

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 590 467**

51 Int. Cl.:

**H02M 7/06** (2006.01)

**H02M 1/42** (2007.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.11.2012 PCT/US2012/064840**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2013 WO13074529**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.11.2012 E 12798941 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.07.2016 EP 2781012**

54 Título: **Sistemas, procedimientos y aparatos para un rectificador monofásico de alto factor de potencia**

30 Prioridad:

**17.11.2011 US 201161561184 P**  
**25.04.2012 US 201213455910**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.11.2016**

73 Titular/es:

**QUALCOMM INCORPORATED (100.0%)**  
**5775 Morehouse Drive**  
**San Diego, CA 92121-1714, US**

72 Inventor/es:

**IRISH, LINDA S.**

74 Agente/Representante:

**FORTEA LAGUNA, Juan José**

**ES 2 590 467 T3**

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

**DESCRIPCIÓN**

Sistemas, procedimientos y aparatos para un rectificador monofásico de alto factor de potencia

**5 Campo**

La invención se refiere, en general, a la conversión de corriente alterna (CA) a corriente continua (CC), de banda ancha. Más específicamente, la divulgación se orienta a una topología de rectificador monofásico de alto factor de potencia para la conversión de CA a CC de banda ancha.

10

**Antecedentes**

Un gran número y una gran variedad de sistemas son activados y operados con corriente continua (CC). Por ejemplo, una amplia variedad de dispositivos electrónicos están alimentados mediante corriente continua, que incluyen, por ejemplo, teléfonos móviles, reproductores de música portátiles, ordenadores portátiles, ordenadores de tableta, dispositivos informáticos periféricos, dispositivos de comunicación (por ejemplo, dispositivos de Bluetooth), cámaras digitales, audífonos y similares. Además, las baterías, tal como en vehículos eléctricos, también se cargan usando CC y proporcionan una salida de CC. Muchas fuentes de energía utilizadas para proporcionar energía a dispositivos electrónicos, o para la carga de baterías, proporcionan corriente alterna (CA). La corriente alterna se utiliza a menudo para proporcionar energía, debido a la ventaja relativa en la energía a distancia que puede transferirse de manera eficaz, así como por la eficacia en la generación de CA en comparación con CC. Como resultado, se requieren circuitos de conversión de potencia en muchos sistemas para la conversión de CA a CC. Por ejemplo, al cargar las baterías o dispositivos de alimentación con CC, se usa generalmente una fuente de alimentación que recibe CA y convierte la CA en CC para su uso en la carga o alimentación de baterías o dispositivos que dependen de la CC. Dado que, durante la conversión, a menudo se pierde potencia, son deseables sistemas que aumenten la eficacia de la conversión de CA a CC.

El documento US5953223 (A) "Unidad de fuente de alimentación capaz de conmutar a alta frecuencia para la alimentación de un aparato de fusión por calor de inducción de imágenes" divulga una unidad de fuente de alimentación utilizada en un aparato de formación de imágenes que tiene un dispositivo de inducción de fusión por calor. En la unidad de fuente de alimentación, cada uno, entre un primer y un segundo circuito rectificador, rectifica la tensión de CA desde una fuente de alimentación para generar tensión de CC. Un circuito inversor genera una tensión de alta frecuencia que se aplica a una bobina del dispositivo de fusión por calor de inducción, conmutando la tensión de CC desde el primer circuito de rectificación. Un circuito de conmutación conmuta la tensión de CC a partir de dicho segundo circuito de rectificación y genera tensión de CA. Un transformador recibe la tensión de CA desde el circuito de conmutación y emite una tensión transformada que se aplica a un componente del aparato de formación de imágenes. El inversor, el segundo circuito rectificador y el circuito de conmutación están conectados a una línea de base común.

El documento US2007006912 (A1) divulga un circuito de mejora de factores de potencia de alta eficacia, que es capaz de gestionar simultáneamente una operación de rectificación realizada por diodos rectificadores de puente y una operación de mejora de factores de alimentación, y de reducir la pérdida de conmutación mediante un circuito amortiguador cuando una tensión de entrada se impulsa hasta un nivel predeterminado. El circuito de mejora de factores de potencia incluye: un circuito convertidor impulsor que comprende diodos rectificadores de puente que constituyen un circuito de puente; y un circuito amortiguador que reduce la pérdida de conmutación causada, debido a las características de la corriente de recuperación inversa de los diodos rectificadores de puente.

**SUMARIO**

La invención, como se describe en el presente documento con referencia a las reivindicaciones adjuntas, se orienta a un procedimiento y a un aparato para la conversión de energía, para proporcionar una salida directa de CC basada, al menos en parte, en una corriente alterna. Como ejemplo, el aparato de conversión de energía incluye un primer circuito rectificador configurado para rectificar la corriente alterna hasta una primera corriente continua. El aparato de conversión de energía incluye además un circuito promediador, configurado para promediar la primera corriente continua recibida desde el primer circuito rectificador y para proporcionar una segunda corriente continua. El aparato de conversión de energía también incluye un segundo circuito rectificador configurado para rectificar la corriente alterna hasta una tercera corriente continua. La salida de corriente continua se obtiene de la segunda corriente continua y de la tercera corriente continua.

Un ejemplo adicional de la materia en cuestión, descrito en la divulgación, proporciona una implementación de un procedimiento para la conversión de energía, para proporcionar una salida de corriente continua (CC) en base, al menos en parte, a una corriente alterna. El procedimiento incluye la rectificación de la corriente alterna hasta una primera corriente continua, mediante un primer circuito rectificador. El procedimiento incluye además promediar la primera corriente continua, mediante un circuito promediador, para proporcionar una segunda corriente continua. El procedimiento también incluye la rectificación de la corriente alterna hasta una tercera corriente continua, mediante

un segundo circuito rectificador. El procedimiento incluye además proporcionar la salida de corriente continua, obtenida desde la segunda corriente continua y desde la tercera corriente continua.

5 Otro ejemplo adicional de la materia en cuestión, descrito en la divulgación, proporciona un aparato de conversión de energía para proporcionar una salida de corriente continua (CC) en base, al menos en parte, a una corriente alterna. El aparato de conversión de energía incluye medios para rectificar la corriente alterna hasta una primera corriente continua. El aparato de conversión de energía incluye además medios para promediar la primera corriente continua, para proporcionar una segunda corriente continua. El aparato de conversión de energía también incluye medios para rectificar la corriente alterna hasta una tercera corriente continua. El aparato de conversión de energía  
10 incluye además medios para proporcionar la salida de corriente continua obtenida desde la segunda corriente continua y desde la tercera corriente continua.

### Breve descripción de los dibujos

15 La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema ejemplar para la conversión de CA a CC.

La figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema ejemplar para la conversión de CA a CC, según se muestra en la figura 1, que incluye un circuito rectificador de puente de onda completa.

20 La figura 3 es un gráfico de ondas ejemplares de tensión y de corriente del circuito rectificador de puente de onda completa, como se muestra en la figura 2.

La figura 4 es un diagrama esquemático de un sistema para la conversión de CA a CC.

25 La figura 5 es un diagrama esquemático de un sistema para la conversión de CA a CC.

La figura 6 es un gráfico de ondas ejemplares de tensión y de corriente del sistema, según se muestra en la figura 5.

30 La figura 7 es un diagrama esquemático de un sistema para la conversión de CA a CC, de acuerdo a la presente invención.

La figura 8 es un gráfico de ondas ejemplares de tensión y de corriente del sistema, según se muestra en la figura 7.

35 La figura 9 es un diagrama esquemático de otro sistema ejemplar para la conversión de CA a CC, de acuerdo a la presente invención.

La figura 10 es un gráfico de ondas ejemplares de tensión y de corriente del sistema, según se muestra en la figura 9.

40 La figura 11 es un diagrama esquemático de otro sistema ejemplar para la conversión de CA a CC, de acuerdo a la presente invención.

La figura 12 es un diagrama esquemático de un sistema para la conversión de CA a CC.

45 La figura 13 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema ejemplar de transferencia de energía inalámbrica, que puede incluir cualquiera de los sistemas de conversión de CA a CC de las figuras 4 a 12.

La figura 14 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema ejemplar de transferencia de energía inalámbrica, que se puede usar en el sistema de transferencia de energía inalámbrica de la figura 13.

50 La figura 15 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema ejemplar de recepción de energía inalámbrica, que se puede usar en el sistema de transferencia de energía inalámbrica de la figura 13 y que puede utilizar los sistemas de conversión de CA a CC de las figuras 4 a 12.

55 La figura 16 es un diagrama de un sistema ejemplar para la carga de un vehículo eléctrico que puede incluir el sistema de transferencia de energía inalámbrica de la figura 13.

La figura 17 es un diagrama de bloques funcionales de otro transmisor ejemplar de energía inalámbrica.

60 La figura 18 es un diagrama de bloques funcionales de otro receptor ejemplar de energía inalámbrica, que puede usar cualquiera de los sistemas de conversión de CA a CC de las figuras 4 a 12.

La figura 19 es un diagrama de flujo de un procedimiento ejemplar para la conversión de CA a CC.

65 La figura 20 muestra otro diagrama ejemplar de bloques funcionales de un sistema de conversión de CA a CC.

### Descripción detallada

La descripción detallada expuesta a continuación, en relación con los dibujos adjuntos, está concebida como una descripción de realizaciones ejemplares de la invención, y no está concebida para representar las únicas realizaciones en las que la invención puede llevarse a la práctica. La expresión "ejemplar" usada a lo largo de esta descripción significa "que sirve como ejemplo, instancia o ilustración", y no debería interpretarse necesariamente como preferido o ventajoso con respecto a otras realizaciones ejemplares. La descripción detallada incluye detalles específicos con el objetivo de proporcionar un entendimiento exhaustivo de las realizaciones ejemplares de la invención. En algunos casos, algunos dispositivos se muestran en forma de diagrama de bloques.

Como se ha señalado anteriormente, muchas aplicaciones de energía emplean la conversión de corriente alterna (CA) a corriente continua (CC) para convertir la energía, por ejemplo, desde una red de suministro eléctrico, de manera que se pueda utilizar para cargar baterías o para alimentar dispositivos electrónicos que se basan en la CC.

La figura 1 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema 100 ejemplar para la conversión de CA a CC. El sistema 100 incluye una fuente de alimentación 102 que puede proporcionar una tensión que varía con el tiempo para producir una corriente alterna monofásica (CA). La fuente de alimentación 102 puede ser cualquier fuente de alimentación que proporcione una tensión variable en el tiempo, que produce una corriente alterna (CA). Un circuito rectificador 104 puede recibir la CA desde la fuente de alimentación 102 y rectificar la corriente alterna hasta la corriente continua (CC) constante. La salida de corriente continua desde el circuito rectificador 104 se proporciona para alimentar o cargar una carga 106. La carga 106, por ejemplo, podría ser una batería configurada para cargarse. La carga 106 también puede ser cualquier otro circuito que utiliza corriente continua, tal como un circuito integrado en un dispositivo electrónico o cualquier otro circuito.

La rectificación de CA de alta frecuencia hasta la CC puede dar como resultado la distorsión armónica que reduce la eficacia del circuito rectificador 104 y crea emisiones indeseables. Algunos circuitos rectificadores pueden no funcionar a altas frecuencias, pueden requerir filtros resonantes, tienen escasa eficacia, o requieren energía de corriente alterna polifásica. Por ejemplo, la corrección de la potencia activa se puede usar para frecuencias de línea utilitaria. Sin embargo, como la corrección de la potencia activa puede requerir potencia de conmutación suministrada varias veces a la frecuencia de línea de alimentación, puede ser impracticable para frecuencias por encima de unos pocos KHz. Se pueden utilizar topologías de rellenado de valles; sin embargo, la corriente de carga puede fluctuar con la alimentación de entrada y, por lo tanto, puede no ser practicable por encima de unos pocos KHz. También se puede usar redes de filtro resonante para eliminar armónicos. Las redes de filtro, sin embargo, pueden requerir valores precisos del inductor y del condensador y, por lo tanto, sólo pueden ser adecuadas en una estrecha gama de frecuencias. También se pueden usar topologías de rectificador de múltiples pulsos para la energía polifásica; sin embargo, estas pueden solamente ser adecuadas para redes de energía trifásica. De tal modo, se necesita una topología de rectificador que pueda funcionar en una amplia gama de frecuencias, proporcionando también a la vez un alto factor de potencia y armónicos reducidos, utilizando energía monofásica.

La figura 2 es un diagrama esquemático de un sistema 200 ejemplar para la conversión de CA a CC, según se muestra en la figura 1, que incluye un circuito rectificador de puente de onda completa 204. Un circuito rectificador 204 puede estar configurado para recibir una corriente alterna monofásica variable en el tiempo, generada por una fuente de alimentación 202, y convertir la CA recibida en CC, que puede proporcionarse a una carga  $R_L$  206. El circuito rectificador 204 puede ser un rectificador de puente de onda completa que incluye los diodos D1, D2, D3 y D4 para rectificar la corriente alterna, recibida desde la fuente de alimentación 202, hasta la corriente continua. La CC rectificada puede ser allanada por el condensador  $C_1$  para proporcionar una CC constante a la carga  $R_L$  206.

La figura 3 es un gráfico de ondas ejemplares de tensión y de corriente 330 y 320 del circuito rectificador de puente de onda completa 204, como se muestra en la figura 2. Como se muestra, la onda de tensión 330 procedente de la fuente de alimentación 202 proporciona una forma sinusoidal sin distorsiones. Idealmente, la onda de la corriente 320 en el circuito rectificador 204 reflejaría la onda de tensión 330 y también tiene una correspondiente forma sinusoidal no distorsionada. Sin embargo, debido a las distorsiones armónicas, etc., como se ha descrito anteriormente, la onda de corriente 320 en el circuito rectificador 204 tiene un amplio paso con picos y valles estrechos. Como resultado de las distorsiones, se reduce la eficacia del sistema 200. Más específicamente, el factor de potencia (es decir, la razón entre la potencia real que fluye a la carga 206 y la potencia aparente del circuito rectificador 204) se reduce. La operación no lineal de la carga 206 también puede dar como resultado la distorsión de la onda de corriente 320, dando como resultado un factor de potencia reducida. Un factor de potencia baja indica que se suministra menos energía a la carga 206 que la disponible en el circuito. Como resultado, la eficacia en el sistema 200 se reduce.

La figura 4 es un diagrama esquemático de otro sistema 400 ejemplar para la conversión de CA a CC. La fuente de alimentación de CA monofásica 402 proporciona la CA a un primer y a un segundo circuito rectificador 404a y 404b. El primer circuito rectificador 404a y el segundo rectificador 404b se pueden formar a partir de una amplia variedad de diferentes tipos de circuitos rectificadores y topologías de circuito rectificador, tal como se describirá adicionalmente más adelante. Con independencia de la topología utilizada, el primer circuito rectificador 404a y el segundo circuito rectificador 404b pueden rectificar la corriente alterna procedente de la fuente de alimentación 402

en corriente continua. El primer circuito rectificador 404a puede estar configurado para rectificar la corriente alterna procedente de la fuente de alimentación 402 hasta una primera corriente continua proporcionada en la salida.

La primera corriente continua puede ser recibida por un circuito promediador 410 que puede promediar la salida del primer circuito rectificador 404a. El funcionamiento del circuito promediador 410 puede hacer que la salida del circuito promediador 410 sea menor que la tensión máxima de la salida del segundo circuito rectificador 404b. El circuito promediador 410 puede comprender un inductor  $L_1$  y un condensador  $C_2$ . El inductor  $L_1$  y el condensador  $C_2$  pueden estar conectados eléctricamente en paralelo. La inductancia del inductor  $L_1$  y del condensador  $C_2$  puede elegirse de acuerdo a una amplia variedad de parámetros de diseño y condiciones de funcionamiento del sistema 400. El circuito promediador 410 puede incluir además un diodo  $D_5$ . El circuito promediador 410 puede proporcionar una segunda corriente continua que se obtiene de la primera salida de corriente continua desde el primer circuito rectificador 404a.

El segundo circuito rectificador 404b también puede rectificar la corriente alterna procedente de la fuente de alimentación 402 para producir una tercera corriente continua. La salida del circuito promediador 410 y la salida del segundo circuito rectificador 404a están conectadas eléctricamente para formar una salida común, de manera que la segunda salida de corriente continua desde el circuito promediador 410 se combine con la tercera salida de corriente continua desde el segundo circuito rectificador 404a. En un aspecto, la salida mínima del segundo circuito rectificador 404b puede estar limitada por la salida del circuito promediador 410, ya que las salidas están conectadas eléctricamente. En un aspecto, esto puede dar como resultado una onda de corriente del sistema 400, que es una onda escalonada que se aproxima más estrechamente a una onda sinusoidal. Como resultado del funcionamiento del sistema 400, los armónicos se reducen y se incrementa el factor de potencia. En un aspecto, el primer circuito rectificador 404a puede estar caracterizado como un circuito rectificador de tensión inferior y el segundo circuito rectificador 404b puede estar caracterizado como un circuito rectificador de tensión superior, en comparación con el primer circuito rectificador 404a. La salida de corriente continua desde el segundo circuito rectificador 404b y el circuito promediador 410 se puede filtrar más mediante un circuito de filtro 412 que puede, entre otras cosas, proporcionar una CC esencialmente constante, que debe facilitarse a una carga  $R_L$  406. El circuito de filtro 412 también puede estar configurado para proporcionar incrementos en el factor de potencia y la reducción de armónicos indeseables. El circuito de filtro 412 puede comprender un inductor  $L_2$  y un condensador  $C_3$ .

La figura 5 es un diagrama esquemático de otro sistema 500 ejemplar para la conversión de CA en CC. La figura 5 muestra un diagrama esquemático de circuitos ejemplares, primero y segundo rectificador, 504a y 504b que se pueden utilizar de acuerdo al sistema 400 de la figura 4. El primer circuito rectificador 504a incluye una topología de circuito rectificador de puente completo que incluye los diodos  $D_8$ ,  $D_9$ ,  $D_{10}$  y  $D_{11}$  y está configurado para rectificar la corriente alterna monofásica proveniente de la fuente de alimentación 502 hasta una primera corriente continua en la salida. El segundo circuito rectificador 504b comprende una topología de circuito rectificador de puente completo que incluye los diodos  $D_6$ ,  $D_7$ ,  $D_8$  y  $D_9$ , y también para rectificar la corriente alterna proveniente de la fuente de alimentación 502 hasta una segunda corriente continua. Como se muestra en la figura 5, los circuitos rectificadores primero y segundo 504a y 504b pueden compartir componentes, tal como los diodos  $D_8$  y  $D_9$ . Como se muestra, cada uno, entre el primer circuito rectificador y el segundo circuito rectificador 504a y 504b, puede ser un circuito rectificador de puente completo.

La salida del primer circuito rectificador 504b, como primera corriente continua, se proporciona a un circuito promediador 510 que incluye el inductor  $L_3$ , el condensador  $C_4$  y el diodo  $D_{12}$ . La salida del circuito promediador 510 está conectada eléctricamente a la salida del segundo circuito rectificador 504b. La salida de corriente continua combinada se filtra mediante un circuito de filtro 512 que incluye el inductor  $L_4$  y el condensador  $C_5$  que pueden, en un aspecto, allanar la salida para proporcionar una CC constante. La salida se proporciona entonces a una carga  $R_L$  506. Como se muestra, un circuito rectificador de puente de onda completa, que incluye los diodos  $D_6$ ,  $D_7$ ,  $D_8$  y  $D_9$ , está conectado eléctricamente en serie con los diodos  $D_{10}$  y  $D_{11}$ . La topología para los circuitos rectificadores primero y segundo 504a y 504b, mostrados en la figura 5, puede simplificarse en comparación con otras topologías, como se describe a continuación. La reducción del número de componentes puede proporcionar varios beneficios, tales como un menor coste o una mayor eficacia.

La figura 6 es un gráfico de ondas ejemplares de tensión y de corriente 630, y del sistema 500, como se muestra en la figura 5. Como se muestra, la onda de tensión 630 tiene una forma sinusoidal sin distorsiones. La onda de corriente 620 del sistema 500 crea una onda de corriente escalonada 620 que se aproxima más estrechamente a una onda sin distorsiones, en particular, en comparación con la onda de corriente 320 de la figura 3. Según lo indicado por la onda de corriente menos distorsionada 620, el sistema 500 puede proporcionar reducciones significativas de armónicos y un factor de potencia aumentado. Se debería apreciar que los valores de tensión y de corriente de la figura 6 y de otras figuras proporcionan valores hipotéticos con fines de ilustración, y que es posible una amplia variedad de diferentes valores y niveles. Debido a que el sistema 500 puede ser no resonante, el sistema 500 se puede utilizar en una amplia gama de frecuencias. Mediante el uso de una combinación de topologías de rectificador, como se muestra en las figuras 4 y 5, la onda de corriente puede aproximarse más estrechamente a una onda sinusoidal, y el funcionamiento del sistema puede permitir evitar algunos de los problemas, tal como se ha descrito anteriormente con respecto a armónicos no deseados y a factores de potencia reducidos. Puede utilizarse una amplia gama de valores de componentes para los distintos componentes que se muestran en las figuras 4 y 5,

proporcionando aún a la vez un alto factor de potencia, de manera que los sistemas 400 y 500 puedan ser diseñados para una amplia gama de frecuencias y condiciones de funcionamiento.

5 La figura 7 es un diagrama esquemático de otro sistema 700 ejemplar para la conversión de CA a CC, de acuerdo a un modo de realización. La figura 7 muestra un diagrama esquemático de otros circuitos ejemplares, primero y rectificador, 704a y 704b que se pueden utilizar de acuerdo al sistema 400 de la figura 4. El primer circuito rectificador 704a incluye un circuito rectificador de puente completo que incluye los diodos  $D_{15}$ ,  $D_{16}$ ,  $D_{19}$  y  $D_{20}$ . El segundo circuito rectificador 704b incluye un circuito rectificador de puente completo que incluye los diodos  $D_{13}$ ,  $D_{14}$ ,  $D_{15}$  y  $D_{16}$ . El segundo circuito rectificador 704b también incluye un circuito rectificador duplicador de corriente, que incluye los inductores  $L_5$  y  $L_6$ . Además, los diodos adicionales  $D_{17}$  y  $D_{18}$  se pueden incluir, tal como se muestra. Un condensador  $C_8$  también puede incluirse según se muestra. De manera similar al sistema 500 que se muestra en la figura 5, el primer circuito rectificador 704a y el segundo circuito rectificador 704b pueden compartir diversos componentes. En esta configuración, el circuito duplicador de corriente puede estar situado hacia la parte inferior del sistema 700 con respecto a la carga  $R_L$  706. Como se muestra en las anteriores figuras 4 y 5, la salida del primer circuito rectificador 704a está conectada a un circuito promediador 710. La salida del segundo circuito rectificador 704b está conectada eléctricamente a la salida del circuito promediador 710, por ejemplo, en el nodo 714. Un circuito de filtro 712 se utiliza para filtrar y/o allanar la corriente continua en el nodo 714 para proporcionar una CC constante a la carga  $R_L$  706, como se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 4 y 5.

20 La figura 8 es un gráfico de ondas ejemplares de tensión y de corriente 830 y 820 del sistema 700, como se muestra en la figura 7. Como se muestra, la onda de tensión 830 proporciona una señal sinusoidal sin distorsiones. Aunque la onda de corriente 820 se distorsiona, el funcionamiento de las topologías del sistema 700 mostrado en la figura 7 proporciona una onda de corriente escalonada que se aproxima más estrechamente a una sinusoidal sin distorsiones, en particular, en comparación con la onda de corriente 320 de la figura 3. Según lo mostrado por la onda de corriente 820, la topología del circuito rectificador del sistema 700 de la figura 7 puede proporcionar reducciones significativas de armónicos y un factor de potencia aumentado.

25 Como se muestra en la figura 7, se puede utilizar una amplia variedad de diferentes topologías para los circuitos rectificadores primero y segundo 704a y 704b, de acuerdo a varias condiciones de funcionamiento, y para la reducción de las distorsiones armónicas tanto como sea posible, de acuerdo a la carga accionada por el sistema 700. De tal modo, los circuitos rectificadores primero y segundo 704a y 704b pueden incluir una combinación de uno o más circuitos rectificadores u otros circuitos en combinación con topologías de circuito rectificador para producir la salida de corriente continua deseada y para el control de la distorsión de la onda de corriente 820.

30 La figura 9 es un diagrama esquemático de otro sistema 900 ejemplar para la conversión de CA a CC, de acuerdo a un modo de realización. La figura 9 muestra un diagrama esquemático de otros circuitos ejemplares, primero y rectificador, 904a y 904b, que se pueden utilizar de acuerdo al sistema 400 de la figura. 4. Como también se ha descrito anteriormente, con referencia a la figura 7, en lugar de utilizar un solo circuito rectificador de puente de onda completa 204, como se muestra en la figura 2, una topología de circuito rectificador, que incluye una combinación de circuitos rectificadores, puede ser utilizada para proporcionar un alto factor de potencia y un filtro de armónicos reducidos. El primer circuito rectificador 904a puede incluir los diodos  $D_{26}$ ,  $D_{27}$ ,  $D_{28}$  y  $D_{29}$ , que forman un circuito rectificador de puente completo. Los condensadores  $C_{12}$  y  $C_{13}$  también se pueden incluir, según se muestra. El segundo circuito rectificador 904b puede incluir los diodos  $D_{22}$ ,  $D_{23}$ ,  $D_{24}$  y  $D_{25}$ , que forman un circuito rectificador de puente completo. El segundo circuito rectificador 904b incluye además un circuito rectificador duplicador de corriente que incluye los inductores  $L_9$  y  $L_{10}$  y los diodos  $D_{24}$  y  $D_{25}$ , que están en común con el circuito rectificador de puente completo del segundo circuito rectificador 904b. Un condensador  $C_{11}$  también puede incluirse según se muestra. En un modo de realización, el circuito rectificador duplicador de corriente del segundo circuito rectificador 904b puede proporcionar una vez y media la tensión del primer circuito rectificador 904a. Como se ha descrito anteriormente, con referencia a las figuras 4, 5 y 7, la salida del primer circuito rectificador 904a puede ser proporcionada a un circuito promediador 910, como se ha descrito anteriormente. La salida del circuito promediador puede estar conectada eléctricamente con la salida del primer circuito rectificador 904b para producir una corriente continua. Esta corriente continua se puede filtrar y/o allanar mediante un circuito de filtro 9, 12, como se ha descrito anteriormente, para proporcionar una CC más constante a la carga  $R_L$  906.

35 La figura 10 es un gráfico de ondas ejemplares de tensión y de corriente 1030 y 1020 del sistema 900, como se muestra en la figura 9. Como se muestra, la onda de tensión 1030 se muestra como una sinusoidal no distorsionada. El funcionamiento de la topología del rectificador del sistema 900 de la figura 9 crea una onda de corriente escalonada que también se aproxima más estrechamente a una onda, en particular, en comparación con la onda de corriente 320 de la figura 3. El sistema 900 puede reducir el armónico de la entrada de CA (línea), como se ha descrito anteriormente. Por ejemplo, el sistema 900 puede proporcionar una reducción de >30 dB en el tercer armónico en la línea de CA, junto con una reducción de 9 dB en el quinto armónico. Niveles similares de reducción de armónicos se pueden conseguir para cualquiera de los sistemas descritos anteriormente con referencia a las figuras 4, 5 y 7. Los valores de componente de los componentes del sistema 900 pueden variar en una amplia gama para las inductancias y la capacitancia. Además, el sistema 900 puede no ser resonante y, por lo tanto, puede funcionar usando una amplia gama de frecuencias de entrada. De tal modo, el sistema 900 puede proporcionar un factor de potencia alto y aumentar la eficacia del sistema 900. Como se muestra en la figura 9, cualquiera entre los

5 circuitos rectificadores primero y segundo 904a y 904b puede incluir individualmente múltiples circuitos rectificadores (por ejemplo, topologías de circuito rectificador) de diferentes tipos para controlar más la distorsión de la onda de corriente, de acuerdo a la carga 906 o a otras condiciones de funcionamiento. El uso de una combinación de topologías de rectificador, como se ha mostrado anteriormente, puede proporcionar una onda de corriente con una distorsión tan mínima como sea posible, en comparación con un senoide, y evitar algunos de los problemas de armónicos/eficacia, como se ha descrito anteriormente. Por otra parte, los circuitos rectificadores adicionales pueden conectarse en cascada para proporcionar aumentos adicionales en el factor de potencia en algunos casos. Por ejemplo, un tercer circuito rectificador (no mostrado) puede proporcionarse y conectarse eléctricamente para su uso conjuntamente con los circuitos rectificadores primero y segundo 904a y 904b, para reducir más los armónicos en el sistema 900 y aumentar el factor de potencia.

15 La figura 11 es un diagrama esquemático de otro sistema 1100 ejemplar para la conversión de CA a CC. La figura 11 muestra una configuración de circuito similar a la mostrada en la figura 9, pero donde la orientación de los diodos  $D_{31}$ ,  $D_{32}$ ,  $D_{33}$ ,  $D_{34}$ ,  $D_{35}$ ,  $D_{36}$ ,  $D_{37}$ ,  $D_{38}$  y  $D_{39}$  se ha invertido. Aunque la polaridad de salida puede ser opuesta, en comparación con la figura 9, el sistema 1100 puede funcionar de una manera similar al sistema 900 de la figura 9, y aún así proporcionar una reducción significativa de armónicos. De manera similar, los diodos de cualquiera de las figuras 4, 5 y 7 también se pueden invertir sin cambiar esencialmente el funcionamiento y las ventajas de los sistemas 400, 500 y 700. Otras configuraciones similares también son posibles de acuerdo a los principios descritos en el presente documento.

20 La figura 12 es un diagrama esquemático de otro sistema 1200 ejemplar para la conversión a CC. La figura 12 muestra una configuración de circuito similar a la mostrada en la figura 9, pero donde se pueden usar circuitos rectificadores síncronos. Por consiguiente, los diodos de la figura 9 se pueden reemplazar por los interruptores  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$ ,  $S_7$  y  $S_8$ , accionados por las ondas adecuadas de un controlador 1250 para realizar una función similar a la de los diodos. Los interruptores pueden ser cualquiera entre una amplia variedad de diferentes interruptores (por ejemplo, relés, MOSFET, BIT, etc.). En algunos casos, el uso de circuitos rectificadores síncronos puede permitir un mayor control sobre el funcionamiento del rectificador, en particular, cuando las condiciones de funcionamiento son dinámicas. Cuando se acciona con una onda adecuada para los interruptores  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$ ,  $S_4$ ,  $S_5$ ,  $S_6$ ,  $S_7$  y  $S_8$ , el sistema 1200 de la figura 12 puede funcionar de manera similar al sistema 900 de la figura 9. En otros modos de realización, se pueden usar circuitos rectificadores semi-síncronos. Por ejemplo, sólo una parte de los diodos de los circuitos rectificadores de la figura 9 puede ser reemplazada por interruptores. De manera similar, los interruptores se pueden utilizar en lugar de los diodos para cualquiera de los circuitos descritos anteriormente con referencia a las figuras 4, 5 y 7. Otras configuraciones similares también son posibles de acuerdo a los principios descritos en el presente documento.

35 Los sistemas de conversión de CA a CC, descritos anteriormente con referencia a las figuras 4 a 12, se pueden usar en una amplia variedad de otros sistemas, que implican el uso de DG obtenida de una fuente de CA. De acuerdo con un modo de realización ejemplar, los sistemas de conversión de CA a CC de las figuras 4 a 1 se pueden utilizar en sistemas para la transferencia inalámbrica de energía, que implican, por ejemplo, recibir energía de forma inalámbrica en forma de una tensión variable en el tiempo que produce una corriente alterna. Muchas aplicaciones que pueden usar energía recibida de forma inalámbrica dependen de la CC para la alimentación de un sistema o la carga de una batería. Por ejemplo, la energía inalámbrica se puede usar para cargar de forma inalámbrica una batería de un vehículo eléctrico, tal como se describirá adicionalmente más adelante, o cargar de forma inalámbrica dispositivos electrónicos tales como teléfonos celulares, como se describirá adicionalmente más adelante. De tal modo, la descripción siguiente proporciona ejemplos de sistemas de energía inalámbricos que pueden incluir los sistemas de conversión de CA a CC, como se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 4 a 12. Por ejemplo, cada una de las fuentes de alimentación descritas anteriormente con referencia a las figuras 4, 5, 7, 9, 11 y 12 puede ser una tensión variable con el tiempo, inducida de manera inalámbrica mediante un campo, como se describirá adicionalmente más adelante.

50 La transmisión de energía inalámbrica sin contacto para la carga u operación (por ejemplo, alimentación) puede lograrse mediante el acoplamiento magnético entre una bobina primaria de alambre y una bobina secundaria de alambre. El mecanismo puede ser similar al de un transformador eléctrico de corriente alterna, donde la energía puede convertirse, desde una corriente eléctrica alterna en el devanado primario, en un campo magnético alterno que está acoplado por un circuito magnético, usualmente compuesto de hierro o material portador de hierro, a un devanado secundario en el que el campo magnético se convierte de nuevo en una corriente eléctrica alterna (CA). Otros circuitos convierten la energía recibida en corriente continua (CC) para cargar la batería, tales como los circuitos descritos anteriormente con referencia a las figuras 4 a 9.

60 El término "potencia inalámbrica" se usa en el presente documento para indicar cualquier forma de energía asociada a campos eléctricos, campos magnéticos, campos electromagnéticos, u otros, que se transmite entre un "circuito de transmisión" o transmisor a un "circuito de recepción" o receptor, sin el uso de conductores eléctricos físicos. De aquí en adelante, estos tres serán mencionados genéricamente como campos, con el entendimiento de que los campos magnéticos puros o eléctricos puros no irradian energía. Estos deben ser acoplados a un circuito de recepción para lograr la transferencia de energía.

La figura 13 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema ejemplar de transferencia de energía inalámbrica 1300. Como se describirá adicionalmente más adelante, los sistemas descritos anteriormente y, en particular, con referencia a las figuras 7, 9 y 11, se pueden utilizar en el sistema de energía inalámbrica 1300. La energía de entrada 1302 se proporciona a una fuente de alimentación 1310, que convierte la energía de entrada 1302 a una forma adecuada para accionar un circuito de transmisión que incluye una bobina de transmisión 1304, que genera un campo 1308 para proporcionar la transferencia de energía. Un circuito de recepción que incluye una bobina de recepción 1306 se acopla al campo 1308 y genera energía eléctrica, que es rectificadora y filtrada por un circuito de conversión de energía de recepción 1320, y que es convertida para su almacenamiento o consumo mediante un dispositivo (no mostrado) acoplado a la energía de salida 1330. La bobina de transmisión 1304 y la bobina de recepción 1306 están separadas por una distancia. En una realización ejemplar, la bobina de transmisión 1304 y la bobina de recepción 1306 se configuran de acuerdo a una relación de resonancia mutua y, cuando la frecuencia de resonancia de la bobina de recepción 1306 y la frecuencia de resonancia de la bobina de transmisión 1304 están muy cercanas, las pérdidas de transmisión entre la bobina de transmisión 1304 y la bobina de recepción 1306 son mínimas cuando la bobina de recepción 1306 se sitúa en la región donde la mayoría de las líneas de flujo del campo 1308 pasan cerca o a través de la bobina de recepción 1306.

La bobina de transmisión 1304 y la bobina de recepción 1306 se pueden dimensionar de acuerdo a las aplicaciones y dispositivos que se asociarán con las mismas. Se produce una transferencia de energía eficiente mediante el acoplamiento de una gran parte de la energía del campo de la bobina de transmisión 1304 a una bobina de recepción 1306, en lugar de propagar la mayor parte de la energía en una onda electromagnética al campo lejano. Cuando se está en este campo cercano, puede desarrollarse una modalidad de acoplamiento entre la bobina transmisora 1304 y la bobina receptora 1306. El área alrededor de la bobina transmisora 1304 y la bobina receptora 1306, donde este acoplamiento de campo cercano puede producirse, puede denominarse en el presente documento una región en modalidad de acoplamiento.

En un modo de realización, según se muestra en la figura 13, la fuente de alimentación 1310 puede recibir energía de la red a 50/60 Hz 1302 y convertirla en una CA de alta frecuencia para accionar la bobina de transmisión 1304. La fuente de alimentación 1310 puede incluir un rectificador 1311 que convierte la CA de la red en CC pulsante. Para grandes cargas, tal como un cargador de vehículo eléctrico, se pueden usar circuitos de corrección de factor de potencia 1312 para evitar corrientes excesivas que fluyen en la red de suministro eléctrico. La CC pulsante se puede filtrar, mediante un gran elemento de almacenamiento de energía 1313, hasta una CC constante. La CC puede entonces ser convertida en una onda cuadrada de alta frecuencia por un circuito de corte 1314 y filtrada en una onda sinusoidal por el filtro 1315. Esta salida puede entonces conectarse a una bobina de transmisión 1304 de un circuito de transmisión. La corriente de CA de alta frecuencia que fluye en la bobina de transmisión 1304 puede crear un campo magnético de alta frecuencia pulsante 1308. La bobina de transmisión 1304 y el condensador 1316 pueden formar un circuito resonante en la frecuencia de funcionamiento, produciendo un mejor acoplamiento magnético entre la bobina de transmisión 1304 y la bobina de recepción 1306.

Una bobina de recepción 1306 en un circuito de recepción se acopla al campo de alta frecuencia pulsante 1308 (por ejemplo, campo magnético) y genera una energía de CA de alta frecuencia, que está conectada a un circuito convertidor de energía de recepción 1320. El condensador 1321 y el inductor 1307 de la bobina de recepción 1306 pueden formar un circuito resonante en la frecuencia de funcionamiento, produciendo un mejor acoplamiento magnético entre la bobina de transmisión 1304 y la bobina de recepción 1306. La energía de CA es convertida en CC pulsante por el rectificador 1322. Por ejemplo, el rectificador 1322 puede incluir los circuitos rectificadores de los sistemas descritos anteriormente con referencia a las figuras 4 a 9 y, en particular, a las figuras 7 y 9. Un dispositivo de almacenamiento de energía 1323 puede incluirse para allanar la CC pulsante hasta la CC constante. Una fuente de alimentación en modalidad de conmutación 1324 puede incluirse para ajustar la tensión a un valor adecuado para la carga de una batería (no mostrada) mediante la energía de salida 1330. La fuente de alimentación 1310 y el circuito convertidor de energía de recepción 1320 pueden comunicarse modulando el campo magnético 1308, o por un canal de comunicación individual 1332 (por ejemplo, Bluetooth, ZigBee, celular, NFC, etc.).

Como se ha indicado, una transferencia eficaz de la energía entre la bobina de transmisión 1304 y la bobina de recepción 1306 se produce durante la resonancia apareada, o casi apareada, entre la bobina de transmisión 1304 y la bobina de recepción 1306, y son accionadas a esa frecuencia por la fuente de alimentación 1310. Sin embargo, incluso cuando la resonancia entre la bobina de transmisión 1304 y la bobina de recepción 1306 no se corresponden, la energía puede transferirse, aunque la eficacia puede verse afectada. La transferencia de energía se produce acoplando la energía del campo cercano de la bobina de transmisión 1304 a la bobina de recepción 1306 que reside en la vecindad donde este campo cercano se establece, en lugar de propagar la energía desde la bobina de transmisión 1306 al espacio libre. El campo cercano puede corresponder a una región en la que existen fuertes campos reactivos resultantes de las corrientes y las cargas en la bobina de transmisión 1304, que no irradian energía hacia el exterior de la bobina de transmisión 104a. En algunos casos, el campo cercano puede corresponder a una región que se encuentra dentro de aproximadamente una longitud de onda de  $1/2\pi$  de la bobina de transmisión 1304 (y viceversa para la bobina de recepción 1306), como se describirá adicionalmente más adelante.

La figura 14 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema ejemplar transmisor de energía inalámbrica 1400, que se puede usar en el sistema de transferencia de energía inalámbrica 1300 de la figura 13. La figura 14 muestra



una configuración ejemplar de una fuente de alimentación que puede incluir la funcionalidad requerida para convertir la energía de red de 50/60 Hz en una corriente alterna de alta frecuencia que puede ser utilizada para accionar el circuito de transmisión 1404, si bien otras configuraciones son posibles para otras fuentes de alimentación de entrada. La energía de red de 50/60 Hz 1402 puede estar acondicionada por un filtro de línea 1411 para eliminar el ruido de alta frecuencia y los picos de tensión perjudiciales. Un rectificador 1412 puede convertir la CA de 50/60 Hz en CC pulsante. El rectificador 1412 puede hacer uso de cualquiera de los componentes/circuitos de los sistemas descritos anteriormente con referencia a las figuras 4 a 12.

Un circuito de corrección del factor de potencia activa 1413 puede incluirse con fines de regulación para evitar corrientes excesivas en la red de suministro eléctrico, debido a la tensión desfasada y a la distorsión de corriente y de armónicos, debida a la acción de conmutación del rectificador 1412. El circuito de corrección del factor de potencia 1413 puede regular el flujo de corriente desde la red de suministro eléctrico, de manera que siga la tensión de la red y aparezca como una carga resistiva con un buen factor de potencia. El circuito de corrección del factor de potencia 1413 puede ser similar a una fuente de alimentación en modalidad conmutada que consume corriente de la red en una serie de pulsos de alta frecuencia que están modulados para que coincidan con la onda de la tensión de la red.

Un elemento de almacenamiento de energía 1414 puede ser incluido, y puede ser un condensador muy grande o puede estar compuesto de inductores y condensadores. En cualquier caso, los componentes pueden ser grandes para almacenar suficiente energía para una duración de medio ciclo de la energía de red de 50/60 Hz. Las fuentes de alimentación de menor potencia pueden omitir el elemento de almacenamiento de energía 1414, pero la potencia de CA de alta frecuencia resultante que acciona la bobina de transmisión 1404 puede entonces tener una onda de la energía de red de 50/60 Hz rectificadas, superpuestas como una envolvente, lo que lleva a tensiones y corrientes con picos más altos y a campos magnéticos de picos más altos. Puede ser deseable evitar esto en varios niveles de energía.

Un circuito de corte 1415 puede ser utilizado para convertir la CC rectificadas y allanadas, producidas por los componentes anteriores 1411 a 1414, y puede cortar la CC allanada en una onda cuadrada en la frecuencia de funcionamiento del circuito de transmisión 1404. Como una implementación ejemplar, esta frecuencia podría ser de 20 KHz, aunque podría utilizarse cualquier frecuencia que condujera a una bobina de transmisión 1404 y a una bobina de recepción de tamaño práctico. Frecuencias más altas pueden permitir utilizar componentes más pequeños, tanto en la fuente de alimentación 1410 como en la bobina de transmisión 1404, mientras que frecuencias más bajas pueden conducir a una mayor eficacia, debido a pérdidas de conmutación menores. Se han propuesto sistemas de carga de uso de frecuencias en la gama entre 400 Hz y 1 MHz.

Un circuito de adaptación 1416 puede incluirse para realizar una tarea doble como un filtro para convertir la onda cuadrada generada por el circuito de corte 1415 en una onda sinusoidal con armónicos suprimidos, y que adapta la impedancia del circuito de corte 1415 al circuito resonante formado por el condensador 1417 y el inductor 1405 de la bobina de transmisión 1404. Dado que el circuito de adaptación 1416 está funcionando en una frecuencia alta, los componentes pueden ser relativamente pequeños, pero deben ser de alta calidad para evitar pérdidas. El condensador 1417 puede estar en paralelo con, o en serie con, el inductor 1405 en el circuito de transmisión 1404 pero, en cualquier caso, puede ser de la más alta calidad para evitar pérdidas cuando la corriente que fluye en este dispositivo se multiplica por la Q operativa del circuito resonante. De manera similar, el inductor 1405 en el circuito de transmisión 1406 puede estar compuesto por componentes de alta calidad para evitar pérdidas. Un cable Litz se puede usar para aumentar el área de superficie y hacer un uso máximo del cobre en el devanado. Como alternativa, la bobina de transmisión 1404 puede estar hecha de una tira metálica con el espesor, anchura y tipo de metal seleccionados para conservar bajas las pérdidas resistivas. El material de ferrita utilizado para el circuito magnético puede seleccionarse para evitar saturación, corrientes arremolinadas y pérdida en la frecuencia de funcionamiento.

La fuente de alimentación 1410 puede incluir adicionalmente un circuito de detección de carga (no mostrado) para detectar la presencia o ausencia de bobinas de recepción activas en la proximidad del campo magnético 1408 generado por la bobina de transmisión 1404. A modo de ejemplo, un circuito de detección de carga monitoriza la corriente que fluye al circuito de corte 1415, que se ve afectada por la presencia o ausencia de una bobina de recepción adecuadamente alineada en la proximidad del campo magnético 1408. La detección de los cambios para la carga en el circuito de corte 1415 puede monitorizarse mediante un controlador, no mostrado, para su uso al determinar si se habilita o no el circuito de corrección del factor de potencia 1413 para transmitir energía y para comunicarse con una bobina de recepción activa. Una corriente medida en el circuito de corte 1415 se puede usar además para determinar si un objeto inválido está o no colocado dentro de una región de carga de la bobina de transmisión 1404.

La figura 15 es un diagrama de bloques funcionales de un sistema ejemplar inalámbrico de recepción de energía 1500 que puede utilizarse en el sistema de transferencia de energía inalámbrica 1300 de la figura 13 y que puede utilizar los sistemas de conversión de CA a CC de las figuras 4 a 12, y en las figuras 7, 9 y 11. El sistema de recepción 1500 puede convertir el campo magnético de alta frecuencia 1508 en una energía de CA de alta frecuencia que se convierte en energía de CC 1530 utilizada para cargar una batería (no mostrada) o alimentar un dispositivo (no mostrado). La bobina de recepción 1506 incluye un inductor 1507 que, junto con el condensador

1521, forma un circuito resonante. Los comentarios de calidad de los componentes para el inductor 1507 y el condensador 1521, descritos anteriormente con referencia a la figura 14, valen aquí también. Un circuito de adaptación 1522 puede realizar una función similar al circuito de adaptación 1413, pero en sentido inverso, donde la energía de CA de alta frecuencia generada por la bobina de recepción 1506 es adaptada, en impedancia, a un  
 5 rectificador 1523 y los armónicos generados por el rectificador 1523 no son acoplados al circuito de recepción 1506. El circuito rectificador 1523 puede ser utilizado para reducir los armónicos generados por la acción de rectificación y reducir los requisitos de filtrado sobre el circuito de adaptación 1522. Por ejemplo, el circuito rectificador 1523 puede hacer uso de, y/o incluir, los componentes y las topologías de los sistemas descritos anteriormente con referencia a las figuras 14 a 12. Esto puede permitir proporcionar un alto factor de potencia para aumentar la eficacia de  
 10 conversión de energía, para recibir de manera inalámbrica la energía y proporcionar esa energía a una carga (por ejemplo, una batería para carga).

Un elemento de almacenamiento de energía 1524 se puede utilizar para allanar la CC pulsante hasta CC constante. El elemento de almacenamiento de energía 1524 puede funcionar a altas frecuencias (en comparación con el  
 15 elemento de almacenamiento de energía 1414 de la figura 14), por lo que los componentes pueden ser más pequeños. Una fuente de alimentación en modalidad de conmutación 1525 se puede utilizar para regular la tensión de CC y, posiblemente, la CC en respuesta a un sistema de gestión de la batería (no mostrado). Como alternativa, la función de regulación de la fuente de alimentación en modalidad de conmutación 1525 puede proporcionarse en el transmisor dentro de la fuente de alimentación 1410, pero este enfoque puede depender de un enlace de comunicaciones rápido y fiable desde el sistema de recepción 1400 a la fuente de alimentación 1410 y puede añadir  
 20 complejidad a todo el sistema.

La figura 16 es un diagrama de un sistema ejemplar para la carga de un vehículo eléctrico 1650, que puede incluir el sistema de transferencia de energía inalámbrica 1300 de la figura 13. El sistema de transferencia de energía  
 25 inalámbrica 1600 permite la carga de un vehículo eléctrico 1600 mientras el vehículo eléctrico 1650 está aparcado cerca de un sistema de base de carga 1610a. Se ilustran espacios para dos vehículos eléctricos en un área de estacionamiento, a estacionar sobre los correspondientes sistemas de base de carga 1610a, 1610b. En algunos modos de realización, un centro de distribución local 1640 puede estar conectado a una red troncal de alimentación 1642 y configurado para proporcionar un suministro de corriente alterna (CA) o de corriente continua (CC) a través  
 30 de un enlace de energía (o fuente de alimentación) 1602 al sistema de base de carga 1610a. El sistema de base de carga 1610a también incluye una bobina de transmisión 1604a, como se ha descrito anteriormente, para transferir o recibir energía de forma inalámbrica. Un vehículo eléctrico 1612 puede incluir una unidad de batería 1634, una bobina de recepción 1606 y un circuito de conversión de energía del receptor 1620. La bobina de recepción 1606 puede interactuar con la bobina de transmisión 1604a para transferir energía de forma inalámbrica, como se ha  
 35 descrito anteriormente.

La bobina de transmisión 1604 o la bobina de recepción 1606 también pueden ser mencionadas o estar configuradas como una antena de "bucle". La bobina de transmisión 1604 o la bobina de recepción 1606 también  
 40 pueden mencionarse en la presente memoria, o estar configuradas, como una antena "magnética" o una bobina de inducción. El término "bobina" está concebido, en un aspecto, para referirse a un componente que puede emitir o recibir energía de forma inalámbrica para su acoplamiento a otra "bobina". La bobina también puede mencionarse como una "antena" de un tipo que está configurada para emitir o recibir energía de forma inalámbrica.

El centro de distribución local 1640 puede configurarse para comunicarse con fuentes externas (por ejemplo, una red eléctrica) mediante una red de retorno de comunicación 1642, y con el sistema de base de carga 1610a mediante un  
 45 enlace de comunicación 1632.

En algunos modos de realización, la bobina de recepción 1606 puede estar alineada con la bobina de transmisión 1604a y, por lo tanto, dispuesta dentro de una región de campo cercano, simplemente por colocar el conductor el  
 50 vehículo eléctrico 1650 correctamente con respecto a la bobina de transmisión 1604a. En otros modos de realización, al conductor se le puede dar retro-alimentación visual, retro-alimentación auditiva o combinaciones de las mismas para determinar cuándo el vehículo eléctrico 1650 está correctamente colocado para la transferencia inalámbrica de energía. En otros modos de realización más, el vehículo eléctrico 1650 puede ser situado por un sistema de piloto automático, que puede mover el vehículo 1650 hacia adelante y hacia atrás (por ejemplo, en  
 55 movimientos en zigzag) hasta que un error de alineación haya alcanzado un valor tolerable. Esto puede ser realizado de forma automática y autónoma por el vehículo eléctrico 1650 sin, o solamente con una mínima, intervención del conductor, siempre que el vehículo eléctrico 1650 esté equipado con un volante de dirección servo, sensores de ultrasonidos e inteligencia para ajustar el vehículo. En otros modos de realización más, la bobina de recepción 1606, la bobina de transmisión 1604a, o una combinación de las mismas, pueden tener funcionalidad para  
 60 desplazar y mover las bobinas 1606 y 1604a entre sí, para orientarlas de manera más precisa y desarrollar un acoplamiento más eficaz entre las mismas.

El sistema de base de carga 1610a puede estar situado en una amplia variedad de ubicaciones. Como ejemplos no limitativos, algunas ubicaciones adecuadas incluyen un área de aparcamiento en una casa del propietario del  
 65 vehículo eléctrico, áreas de aparcamiento reservadas para carga de vehículos eléctricos sin cable, modeladas a

semejanza de las estaciones de servicio convencionales basadas en el petróleo, y estacionamientos en otras ubicaciones, tales como centros comerciales y lugares de trabajo.

Los vehículos eléctricos de carga en forma inalámbrica brindan numerosos beneficios. Por ejemplo, la carga se puede realizar de forma automática, prácticamente sin intervención del conductor ni manipulaciones, mejorando por ello la comodidad para un usuario. También puede no haber contactos eléctricos expuestos y ningún desgaste mecánico, mejorando por ello la fiabilidad del sistema de transferencia de energía inalámbrica 1600. Pueden no ser necesarias manipulaciones con cables y conectores, y puede no haber cables, enchufes o tomas de corriente que puedan estar expuestas a la humedad y al agua en un entorno al aire libre, mejorando por ello la seguridad. También puede no haber tomas de corriente, cables y enchufes visibles o accesibles, reduciendo por ello el vandalismo potencial de los dispositivos de carga de energía. Además, puesto que los vehículos eléctricos pueden ser utilizados como dispositivos de almacenamiento distribuidos para estabilizar una red de energía eléctrica, una solución cómoda de amarre a la red puede ser deseable para aumentar la disponibilidad de los vehículos para las operaciones de vehículo a red (V2G).

Un sistema de transferencia de energía inalámbrica 1600 también puede brindar ventajas estéticas y sin barreras. Por ejemplo, puede no haber columnas de carga y/o cables, que pueden ser barreras para vehículos y/o peatones.

En otros modos de realización, un sistema de transferencia de energía inalámbrica puede utilizarse para cargar una amplia variedad de dispositivos electrónicos recargables u otros dispositivos que pueden funcionar utilizando la energía recibida en forma inalámbrica. La figura 17 es un diagrama de bloques funcionales de otro transmisor ejemplar de energía inalámbrica 1704. El transmisor 1704 puede incluir circuitos de transmisión 1706 y una bobina de transmisión 1714. Los circuitos de transmisión 1706 pueden proporcionar energía de RF a la bobina de transmisión 1714, proporcionando una señal oscilante que da como resultado la generación de energía (por ejemplo, flujo magnético) alrededor de la bobina de transmisión 1714, como se ha descrito anteriormente. El transmisor 1704 puede funcionar en cualquier frecuencia adecuada. A modo de ejemplo, el transmisor 1704 puede funcionar en la banda ISM de 13,56 MHz.

Como se ha descrito anteriormente, los circuitos de transmisión 1706 pueden incluir un circuito de acoplamiento de impedancia fija 1709 y un circuito de filtro 1708 configurado para reducir las emisiones de armónicos a los niveles para prevenir el auto-bloqueo de dispositivos acoplados a los receptores. Otras realizaciones ejemplares pueden incluir diferentes topologías de filtro, incluyendo, pero sin limitación, filtros de muesca que atenúan las frecuencias específicas, dejando pasar otras, y pueden incluir un apareo de impedancia adaptativo, que puede variarse basándose en métricas de transmisión medibles, tales como la potencia de salida a la bobina 1714 o la CC consumida por el circuito de accionamiento 1724. Los circuitos de transmisión 1706 también incluyen un circuito de accionamiento 1724 configurado para accionar una señal de RF, según lo determinado por un oscilador 1723. Los circuitos de transmisión 1706 pueden consistir en dispositivos o circuitos discretos o, como alternativa, pueden consistir en un montaje integrado. Una salida ejemplar de energía de RF de la bobina de transmisión 1714 puede ser del orden de 2,5 vatios para la carga de dispositivos electrónicos.

Los circuitos de transmisión 1706 pueden incluir adicionalmente un controlador 1715 para habilitar de manera selectiva el oscilador 1723 durante las fases de transmisión (o ciclos de trabajo) para receptores específicos, para ajustar la frecuencia o fase del oscilador 1723, y para ajustar el nivel de potencia de salida para implementar un protocolo de comunicación para interactuar con los dispositivos adyacentes a través de sus receptores adjuntos. Se hace notar que el controlador 1515 también puede mencionarse en este documento como el procesador 1715. El ajuste de la fase del oscilador y de los circuitos en la trayectoria de transmisión puede permitir la reducción de emisiones fuera de banda, sobre todo, cuando transitan de una frecuencia a otra. El transmisor 1704 puede estar integrado en un panel de carga para cargar de forma inalámbrica una amplia variedad de dispositivos electrónicos portátiles.

La figura 18 es un diagrama de bloques funcionales de otro receptor ejemplar de energía inalámbrica 1808 que puede usar cualquiera de los sistemas de conversión de CA a CC de las figuras 4 a 12 y, en particular, las figuras 7, 9 y 11. El receptor 1808 incluye circuitos de recepción 1810 que pueden incluir una bobina de recepción 1818. El receptor 1808 se acopla adicionalmente al dispositivo 1850 para proporcionar la potencia recibida al mismo. Cabe apreciar que el receptor 1808 se ilustra como externo al dispositivo 1850, pero puede integrarse en el dispositivo 1850. La energía se puede propagar de forma inalámbrica a la bobina de recepción 1818 y después acoplarse, a través del resto de los circuitos de recepción 1810, al dispositivo 1850. A modo de ejemplo, el dispositivo de carga puede incluir dispositivos tales como teléfonos móviles, reproductores de música portátiles, ordenadores portátiles, ordenadores de tableta, dispositivos informáticos periféricos, dispositivos de comunicación (por ejemplo, dispositivos de Bluetooth), cámaras digitales, audífonos (y otros dispositivos médicos) y similares.

La bobina de recepción 1818 puede ser sintonizada para resonar a la misma frecuencia, o dentro de un determinado rango de frecuencias, de la bobina de transmisión 1714 (figura 17). La bobina de recepción 1818 puede dimensionarse de forma análoga a la bobina de transmisión 1814 o puede dimensionarse de forma diferente, basándose en las dimensiones del dispositivo asociado 1850. A modo de ejemplo, el dispositivo 1850 puede ser un dispositivo electrónico portátil que tiene una dimensión diametral o longitudinal menor que el diámetro o la longitud

de la bobina de transmisión 1714. En tal ejemplo, la bobina de recepción 1818 puede implementarse como una bobina multi-giro a fin de reducir el valor de la capacitancia de un condensador de sintonía (no mostrado) y aumentar la impedancia de la bobina de recepción. A modo de ejemplo, la bobina de recepción 1818 puede colocarse alrededor de la circunferencia esencial del dispositivo 1850 con el fin de maximizar el diámetro de la bobina y reducir el número de giros del bucle (es decir, devanados) de la bobina de recepción 1818 y la capacitancia de interdevanado.

Como se ha descrito anteriormente, con referencia a la figura 17, los circuitos de recepción 1810 puede proporcionar una adaptación de la impedancia con respecto a la bobina de recepción 1818. Como también se ha descrito anteriormente, los circuitos de recepción 1810 incluyen circuitos de conversión de potencia 1806 para convertir una fuente de energía de RF recibida en potencia de carga, para su uso por el dispositivo 1850. Los circuitos de conversión de energía 1806 incluyen un convertidor RF a CC 1820 (por ejemplo, rectificador) y también pueden incluir un convertidor de CC a CC 1822 (regulador), como se ha descrito anteriormente. El convertidor de RF a CC 1820 puede hacer uso de algunos de, o todos, los circuitos, como se ha descrito anteriormente con referencia a las figuras 4 a 12, para proporcionar un alto factor de potencia y la reducción del contenido de armónicos. Los circuitos de recepción 1810 pueden incluir adicionalmente los circuitos de conmutación 1812 para conectar la bobina de recepción 1818 a los circuitos de conversión de energía 1806 o, como alternativa, para desconectar los circuitos de conversión de energía 1806. La desconexión de la bobina de recepción 1818 de los circuitos de conversión de energía 1806 no sólo suspende la carga del dispositivo 1850, sino que también cambia la "carga" según "la ve" el transmisor 1704 (figura 17). Los circuitos receptores 1810 incluyen adicionalmente el procesador 1816 para coordinar los procesos del receptor 1808 descrito en el presente documento, incluyendo el control de los circuitos de conmutación 1812 descritos en el presente documento. El procesador 1816 también puede ajustar el convertidor de CC en CC 1822 para un mejor rendimiento.

Se debería apreciar que, aunque las figuras anteriores muestran un ejemplo de los diversos sistemas de carga inalámbrica, el sistema y el procedimiento descritos en este documento pueden aplicarse igualmente a un sistema de carga que usa una conexión no inalámbrica. Por ejemplo, una línea de transmisión puede estar conectada directamente entre sistemas para cargar la batería (no mostrado).

La figura 19 es un diagrama de flujo de un procedimiento 1900 ejemplar para la conversión de CA a CC. Aunque se ha descrito con referencia a la figura 4, el procedimiento 1900 puede ser utilizado conjuntamente con cualquiera de los sistemas descritos con referencia a las figuras 5, 7, 9, 11 y 12. En el bloque 1902, la corriente alterna desde una fuente de alimentación 402 se rectifica hasta una primera corriente continua mediante un primer circuito rectificador 404a. En el bloque 1904, la primera corriente continua se promedia mediante un circuito promediador 410 para proporcionar una segunda corriente continua. El circuito promediador 410 puede comprender un inductor y un condensador. En el bloque 1906, la corriente alterna también se rectifica hasta una tercera corriente continua mediante un segundo circuito rectificador 404b. Los circuitos rectificadores primero y segundo 404a y 404b pueden incluir circuitos rectificadores de onda completa y pueden compartir componentes. Cada uno de los circuitos rectificadores primero y segundo 404a y 404b puede incluir una topología de rectificador que incluye una combinación de circuitos rectificadores.

En el bloque 1908, se proporcionan la corriente continua obtenida de la segunda corriente continua y la tercera corriente continua. Por ejemplo, las salidas del circuito promediador 410 y el segundo circuito rectificador 404b pueden estar conectadas eléctricamente de manera que se combinen la segunda y la tercera corriente continua. La corriente continua obtenida de la segunda corriente continua y la tercera corriente continua se pueden proporcionar para alimentar o cargar una carga 406. El procedimiento 1900 puede incluir, además, la generación de la corriente alterna en base, al menos parcialmente, a la energía recibida de forma inalámbrica. Por ejemplo, la fuente de alimentación 402 puede comprender una bobina configurada para recibir energía de manera inalámbrica, según se induce una tensión variable en el tiempo para producir una corriente alterna. En algunos modos de realización, el procedimiento puede incluir además el filtrado de la corriente continua mediante un circuito de filtro para allanar la CC hasta un nivel constante.

La figura 20 muestra otro diagrama ejemplar de bloques funcionales de un sistema de conversión de CA a CC. El sistema puede incluir un aparato de conversión de energía 2000 que comprende los medios 2002, 2004, 2006 y 2008 para las diversas acciones expuestas con respecto a las figuras 1 a 19.

Las diversas operaciones de los procedimientos descritos anteriormente pueden ser llevadas a cabo por cualquier medio adecuado capaz de realizar las operaciones, tales como diversos componentes, circuitos y/o módulos de hardware y/o software. En general, cualquier operación ilustrada en las figuras puede ser llevada a cabo por medios funcionales correspondientes, capaces de llevar a cabo las operaciones. Por ejemplo, los medios para rectificar pueden comprender un circuito rectificador que puede ser cualquiera de los circuitos rectificadores descritos anteriormente, o cualquier combinación de los mismos. Además, los medios para promediar pueden comprender un circuito promediador. Los medios para proporcionar la corriente continua pueden comprender los circuitos según lo descrito anteriormente con referencia a las figuras 4 a 12 y, en particular, las figuras 7, 9 y 11.

La información y las señales pueden representarse usando cualquiera entre una amplia variedad de tecnologías y técnicas diferentes. Por ejemplo, los datos, las instrucciones, los comandos, la información, las señales, los bits, los símbolos y los chips que pueden haber sido mencionados a lo largo de la descripción anterior pueden representarse mediante tensiones, corrientes, ondas electromagnéticas, campos o partículas magnéticos, campos o partículas ópticos, o cualquier combinación de los mismos.

Los diversos bloques lógicos, módulos, circuitos y etapas de algoritmo ilustrativos, descritos en relación con las realizaciones divulgadas en el presente documento pueden implementarse como hardware electrónico, software informático o combinaciones de ambos. Para ilustrar claramente esta intercambiabilidad de hardware y software, anteriormente se han descrito diversos componentes, bloques, módulos, circuitos y etapas ilustrativos, generalmente, en lo que respecta a su funcionalidad. Si tal funcionalidad se implementa como hardware o software depende de la aplicación particular y de las limitaciones de diseño impuestas sobre todo el sistema. La funcionalidad descrita se puede implementar de formas variables para cada aplicación particular, pero no debe interpretarse que tales decisiones de implementación suponen un alejamiento del alcance de las realizaciones de la invención.

Los diversos bloques, módulos y circuitos ilustrativos descritos en relación con las realizaciones divulgadas en el presente documento pueden implementarse o realizarse con un procesador de propósito general, con un procesador de señales digitales (DSP), con un circuito integrado específico de la aplicación (ASIC), con una formación de compuertas programables en el terreno (FPGA) o con otro dispositivo de lógica programable, compuerta discreta o lógica de transistor, componentes de hardware discretos, o con cualquier combinación de los mismos diseñada para realizar las funciones descritas en el presente documento. Un procesador de propósito general puede ser un microprocesador, pero, como alternativa, el procesador puede ser cualquier procesador, controlador, micro-controlador o máquina de estados convencional. Un procesador también puede implementarse como una combinación de dispositivos informáticos, por ejemplo, una combinación de un DSP y un microprocesador, una pluralidad de microprocesadores, uno o más microprocesadores junto con un núcleo de DSP o cualquier otra configuración de este tipo.

Las etapas de un procedimiento o algoritmo y las funciones descritas en relación con los modos de realización divulgados en el presente documento pueden realizarse directamente en hardware, en un módulo de software ejecutado por un procesador o en una combinación de los dos. Si se implementan en software, las funciones, como una o más instrucciones o código, pueden almacenarse en, o transmitirse por, un medio no transitorio tangible, legible por ordenador. Un módulo de software puede residir en memoria de acceso aleatorio (RAM), memoria flash, memoria de sólo lectura (ROM), memoria ROM eléctricamente programable (EPROM), memoria ROM programable eléctricamente borrable (EEPROM), registros, un disco duro, un disco extraíble, un CD-ROM o en cualquier otra forma de medio de almacenamiento conocida en la técnica. Un medio de almacenamiento está acoplado con el procesador de modo que el procesador pueda leer información de, y escribir información en, el medio de almacenamiento. Como alternativa, el medio de almacenamiento puede estar integrado en el procesador. Los discos, como se usan en el presente documento, incluyen el disco compacto (CD), el disco de láser, el disco óptico, el disco versátil digital (DVD), el disco flexible y el disco Blu-ray, donde algunos discos normalmente reproducen datos de manera magnética, mientras que otros discos reproducen los datos de manera óptica con láser. Las combinaciones de lo que antecede también deberían incluirse dentro del alcance de los medios legibles por ordenador. El procesador y el medio de almacenamiento pueden residir en un ASIC. El ASIC puede residir en un terminal de usuario. Como alternativa, el procesador y el medio de almacenamiento pueden residir como componentes discretos en un terminal de usuario.

Con el fin de resumir la divulgación, ciertos aspectos, ventajas y características novedosas de las invenciones se han descrito en el presente documento. Debe entenderse que no necesariamente pueden lograrse todas estas ventajas de acuerdo a cualquier realización particular de la invención. Por lo tanto, la invención puede realizarse o llevarse a cabo de una manera que logre u optimice una ventaja o un grupo de ventajas, según se enseña en este documento, sin tener que lograr necesariamente otras ventajas, según se pueda enseñar o sugerir en el presente documento.

Diversas modificaciones de los modos de realización descritos anteriormente resultarán inmediatamente evidentes, y los principios genéricos definidos en el presente documento pueden aplicarse a otras realizaciones sin apartarse del alcance de la invención, según se define en las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Un procedimiento para la conversión de energía para proporcionar una salida de corriente continua (CC) basada, al menos en parte, en una corriente alterna, que comprende:

rectificar (1902) la corriente alterna hasta una primera corriente continua mediante un primer circuito rectificador;

10 promediar (1904) la primera corriente continua mediante un circuito promediador, para proporcionar una segunda corriente continua; y

rectificar (1906) la corriente alterna hasta una tercera corriente continua mediante un segundo circuito rectificador; y

15 proporcionar (1908) la salida de corriente directa obtenida de la segunda corriente continua y la tercera corriente continua;

en el que uno entre el primer circuito rectificador y el segundo circuito rectificador, o ambos, comprenden una topología de rectificador que comprende una combinación de circuitos rectificadores, en el que la topología de rectificador comprende un circuito rectificador de onda completa conectado eléctricamente en serie con un circuito duplicador de corriente, comprendiendo el circuito duplicador de corriente dos inductores (L5, L6, L9, L10) y dos diodos (D17, D18, D24, D25).
- 25 2. El procedimiento de la reivindicación 1, que comprende además filtrar la salida de corriente continua mediante un inductor y un condensador.
3. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 o 2, en el que el promediado comprende proporcionar menos de una tensión máxima de una salida del segundo circuito rectificador.
- 30 4. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, que comprende además la alimentación o la carga de una carga utilizando la salida de corriente continua.
- 35 5. El procedimiento de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, que comprende además la generación de la corriente alterna en base, al menos parcialmente, a la energía recibida de forma inalámbrica.
- 40 6. Un aparato de conversión de energía para proporcionar una salida de corriente continua (CC) basada, al menos en parte, en una corriente alterna, que comprende:

medios para rectificar (2004) la corriente alterna hasta una primera corriente continua;

medios para promediar (2006) la primera corriente continua para proporcionar una segunda corriente continua;

45 medios para rectificar (2002) la corriente alterna hasta una tercera corriente continua; y

medios para proporcionar (2008) la salida de corriente continua obtenida de la segunda corriente continua y la tercera corriente continua;

50 en el que uno de los, o ambos, medios para rectificar (2004) la corriente alterna hasta la primera corriente continua, y los medios para rectificar (2002) la corriente alterna hasta la tercera salida de corriente continua, comprenden una topología de rectificador que comprende una combinación de circuitos rectificadores, en el que el topología de rectificador comprende un circuito rectificador de onda completa conectado eléctricamente en serie con un circuito duplicador de corriente, comprendiendo el circuito duplicador de corriente dos inductores (L5, L6, L9, L10) y dos diodos (D17, D18, D24, D25).
- 55 7. El aparato de conversión de energía de la reivindicación 6, que comprende además un circuito de filtro que comprende un inductor y un condensador configurado para filtrar la salida de corriente continua.
- 60 8. El aparato de conversión de energía de cualquiera de las reivindicaciones 6 o 7, en el que los medios para promediar comprenden medios para proporcionar menos de una tensión máxima de una salida de los medios para rectificar la corriente alterna hasta la tercera corriente continua.
- 65 9. El aparato de conversión de energía de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 8, en el que los medios para promediar comprenden un circuito promediador que comprende un inductor y un condensador.

10. El aparato de conversión de energía de la reivindicación 9, en el que el inductor está conectado eléctricamente en paralelo con el condensador.
- 5 11. El aparato de conversión de energía de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 10, en el que los medios para proporcionar la primera salida de corriente continua comprenden un primer circuito rectificador, en el que los medios para proporcionar la tercera salida de corriente continua comprenden un segundo circuito rectificador, y en el que el primer circuito rectificador y el segundo circuito rectificador comprenden circuitos rectificadores de onda completa.
- 10 12. El aparato de conversión de energía de la reivindicación 11, en el que cada uno de los circuitos rectificadores de onda completa comprende cuatro diodos, y en el que dos diodos de los cuatro diodos están compartidos entre el primer circuito rectificador y el segundo circuito rectificador.
13. El aparato de conversión de energía de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 12, en el que la salida de corriente continua se proporciona para alimentar o cargar una carga.
- 15 14. El aparato de conversión de energía de cualquiera de las reivindicaciones 6 a 13, en el que la corriente alterna está configurada para ser generada en base, al menos parcialmente, a energía recibida de forma inalámbrica.
- 20 15. El aparato de conversión de energía de la reivindicación 14, que comprende además una bobina configurada para recibir de forma inalámbrica la energía recibida de forma inalámbrica y para generar la corriente alterna.

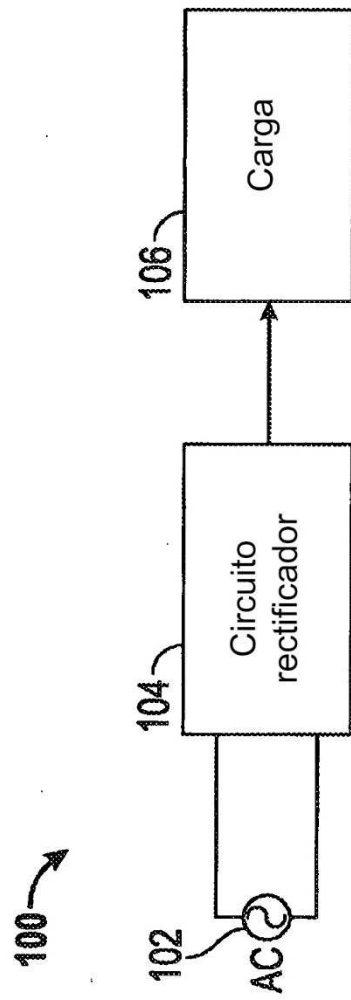


FIG. 1



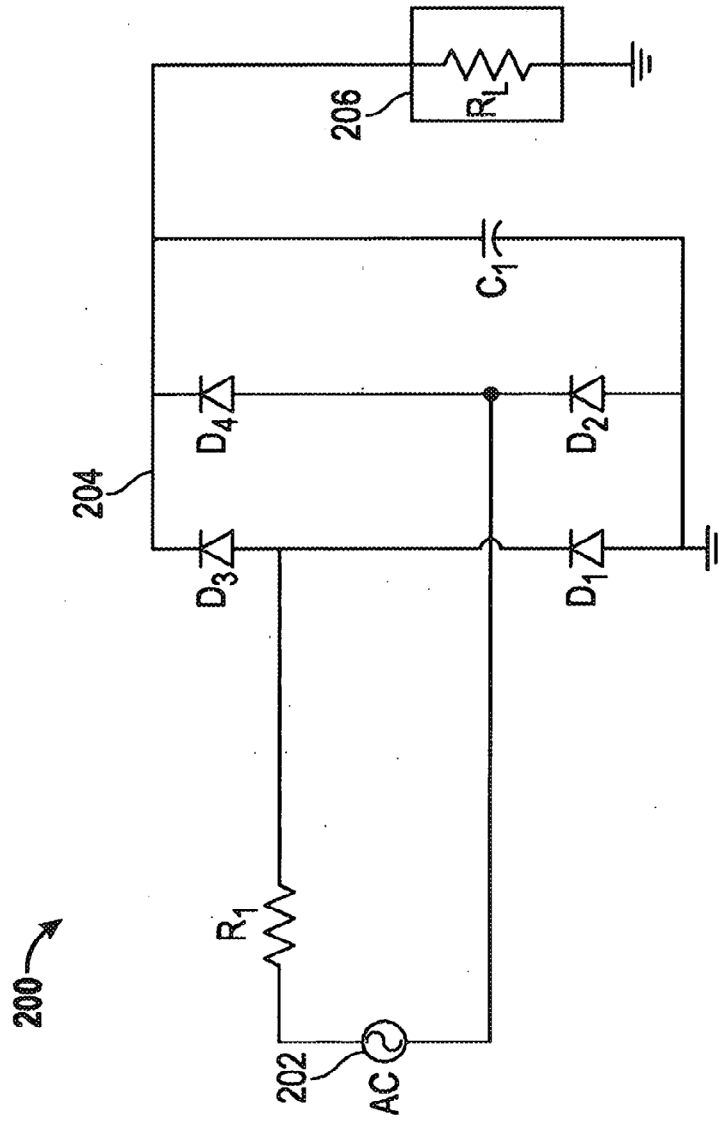


FIG. 2

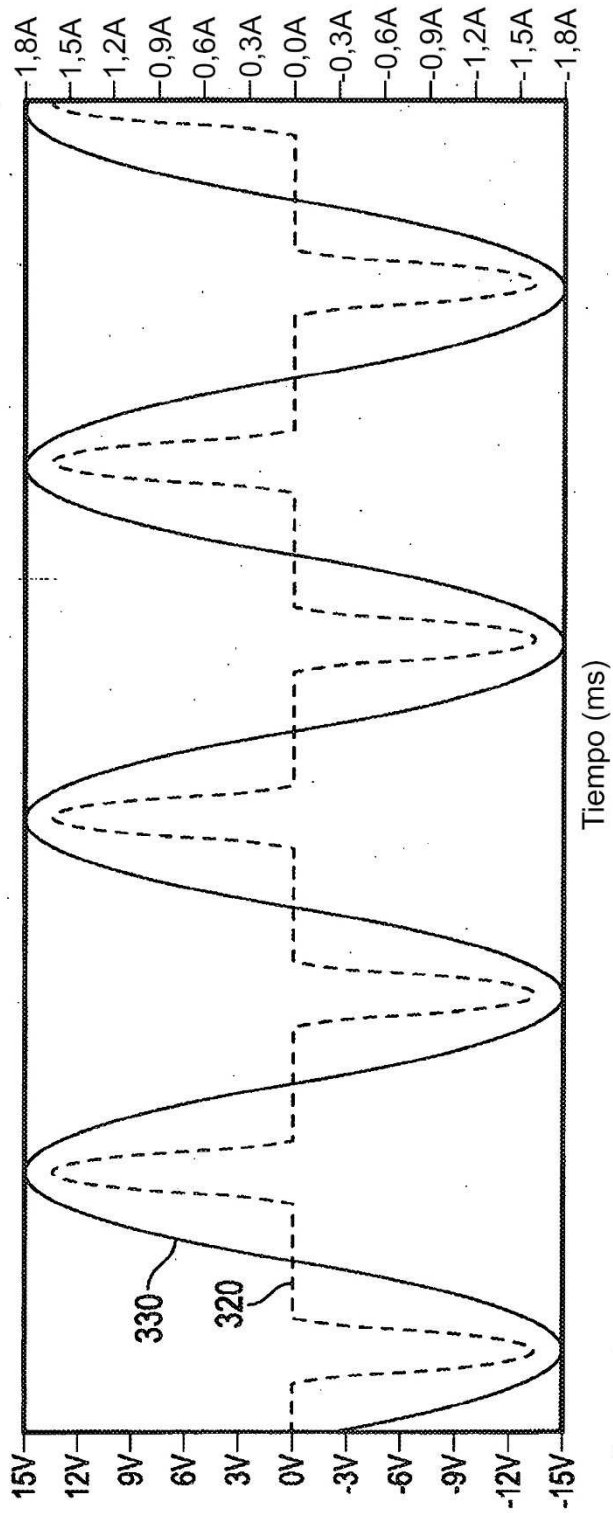


FIG. 3

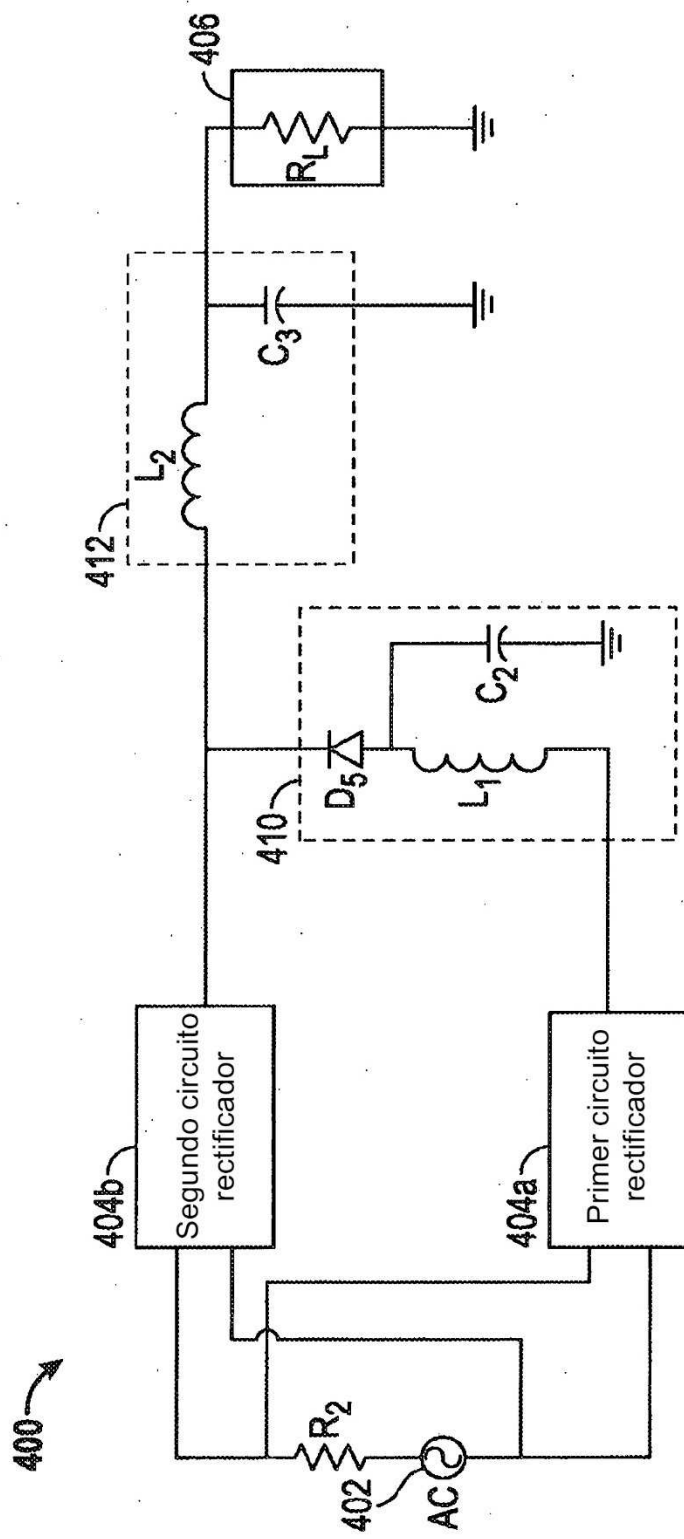


FIG. 4

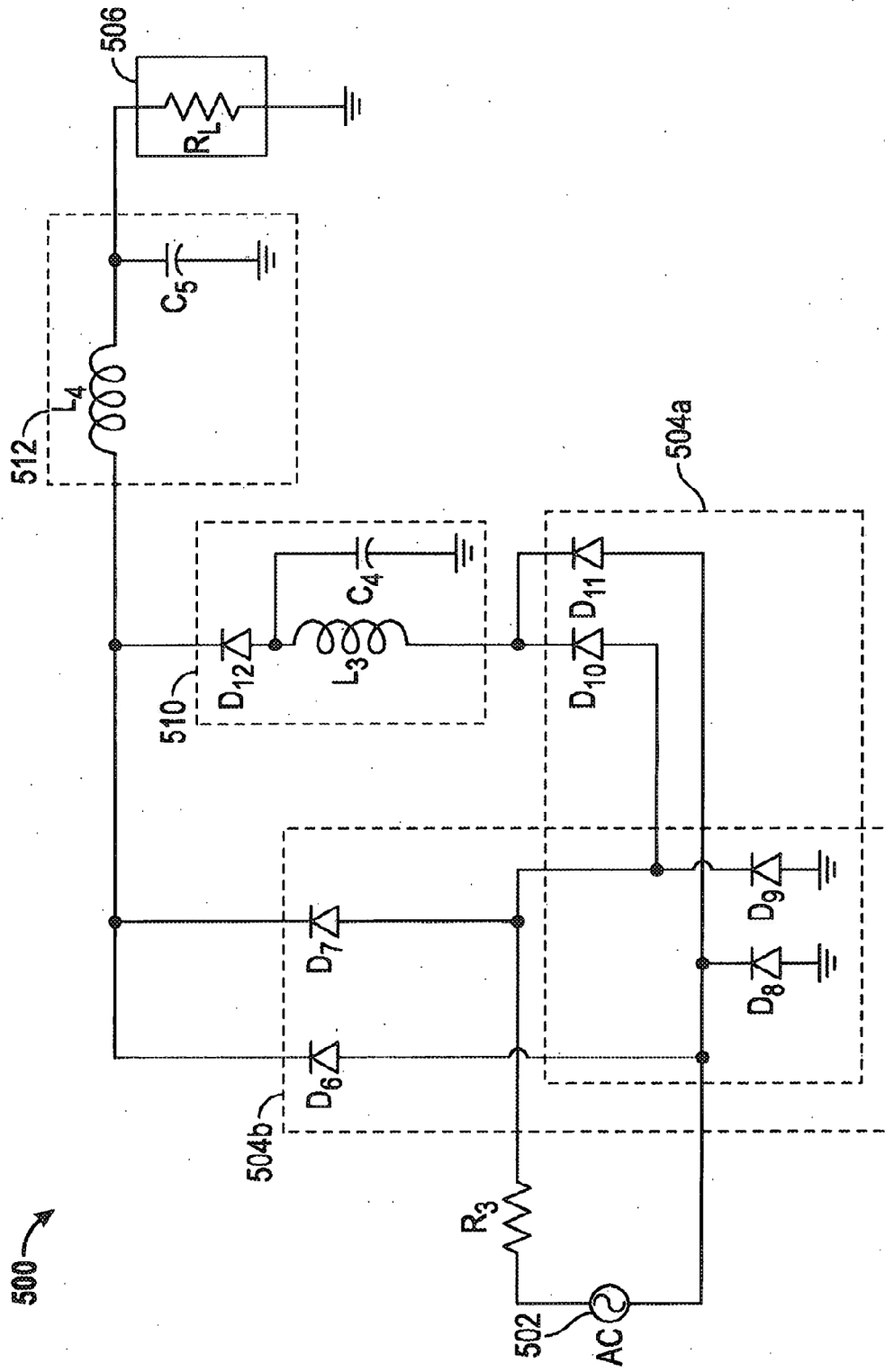
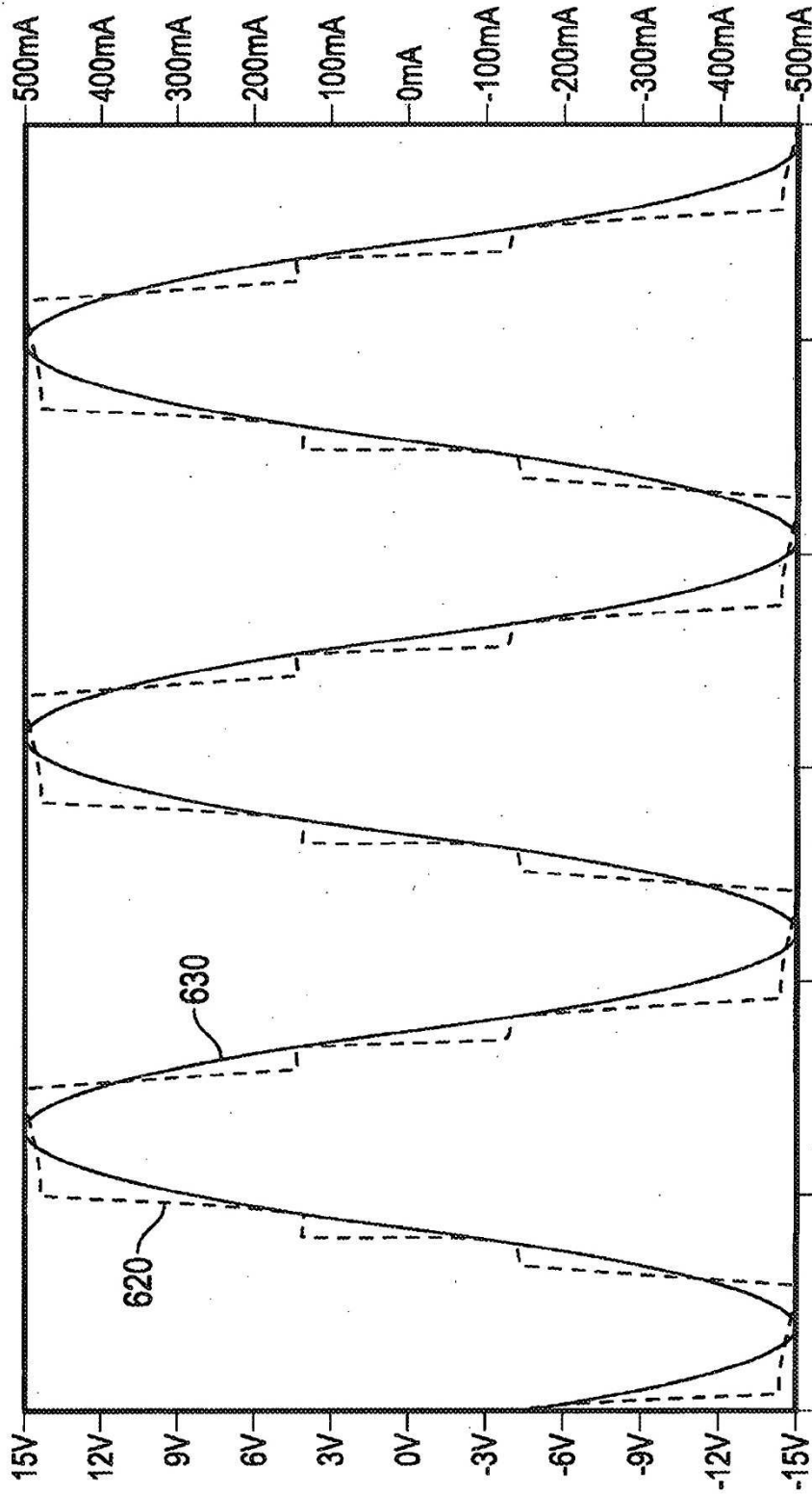


FIG. 5



Tiempo (ms)

FIG. 6

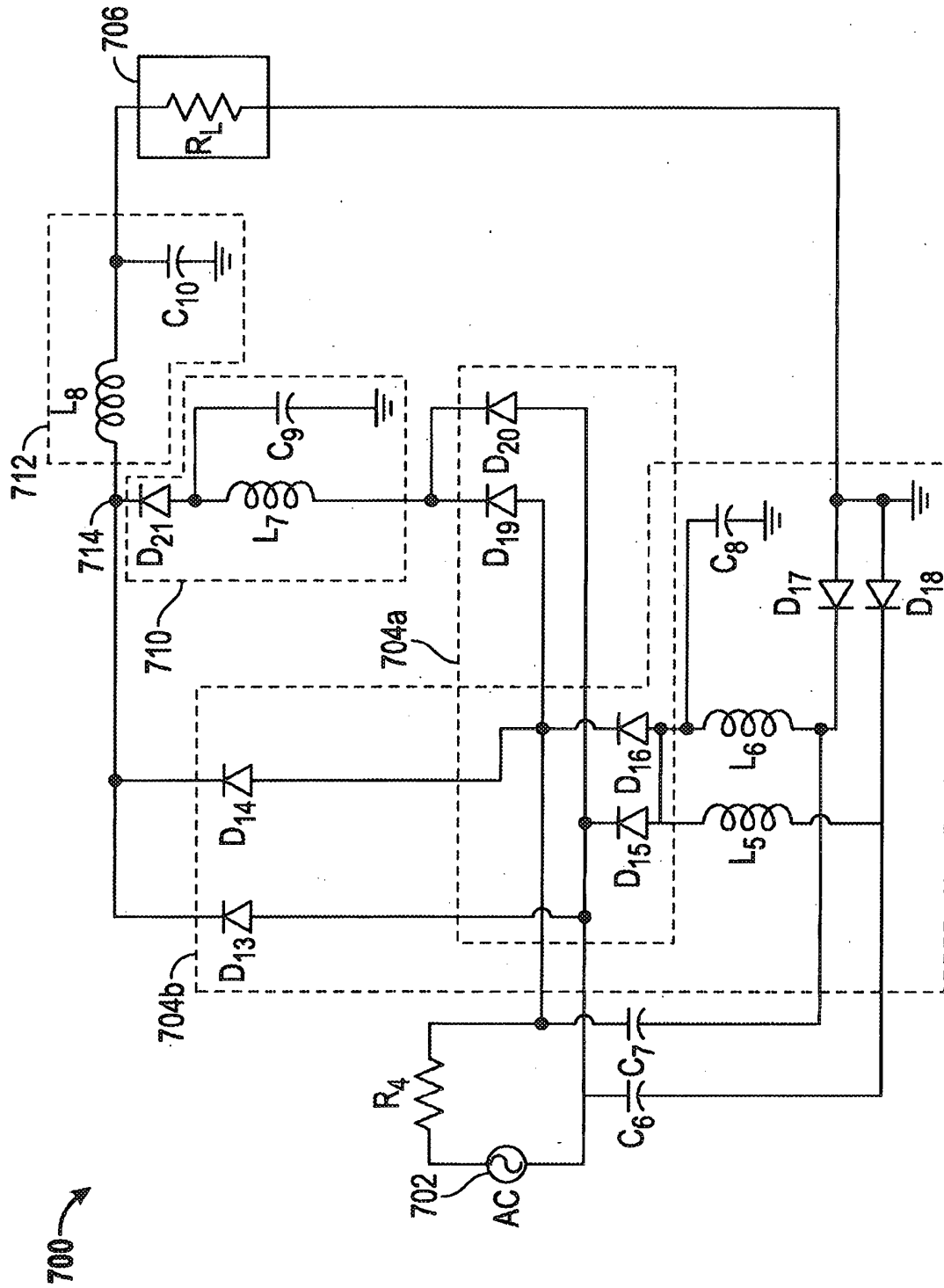
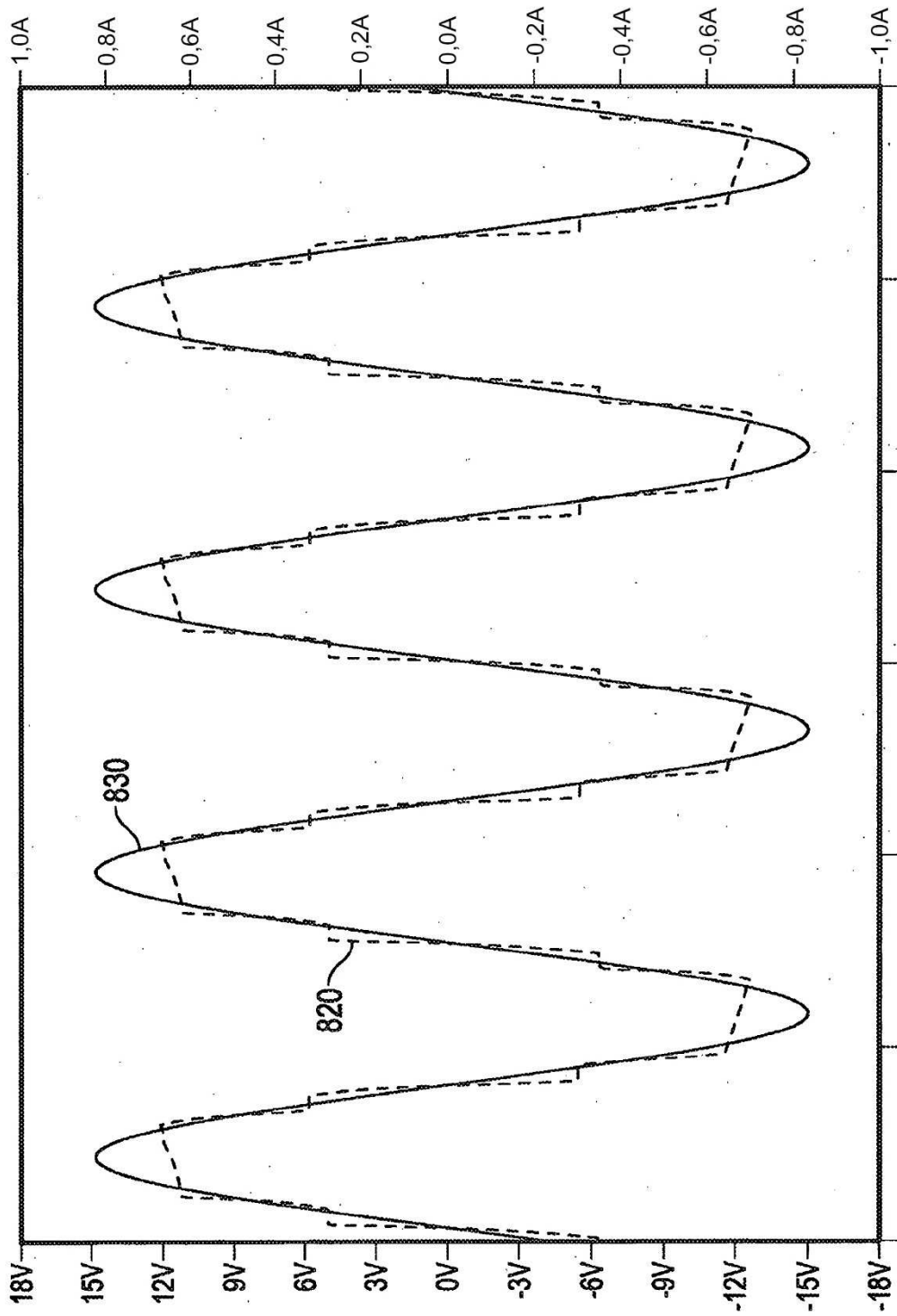


FIG. 7



Tiempo (ms)

FIG. 8

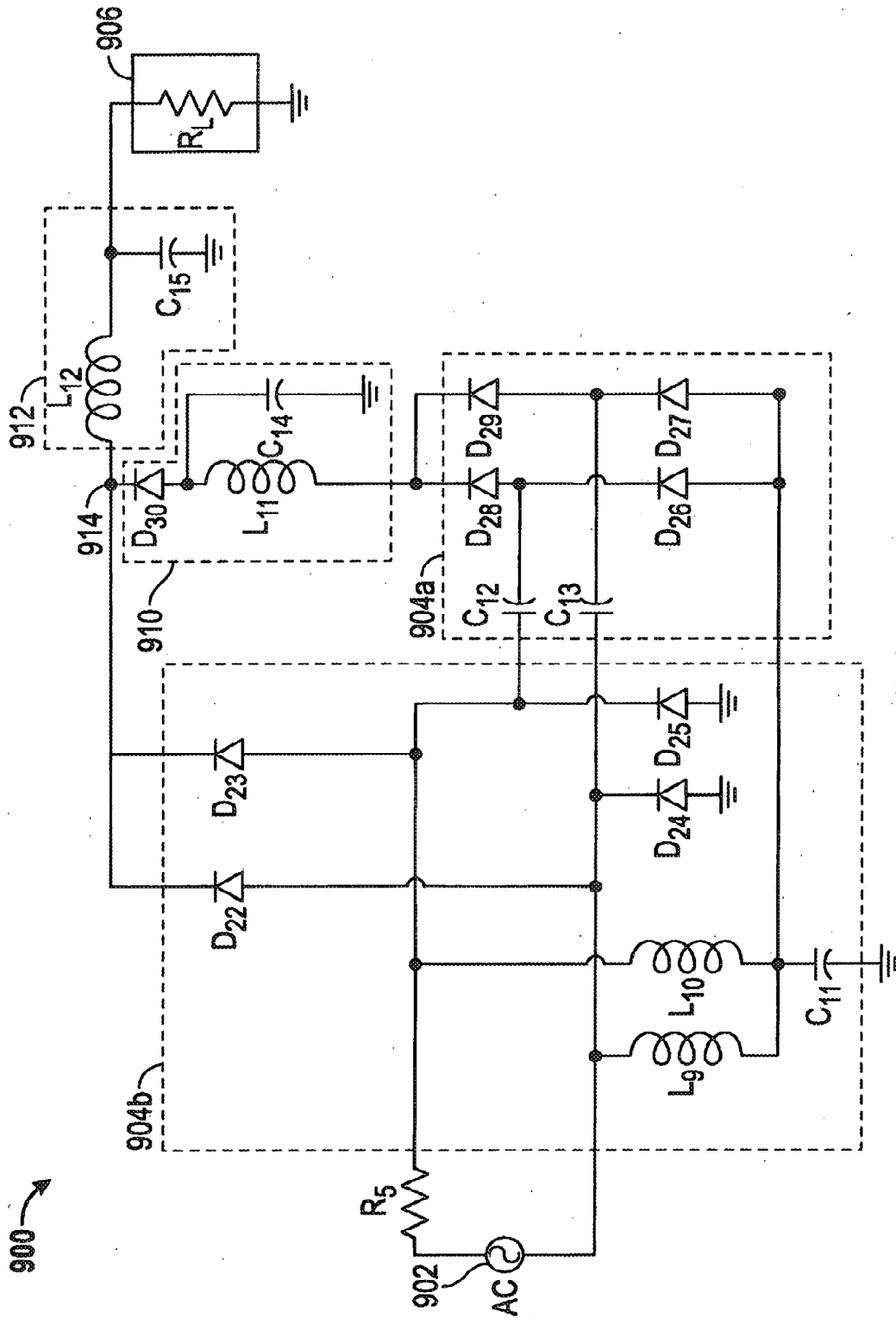


FIG. 9



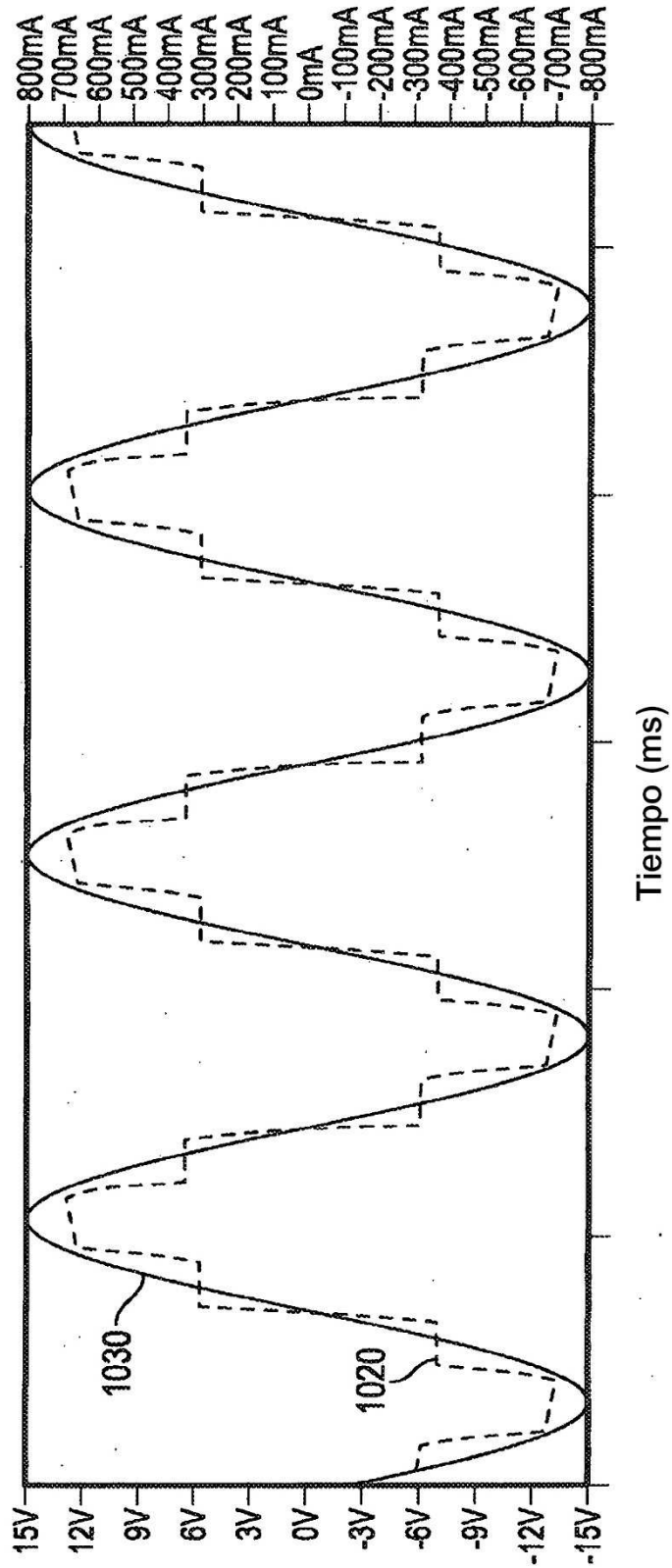


FIG. 10

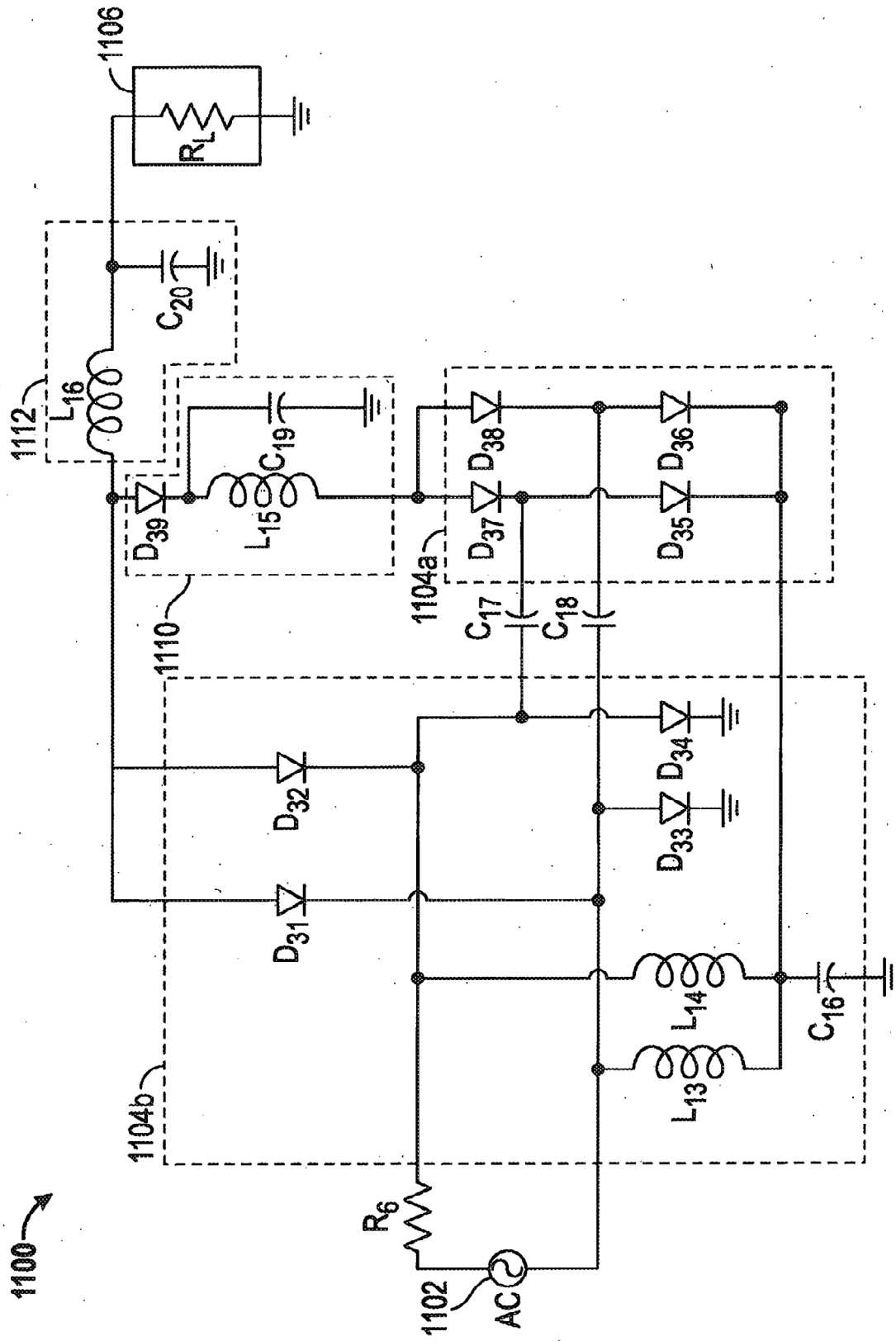


FIG. 11

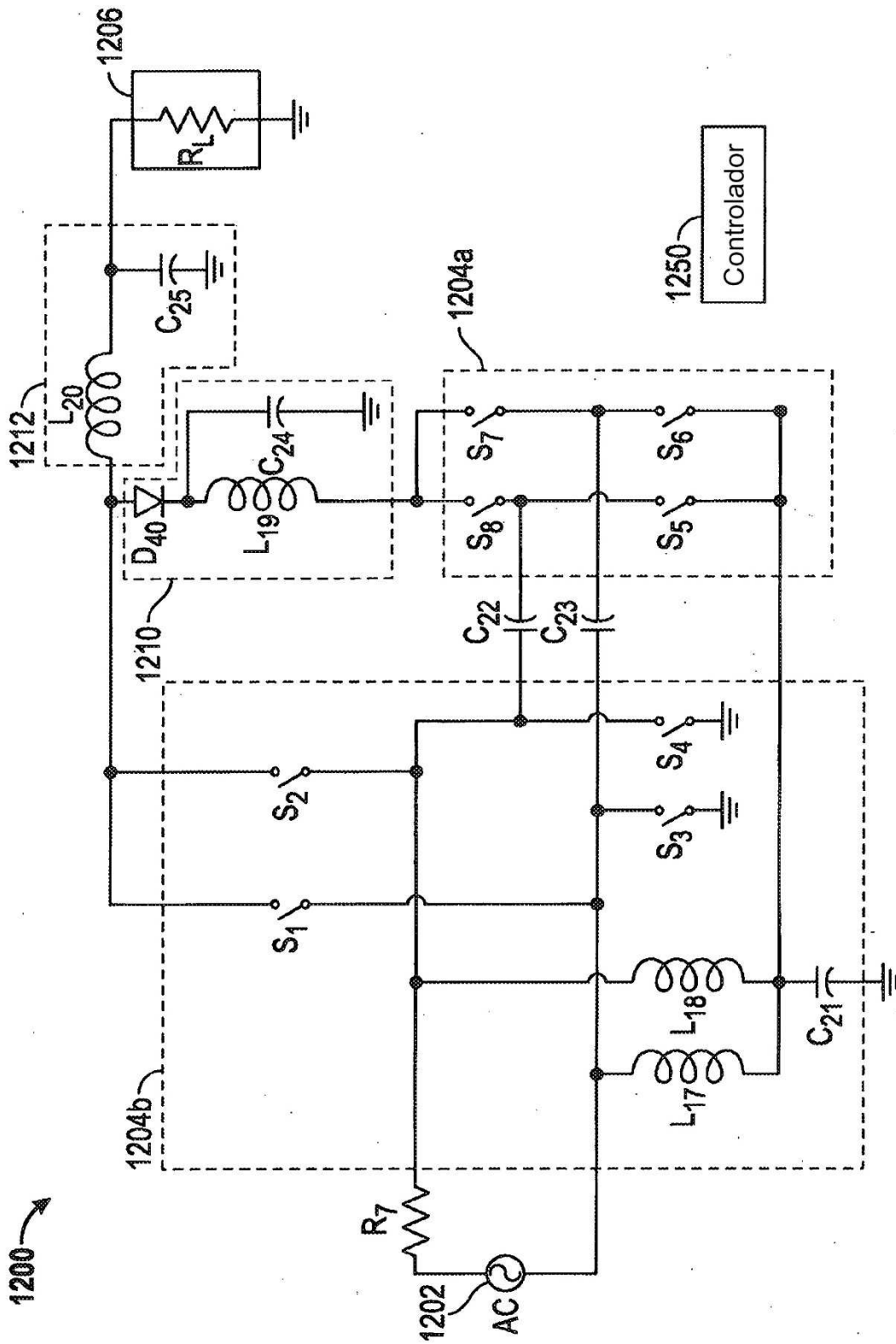


FIG. 12

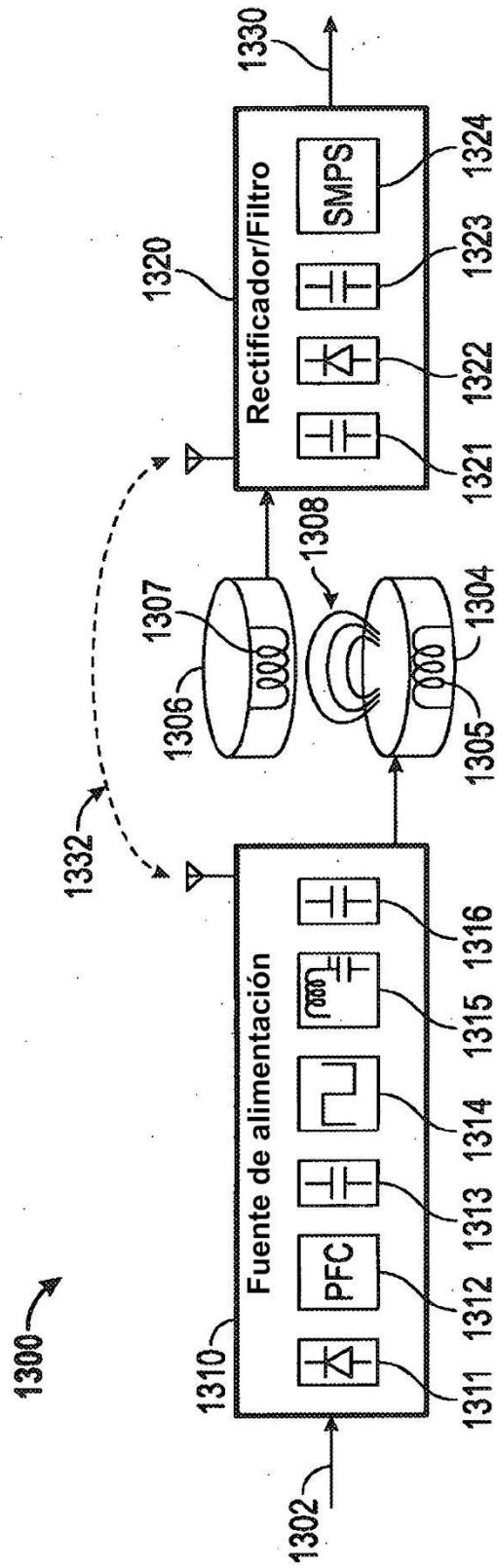


FIG. 13

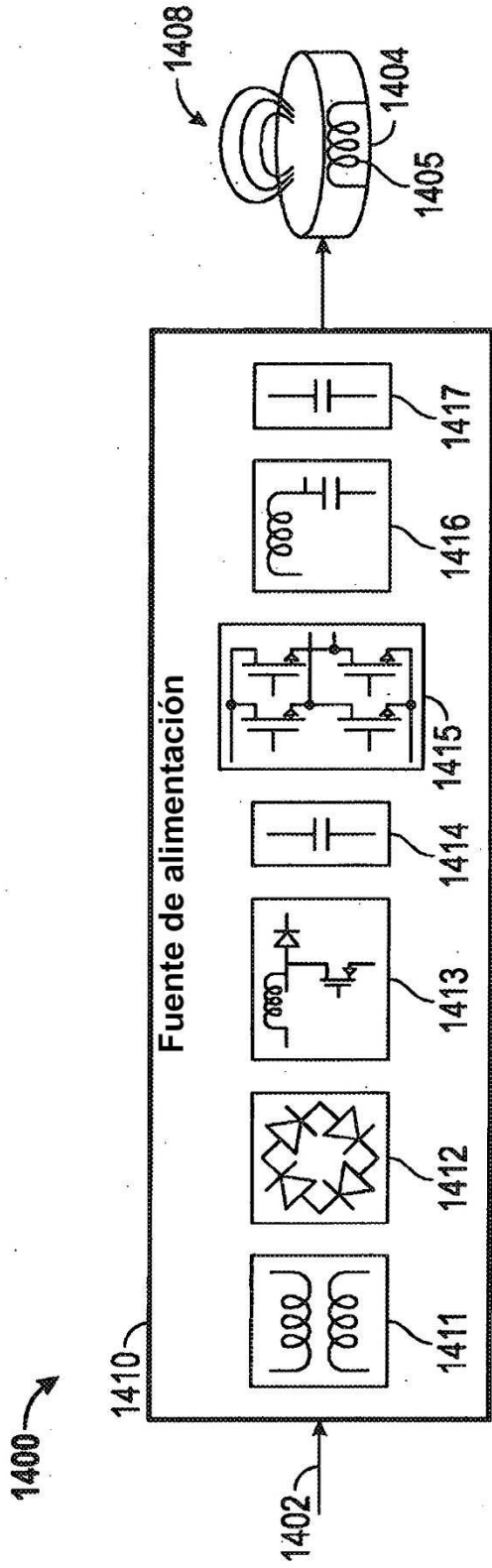


FIG. 14

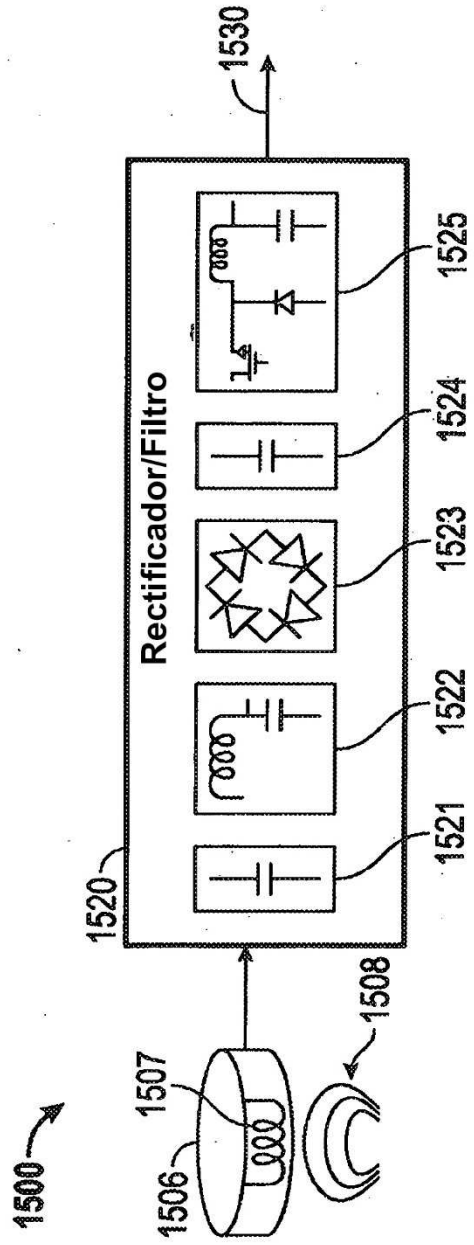


FIG. 15

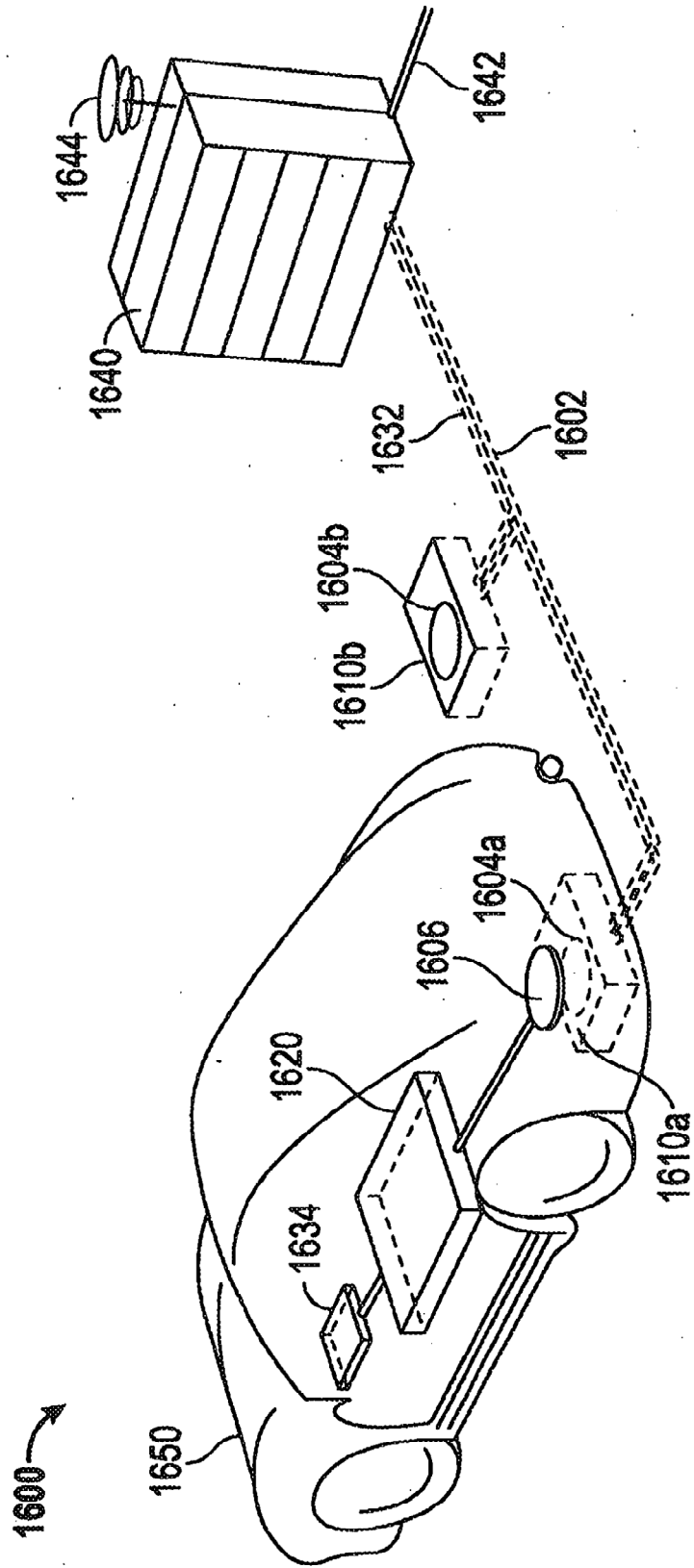


FIG. 16

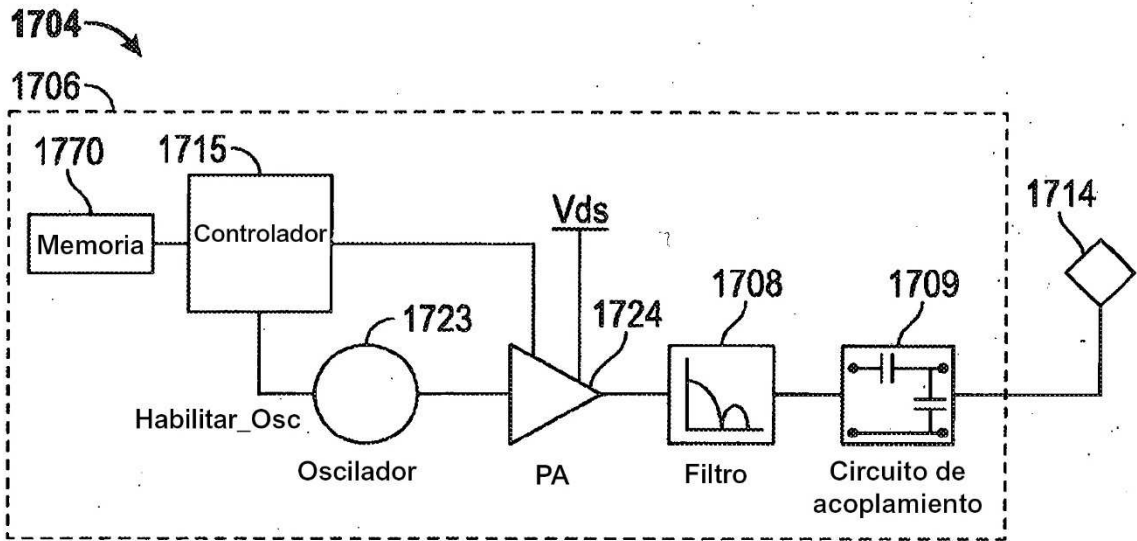


FIG. 17

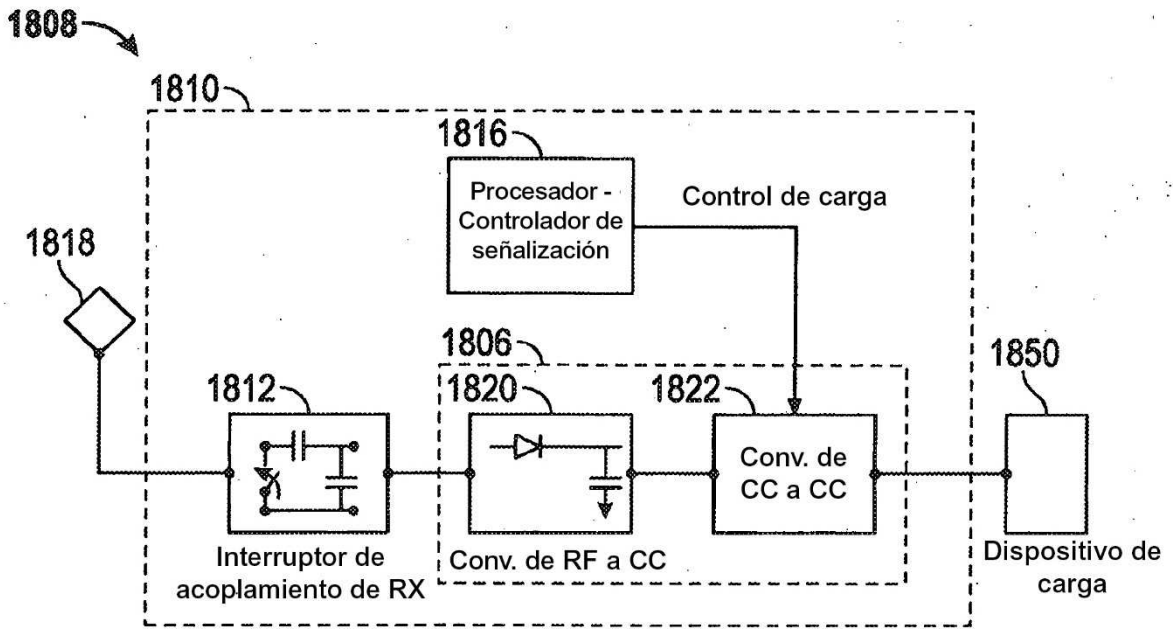


FIG. 18

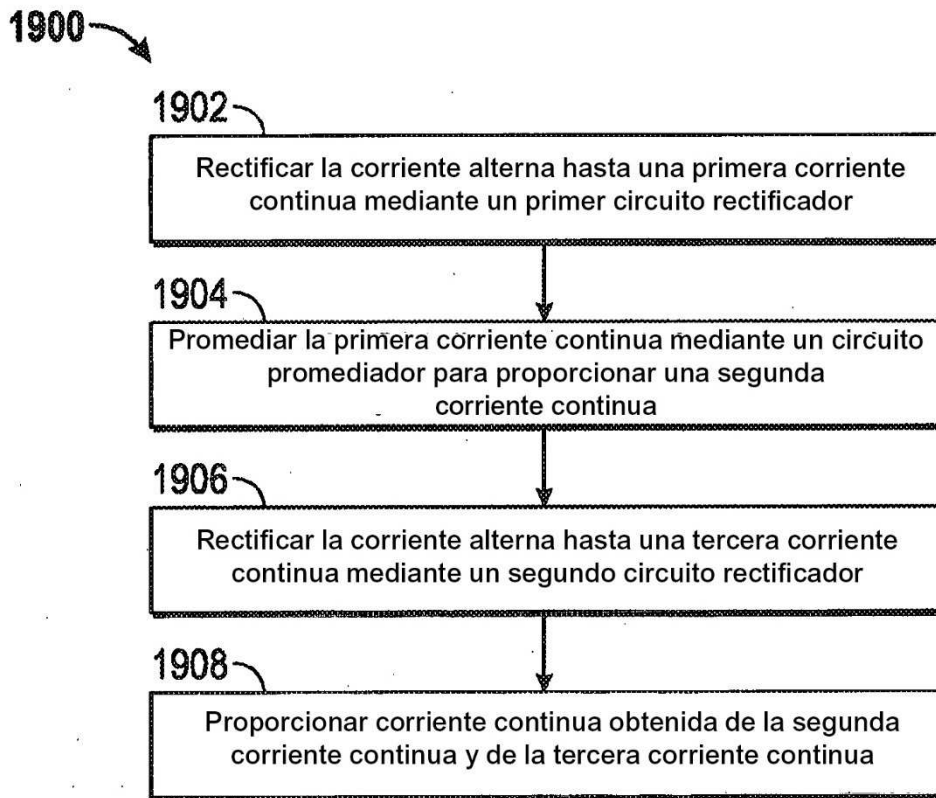


FIG. 19



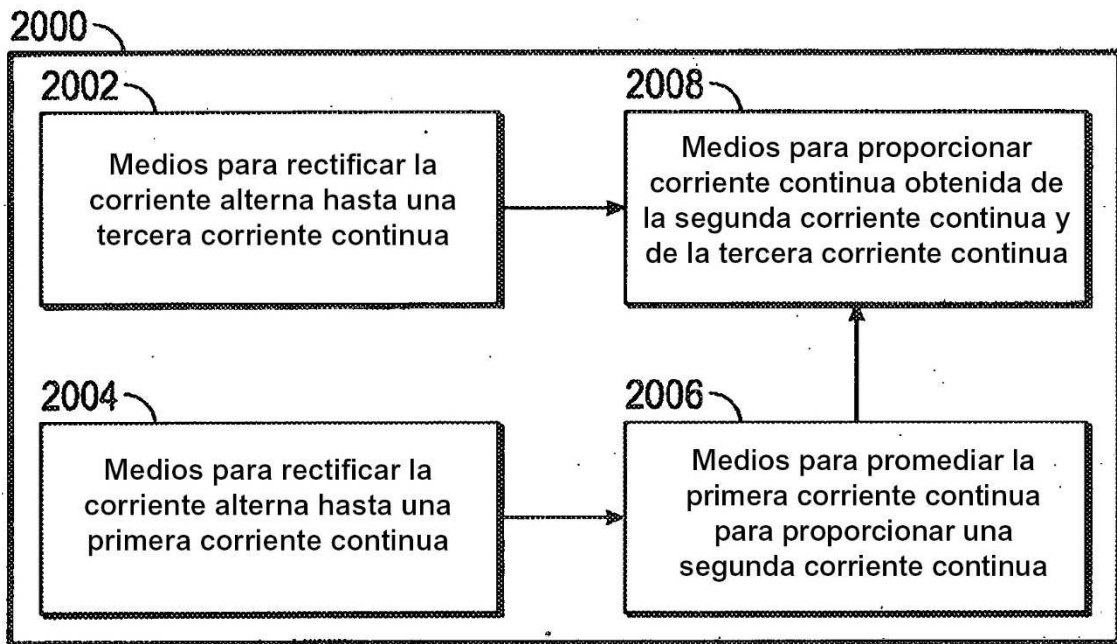


FIG. 20