispositivo de terapia de luz 120' puede lograr una transferencia de potencia más óptima, independientemente del ángulo entre el inductor en bucle de bobina 112 y el dispositivo de terapia de luz 120'. Como tal, esto reduce aún más el riesgo de una transferencia de potencia ineficiente o intermitente al dispositivo de terapia de luz 120' durante el uso. Además, esto reduce aún más el riesgo de una transferencia de potencia intermitente o ineficiente al dispositivo de terapia de luz 120' durante el uso. mejora la eficacia de la terapia de luz proporcionada por el dispositivo de terapia de luz 120', especialmente cuando el dispositivo de terapia de luz 120' se utiliza como un dispositivo portátil.

**[0120]** En los ejemplos ilustrados, cada bucle de bobina 122, 122' y 122" comprende una vuelta. Sin embargo, en algunos ejemplos, cada bucle de bobina 122, 122' y 122" puede comprender dos o más vueltas. El número de vueltas puede ser una elección de diseño basada en la cantidad de energía requerida por el dispositivo de terapia de luz 120'. Opcionalmente, cada bucle de bobina 122, 122' y 122" tiene el mismo número de vueltas. Alternativamente, los bucles de bobina pueden tener diferentes números de vueltas. Con referencia a la Figura 17, en un ejemplo, el primer bucle de bobina 122 puede tener una vuelta. Aunque no se muestra, el segundo bucle de bobina 122' puede tener cualquier número

diferente de vueltas, por ejemplo, dos, tres, cuatro o más vueltas. Si el segundo bucle de bobina 122' tiene más vueltas, el segundo bucle de bobina 122' se puede reducir en altura o anchura en comparación con el primer bucle de bobina 122, al tiempo que se logra una característica de inductancia similar a la del primer bucle de bobina 122. Esto puede permitir que los bucles de bobina 122 y 122' encajen mejor en la carcasa 310'. Por ejemplo, el segundo bucle de bobina 122' colocado verticalmente se puede hacer que tenga más de una vuelta. Esto permitirá que la altura del bucle de bobina 122' se reduzca sin afectar significativamente a su inductancia, de modo que el bucle de bobina 122' puede encajar mejor en una carcasa 310' que tiene una altura limitada. En un ejemplo, el bucle de bobina 122 puede tener una vuelta. El bucle de bobina 122' puede tener cuatro vueltas, pero tener una cuarta parte de la altura del bucle de bobina 122.

**[0121]** El sistema 100 descrito anteriormente combina un dispositivo de terapia EMF pulsada 110 y un dispositivo de terapia de luz 120, de modo que el dispositivo de terapia de luz 120 se alimenta mediante el EMF pulsado 130 emitido por el dispositivo EMF pulsado 110 sin necesidad de una fuente de alimentación independiente. Se pueden utilizar principios similares a los descritos anteriormente para alimentar dispositivos alternativos al dispositivo de terapia de luz 120.

**[0122]** En un ejemplo alternativo, el dispositivo de terapia de luz 120 puede ser reemplazado por un dispositivo de terapia de ultrasonido. Por ejemplo, la Figura 7 muestra un sistema 700 que comprende el dispositivo de EMF pulsado 110 y un dispositivo de terapia de ultrasonido 720. El dispositivo de terapia de EMF pulsado 110 está configurado para generar y emitir un EMF pulsado 130 como ya se describió anteriormente.

**[0123]** El dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 está configurado para emitir una onda ultrasónica 740 en respuesta al EMF pulsado 130. En particular, el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 está configurado para convertir el EMF pulsado 130 en energía eléctrica y generar la onda ultrasónica 740 basándose en la energía eléctrica. Ventajosamente, el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 es capaz de generar y emitir la onda ultrasónica 740 basándose en el EMF pulsado 130, sin requerir una fuente de alimentación o un suministro de energía.

**[0124]** El dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 comprende un bucle de bobina 722, un circuito de acondicionamiento 724 y una unidad generadora de ultrasonidos 726. El bucle de bobina 722 comprende un primer terminal 723A y un segundo terminal 723B. El circuito de acondicionamiento 724 está acoplado eléctricamente al bucle de bobina 722. En particular, el circuito de acondicionamiento 724 está acoplado eléctricamente a los terminales 723A, 723B del bucle de bobina 722. La unidad generadora de ultrasonidos 726 está acoplada eléctricamente al circuito de acondicionamiento 724. Como tal, el circuito de acondicionamiento 724 está acoplado eléctricamente entre el bucle de bobina 722 y la unidad generadora de ultrasonidos 726.

**[0125]** El bucle de bobina 722 está dispuesto para acoplarse de forma inductiva o magnética al inductor de bucle de bobina 112. Como tal, el bucle de bobina inducirá un voltaje o una diferencia de potencial a través de sus terminales 723A y 723B en respuesta a la FME pulsada 130. El voltaje inducido será un voltaje de CA o alterno correspondiente a la FME pulsada 130 y la corriente  $I_1$  en el inductor de bucle de bobina 112. En particular, el voltaje inducido puede comprender una secuencia de oscilaciones sinusoidales amortiguadas o decrecientes, en correspondencia con la FME pulsada 130 y la corriente  $I_1$  ilustradas en la Figura 4.

**[0126]** El circuito de acondicionamiento 724 y la unidad generadora de ultrasonidos 726 están acoplados al bucle de bobina 722 de manera que se forma un circuito cerrado entre los terminales 723A y 723B del bucle de bobina 722. Como tal, se induce una corriente  $I_4$  a través del bucle de bobina 172 en respuesta al voltaje inducido a través de los terminales 723A y 723B.

**[0127]** El circuito de acondicionamiento 724 recibe el voltaje y/o la corriente inducidos  $I_4$  desde el bucle de bobina 722. El circuito de acondicionamiento 724 está configurado para limitar y/o controlar la cantidad de energía eléctrica proporcionada a la unidad generadora de ultrasonidos 726. Por ejemplo, el circuito de acondicionamiento 724 puede recibir el voltaje y/o la corriente inducidos  $I_4$  para proporcionar un voltaje y/o una corriente acondicionados  $I_5$  a la unidad generadora de ultrasonidos 726 que tiene una energía eléctrica reducida.

**[0128]** Como se explica a continuación, la unidad generadora de ultrasonidos 726 comprende un transductor de ultrasonidos. Ventajosamente, con el circuito de acondicionamiento 724, el transductor de ultrasonidos puede funcionar evitando dañar el transductor de ultrasonidos. El transductor de ultrasonidos puede requerir un voltaje relativamente alto para generar una señal de ultrasonidos. Por lo tanto, el bucle de bobina 722 puede comprender una pluralidad de vueltas para cumplir con los requisitos de voltaje del transductor de ultrasonidos. Sin embargo, esto podría dar como resultado una gran salida de potencia del bucle de bobina 722 que se ha descubierto que causa daños al transductor de ultrasonidos. Por ejemplo, la salida de potencia del bucle de bobina 722 puede depender de la intensidad del EMF pulsado 130 (por ejemplo, la energía y/o magnitud de las oscilaciones EM). La intensidad del campo electromagnético pulsado 130 puede controlarse proporcionando una entrada de usuario en el dispositivo de campo electromagnético pulsado 110, o puede controlarse automáticamente mediante el dispositivo de campo electromagnético pulsado 110. Para un campo electromagnético pulsado 130 de baja intensidad, la potencia de salida del bucle de bobina 722 no puede superar la potencia nominal máxima del transductor ultrasónico. Para campos electromagnéticos pulsados de mayor intensidad, la potencia de salida del bucle de bobina 722 puede superar la potencia nominal máxima del transductor ultrasónico y, por lo tanto, correr el riesgo de provocar daños en el transductor.

5 [0129] El circuito de acondicionamiento 724 se puede utilizar ventajosamente para reducir la potencia suministrada al transductor de ultrasonidos mientras se cumplen los requisitos de alto voltaje necesarios para accionar el transductor. En particular, el circuito de acondicionamiento 724 puede reducir de forma no lineal la potencia suministrada al transductor de ultrasonidos. En algunos ejemplos, el circuito de acondicionamiento 724 puede funcionar para reducir de forma no lineal la potencia de forma que la potencia suministrada al transductor se reduzca, atenúe o limite cada vez más a medida que la potencia emitida por el bucle de bobina 722 se acerca a un valor máximo. En otros ejemplos, el circuito de acondicionamiento 724 puede reducir o limitar la potencia cuando la potencia emitida por el bucle de bobina 722 supera un valor umbral.

10 [0130] En algunos ejemplos, el circuito de acondicionamiento 724 también puede realizar funciones de adaptación de impedancia entre el bucle de bobina 722 y la unidad generadora de ultrasonidos 726. Ventajosamente, se ha descubierto que la adaptación de impedancia mejora la eficiencia del dispositivo de ultrasonidos 720 y reduce el daño al transductor de ultrasonidos.

15 [0131] La unidad generadora de ultrasonidos 726 está configurada para recibir el voltaje y/o la corriente acondicionados  $I_5$  del circuito acondicionador 724. La unidad generadora de ultrasonidos 726 está configurada además para emitir una onda ultrasónica 740 en respuesta al voltaje y/o la corriente acondicionados  $I_5$ . En particular, la unidad generadora de ultrasonidos 726 está configurada para emitir una onda ultrasónica 740 que tiene un nivel de potencia o intensidad que es generalmente proporcional al voltaje y/o la corriente acondicionados  $I_5$ . Debe apreciarse que diferentes implementaciones de la unidad generadora de ultrasonidos 726 pueden responder de manera diferente al voltaje y/o la corriente acondicionados  $I_5$ .

20 [0132] Como se muestra en la Figura 8, la unidad generadora de ultrasonidos 726 comprende un transductor de ultrasonidos UT1. El transductor de ultrasonidos UT1 está configurado para emitir la onda de ultrasonidos 740 como se describió anteriormente. Opcionalmente, el transductor de ultrasonidos UT1 es autoresonante a la frecuencia de oscilación de la corriente  $I_1$  y el pulso EMF 130. Por ejemplo, la frecuencia de oscilación de la corriente  $I_1$  y el pulso EMF 130 puede ser de aproximadamente 28 kHz. En este caso, el transductor de ultrasonidos UT1 es opcionalmente autoresonante a una frecuencia de 28 kHz. En otros ejemplos, el transductor de ultrasonidos UT1 no es autoresonante.

25 [0133] Opcionalmente, el transductor de ultrasonidos UT1 es accionado por un voltaje de accionamiento de CA de 50 V, 1000 V o cualquier voltaje entre 50 y 1000 V. Opcionalmente, el transductor UT1 es accionado por un voltaje de accionamiento de CA de 500 V.

30 [0134] La unidad generadora de ultrasonidos 726 está dispuesta en el dispositivo de terapia de ultrasonidos 720 para proporcionar la onda de ultrasonidos emitida 740 a una parte del cuerpo humano o animal. En particular, el transductor de ultrasonidos UT1 está dispuesto de modo que pueda acoplarse a una parte del cuerpo que ha sido tratada con gel, con el fin de proporcionar la onda de ultrasonidos 740 a esa parte del cuerpo. En algunos ejemplos, el transductor de ultrasonidos UT1 está dispuesto para proporcionar la onda de ultrasonidos 740 a la misma parte del cuerpo a la que el inductor en bucle de bobina 112 proporciona el EMF pulsado 130. En otros ejemplos, el transductor de ultrasonidos UT1 está dispuesto para proporcionar la onda de ultrasonidos 740 a una parte diferente del cuerpo a la que el inductor en bucle de bobina 122 proporciona el EMF pulsado 130.

35 [0135] La Figura 9 ilustra una disposición estructural de ejemplo del dispositivo de ultrasonidos 726 con respecto al inductor de bucle de bobina 112. El sistema 700 comprende una carcasa 910. La carcasa 910 contiene o encierra el dispositivo de terapia de ultrasonidos 720. En particular, los circuitos del dispositivo de terapia de ultrasonidos 720, incluyendo el bucle de bobina 722, el circuito de acondicionamiento 724 y la unidad de generación de ultrasonidos 726, están contenidos en la carcasa 910. La carcasa 910 puede tener una forma y/o unas dimensiones que sean de un tamaño similar al inductor de bucle de bobina 112 del dispositivo EMF pulsado 110. Por ejemplo, la carcasa puede tener una longitud que sea igual o menor que un diámetro del inductor de bucle de bobina 112, y un ancho que sea igual o menor que el diámetro del inductor de bucle de bobina 112.

40 [0136] La carcasa 910 comprende una pluralidad de clips 920A, 920B, 920C y 920D. Los clips 920A, 920B, 920C y 920D están configurados para asegurar o unir la carcasa 910 al inductor en bucle de bobina 112.

45 [0137] La Figura 9 indica además una disposición de ejemplo del bucle de bobina 722, el circuito de acondicionamiento 724 y el transductor de ultrasonidos UT1 dentro de la carcasa 910. El bucle de bobina 722 puede estar dispuesto dentro de la carcasa 910 de tal manera que el bucle de bobina 722 esté en estrecha proximidad al inductor de bucle de bobina 112 cuando la carcasa 910 está unida al inductor de bucle de bobina 122. En particular, el bucle de bobina 722 puede estar dispuesto de tal manera que el bucle de bobina 722 esté acoplado inductivamente o magnéticamente con el inductor de bucle de bobina 112. Opcionalmente, como se muestra en la Figura 9, el bucle de bobina 722 está dispuesto en la carcasa 910 de tal manera que comparte el mismo eje que el inductor de bucle de bobina 112 cuando la carcasa 910 está unida al inductor de bucle de bobina 112. Ventajosamente, se ha descubierto que esto mejora el acoplamiento inductivo entre el inductor de bucle de bobina 112 y la bobina. bucle 722 y la eficiencia de transferencia de energía entre el inductor en bucle de bobina 112 y el bucle de bobina 722. Sin embargo, en otros ejemplos, el bucle de bobina 722 puede no necesariamente compartir el mismo eje que el inductor en bucle de bobina 112. Por ejemplo, el bucle de bobina 722 puede

tener un eje que es diferente pero paralelo al eje del inductor en bucle de bobina 112. Alternativamente, el bucle de bobina 722 puede tener un eje que es diferente y no paralelo al eje del inductor en bucle de bobina 112.

**[0138]** El transductor de ultrasonidos UT1 puede estar dispuesto en la carcasa 910 de tal manera que el transductor de ultrasonidos UT1 emita la onda de ultrasonidos 740 a la misma parte del cuerpo a la que el inductor en bucle de bobina emite el EMF pulsado 130. Por ejemplo, la unidad de generación de ultrasonidos 726 puede estar dispuesta en la carcasa 910 para emitir la onda de ultrasonidos 740 a lo largo del eje del inductor en bucle de bobina 112. Ventajosamente, al proporcionar el EMF pulsado 130 y la onda de ultrasonidos 740 a la misma parte del cuerpo, el EMF pulsado 130 y la onda de ultrasonidos 740 pueden trabajar juntos para proporcionar un efecto fisiológico mejorado en el cuerpo.

**[0139]** Ventajosamente, el dispositivo de terapia de ultrasonidos 720 no requiere una fuente de alimentación para suministrar energía a la unidad de generación de ultrasonidos 726. En cambio, la unidad de generación de ultrasonidos 726 puede emitir la onda de ultrasonidos 740 utilizando energía eléctrica proporcionada por el dispositivo EMF pulsado 110. Además, con la presente disposición, los picos de intensidad o forma de onda de la onda de ultrasonidos emitida 740 pueden sincronizarse con los picos de forma de onda del EMF pulsado 130. Esto puede tener ventajas adicionales en el sentido de que se mejora la eficacia de la terapia EMF pulsada y la terapia de ultrasonidos.

**[0140]** En algunos ejemplos, el sistema 700 está contenido en una carcasa adicional (no se muestra en la Figura 9). En particular, tanto la carcasa 910 como el dispositivo EMF pulsado (por ejemplo, el circuito 114 y el inductor en bucle de bobina 112) pueden estar contenidos en la misma carcasa común. Ventajosamente, el sistema 700 puede proporcionarse como un dispositivo único y compacto que es capaz de proporcionar tanto terapia EMF pulsada como terapia ultrasónica.

**[0141]** En otros ejemplos, el sistema 700 puede no estar completamente contenido en una única carcasa. En su lugar, el dispositivo EMF pulsado 110 puede estar contenido en una carcasa separada (no mostrada) sin el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720. La carcasa 910 que contiene el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 puede estar configurada para unirse a la carcasa que contiene el dispositivo EMF pulsado 110 de tal manera que el bucle de bobina 722 se acople inductivamente con el inductor de bucle de bobina 112 y el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 funcione como se describió anteriormente. Como tal, en este ejemplo, el sistema 700 puede proporcionarse como un sistema modular que comprende un dispositivo EMF pulsado con un dispositivo de terapia por ultrasonidos desmontable 720. Ventajosamente, un usuario puede elegir si usar o no el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 en combinación con el dispositivo EMF pulsado 110.

**[0142]** En otro ejemplo, parte del dispositivo EMF pulsado 110 puede estar comprendido en una carcasa separada (no se muestra). En particular, el circuito 114 y otras partes del dispositivo EMF pulsado 110 pueden estar comprendidos en la carcasa separada, pero el inductor de bucle de bobina 112 puede sobresalir, extenderse o ser externo a la carcasa separada. Como tal, el inductor de bucle de bobina 112 puede estar expuesto. Se apreciará que el inductor de bucle de bobina 112 puede estar adecuadamente aislado de modo que sea seguro tocar y operar el dispositivo EMF pulsado 110. La carcasa 910 que contiene el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 puede estar configurada para unirse al inductor de bucle de bobina 112 como se describió anteriormente, por ejemplo, con los clips 920A, 920B, 920C y 920D. Ventajosamente, el sistema 700 puede proporcionarse como un sistema modular.

**[0143]** En los ejemplos ilustrados, el bucle de bobina 722 comprende una vuelta. Sin embargo, en algunos ejemplos, el bucle de bobina 722 puede comprender dos o más vueltas. El número de vueltas puede ser una elección de diseño basada en la cantidad de energía requerida en el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720.

**[0144]** En los ejemplos ilustrados, el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 incluye un bucle de bobina 722. En ejemplos alternativos, el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 puede incluir dos o tres bucles de bobina como se describió anteriormente con respecto al dispositivo de terapia de luz 120'. Por ejemplo, el(los) bucle(s) de bobina adicional(es) se puede(n) acoplar en paralelo con el bucle de bobina 722 que se muestra en la Figura 8. Los bucles de bobina se pueden disponer en diferentes planos como se describió anteriormente y se muestra en la Figura 16. Ventajosamente, el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720 se puede utilizar como un dispositivo portátil como el dispositivo de terapia de luz 120' mientras se logra una transferencia de potencia óptima entre el inductor de bucle de bobina 112 y el dispositivo de terapia por ultrasonidos 720.

**[0145]** En otros sistemas alternativos, el dispositivo de terapia de luz 120 o el dispositivo de terapia de ultrasonido 720 pueden reemplazarse con otros tipos de dispositivos. Por ejemplo, en otro sistema de ejemplo, el dispositivo de terapia de luz 120 o el dispositivo de terapia de ultrasonido 720 pueden reemplazarse con un dispositivo generador de iones negativos que se alimenta utilizando los mismos principios descritos anteriormente.

**[0146]** A continuación se describen implementaciones de ejemplo del dispositivo EMF pulsado 110.

**[0147]** La Figura 10 es un diagrama de circuito simplificado de un primer ejemplo de un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado (EMF) 10. El dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 10 tiene un circuito resonante 11 con un condensador 12 conectado a un interruptor semiconductor 14 y un inductor en bucle de bobina 16.

**[0148]** Cuando el interruptor semiconductor 14 está abierto, el condensador 12 se carga desde un circuito de alto voltaje (no mostrado). Al cerrar el interruptor semiconductor 14, se descarga el condensador 12 en el inductor en bucle de bobina 16, lo que inicia la oscilación del circuito resonante 11. Con el interruptor semiconductor 14 cerrado, el circuito resonante 11 oscila hasta que las pérdidas en el circuito resonante 11 disipan toda la energía almacenada en el circuito resonante 11. Por lo tanto, cuando el circuito resonante 11 oscila, una corriente que comprende una secuencia de oscilaciones sinusoidales amortiguadas o decrecientes fluirá a través del inductor 16. En respuesta a la corriente, el inductor 16 generará y emitirá un EMF pulsado que comprende correspondientemente una secuencia de oscilaciones sinusoidales amortiguadas o decrecientes. El proceso anterior se puede repetir abriendo el interruptor 14 y luego cerrando el interruptor nuevamente para generar más pulsos del EMF pulsado.

**[0149]** El inductor de bucle de bobina 16 se puede colocar adyacente o alrededor de una parte del cuerpo (tal como una extremidad o articulación) donde se desea el efecto fisiológico del campo electromagnético pulsado.

**[0150]** Como tal, el dispositivo EMF pulsado 10 mostrado en la Figura 10 se puede utilizar como el dispositivo EMF pulsado 110 descrito anteriormente, por lo que el inductor 16 en la Figura 10 corresponde al inductor de bucle de bobina 112 descrito anteriormente.

**[0151]** La Figura 11 ilustra un ejemplo de un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado mejorado 20.

**[0152]** El dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 20 tiene un circuito resonante paralelo 21 con un condensador 22 dispuesto en paralelo con un inductor en bucle de bobina 26. Un circuito de rampa de corriente 25 es externo al circuito resonante paralelo 21 y está conectado en paralelo al circuito resonante paralelo 21. El circuito de rampa de corriente 25 incluye un condensador de alta capacidad de corriente 23 que proporciona un voltaje de alrededor de 50 V - 350 V (normalmente 150 V) y una corriente de alrededor de 100 A - 2000 A. Un interruptor semiconductor 24 conecta selectivamente el condensador de alta capacidad de corriente 23 al circuito resonante paralelo 21 para aumentar la corriente en el inductor en bucle de bobina 26.

**[0153]** La traza del osciloscopio en la Figura 12 muestra la corriente en el circuito resonante paralelo 21 como una función del tiempo. El interruptor semiconductor 24 se cierra en  $t_x$  durante un período de aumento gradual de la corriente (indicado por el número de referencia 30 en la Figura 12) de aproximadamente 50 ms para aumentar gradualmente la corriente en el inductor en bucle de bobina 26. Al final del período de aumento gradual de la corriente en  $t_y$ , el interruptor semiconductor 24 se abre, desconectando el circuito de aumento gradual de la corriente 25 del circuito resonante paralelo 21 y evitando un mayor aumento de la corriente en el inductor en bucle de bobina 26. Al final del período de aumento gradual de la corriente, la corriente en el inductor en bucle de bobina 26 ha alcanzado una corriente deseada de 1500 A, que es suficiente para producir un EMF pulsado que proporciona un efecto fisiológico.

**[0154]** Al final del período de rampa de corriente en  $t_y$ , y con el interruptor semiconductor 24 abierto, la corriente en el inductor en bucle de bobina 26 inicia la oscilación del circuito resonante paralelo 21. Como se ilustra mediante el trazo del osciloscopio en la Figura 12, el circuito resonante paralelo 21 genera un EMF pulsado que comprende una secuencia de oscilaciones sinusoidales amortiguadas 28 en el inductor en bucle de bobina 26. El inductor en bucle de bobina 26 se coloca adyacente a, o alrededor de, una parte del cuerpo (tal como una extremidad o articulación) donde se desea el efecto fisiológico del campo electromagnético pulsado.

**[0155]** El circuito resonante paralelo 21 oscila hasta que las pérdidas en el circuito resonante paralelo 21 disipan toda la energía almacenada en el circuito resonante paralelo 21. Para generar más pulsos del EMF pulsado, el proceso anterior puede repetirse cerrando el interruptor 24 durante otro período de rampa de corriente y luego abriendo el interruptor 24.

**[0156]** Ventajosamente, el interruptor semiconductor 24 no necesita ser un componente del circuito resonante paralelo 21 para controlar la corriente dentro del inductor en bucle de bobina 26. En cambio, la rampa de corriente del circuito resonante paralelo 21 es controlada por el circuito de rampa de corriente 25 que es externo y está conectado en paralelo al circuito resonante paralelo 21. No tener un interruptor semiconductor 14 como un componente del circuito resonante paralelo 21 proporciona una serie de beneficios.

**[0157]** Las pérdidas de resistencia en el circuito resonante paralelo 21 son bajas debido a que el interruptor semiconductor 24 es externo al circuito resonante paralelo 21, de modo que no se producen pérdidas de resistencia del interruptor semiconductor 24 durante la oscilación del circuito resonante paralelo 21. Como resultado, el tiempo de decaimiento de las oscilaciones amortiguadas es mucho más largo, lo que aumenta el período de tiempo durante el cual el campo electromagnético pulsado proporciona un efecto fisiológico para una corriente inicial dada en el inductor en bucle de bobina 26. Por ejemplo, puede estar presente un efecto fisiológico cuando la corriente en el circuito resonante paralelo 21 es mayor que alrededor de 200 A, y el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 20 disfruta de un período de alrededor de 1100 ms en el cual la corriente en el circuito resonante paralelo 21 proporciona un efecto fisiológico, en comparación con solo 60 ms con el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 10. Como resultado, el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 20 proporciona un efecto fisiológico más sostenido. Además, el inductor de bucle de bobina 26 solo necesita ser llevado a una corriente inicial más baja (solo 200 A - 1500 A en el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 20 en comparación con 2000 A - 3000 A en el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 10), lo que conduce a voltajes más bajos en el dispositivo de terapia de campo

electromagnético pulsado 20 que no requieren que el condensador 22 o el interruptor semiconductor 24 sean componentes de alto voltaje costosos, lo que reduce los costos de fabricación. Además, el funcionamiento a voltajes más bajos permite que el condensador 22 tenga un valor de capacitancia mayor que un condensador de voltaje más alto de tamaño físico equivalente, y la selección de un valor de capacitancia mayor para el condensador 22 conduce a un circuito resonante paralelo 21 que tiene una frecuencia de resonancia más baja que permite que el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 20 cumpla con los requisitos regulatorios con respecto a la interferencia electromagnética.

**[0158]** En el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 10, la carga del condensador 12 se vierte en el circuito resonante 11 casi instantáneamente cuando el interruptor semiconductor 14 en el circuito resonante 11 se cierra. Esta carga rápida descargada en el circuito resonante 11 conduce a reflexiones de corriente que resultan en una interferencia significativa 19. Al no tener el interruptor semiconductor 24 como un componente del circuito resonante paralelo 21, la corriente en el circuito resonante paralelo 21 aumenta más gradualmente a lo largo del período de rampa de corriente 30. Esto, combinado con el hecho de que el interruptor semiconductor 24 es externo y está desconectado del circuito resonante paralelo 24 después del período de rampa de corriente 30 de modo que el interruptor semiconductor 24 de impedancia no coincidente no conduce a reflexiones, da como resultado un perfil de corriente en el circuito resonante paralelo 21 que es sinusoidal con baja distorsión, y que no muestra la gran cantidad de interferencia 19 que se puede ver en el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 10.

**[0159]** El dispositivo EMF pulsado 20 mostrado en la Figura 11 se puede utilizar como el dispositivo EMF pulsado 110 descrito anteriormente, con lo que el inductor 26 en la Figura 11 corresponde al inductor de bucle de bobina 112 descrito anteriormente.

**[0160]** La Figura 13 ilustra un ejemplo alternativo de un dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado mejorado 50. El dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 50 es generalmente el mismo que el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 20, con algunas mejoras en la seguridad eléctrica, la carga y el control.

**[0161]** El campo electromagnético pulsado puede no mostrar ningún efecto fisiológico significativo una vez que la corriente en el circuito resonante paralelo 21 ha caído por debajo de una cierta corriente (por ejemplo, una vez que la corriente en el circuito resonante paralelo 21 ha caído por debajo de 200 A). Por lo tanto, se puede seleccionar un umbral de corriente en función de una corriente por debajo de la cual se observa poco o ningún efecto fisiológico significativo, o por debajo de la cual se observa un efecto fisiológico insuficiente para satisfacer las necesidades de una aplicación fisiológica o terapéutica particular.

**[0162]** Una vez que la corriente en el circuito resonante paralelo 21 ha caído por debajo del umbral de corriente (en un tiempo  $t_z$  posterior al tiempo  $t_y$ ), se cierra un interruptor adicional 64 que conecta el circuito resonante paralelo 21 al banco de condensadores 53. Esto reduce sustancialmente la oscilación del circuito resonante paralelo 21 y permite que al menos parte de la energía restante en el circuito resonante paralelo 21 se recicle para recargar al menos parcialmente el banco de condensadores 53. Esto ahorra una cantidad considerable de energía que de otro modo podría desperdiciarse generando un campo electromagnético pulsado que no proporciona ningún efecto fisiológico.

**[0163]** En lugar de un único condensador de alta capacidad de corriente 23, el dispositivo de terapia de campo electromagnético pulsado 50 tiene un banco de condensadores 53 que está formado por condensadores 53a y 53b conectados en paralelo que juntos ofrecen una fuente de alta capacidad de corriente. El uso del banco de condensadores 53 puede proporcionar redundancia en caso de que falle un condensador 53a o 53b, y puede ser más económico que utilizar un único condensador de alta capacidad de corriente 23. El banco de condensadores 53 podría proporcionar una fuente de alta capacidad de corriente utilizando más de dos condensadores. De hecho, puede ser beneficioso para el banco de condensadores 53 combinar una gran cantidad de condensadores baratos y de menor valor que sean más pequeños y, por lo tanto, más fáciles de colocar en el espacio libre de una carcasa.

**[0164]** El banco de condensadores 53 se carga desde la fuente de alimentación 54. En algunos ejemplos, la fuente de alimentación 54 se alimenta desde una fuente de alimentación de red eléctrica. Sin embargo, la fuente de alimentación 54 puede ser cualquier fuente de alimentación eléctrica, como una fuente de alimentación de red eléctrica o una batería. Para mejorar la seguridad eléctrica y reducir el riesgo de que un paciente u operador reciba una descarga eléctrica debido a los altos voltajes y corrientes presentes en el circuito de rampa de corriente 25 y el circuito resonante paralelo 21, el circuito de rampa de corriente 25 y el circuito resonante paralelo 21 están aislados galvánicamente de la fuente de alimentación 54 por el transformador 55. El transformador 55 está provisto de diodos 56 para fines de rectificación. Por lo tanto, el inductor 26 y otros componentes del circuito resonante paralelo 21 están flotando y, por lo tanto, es seguro tocarlos incluso si el aislamiento que rodea al inductor 26, al cable 57 u otros componentes está dañado.

**[0165]** Para completar el aislamiento, el interruptor semiconductor 24 recibe señales de conmutación a través de un cable de fibra óptica 55 y el interruptor adicional opcional 64 recibe señales de conmutación a través de un cable de fibra óptica 65. Esto ayuda a reducir la interferencia inducida que podría ocurrir en un enlace eléctrico.

**[0166]** El dispositivo EMF pulsado 50 mostrado en la Figura 12 se puede utilizar como el dispositivo EMF pulsado 110 descrito anteriormente, con lo que el inductor 26 en la Figura 11 corresponde al inductor de bucle de bobina 112 descrito anteriormente.

5 **[0167]** En la descripción anterior, se describe que la corriente  $I_1$  en el dispositivo PEMF 110 comprende una secuencia de oscilaciones sinusoidales atenuadas o decrecientes. Sin embargo, en ejemplos alternativos, la corriente  $I_1$  puede no necesariamente comprender oscilaciones sinusoidales. En particular, la corriente  $I_1$  puede comprender una secuencia de oscilaciones atenuadas o decrecientes de una forma no sinusoidal. Por ejemplo, la corriente  $I_1$  puede comprender una  
10 secuencia de oscilaciones atenuadas o decrecientes que tienen una forma de onda oscilante cuadrada, triangular, en dientes de sierra o cualquier otra forma. En consecuencia, se apreciará que el EMF pulsado 130 puede tener una forma no sinusoidal correspondiente, al igual que los voltajes inducidos a través de los bucles de bobina 122 o 722. Además, las formas de onda de las corrientes y las salidas de luz/ultrasonido del dispositivo de terapia de luz 120 y el dispositivo de terapia de ultrasonido 720 diferirán en consecuencia.

15 **[0168]** En la descripción anterior, se describe que el dispositivo de terapia de luz 120 emite un pulso de luz que tiene una intensidad que es proporcional a la energía o las oscilaciones del pulso EMF 130. En otros ejemplos, el dispositivo de terapia de luz 120 puede emitir un pulso de luz que tiene una intensidad fija o un patrón de intensidad predeterminado, independientemente de la forma del pulso EMF. El circuito de acondicionamiento 124 puede estar adaptado en consecuencia para suministrar corriente a la unidad generadora de luz 126, de modo que la unidad generadora de luz 126  
20 emita el pulso de luz con una intensidad fija o un patrón de intensidad predeterminado.

**[0169]** En la descripción anterior, se describe que el diodo  $D_1$  del dispositivo de terapia de luz 120, como se muestra en la Figura 2, realiza la función de un rectificador de media onda. En ejemplos alternativos, el diodo  $D_1$  puede ser reemplazado por un tipo diferente de rectificador.

25 **[0170]** En algunos ejemplos, el diodo  $D_1$  puede ser reemplazado por un rectificador de onda completa. Por ejemplo, el rectificador de onda completa puede ser un rectificador de puente. En una disposición de ejemplo, el rectificador de puente puede tener un primer terminal de entrada acoplado al terminal 123A del bucle de bobina 122, un segundo terminal de entrada acoplado al terminal 123B del bucle de bobina 122, un primer terminal de salida acoplado a los primeros lados de las resistencias  $R_{L1}$  y  $R_{S1}$ , y un segundo terminal de salida acoplado al segundo terminal 127B de la unidad generadora de luz 126. El rectificador de puente puede comprender cuatro diodos dispuestos entre los terminales de entrada y de salida en una configuración de rectificador de puente. Por ejemplo: un ánodo de un primer diodo está acoplado al primer terminal de entrada; un cátodo del primer diodo está acoplado al primer terminal de salida; un ánodo de un segundo diodo está acoplado al segundo terminal de salida; un cátodo del segundo diodo está acoplado al primer terminal de entrada; un cátodo de un tercer diodo está acoplado al primer terminal de entrada; un ánodo del tercer diodo está acoplado al segundo terminal de salida; un cátodo de un cuarto diodo está acoplado al segundo terminal de entrada; un ánodo del cuarto diodo está acoplado al segundo terminal de salida.

40 **[0171]** Como alternativa, el rectificador de onda completa puede ser un rectificador de bobina con toma central. En una disposición de ejemplo del dispositivo de terapia de luz que utiliza un rectificador de bobina con toma central, el bucle de bobina 122 puede ser una bobina con toma central que está acoplada inductivamente con el inductor de bucle de bobina 122 del dispositivo PEMF. Un primer lado superior de la bobina con toma central está acoplado a un ánodo de un primer diodo. Un segundo lado inferior de la bobina con toma central está acoplado a un ánodo del segundo diodo. Los cátodos del primer y del segundo diodo están acoplados entre sí para formar un primer terminal de salida del rectificador. Una toma central de la bobina con toma central forma un segundo terminal de salida del rectificador. El primer terminal de salida está acoplado a los primeros lados de las resistencias  $R_{L1}$  y  $R_{S1}$ . El segundo terminal de salida está acoplado al segundo terminal 127B de la unidad generadora de luz.

50 **[0172]** En algunas formas de realización, el diodo  $D_1$  puede omitirse. Como tal, con referencia a la Figura 2, el terminal 123A del bucle de bobina 122 puede estar acoplado a los primeros lados de las resistencias  $R_{L1}$  y  $R_{S1}$ . Las resistencias  $R_{L1}$  y  $R_{S1}$  pueden recibir una corriente no rectificada del bucle de bobina 122.

55 **[0173]** Se apreciará que los diodos  $D_2$  y/o  $D_3$  del dispositivo de terapia de luz 120' pueden variarse de acuerdo con las variaciones mencionadas anteriormente con respecto al diodo  $D_1$ . Por ejemplo, el diodo  $D_2$  y/o  $D_3$  también puede implementarse como un tipo de rectificador diferente a un rectificador de media onda, tal como cualquier tipo de rectificador de onda completa, incluidos los mencionados anteriormente. Además, el diodo  $D_2$  y  $D_3$  puede omitirse. Como tal, con referencia a la Figura 15, los terminales 123A, 123A' y 123A'' de los bucles de bobina respectivos 122, 122' y 122'' pueden estar acoplados a los primeros lados de las resistencias  $R_{S1}$  y  $R_{L1}$ . Las resistencias  $R_{L1}$  y  $R_{S1}$  pueden recibir una corriente no rectificada de los bucles de bobina 122, 122' y 122''.

60 **[0174]** Se apreciará que otras variaciones e implementaciones alternativas analizadas con respecto al dispositivo de terapia de luz 120 pueden aplicarse al dispositivo de terapia de luz 120'.

65 **[0175]** La invención se define por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de campo electromagnético pulsado que comprende:
  - 5 un dispositivo de campo electromagnético pulsado, EMF, configurado para generar un pulso EMF; y un segundo dispositivo que comprende: un primer bucle de bobina; y una unidad generadora de luz acoplada eléctricamente al primer bucle de bobina, en donde el primer bucle de bobina está configurado para inducir una primera corriente en respuesta al pulso EMF, y en donde la unidad generadora de luz está dispuesta para recibir al menos parte de la primera corriente y emitir un pulso de luz que tiene una intensidad proporcional a la corriente recibida;
  - 10 **caracterizado porque** el segundo dispositivo comprende un segundo bucle de bobina acoplado eléctricamente a la unidad generadora de luz, en donde el segundo bucle de bobina está configurado para inducir una segunda corriente en respuesta al pulso EMF, en donde la unidad generadora de luz está dispuesta para recibir al menos parte de la primera corriente y la segunda corriente, en donde el primer bucle de bobina está dispuesto en un primer plano y el segundo bucle de bobina está en un segundo plano que es diferente al primer plano.
  - 15
  2. Sistema según la reivindicación 1, en el que se aplica una o más de las siguientes condiciones: el primer plano y el segundo plano se intersecan; el primer plano y el segundo plano son sustancialmente ortogonales o perpendiculares entre sí; y el primer bucle de bobina tiene un primer número de vueltas y el segundo bucle de bobina tiene un segundo número de vueltas diferente del primer número de vueltas.
  - 20
  3. Sistema según la reivindicación 1, en el que el pulso EMF comprende una secuencia decreciente de oscilaciones electromagnéticas, EM.
  - 25
  4. Sistema según cualquier reivindicación anterior, en el que el dispositivo EMF pulsado comprende un inductor configurado para emitir el pulso EMF, y en el que el segundo dispositivo comprende medios para montar el segundo dispositivo en el dispositivo EMF pulsado de tal manera que el primer bucle de bobina del segundo dispositivo está acoplado inductivamente con el inductor cuando el segundo dispositivo está montado en el dispositivo EMF pulsado.
  - 30
  5. Sistema según la reivindicación 4, en el que los medios de montaje sirven para montar el segundo dispositivo en el inductor del dispositivo EMF pulsado de manera que el primer bucle de bobina del segundo dispositivo esté acoplado inductivamente con el inductor cuando el segundo dispositivo esté montado en el inductor.
  - 35
  6. Sistema según cualquier reivindicación anterior, en el que el segundo dispositivo comprende además un primer rectificador acoplado entre el primer bucle de bobina y la unidad generadora de luz, estando configurado el primer rectificador para rectificar al menos parcialmente la primera corriente.
  - 40
  7. Sistema según la reivindicación 6, en el que el segundo dispositivo comprende además un circuito de interfaz acoplado entre el primer rectificador y la unidad generadora de luz, estando configurado el circuito de interfaz para acondicionar la forma de onda de la primera corriente y generar una corriente acondicionada, en el que la unidad generadora de luz recibe la corriente acondicionada.
  - 45
  8. Sistema según la reivindicación 7, en el que el circuito de interfaz comprende: un filtro de paso bajo acoplado entre el primer rectificador y la unidad generadora de luz, estando configurado el filtro de paso bajo para filtrar una primera porción de la primera corriente para generar un componente de baja frecuencia de la corriente acondicionada que comprende un pulso suave a lo largo de la duración del pulso EMF; y una trayectoria resistiva entre el primer rectificador y la unidad generadora de luz en paralelo con el filtro de paso bajo, estando dispuesta la trayectoria resistiva para conducir una segunda porción de la primera corriente para generar un componente de alta frecuencia de la corriente acondicionada que comprende una secuencia de picos sincronizados con o correspondientes a oscilaciones del pulso EMF.
  - 50
  9. Sistema según la reivindicación 8, en el que: el primer rectificador comprende al menos un diodo que tiene un ánodo acoplado a un primer lado del primer bucle de bobina, y un cátodo; el filtro de paso bajo comprende una primera resistencia, una segunda resistencia y un condensador, en donde la primera resistencia está acoplada entre el cátodo del diodo y la segunda resistencia, la segunda resistencia está acoplada entre la primera resistencia y un primer lado de la unidad generadora de luz, y el condensador está acoplado entre un nodo común entre la primera y la segunda resistencias y un segundo lado de la unidad generadora de luz; y la trayectoria resistiva comprende una tercera resistencia acoplada entre el cátodo del diodo y el primer lado de la unidad generadora de luz.
  - 55
  - 60
  10. El sistema de cualquier reivindicación precedente, en donde la unidad generadora de luz comprende al menos un diodo emisor de luz, LED; opcionalmente, en donde el LED está configurado para emitir luz infrarroja o roja.
  - 65
  11. El sistema de la reivindicación 1, en donde el segundo dispositivo comprende además un segundo rectificador acoplado entre el segundo bucle de bobina y la unidad generadora de luz, el segundo rectificador configurado para rectificar al menos parcialmente la segunda corriente.
  12. El sistema de la reivindicación 11, en el que el circuito de interfaz está configurado para condicionar la forma de onda de una suma de la primera corriente y la segunda corriente.

5 13. El sistema de la reivindicación 1, en el que el segundo dispositivo comprende un tercer bucle de bobina acoplado eléctricamente a la unidad generadora de luz, el tercer bucle de bobina está configurado para inducir una tercera corriente en respuesta al pulso EMF, la unidad generadora de luz está dispuesta para recibir al menos algo de la primera corriente, la segunda corriente y la tercera corriente, en el que el tercer bucle de bobina está dispuesto en un tercer plano que es diferente al primer plano y al segundo plano.

10 14. El sistema de la reivindicación 13, en el que el tercer plano se intersecta con el primer plano y el segundo plano y/o el tercer plano es ortogonal o perpendicular a uno o ambos del primer plano y el segundo plano.

15 15. El sistema de la reivindicación 1, en el que el segundo dispositivo comprende medios para unir el segundo dispositivo a una parte de un cuerpo humano o animal.

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

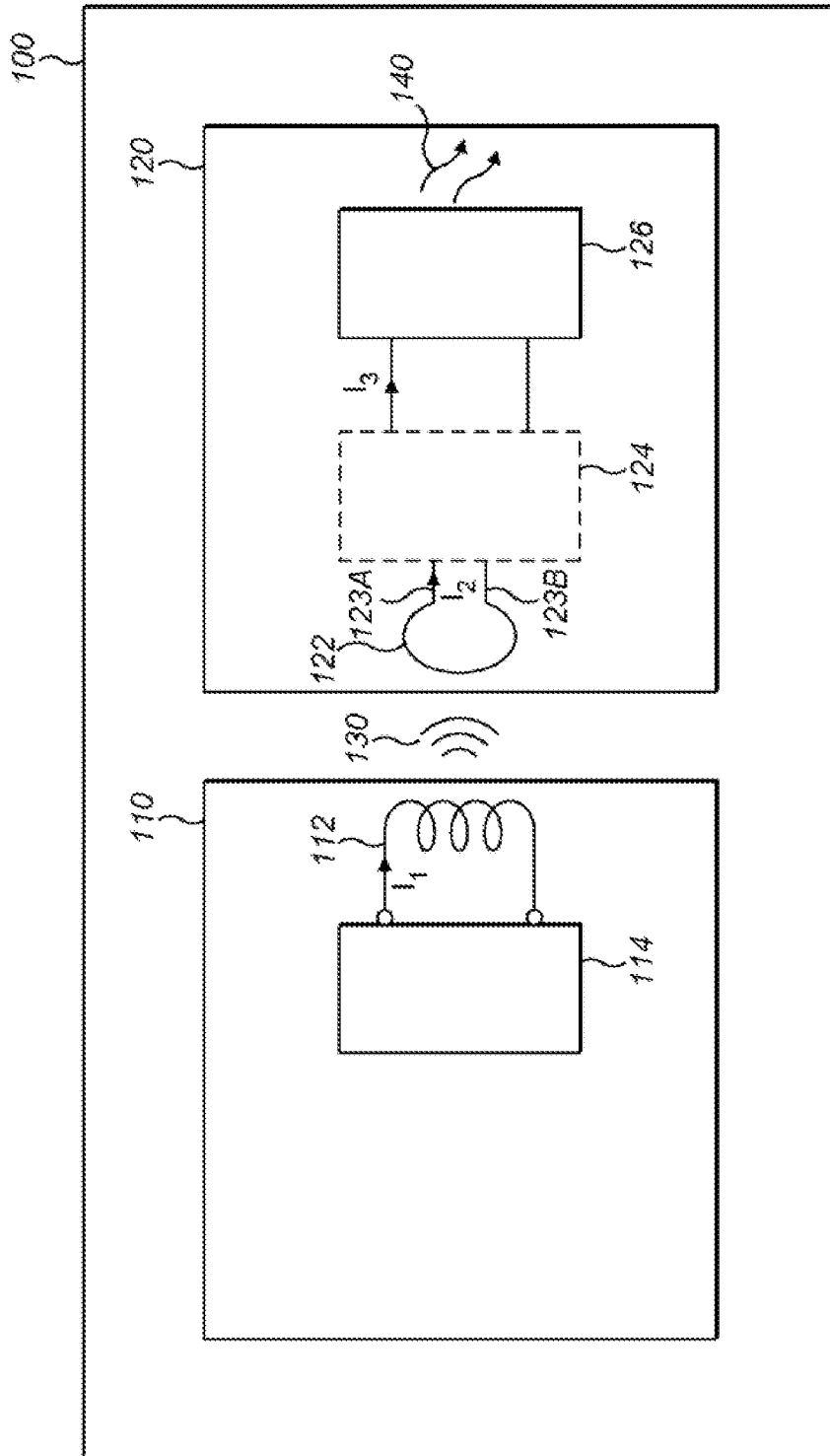


FIG. 1

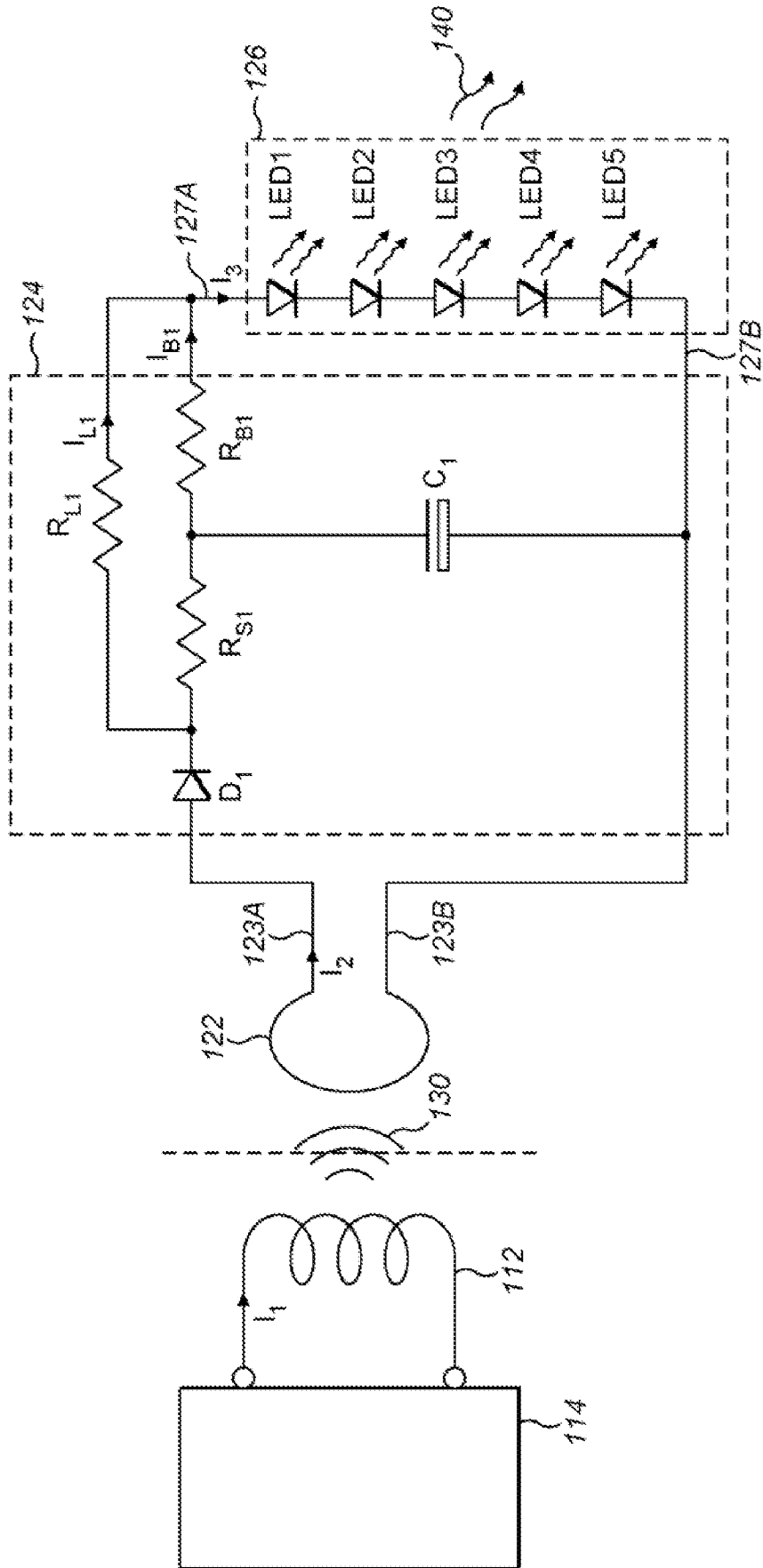


FIG. 2

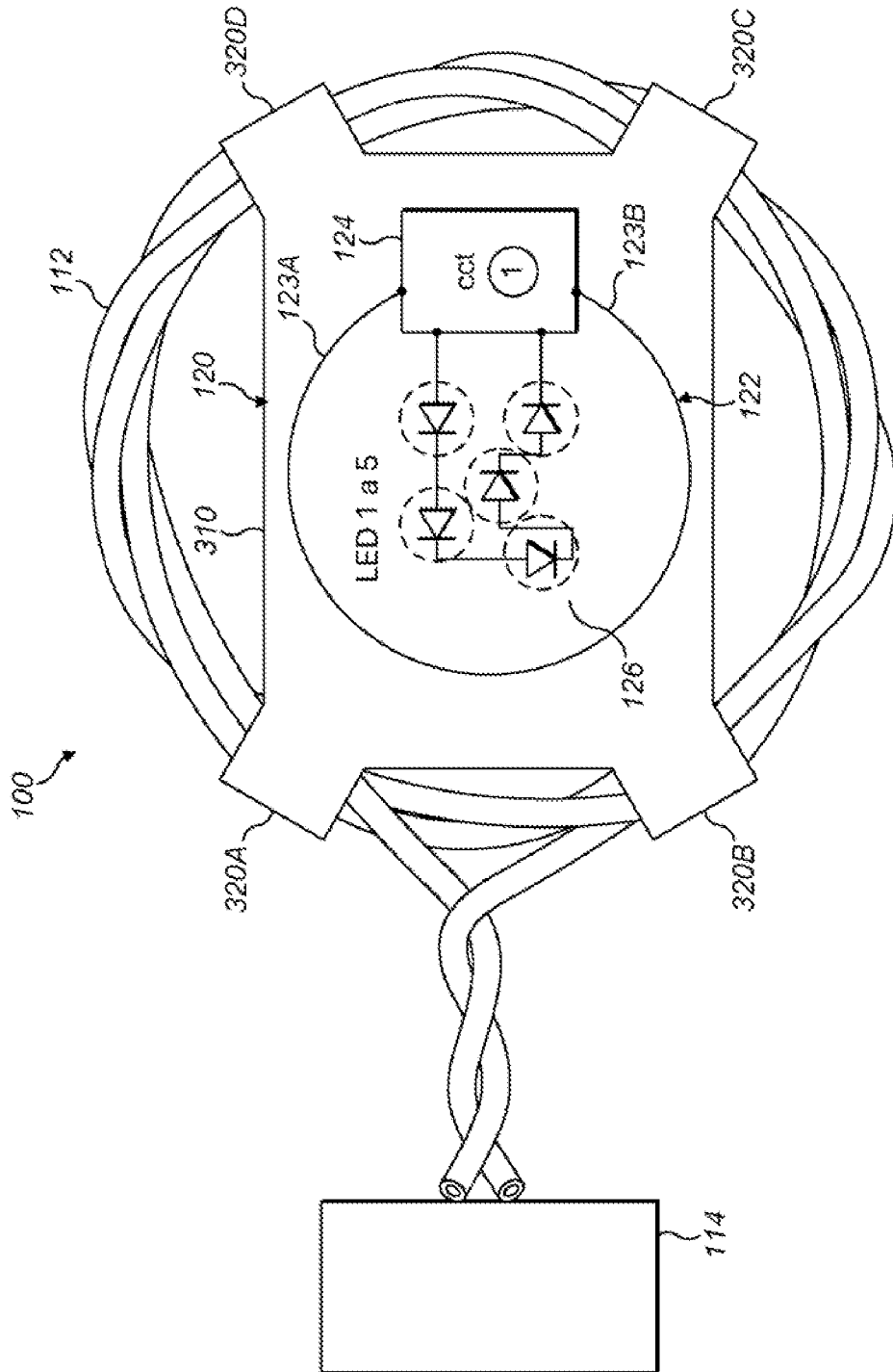


FIG. 3

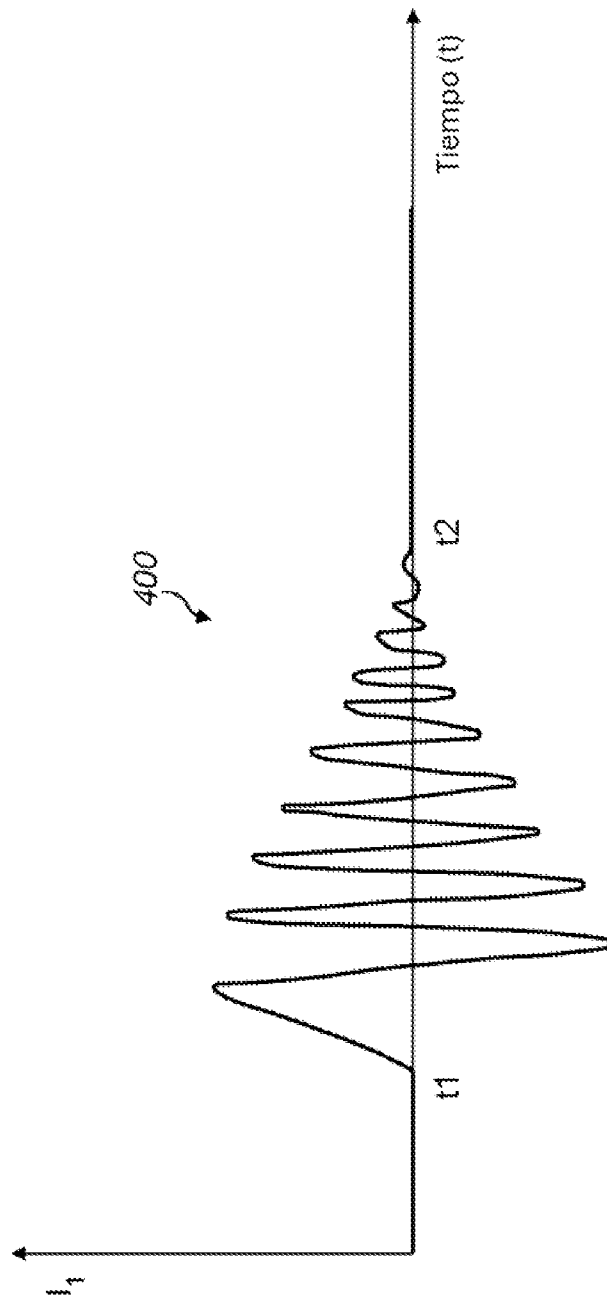
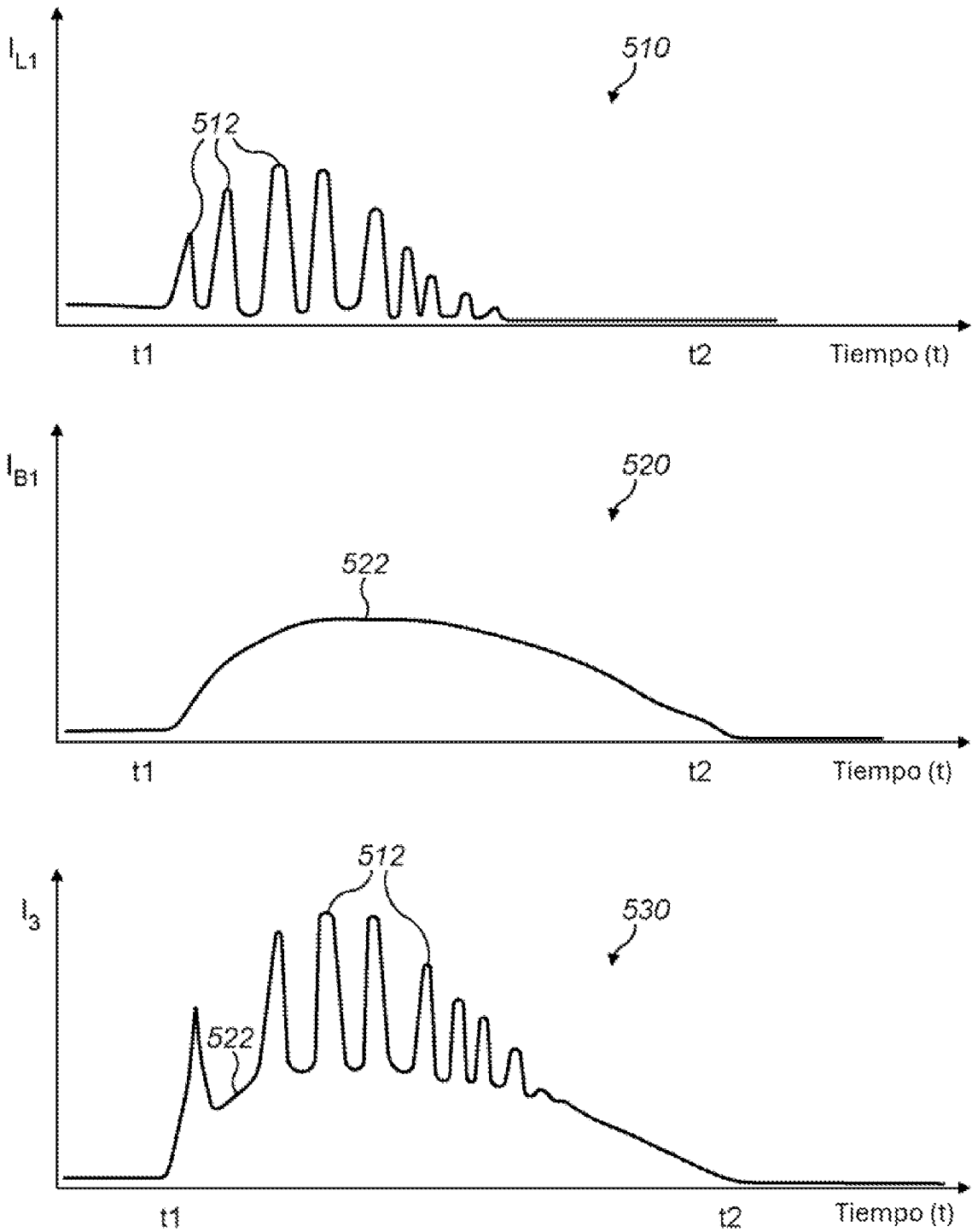


FIG. 4



**FIG. 5**

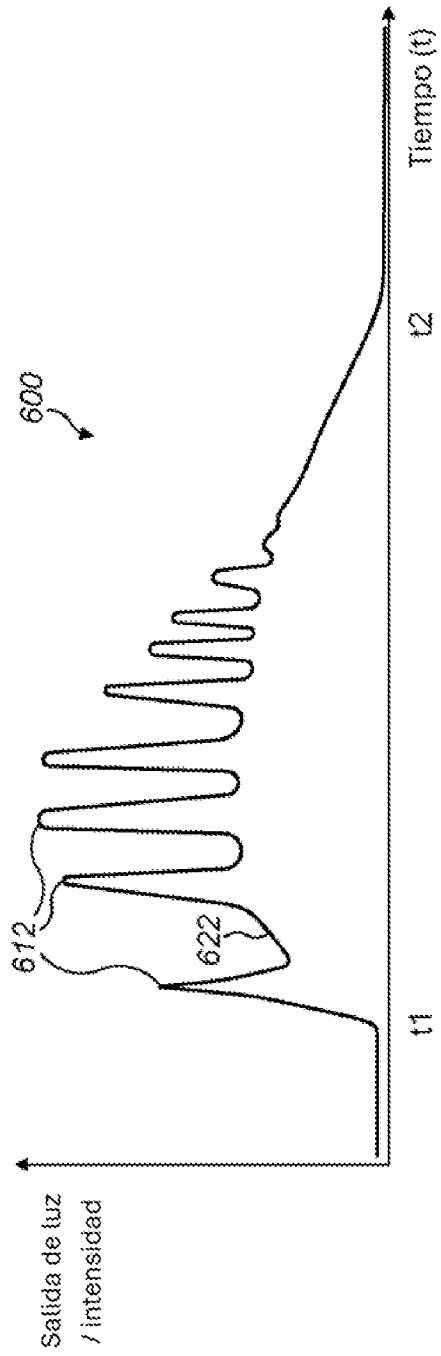


FIG. 6

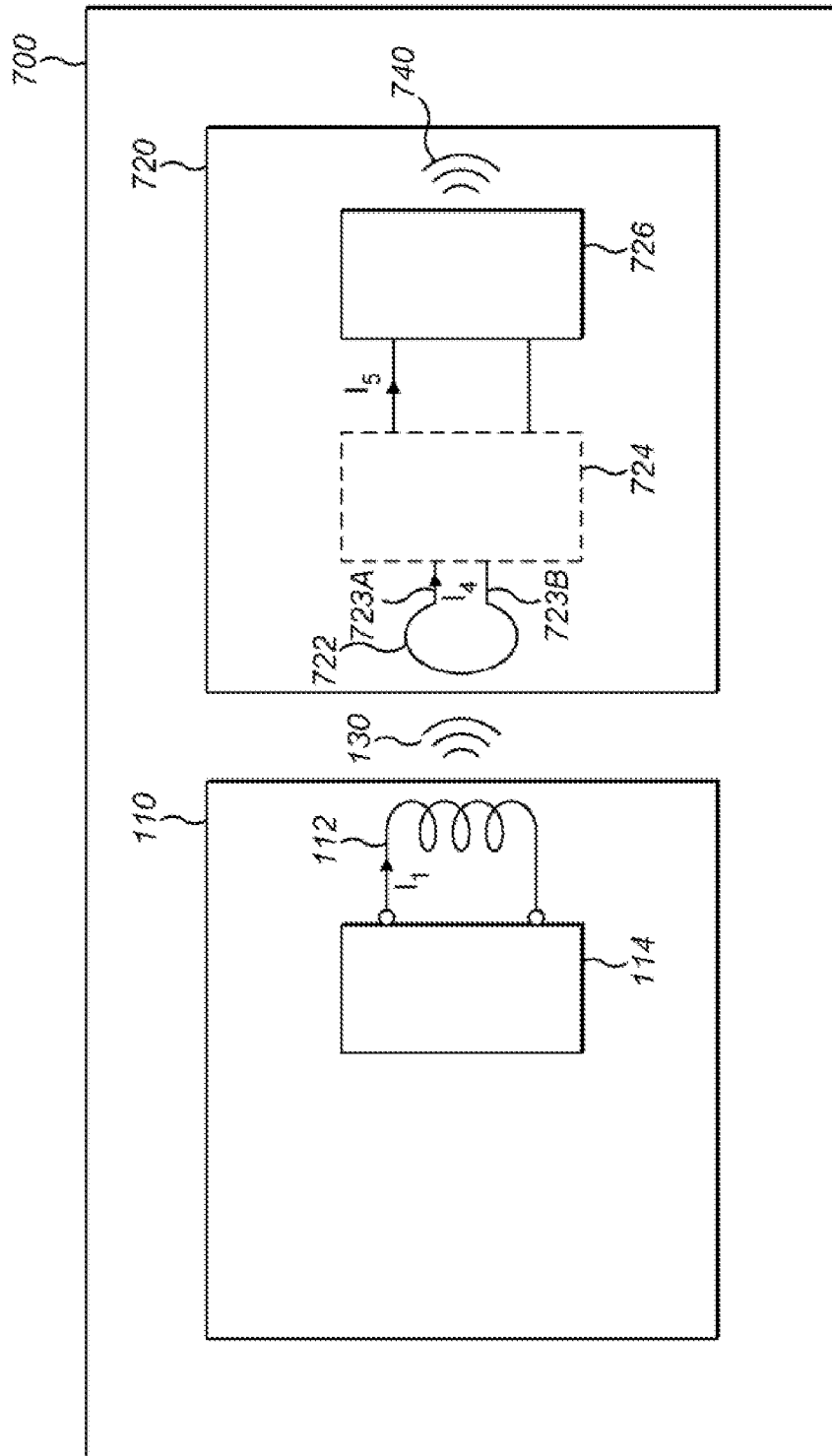


FIG. 7

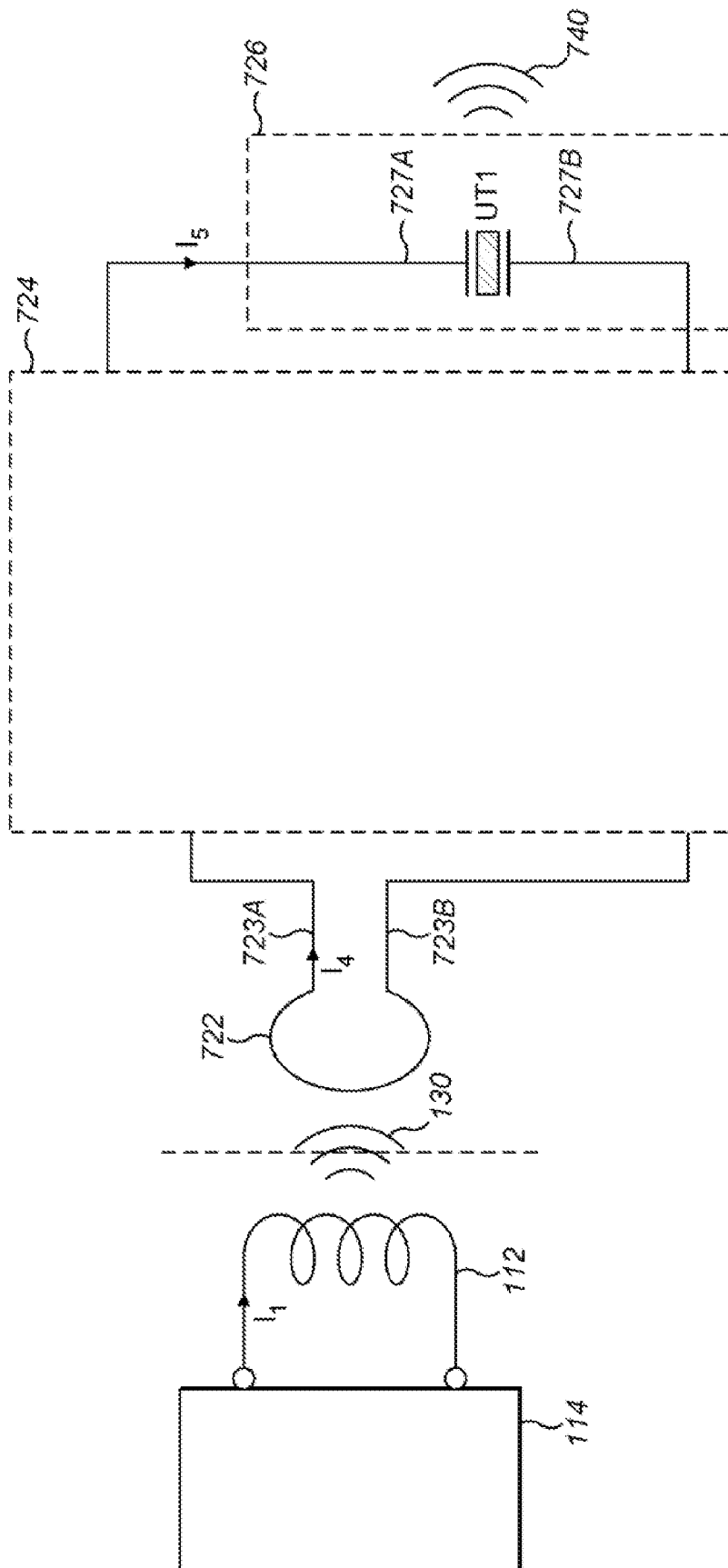


FIG. 8

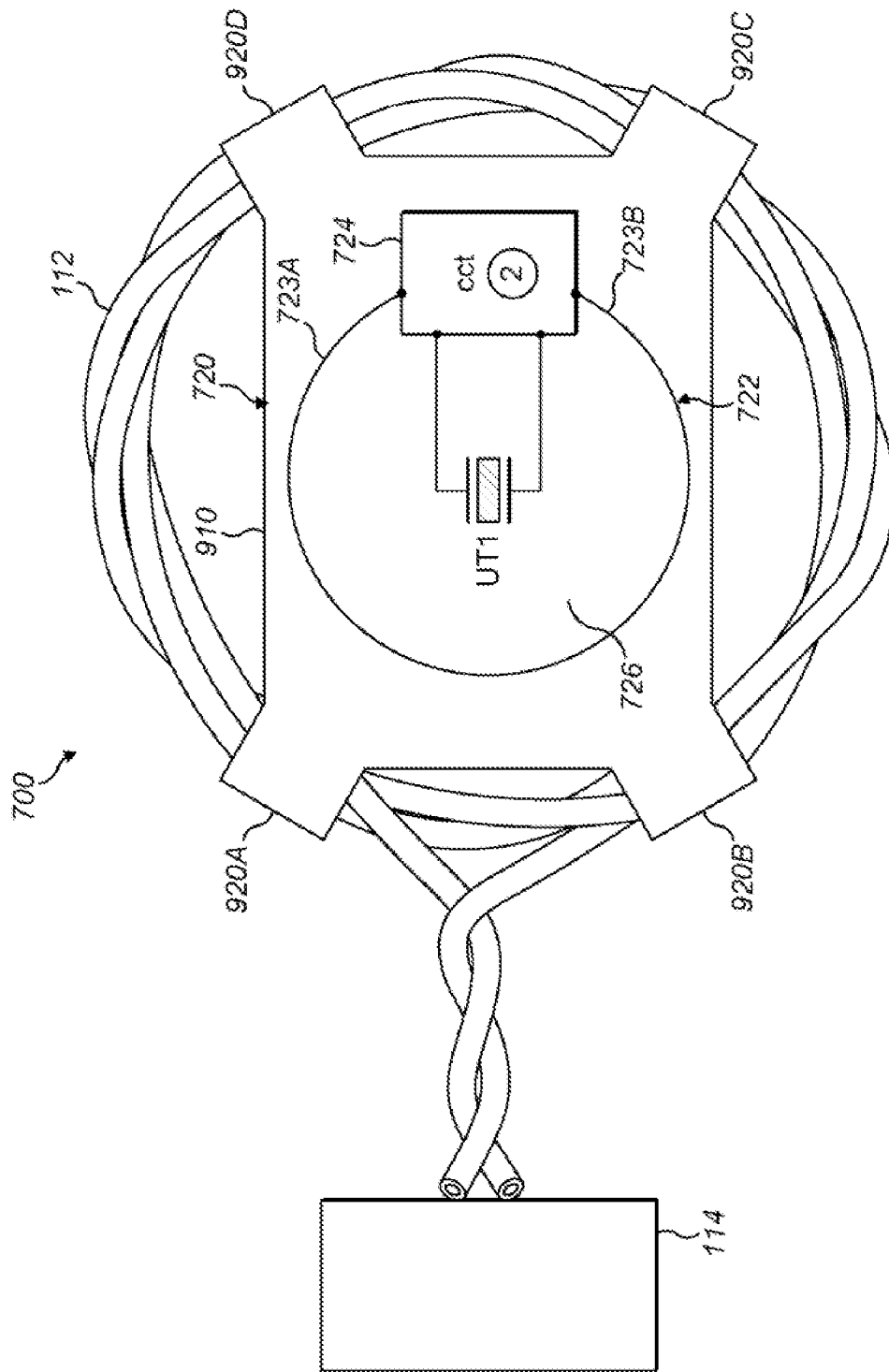


FIG. 9

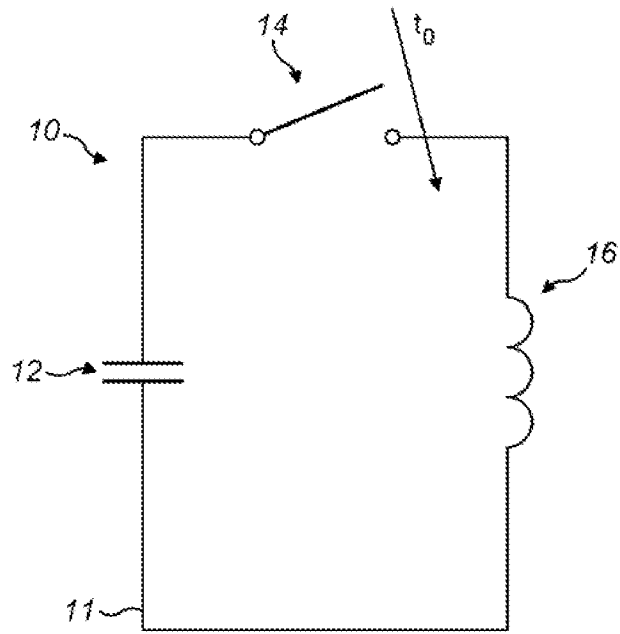


FIG. 10

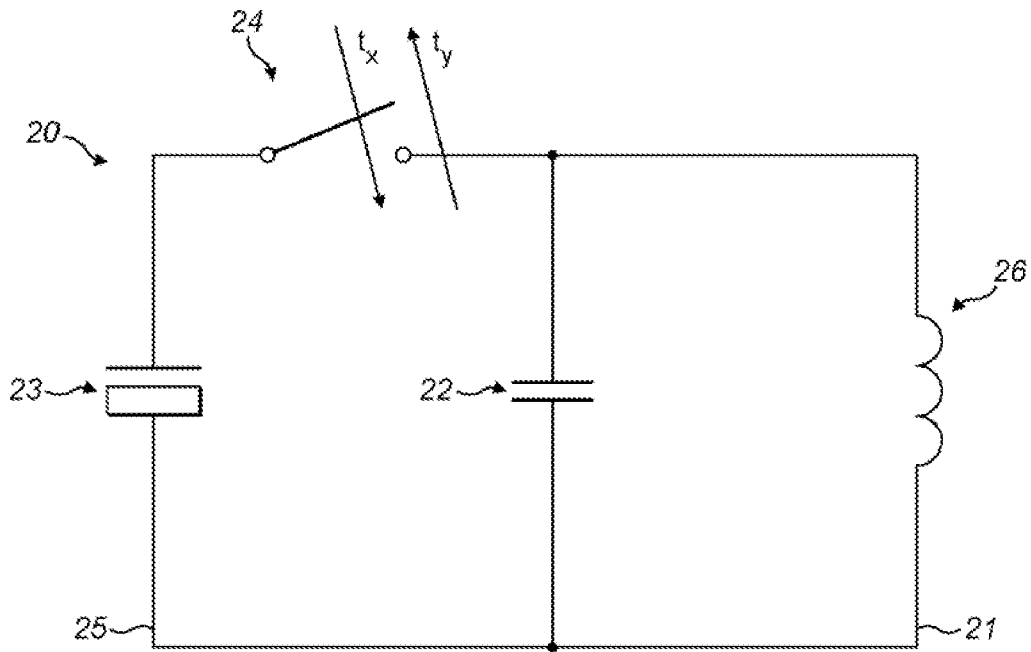


FIG. 11

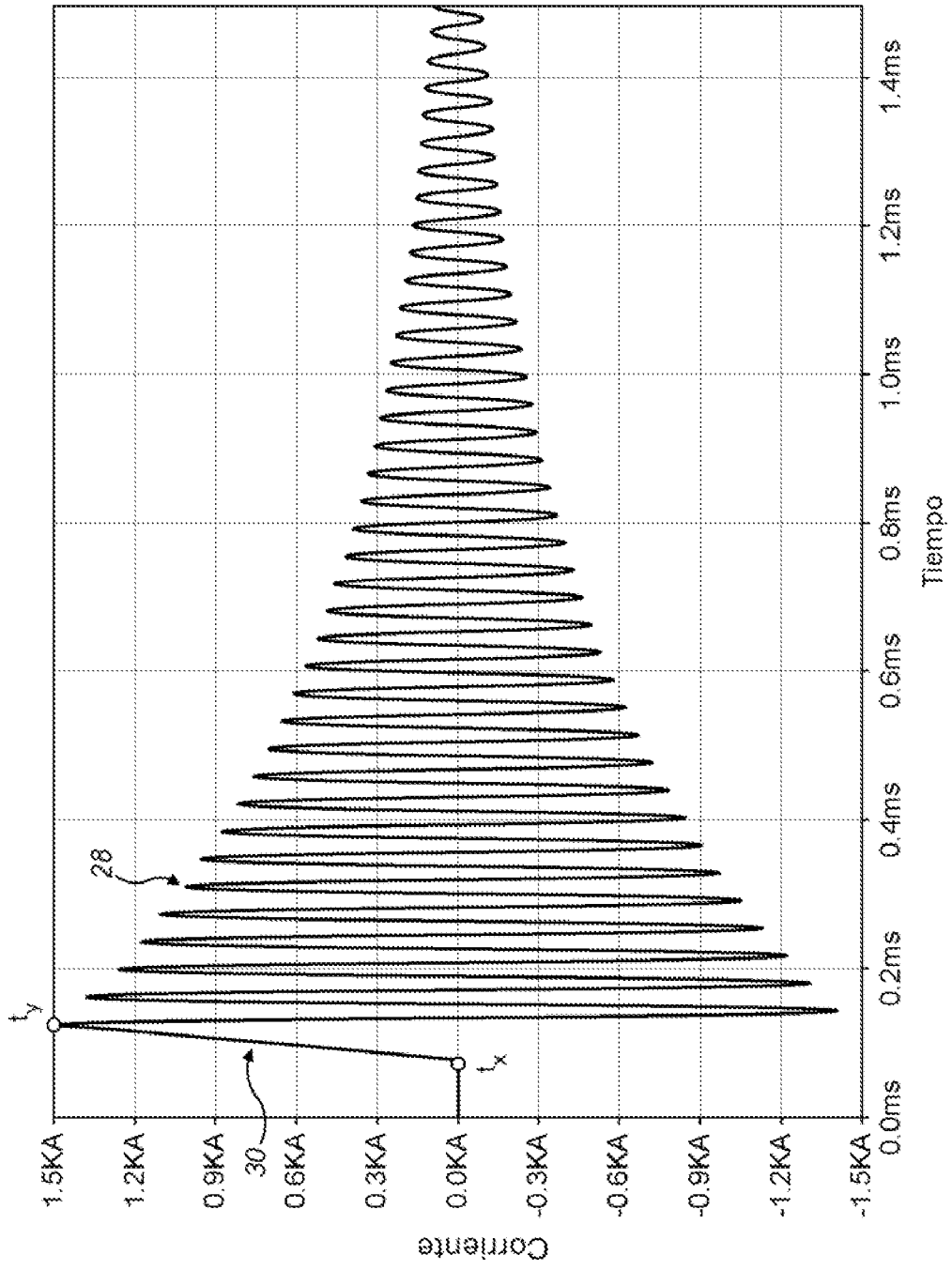
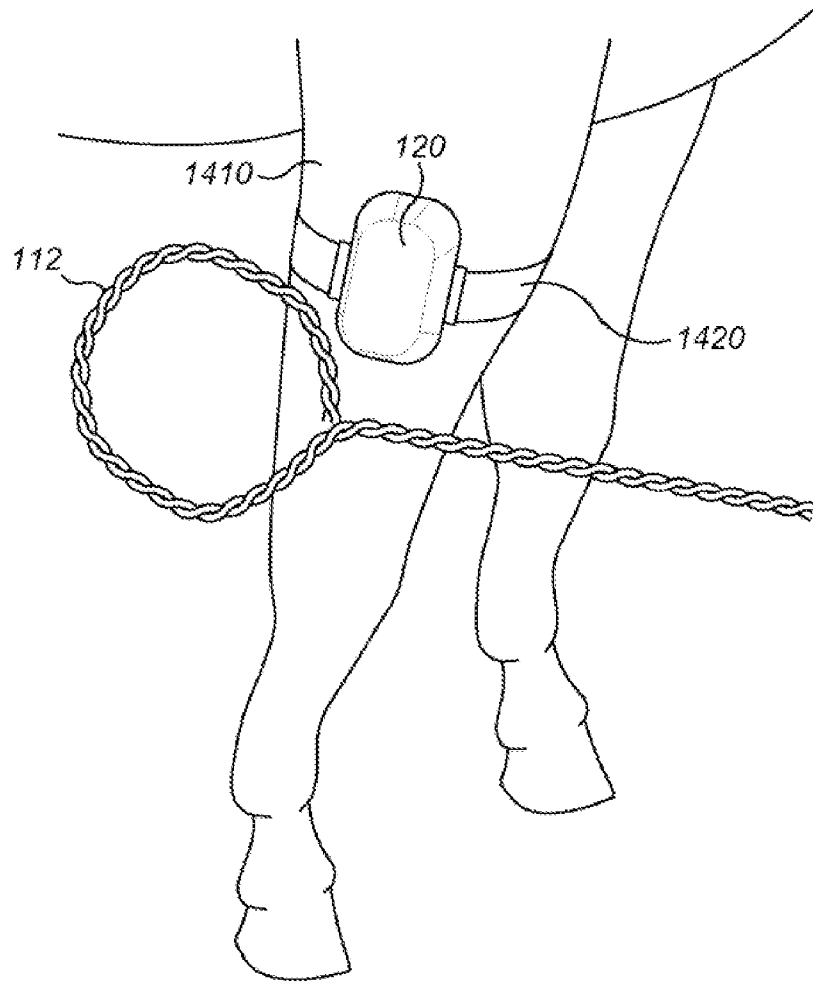


FIG. 12





**FIG. 14**

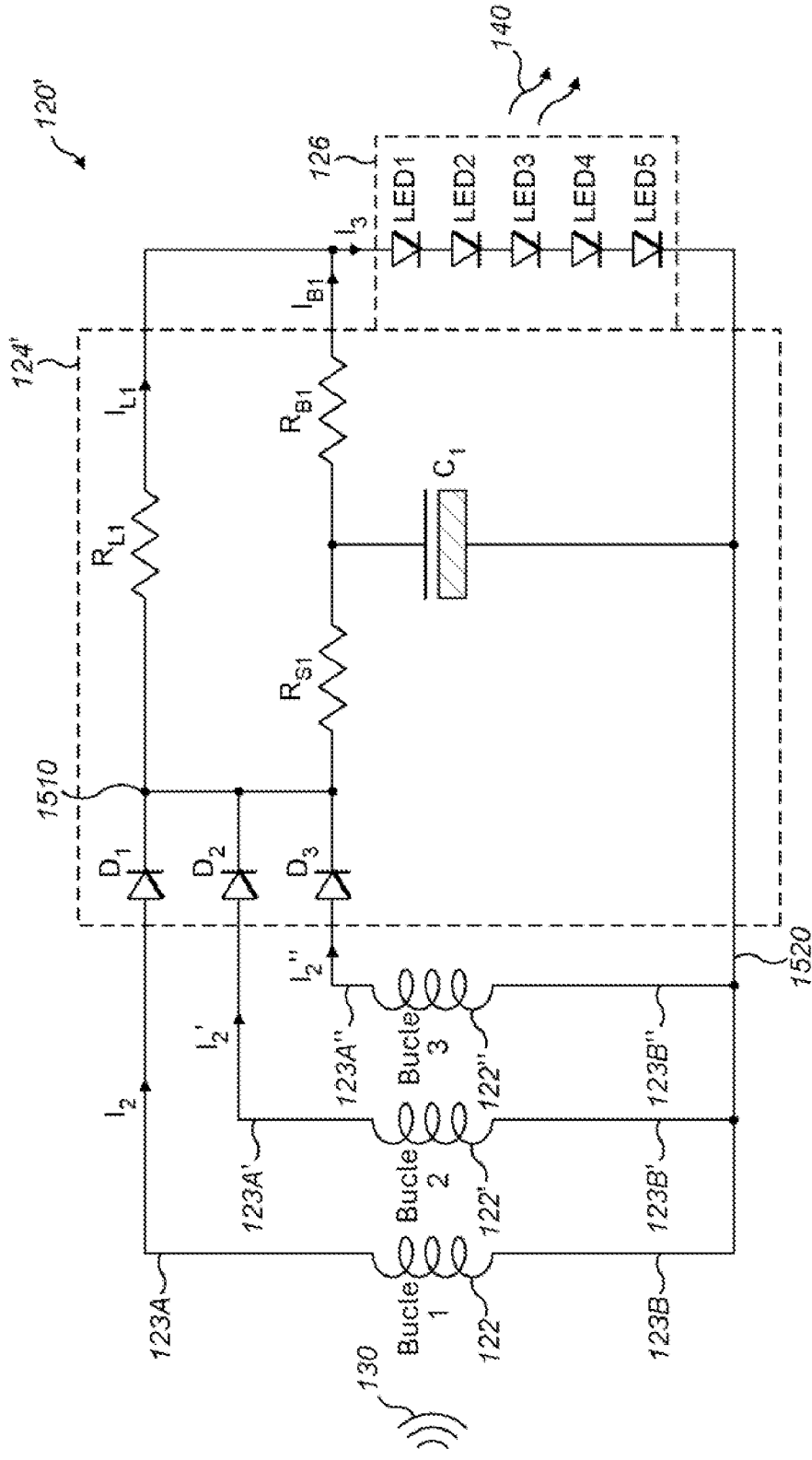


FIG. 15

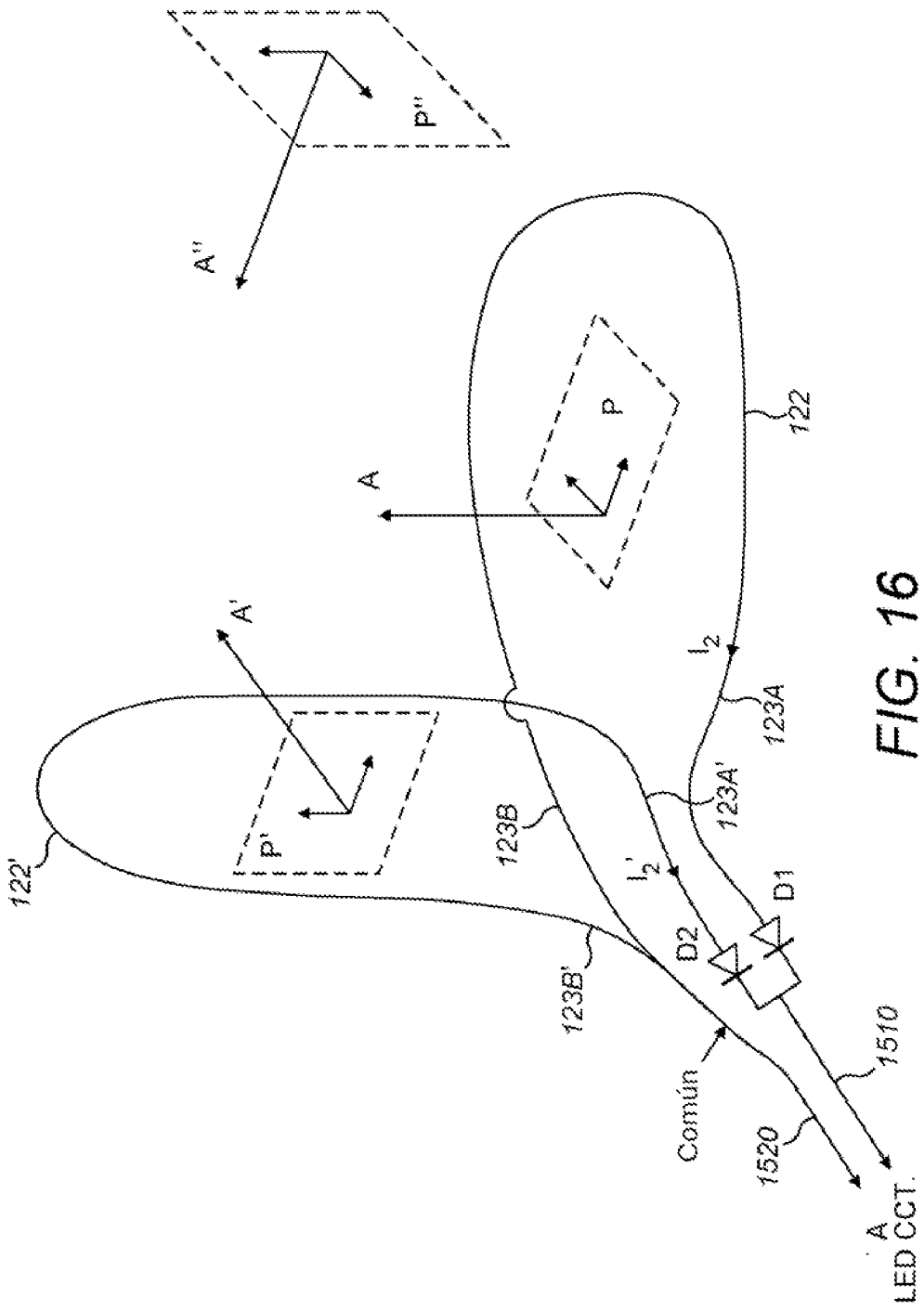


FIG. 16

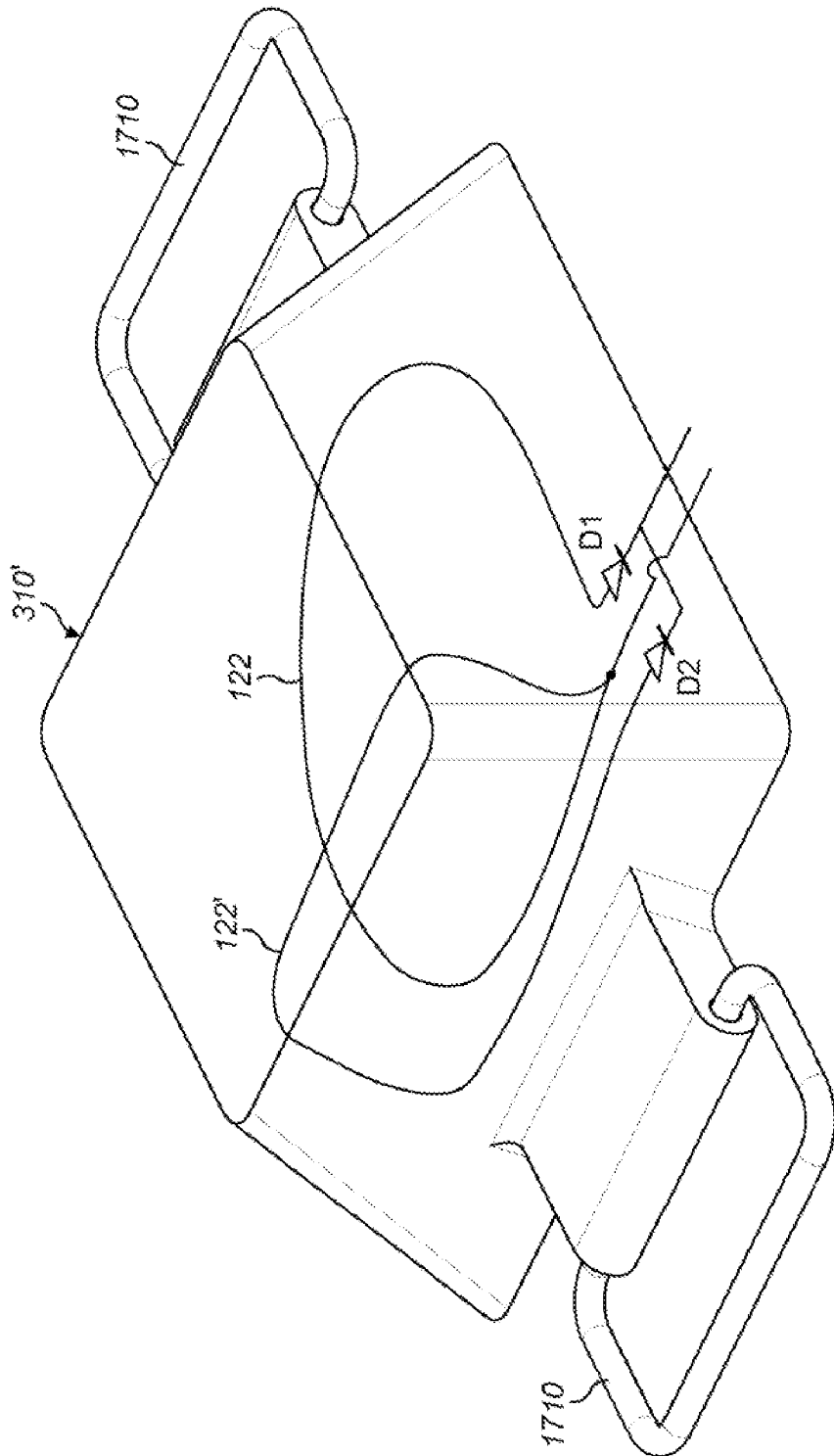


FIG. 17